



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS CÂMPUS PALMAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

BRUNO OLIVEIRA ALMEIDA

**ESTUDO TÉCNICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE RIO SONO - TO**

**PALMAS/TO
2021**

BRUNO OLIVEIRA ALMEIDA

**ESTUDO TÉCNICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE RIO SONO - 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, Bruno Oliveira .
Estudo Técnico do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Rio Sono - TO. / Bruno Oliveira Almeida. – Palmas, TO, 2021.
76 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Ambiental, 2021.

Orientador: Sergio Carlos Bernardo Queiroz

1. Saneamento. 2. Abastecimento. 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

BRUNO OLIVEIRA ALMEIDA

ESTUDO TÉCNICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE RIO SONO - TO

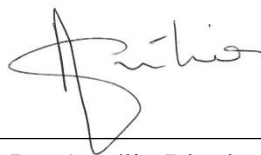
Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Ambiental para obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 02/08/2021

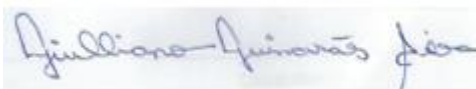
Banca Examinadora



Prof. Dr. Sérgio Carlos Bernardo Queiroz, UFT



Prof. Dr. Aurélio Pêssôa Picanço, UFT



Prof. Dr. Giulliano Guimarães Silva, IFTO

Palmas, 2021

AGRADE CIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado essa oportunidade de estudar e ter me guiado durante toda essa caminhada e por não ter me deixado desistir nos momentos em que senti dificuldade.

Aos meus pais por todo o apoio e incentivo durante a realização do curso, além do que nunca me faltou, carinho, amor, compreensão. Agradeço pelo esforço que sempre fizeram para me manter focado e interessado nos estudos, se não fosse por eles, provavelmente não teria alcançado tal conquista. Agradeço meu pai pelas horas dedicadas para me ajudar nas matérias em que senti dificuldade e por todo ensinamento transmitido durante toda vida. Não poderia deixar de agradecer especialmente minha mãe, que acordou todos os dias da minha caminhada na faculdade para fazer o lanche, por todos os puxões de orelha quando via que estava me sentindo desleixado, posso dizer que ela viveu a faculdade intensamente tanto quanto eu, acompanhando todo desespero, mas também toda felicidade, e com certeza nesse momento a felicidade é de todos nós.

Não poderia deixar de agradecer minha companheira de almoço e de ônibus, minha irmã, que sempre que pôde estava a disposição para me ajudar de todas as formas, e agradeço também pelo companheirismo de toda a vida.

A toda a minha família, que sempre fizeram parte da minha formação como pessoa, e por todos momentos de descontração e todos conselhos e palavras ditas, com certeza vocês estiveram presentes nesta caminhada.

Aos meus amigos que compartilharam momentos difíceis, mas também em inúmeras vezes mais, compartilhamos momentos felizes e de descontração, que aliviaram todos esses momentos de tensão.

A minha namorada, por escutar todos meus desabafos e segurar a barra em momentos de estresse que a faculdade propõe a todos, por sempre me apoiar e estar sempre presente em momentos especiais.

Agradeço a todos os professores por todo conhecimento e experiências de vidas repassadas, em especial o meu orientador Prof. Dr. Sérgio Carlos Bernardo Queiroz por ter me orientado neste trabalho.

Por fim, agradeço ao pessoal do DNIT por ter me dado a oportunidade de estágio, com certeza foram de uma importância enorme para minha formação como pessoa e como profissional.

Muito Obrigado!

RESUMO

A importância do saneamento básico começa por sua influência na saúde, qualidade de vida e no desenvolvimento da sociedade como um todo. O tratamento e abastecimento da água é imprescindível à manutenção da qualidade de vida das populações, visto que além de essencial ao organismo humano é o principal meio de proliferação de endemias. O presente estudo tem como objetivo apresentar o diagnóstico do atual sistema de abastecimento de água do município de Rio Sono – TO na área urbana e rural, e a partir disso, propor alternativas para sanar os problemas identificados em relação ao sistema de abastecimento de água. Para a realização do estudo foi feita projeção populacional para um horizonte de 20 anos. Os dados primários foram obtidos através de visita técnica ao município, além disso, foram realizadas também pesquisas bibliográficas que serviram como dados secundários para o estudo. O resultado apresentado neste trabalho mostra que a produção atual do sistema de abastecimento de água consegue atender a população atual e a projetada para o horizonte de 20 anos. Foi possível constatar que não será necessário a implantação de novos reservatórios, pois os atuais com capacidade 200 m³ conseguem suprir a demanda. Um problema identificado foi o aumento nos últimos anos do índice de perdas por distribuição de água, apesar de estar abaixo das médias dos municípios do estado e até mesmo da média da região norte, o município chegou a apresentar 29,09% de perda no ano de 2019, enquanto a média de 2016 a 2018 era de 22,00%, logo com a identificação das causas dessas perdas, foram propostas alternativas para reduzir este índice. Outro problema identificado foi com relação a extensão da rede para distribuição de água, atualmente com 27,85 km, só conseguirá atender a população projetada até o ano de 2022, sendo necessário a ampliação da extensão da rede.

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

ABSTRACT

The importance of basic sanitation begins with its influence on health, quality of life and on the development of society as a whole. The treatment and supply of water is essential to maintain the quality of life of populations, since in addition to being essential to the human organism, it is the main means of proliferation of endemic diseases. This study aims to present the diagnosis of the current water supply system in the city of Rio Sono - TO in the urban area, and from that, propose alternatives to solve the problems identified in relation to the water supply system. To carry out the study, a population projection was made for a 20-year horizon. The primary data were obtained through a technical visit to the city, in addition, bibliographic research was also carried out, which served as secondary data for the study. The result presented in this work shows that the current production of the water supply system is able to meet the current population and the projected one for a 20-year horizon. It was possible to verify that it will not be necessary to implement new reservoirs, as the current ones with a capacity of 200 m³ are able to supply the demand. A problem identified was the increase in the rate of losses due to water distribution in recent years, despite being below the averages of the municipalities in the state and even the average in the northern region, the municipality even presented 29.09% of loss in the year from 2019, while the average from 2016 to 2018 was 22.00%, after identifying the causes of these losses, alternatives were proposed to reduce this index. Another problem identified was related to the extension of the water distribution network, currently with 27.85 km, will only be able to meet the projected population until the year 2022, being necessary to expand the extension of the network.

Keywords: Sanitation; Supply; Water; Diagnosis; Prognosis.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| Figura 1: Fluxograma da metodologia aplicada..... | 26 |
| Figura 2: Mapa de localização da área de estudo..... | 27 |
| Figura 3: Mapa de Bacias e Sub-Bacias do município de Rio Sono - TO | 33 |
| Figura 4: Mapa de Hidrografia do município de Rio Sono - TO..... | 34 |
| Figura 5: Mapa de Vegetação do município de Rio Sono - TO..... | 35 |
| Figura 6: Mapa de Regionalização Climática do município de Rio Sono – TO | 36 |
| Figura 7: Mapa de Precipitação Pluviométrica do município de Rio Sono – TO | 36 |
| Figura 8: Mapa de Declividade do município de Rio Sono – TO..... | 38 |
| Figura 9: Mapa da Pedologia do município de Rio Sono – TO..... | 40 |
| Figura 10: Área urbana de atendimento de água..... | 48 |
| Figura 11: Mapa da área urbana de Rio Sono com as unidades do SAA | 49 |
| Figura 12: Captação superficial – Rio Sono | 51 |
| Figura 13: ETA Rio Sono | 52 |
| Figura 14: Reservatório Elevado (REL 001) | 53 |
| Figura 15: Escritório de atendimento ao público | 54 |
| Figura 16: Poço tubular profundo utilizado na comunidade rural de Rio Sono..... | 55 |
| Figura 17: Reservatório utilizado na comunidade Rural de Rio Sono..... | 55 |
| Figura 18: Desenho esquemático da unidade SALTA-Z | 70 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1: Taxa de crescimento anual..... | 41 |
| Quadro 2: Taxa de urbanização | 41 |
| Quadro 3: Expectativa de vida ao nascer – Tocantins..... | 42 |
| Quadro 4: Coeficiente de mortalidade infantil dos municípios mais populosos do estado do Tocantins..... | 42 |
| Quadro 5: Unidades de saúde por mantenedor..... | 43 |
| Quadro 6: IDH-M Educação..... | 43 |
| Quadro 7: Taxa de analfabetismo da população de 11 anos ou mais por grupo de idade..... | 44 |
| Quadro 8: Taxa de alfabetização | 44 |
| Quadro 9: Indicadores do mercado de trabalho | 45 |
| Quadro 10: Renda per capita do estado e dos municípios mais populosos do Tocantins..... | 45 |
| Quadro 11: Número de domicílios segundo faixa de rendimento mensal – Rio Sono..... | 46 |
| Quadro 12: Produto Interno Bruto | 46 |
| Quadro 13: Quadro da estrutura tarifária do SAA de Rio Sono..... | 47 |
| Quadro 14: Características da captação | 50 |
| Quadro 15: Características do conjunto moto-bomba (EEAB)..... | 51 |
| Quadro 16: Características da Adutora de Água Bruta (AAB)..... | 51 |
| Quadro 17: Características do conjunto moto-bomba (EEAT)..... | 52 |
| Quadro 18: Características da Adutora de Água Tratada - AAT..... | 53 |
| Quadro 19: Características dos reservatórios | 53 |
| Quadro 20: Resultados para o parâmetro coliformes totais nas amostras de água do setor urbano do Município de Rio Sono no ano de 2017..... | 56 |
| Quadro 21: Resultados para o parâmetro coliformes totais nas amostras de água do setor urbano do Município de Rio Sono no ano de 2018..... | 57 |
| Quadro 22: Estimativa do consumo per capita para o SAA de Rio Sono | 59 |
| Quadro 23: Indicadores e informações Sobre o Sistema de Abastecimento de Água – Rio Sono | 60 |
| Quadro 24: Projeção populacional de Rio Sono - TO a partir do método das taxas de crescimento geométrico, no intervalo entre 2020-2040..... | 62 |
| Quadro 25: Metas implantadas para as projeções de demanda e consumo de água. | 64 |
| Quadro 26: Projeção de demanda de água da população urbana e rural | 65 |
| Quadro 27: Projeção do consumo de água na zona urbana e rural do município de Rio Sono – TO..... | 66 |
| Quadro 28: Prognósticos das demandas necessárias para o sistema de abastecimento de água . | 67 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------|--|
| AAB | Adutora de Água Bruta |
| AAT | Adutora de Água Tratada |
| ANA | Agência Nacional de Águas |
| ARESTO | Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Tocantins |
| ATR | Agência Tocantinense de Regulação |
| EEAB | Estação Elevatória de Água Bruta |
| EEAT | Estação Elevatória de Água Tratada |
| ETA | Estação de Tratamento de Água |
| FAP | Filtro Ascendente com Pedregulho |
| FRD | Filtro Rápido Descendente |
| FUNASA | Fundação Nacional da Saúde |
| Hab | Habitante |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IPD | Índice de Perdas na Distribuição |
| IDHM | Índice de Desenvolvimento Humano |
| OMS | Organização Mundial de Saúde |
| PEA | População Economicamente Ativa |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PMSB | Plano Municipal de Saneamento Básico |
| PNMA | Política Nacional do Meio Ambiente |
| PNRH | Política Nacional de Recursos Hídricos |
| PNUD | Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento Humano |
| RAP | Reservatório Apoiado |
| REL | Reservatório Elevado |
| SAA | Sistema de Abastecimento de Água |
| SANEATINS | Companhia de Saneamento do Tocantins |
| SEFAZ | Secretaria de Estado da Fazenda e Planejamento |
| SEPLAN | Secretaria da Fazenda e Planejamento |
| SINGREH | Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos |

| | |
|------|--|
| SNIS | Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento |
| SUS | Sistema Único de Saúde |
| UFT | Universidade Federal do Tocantins |
| Un. | Unidade |
| TO | Tocantins |

LISTA DE SÍMBOLOS

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

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 15 |
| 2. OBJETIVOS | 17 |
| 2.1. Objetivo Geral | 17 |
| 2.2. Objetivos Específicos | 17 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 18 |
| 3.1. Saneamento Básico no Brasil | 18 |
| 3.2. Plano municipal de saneamento básico – PMSB | 19 |
| 3.3. Abastecimento de água | 20 |
| 3.4. Importância da água tratada para consumo humano | 21 |
| 3.5. Perdas no Sistema de Abastecimento de Água | 22 |
| 3.6. Fontes de poluição da água | 22 |
| 3.7. Universalização dos serviços básicos | 24 |
| 4. METODOLOGIA | 26 |
| 4.1. Área de Estudo | 27 |
| 4.2. Obtenção de Dados | 27 |
| 4.3. Diagnóstico | 28 |
| 4.4. Prognóstico | 28 |
| 4.4.1. Projeção Populacional | 28 |
| 4.4.2. Demanda de Abastecimento de Água e Consumo | 29 |
| 4.4.2.1. Consumo per capita | 29 |
| 4.4.2.2. Coeficiente de variação de consumo | 29 |
| 4.4.2.3. Índice de atendimento do sistema de abastecimento de água | 30 |
| 4.4.2.4. Perdas no sistema de distribuição | 30 |
| 4.5. Documentos de referência | 30 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 33 |
| 5.1. Diagnóstico | 33 |
| 5.1.1. Caracterização Ambiental | 33 |
| 5.1.1.1. Recursos Hídricos | 33 |
| 5.1.1.2. Tipos de Vegetação | 34 |
| 5.1.1.3. Aspectos Climáticos e Meteorológicos | 35 |
| 5.1.1.4. Características do Relevo | 37 |
| 5.1.1.5. Aspectos Pedológicos | 38 |
| 5.1.2. Caracterização Socioeconômica do Município | 40 |
| 5.1.2.1. Perfil Demográfico do Município | 40 |

| | | |
|----------|--|----|
| 5.1.2.2. | Políticas Públicas Correlatas ao Saneamento Básico | 41 |
| 5.1.3. | Estrutura de Tarifação e Inadimplência | 47 |
| 5.1.4. | Serviços de Abastecimento de Água no município | 48 |
| 5.1.4.1. | Sistema de Abastecimento de Água | 50 |
| 5.1.5. | Condições de Abastecimento na Zona Rural | 54 |
| 5.1.6. | Qualidade da Água Tratada fornecida..... | 55 |
| 5.1.7. | Principais deficiências do Sistema de Abastecimento de Água do município de Rio Sono | 58 |
| 5.1.8. | Consumo per capita e Consumidores especiais | 58 |
| 5.1.9. | A Concessão dos Serviços de Água | 59 |
| 5.1.10. | Prestação dos serviços segundo indicadores operacionais..... | 59 |
| 5.2. | Prognóstico..... | 61 |
| 5.2.1. | Projeção populacional..... | 61 |
| 5.2.2. | Índice de atendimento do Sistema de Abastecimento de Água | 62 |
| 5.2.3. | Consumo e demanda de abastecimento de água..... | 62 |
| 5.2.3.1. | Consumo médio per capita | 63 |
| 5.2.3.2. | Coeficientes de variação de consumo..... | 63 |
| 5.2.3.3. | Perdas no sistema de distribuição | 63 |
| 5.2.3.4. | Estimativas das demandas de água..... | 64 |
| 5.2.4. | Definição de alternativas técnicas para atendimento das demandas projetadas... | 68 |
| 5.2.4.1. | Zona Urbana..... | 68 |
| 5.2.4.2. | Zona Rural..... | 70 |
| 6. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 72 |
| 7. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 73 |

1. INTRODUÇÃO

A importância do saneamento está diretamente associada à saúde humana e remete às mais antigas civilizações. Ao longo do tempo, o saneamento se desenvolveu paralelamente à evolução das diversas culturas espalhadas por todo o mundo.

A rápida e invasiva urbanização das últimas décadas, causada pelo crescimento populacional e êxodo rural crescente, vem contribuindo para o esgotamento dos recursos naturais, como as vegetações e os corpos hídricos (RAMACHANDRA et al., 2014). Associado a isso, a urbanização na forma como acontece, compromete a capacidade dos gestores de suprir a demanda de serviços básicos, como o saneamento (WATSON, 2009), e conseqüentemente o abastecimento público de água, que é uma importante vertente do saneamento básico.

Segundo o Sanitation Safety Planning, da Organização Mundial da Saúde (OMS), aproximadamente metade da população de países em desenvolvimento em algum momento da vida irão sofrer de alguma doença diretamente associada com a falta de manejo de recursos hídricos, esgoto sanitário ou abastecimento de água (OMS, 2015).

A economia pode, entre outras, ser apontada como uma área que se beneficiaria pela universalização do acesso ao abastecimento público e esgotamento sanitário. Um estudo do Instituto Trata Brasil mostra que no Brasil seriam economizados anualmente 27,3 milhões de reais apenas com os gastos do Sistema Único de Saúde (SUS) para tratar internações por infecção gastrointestinal, doença associada direta ou indiretamente à qualidade da água servida à população. Além disso, o país se beneficiaria substancialmente com a diminuição da produtividade do trabalhador, da valorização do mercado turístico, imobiliário, e da melhoria no rendimento escolar (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2014).

A cobertura média do sistema de abastecimento de água, no Brasil, no ano de 2019, foi de 83,7%, um número muito preocupante, uma vez que a água em quantidade e qualidade é condição básica para manutenção da vida (SNIS, 2019).

A região norte, embora localizada na região amazônica, apresenta o pior índice de atendimento total de água no Brasil, apenas 57,5% (SNIS, 2019). Em estudos realizados por (GIATTI, 2007) foi constatado que a região também apresenta as maiores proporções para gastos com internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado, fato que pode estar diretamente relacionado às condições precárias de abastecimento de água existente na região.

O estado do Tocantins, localizado na região norte do Brasil, teve população estimada no ano de 2019 em 1.572.866 habitantes, sendo 1.252.038 residentes em perímetro urbano

(IBGE, 2019). O estado apresentou uma grande variedade no índice de atendimento de abastecimento de água dos seus municípios, tendo menor índice no município de Couto Magalhães (37,26%) e o maior no município de Buriti do Tocantins (99,38%), a capital Palmas apresentou índice de 98,42%, a média do índice de atendimento de abastecimento de água no estado foi de 82,40%, correspondendo a 1.296.001 habitantes com acesso ao abastecimento de água. (SNIS, 2019).

O município de Rio Sono – TO no ano de 2019 apresentou uma população estimada em 6.478 habitantes, sendo que 2.493 habitantes residiam no perímetro urbano (IBGE, 2019). Considerando que a água é um bem essencial para a vida humana, o município apresentou um baixo índice de atendimento de abastecimento de água da população, 45,96%, sendo assim, 2.977 pessoas atendidas (SNIS, 2019).

Um dos grandes desafios do Brasil é universalizar o acesso aos serviços básicos de saneamento com o abastecimento de água, e coleta e tratamento de esgoto a todos os lares do país. Em 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.

O Brasil não vai conseguir universalizar o saneamento básico na primeira metade do século 21. Estudo elaborado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), feito a partir de dados secundários, projeta que apenas em 2054 todos os brasileiros terão direito a morar num local com água encanada e tratamento de esgoto, até lá devemos fazer a nossa parte em contribuir para a melhoria da situação (CNI, 2016).

De acordo com a Lei Federal de Saneamento (11.445/2007), um Sistema de Abastecimento de Água (SAA) para consumo humano pode ser definido como um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição.

Considerando que o PMSB é de grande importância para o desenvolvimento local e em razão de todo o exposto, este trabalho teve como intuito a realização do diagnóstico do sistema de abastecimento de água do município de Rio Sono - TO, visando a criação de subsídios técnicos para o auxílio ao poder público municipal.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o sistema de abastecimento de água do município de Rio Sono – TO, a fim de criar subsídios técnicos para a melhor gestão do abastecimento de água do município.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar o diagnóstico do sistema de abastecimento de água do município de Rio Sono – TO.
- Fazer a análise do diagnóstico e sugerir alternativas que visam otimizar o sistema de abastecimento de água no município.
- Propor alternativas para a universalização do acesso aos serviços de abastecimento de água no município.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Saneamento Básico no Brasil

No Brasil do séc. XVI, os jesuítas admiravam-se com o ótimo estado de saúde dos indígenas. Contudo, com a chegada do colonizador e dos negros, rapidamente houve a disseminação de várias moléstias contra as quais os nativos não possuíam defesas naturais no organismo. Doenças como varíola, tuberculose e sarampo resultaram em epidemias que frequentemente matavam os índios. Com os colonizadores, suas doenças e forma de cultura, vieram as preocupações sanitárias com a limpeza de ruas e quintais, e com a construção de chafarizes em praças públicas para a distribuição de água à população, transportada em recipientes pelos escravos (Cavinatto, 1992).

Com a vinda da família Real em 1808, houve um importante avanço nos serviços de saneamento como explica (Cavinatto, 1992): Foram criadas leis que fiscalizavam os Portos e evitavam a entrada de navios com pessoas doentes. O Brasil foi um dos primeiros países do mundo a implantar redes de coleta para o escoamento da água da chuva. Porém, o sistema foi instalado somente no Rio de Janeiro e atendia a área da cidade onde se instalava a aristocracia. Os Arcos da Lapa foram o primeiro aqueduto construído no Brasil em 1723.

A quantidade de água necessária para o desenvolvimento das atividades humanas, tanto no processo de produção de vários tipos de produtos quanto no abastecimento para o consumo de água propriamente dito, vem aumentando significativamente ano após ano no Brasil. Em contraponto, a quantidade de água potável ou de água que possa ser utilizada para satisfazer esses diversos tipos de finalidades não aumentou (RAP, 2011).

Uma solução para a preservação dessas águas é o investimento em saneamento e no tratamento do esgoto sanitário, que é realizado por meio de estações de tratamento de esgoto que reproduzem, em um menor espaço e tempo, a capacidade de autodepuração dos cursos d'água. As águas recuperadas por essas estações possuem uma grande variedade de aplicações, entre elas: (i) irrigação de campos de esportes, praças etc.; (ii) usos paisagísticos; (iii) descarga de toaletes; (iv) combate a incêndios; (v) lavagem de automóveis; (vi) limpeza de ruas; (vii) usos na construção (Prosab, 2006). Tais alternativas contribuem para a diminuição do uso de água potável para estes fins, além de gerar externalidades positivas sobre a saúde e o meio ambiente (Toneto Junior, 2004).

3.2. Plano municipal de saneamento básico – PMSB

A Lei Federal de Saneamento Básico (Lei nº. 11.445/2007) instituiu em seu Art. 9º que o titular dos serviços formulará a respectiva Política Municipal de Saneamento Básico e o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB. Deverá, ainda, prestar ou delegar os serviços, definir o responsável pela regulação, fiscalização e procedimentos de sua atuação; adotar parâmetros para o atendimento essencial à saúde pública; fixar os direitos e os deveres dos usuários; estabelecer mecanismos de controle social; estabelecer sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico e intervir e retomar a operação dos serviços delegados, por indicação da entidade reguladora, nos casos e condições previstos em lei e nos documentos contratuais (FUNASA, 2014).

Os Planos Municipais de Saneamento Básico são indispensáveis para a política pública de saneamento municipal e a gestão integrada no município. São também obrigatórios para a contratação ou concessão de serviços, bem como para o recebimento de recursos financeiros da União. É importante destacar que os planos devem ser elaborados pelo titular do serviço: os municípios. Trata-se de uma tarefa que não pode ser transferida (CNM, 2014).

O Plano de Saneamento, nos termos preconizados pela Lei Federal Nº 11.445/07 e regulamentado pelo Decreto Federal 7.217/2010, abrange o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- I.** Abastecimento de água potável;
- II.** Esgotamento sanitário;
- III.** Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.
- IV.** Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e

A sua implementação possibilita ao município planejar ações na direção da universalização do saneamento, sendo fornecidas as diretrizes e estudos para viabilização de recursos, além de definir programas de investimento e estabelecer cronogramas e metas (Prefeitura Municipal de Palmas – TO, 2013).

O PMSB é o documento básico do planejamento, contemplando os modelos de gestão, as metas, os projetos e as respectivas tecnologias, as estimativas dos custos dos serviços e deverá ser elaborado considerando os princípios previstos na Lei (FUNASA, 2014). São eles:

- Universalização do acesso com integralidade das ações, segurança, qualidade e regularidade na prestação dos serviços;

- Promoção da saúde pública, segurança da vida e do patrimônio, proteção do meio ambiente;
- Articulação com as políticas de desenvolvimento urbano, saúde, proteção ambiental e interesse social;
- Adoção de tecnologias apropriadas às peculiaridades locais e regionais;
- Uso de soluções graduais e progressivas, e integração com a gestão eficiente de recursos hídricos;
- Gestão com transparência baseada em sistemas de informações, processos decisórios institucionalizados e controle social;
- Promoção da eficiência e sustentabilidade econômica, considerando a capacidade de pagamento dos usuários.

3.3. Abastecimento de água

O Sistema de Abastecimento de Água representa o "conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos" (Barros et al, 1995).

A importância da implantação do sistema de abastecimento de água, dentro do contexto do saneamento básico, deve ser considerada tanto nos aspectos sanitário e social quanto nos aspectos econômicos, visando atingir aos seguintes objetivos:

Nos aspectos sanitário e social: melhoria da saúde e das condições de vida de uma comunidade; diminuição da mortalidade em geral, principalmente da infantil; aumento da esperança de vida da população; diminuição da incidência de doenças relacionadas à água; implantação de hábitos de higiene na população; facilidade na implantação e melhoria da limpeza pública; facilidade na implantação e melhoria dos sistemas de esgotos sanitários; possibilidade de proporcionar conforto e bem-estar; incentivo ao desenvolvimento econômico.

Nos aspectos econômicos: aumento da vida produtiva dos indivíduos economicamente ativos; diminuição dos gastos particulares e públicos com consultas e internações hospitalares; facilidade para instalações de indústrias, onde a água é utilizada como matéria-prima ou meio de operação; incentivo à indústria turística em localidades com potencialidades para seu desenvolvimento (Ribeiro et al, 2010).

O Brasil é um dos países com maior disponibilidade de água. Porém, grande parte desse recurso está concentrada em regiões onde há menor quantidade de pessoas. Nos grandes centros urbanos há elevada densidade populacional e forte demanda pelos recursos hídricos, que, em

muitos casos, são atingidos pela poluição e, por consequência, há uma piora considerável na qualidade da água, tornando o abastecimento nas cidades um grande desafio (ANA, 2021).

3.4. Importância da água tratada para consumo humano

Para que possa ser consumida, sem apresentar riscos à saúde, ou seja, tornar-se potável, a água tem que ser tratada, limpa e descontaminada. Tratamento de água é um conjunto de procedimentos físicos e químicos que são aplicados na água para que esta fique em condições adequadas para o consumo, ou seja, para que a água se torne potável. O processo de tratamento de água a livra de qualquer tipo de contaminação, evitando a transmissão de doenças (SANESUL, 2019).

Fundamental para toda a vida no planeta Terra, a água está relacionada com diversas reações químicas e transporte de substâncias no corpo humano. Infelizmente, a água acaba sendo veículo de transmissão de doenças, por isso ficamos atentos a importância da qualidade da água para saúde é tão importante. Febre Tifoide, Cólera, diarreias, esquistossomose e até Hepatite são algumas doenças que podem ser adquiridas em contato com água contaminada, um ainda sério problema de saúde pública no Brasil, onde a rede de tratamento de esgoto deixa a desejar em muitos lugares. Essas e outras doenças transmitidas pela água matam no mundo mais crianças do que guerras e qualquer outra forma de violência. Esse é o tamanho da importância de água de boa qualidade (FUSATI, 2018).

Segundo dados do estudo “Benefícios Econômicos e Sociais do saneamento para o Brasil”, realizado pelo Instituto Trata Brasil, a parcela da população brasileira com acesso aos serviços e benefícios de distribuição de água tratada passou de 81,7% em 2005 para 83,3% em 2015. Isso significou que, nesses dez anos, 26,4 milhões de brasileiros conquistaram o acesso a esse serviço fundamental e humanitário (TRATA BRASIL, 2017).

Ter saneamento básico é um fator essencial para um país poder ser chamado de país desenvolvido. Os serviços de água tratada, coleta e tratamento dos esgotos levam à melhoria da qualidade de vidas das pessoas, sobretudo na saúde Infantil com redução da mortalidade infantil, melhorias na Educação, na expansão do Turismo, na valorização dos Imóveis, na Renda do trabalhador, na Despoluição dos rios e Preservação dos recursos hídricos, etc. (TRATA BRASIL, 2017).

3.5. Perdas no Sistema de Abastecimento de Água

Quando se trata de perdas no sistema de abastecimento de água, a primeira noção que vem à mente é a perda de água que foi tratada “produzida”, mas que não chegou até o consumidor final. No entanto, o conceito de perdas vai, além disso, podendo ser identificado em dois tipos de acordo com a Internacional Water Association (IWA):

- **Perda Física ou Perda Real:** que corresponde ao volume de água que não chega ao consumidor final, como citado em cima, devido a vazamentos ou extravasamentos.
- **Perdas Não – Física, Perda Aparente ou Perda Comercial:** que é o volume de água consumido, porém não contabilizado pelas companhias de saneamento, decorrentes de erros de medição no hidrômetro, fraudes, entre outras. Nesse caso, a água não é faturada, acarretando o prejuízo para a empresa que teve que custear a sua produção.

Um dos maiores problemas encontrados no abastecimento de água no Brasil são os altos índices de perdas. Existe uma grande variação nas perdas de distribuição, sendo encontrados valores de 27,2 % no Distrito Federal, até 76,5% no estado do Amapá. Além disso, são índices que não obtiveram melhora considerável na última década (SNIS, 2013).

A percentagem de volume de água perdido para cada causa mencionada varia muito de região para região. A SABESP de São Paulo contabilizou essas perdas e concluiu que 48% das perdas são por vazamentos, 27% por gestão comercial, 20% por micromedição e 10% por macromedição (SABESP, 2001).

As perdas são avaliadas por três indicadores básicos, que podem ser calculados a partir do volume de entrada no sistema, do valor obtido nos hidrômetros (volume consumido), do número de ligações e do que é cobrado dos consumidores. São eles: Índice de Perdas na Distribuição, Índice de Perdas por Ligações e Índices de Perdas no Faturamento (SNIS, 2013).

Os indicadores de perdas permitem retratar a situação dos volumes perdidos, além de possibilitar uma comparação nos sistemas de abastecimentos distintos. Existem diversos indicadores, e eles devem oferecer confiabilidade para o gerenciamento e planejamento nas ações de redução e controle das perdas (MIRANDA, 2002).

3.6. 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.

Os mecanismos de poluição das águas podem ser divididos em duas categorias. A primeira consiste nas fontes de poluição pontuais que podem ser identificadas e diagnosticadas, sendo que, em muitos casos, é possível estabelecer ações corretivas ou mesmo punitivas. O descarte de esgotos domésticos ou industriais, tratados ou não, são exemplos de fontes pontuais. O esgoto bruto pode provocar a deterioração de ambientes aquáticos urbanos seja por meio do aporte de compostos antropogênicos ou por alterações na especiação de uma série de substâncias e elementos químicos presentes na coluna de água (Sodré e Grassi, 2007).

Ao contrário dos Estados Unidos e de muitos outros países, o Brasil ainda enfrenta desafios relativos ao gerenciamento adequado de suas fontes poluidoras pontuais. Existe pouca informação sobre a importância de fontes difusas de poluição, embora certamente representem uma importante contribuição para poluição de corpos aquáticos brasileiros. Grande parte das águas de drenagem urbana geradas nas cidades brasileiras não recebe nenhum tipo de tratamento antes de atingir os corpos aquáticos receptores. Este aspecto é preocupante, uma vez que a descarga que surge a partir de um grande evento de chuva pode impactar um corpo de água tanto quanto uma carga normal de esgoto doméstico bruto (Taebi e Droste, 2004).

As atividades humanas, assim como os processos naturais, podem alterar as características físicas, químicas e biológicas da água, com ramificações específicas para a saúde humana e do ecossistema. A qualidade da água é afetada por mudanças em teores de nutrientes, sedimentos, temperatura, pH, metais pesados, toxinas não metálicas, componentes orgânicos persistentes e agrotóxicos, fatores biológicos, entre muitos outros (Carr e Neary, 2008).

A atividade que mais conduz a problemas difusos de qualidade da água é o despejo de esgotos domésticos. A contaminação fecal resulta, muitas vezes, de descargas de esgoto não tratado nas águas naturais – método de disposição de esgoto mais comum nos países menos desenvolvidos e também em países mais avançados como China, Índia e Irã (Carr e Neary, 2008).

Corpos d'água sofrem todos os impactos das atividades antropogênicas ao longo da bacia, da qual recebem materiais, sedimento e poluentes, refletindo os usos e ocupação do solo nas áreas vizinhas (Tundisi & Shaskraba, 1999). Os fatores que afetam o destino dos pesticidas no meio ambiente são a forma de uso dos pesticidas, características ambientais e propriedades físico-químicas do princípio ativo (Laabs et al., 2002).

As mudanças climáticas exercem grandes impactos nas fontes de água doce do planeta, na qualidade da água e na gestão de recursos hídricos (Pachauri e Reisinger, 2008, Bates et al.,

2008). Os aumentos de temperatura da água e as alterações na periodicidade e nos volumes de águas de escoamento devem produzir mudanças desfavoráveis na qualidade das águas de superfície que, por sua vez, afetarão a saúde humana e do ecossistema. Ameaças postuladas pelas mudanças climáticas provocarão estresse adicional em muitos sistemas já degradados, especialmente nos países em desenvolvimento.

Nos rios os agrotóxicos são transportados para diferentes distâncias. A capacidade de uma substância ser transportada depende diretamente de alguns fatores, como a estabilidade, o estado físico do composto e a velocidade do fluxo do rio. De forma geral, em uma fonte pontual de contaminação a concentração do analito diminui continuamente conforme a distância da fonte (Alves & Silva, 2003).

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).

3.7. Universalização dos serviços básicos

O saneamento básico é um dos serviços de infraestrutura mais atrasado do Brasil. Este é um fator essencial para um país ser chamado de desenvolvido, visto que os serviços de água tratada, coleta e tratamento dos esgotos levam à melhoria da qualidade de vida da população. Em 2017, enquanto 95,8% da população brasileira era coberta com rede de celular, apenas 52,4% da população tinha acesso à coleta de esgoto e 83,5% eram atendidos com abastecimento de água tratada (Mayara Bertolani, 2019).

O chamado “Novo Marco Regulatório do Saneamento” (Lei Federal 14.026, de 15 de julho de 2020) altera as regras para a prestação de serviços no setor, promovendo a ampliação da participação de empresas do setor privado neste mercado, com o objetivo último de universalizar o acesso ao saneamento para todos os lares brasileiros (Deloitte, 2021).

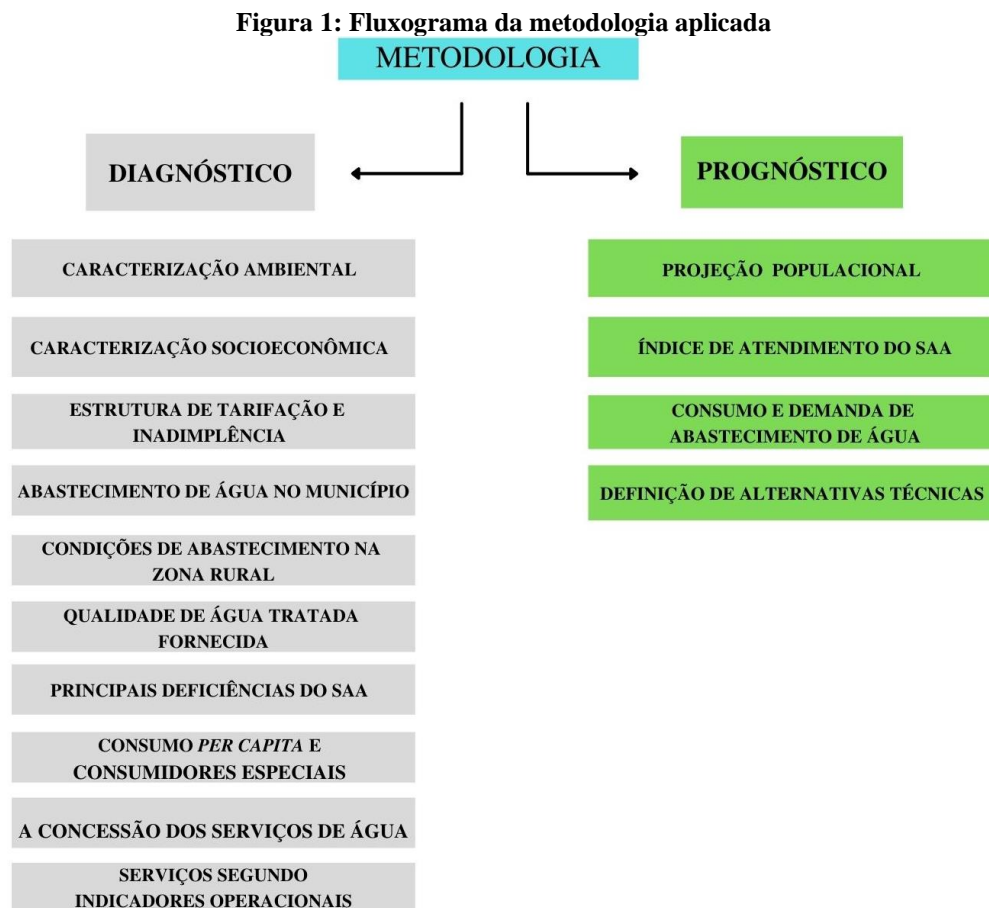
O Ministério da Economia estima que sejam necessários R\$ 700 bilhões de investimento até 2033 no setor de saneamento (R\$ 500 bilhões para a expansão da rede e R\$ 200 bilhões na compensação da depreciação de ativos), ou seja, aproximadamente um investimento de R\$ 50 bilhões por ano. Um dos objetivos do Novo Marco Legal é atingir a meta de 99% da população brasileira com acesso a água potável e 90% da população com acesso aos serviços de coleta e tratamento de esgoto até 2033 (Deloitte, 2021).

Com a aprovação da Lei nº 14.026/2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico, a relação regulatória entre a ANA e o setor de saneamento atingirá um novo patamar, já que a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico passará a editar normas de referência. Estas regras de caráter geral deverão ser levadas em consideração pelas agências reguladoras de saneamento infranacionais (municipais, intermunicipais, distrital e estaduais) em sua atuação regulatória (Governo Federal, 2020).

Outra mudança trazida pelo novo saneamento é que a ANA passará a emitir normas de referência relacionadas ao manejo de resíduos sólidos e à drenagem de águas pluviais em cidades. As duas atividades integram o saneamento básico, assim como o abastecimento de água, a coleta e o tratamento de esgotos, pois a água é uma só (Governo Federal, 2020).

4. METODOLOGIA

Para a elaboração deste estudo foi realizado levantamento de dados primários, através de visita *in loco*, e pesquisa bibliográfica, gerando assim o levantamento dos dados secundários, a partir da obtenção dos dados foram feitos o tratamento e a análise quantitativa e qualitativa dos mesmos (Diagnóstico e prognóstico).



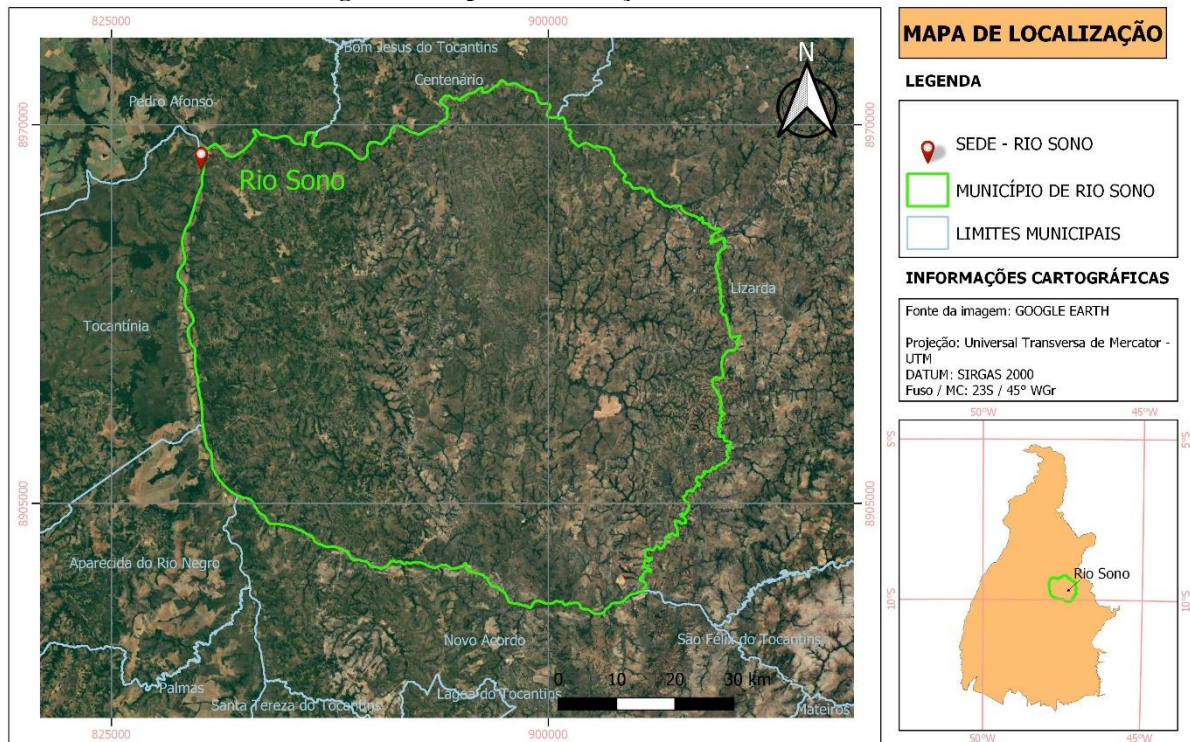
Fonte: Próprio autor.

4.1. Área de Estudo

O município de Rio Sono está localizado a 143 km da capital Palmas, na microrregião do Jalapão. Possui área de 6.357 km² e limita-se com Lizarda, Novo Acordo, Tocantínia e Centenário.

A sede Municipal tem sua posição geográfica determinada pelo paralelo de 09°20'32.61" de Latitude Sul, em sua interseção com o meridiano de 47°54'4,81" de Longitude Oeste.

Figura 2: Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Próprio autor.

Teve sua origem na agropecuária da região. Devido à distância da sede do município, em Lizarda, o povoado foi servindo de polo para produtores, passando então a sediar interesses econômicos naquela área. São considerados pioneiros: Adelman Souza Lustosa, Filinto Cruz, além das senhoras Joventina, Cota e o senhor Geraldo. O município foi emancipado através da Lei nº 9.185, de 14 de maio de 1982.

4.2. Obtenção de Dados

Os trabalhos foram desenvolvidos utilizando várias fontes de dados da concessionária prestadora de serviços, também se utilizou do levantamento de informações *in loco*, diretamente com os responsáveis pelos serviços.

Como fonte de dados secundários foram utilizadas informações oficiais do município, dos órgãos estaduais e federais, como o Sistema Nacional de Informações de Saneamento –

SNIS, o Atlas do Desenvolvimento Humano, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, os sites da prefeitura, entre outros.

4.3. Diagnóstico

A realização do diagnóstico levou em consideração a zona urbana e rural do município de Rio Sono – TO, nesta etapa são consolidados os dados primários, originados da visita *in loco*, e os dados secundários obtidos através de pesquisas.

Os dados primários obtidos permitiram relatar as características socioambientais do município e a situação do sistema de abastecimento de água do mesmo. Com relação aos dados secundários obtidos através de fontes citadas anteriormente, serão avaliados documentos que forem pertinentes para o estudo. A realização desta etapa nos permite identificar as deficiências do sistema de abastecimento de água do município e assim realizar o prognóstico, apresentando subsídios técnicos que possam ser utilizados pelo poder público municipal.

4.4. Prognóstico

Segundo o art. 52, § 2º da Lei Federal nº11.445/2007, os planos de que tratam o Plano Municipal de Saneamento Básico devem ser elaborados com horizonte de 20 (vinte) anos. Embasado na Lei Federal nº11.445/2007, para a realização do Prognóstico, no estudo em questão, foi estabelecido o horizonte de 20 (vinte) anos. Para atender os objetivos deste estudo, criar subsídios técnicos para otimizar o sistema de abastecimento de água do município, deve-se estimar a demanda de água futura para o horizonte estabelecido. Para fazer esta estimativa, primeiramente foi necessário realizar a projeção da população para o horizonte de 20 (vinte) anos.

4.4.1. Projeção Populacional

Para estimar o crescimento populacional em um determinado período cronológico são propostos modelos matemáticos a qual cada localidade tem um método que melhor se adequa as suas características de crescimento, para este dimensionamento se faz uso dos modelos de projeções aritmética, geométrica e logística utilizando como dados iniciais os dois últimos censos do IBGE.

Para estimar a população de Rio Sono – TO em um período de 20 anos, foi utilizado o método geométrico.

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

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).

4.4.2. Demanda de Abastecimento de Água e Consumo

Para determinar a demanda futura de água no sistema de abastecimento e o consumo de água atual é necessário ordenar a projeção populacional, consumo per capita, coeficiente de variação de consumo, índice de atendimento com abastecimento de água e as perdas na distribuição. As variáveis citadas estão descritas abaixo.

4.4.2.1. Consumo per capita

Para o levantamento de dados relacionados ao consumo per capita de água no município de Rio Sono – TO foi utilizado o banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Os dados levantados levaram em consideração os anos de 2010 a 2019. A média de consumo per capita no município foi feita realizando a soma dos 10 anos, tendo como resultado a média de 114,98 l/hab./dia. O ano de 2010 registrou a maior média de consumo, 124,4 l/hab./dia, o último registro no ano de 2019 apresentou média de 113,2 l/hab./dia

4.4.2.2. Coeficiente de variação de consumo

No sistema de abastecimento de água ocorrem variações de consumo significativas, que podem ser anuais, mensais, diárias, horárias e instantâneas. No projeto do sistema de abastecimento de água, algumas dessas variações de consumo são levadas em consideração no cálculo do volume a ser consumido.

A relação entre o maior consumo diário verificado e a vazão média diária anual fornece o coeficiente do dia de maior consumo (k1), seu valor varia entre 1,2 e 2,0 dependendo das condições locais (o valor usualmente adotado no Brasil para k1 é 1,20). Já o coeficiente da hora de maior consumo (k2), é a relação entre o máximo consumo horário verificado no dia de maior

consumo e o consumo médio horário do dia de maior consumo, observações realizadas em diversas cidades mostram que seu valor também oscila bastante, podendo variar entre 1,5 e 3,0. No entanto, é usual adotar, para fins de projeto, o valor 1,5.

4.4.2.3. Índice de atendimento do sistema de abastecimento de água

O índice de atendimento do sistema de abastecimento de água compreende tanto o índice de atendimento urbano, quanto o índice total de abastecimento, os dados foram retirados da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Segundo o último índice de atendimento apresentado pelo SNIS (2019), o índice de atendimento total (IN055) é 45,96% e o índice de atendimento urbano (IN023) é 100%.

4.4.2.4. Perdas no sistema de distribuição

A perda de água é um dos pontos mais frágeis do sistema de saneamento e das empresas operadoras. Em qualquer processo de abastecimento de água por meio de redes de distribuição no mundo ocorrem perdas de água. Os índices nesse quesito mostram a fragilidade da gestão de grande parte do setor, ao mesmo tempo em que traz desafios aos operadores e governos. Para este estudo, o índice de perda de água durante a distribuição foi obtido através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), e no último índice registrado pelo SNIS (2019), o município de Rio Sono – TO apresentou um índice de perda de água na distribuição (IN049) de 29,09%.

4.5. Documentos de referência

Os principais documentos utilizados no embasamento deste estudo estão relacionados a seguir.

I. Legislação de interesse:

- Lei Federal nº 14.026/2020 – Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984/2000, a Lei nº 10.768/2003, a Lei nº 11.107/2005, a Lei 11.445 de 2007, a Lei nº 12.305/2010, a Lei nº 13.089/2015 e a Lei nº 13.259/2017;
- Lei Federal nº 11.445/2007 – Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências;
- Lei Federal nº 6.766/1979 - Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências;
- Decreto Federal nº 7.217/2010 – Regulamenta a Lei nº 11.445/2007;

- Decreto Federal nº 8.214/2014 – Altera o Decreto Federal nº 7.217/2010;
 - Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989;
 - Lei Federal nº 6.938, de 3 de agosto de 1981 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências;
 - Lei Estadual nº 033/1989 - Autoriza a criação da Companhia de Saneamento do Tocantins – SANEATINS;
 - 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 nº 1.758/2007 - Alterada pela Lei nº 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 nº 2.126 de 13 de agosto de 2009 - Altera a Lei nº 1.758, de 2 de janeiro de 2007, que reestrutura a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Tocantins – ARESTO;
 - Lei Estadual nº 2.159 de 14 de outubro de 2009 - Altera a Lei nº 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;
 - Lei Orgânica do Município de Rio Sono.
- II. Contrato nº 050/2008 – SANEATINS – “Contrato de concessão para exploração dos serviços públicos de água e esgotamento sanitário no município de Rio Sono.”;**
e
- III. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Dados Censitários dos Municípios Brasileiros;**

IV. ATR – Agência Tocantinense de Regulação – Resoluções Vigentes - <http://atr.to.gov.br/servicos/saneamento/legislacao/resolucoes/>.

As íntegras desses documentos podem ser consultadas junto aos órgãos responsáveis por suas elaborações e edições.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Diagnóstico

O diagnóstico é uma das principais etapas para realizar o planejamento e a gestão de serviços de saneamento básico para o município. Se trata do levantamento de informações.

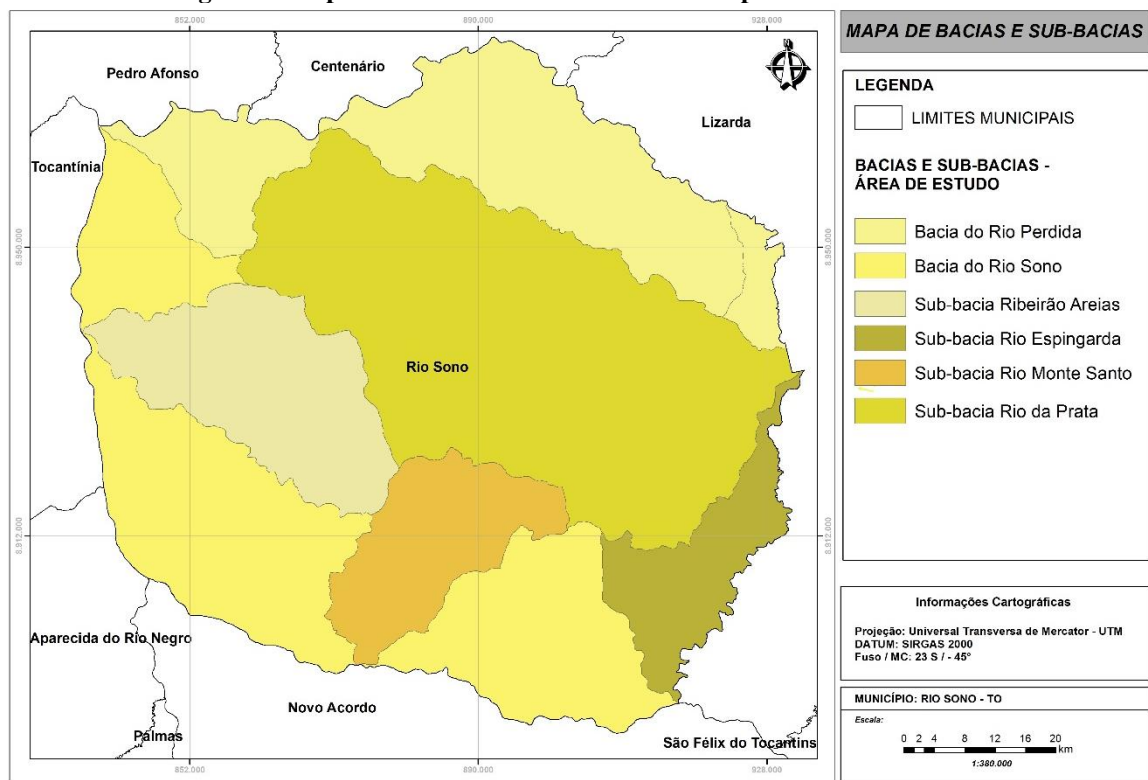
5.1.1. Caracterização Ambiental

5.1.1.1. Recursos Hídricos

O município está localizado às margens dos rios Sono e Perdida, na porção leste do Estado do Tocantins (SEFAZ-TO, 2012).

O município tem como principal corpo hídrico o Rio Sono, que inclusive o abastece, localizada no município ainda a sub-bacia do Ribeirão Areias, sub-bacia do Rio da Prata, sub-bacia do Rio Espingarda e sub-bacia do Rio Monte Santo. Além dos citados, há também outros diversos córregos e rios que atravessam o município (SEFAZ-TO, 2012).

Figura 3: Mapa de Bacias e Sub-Bacias do município de Rio Sono - TO

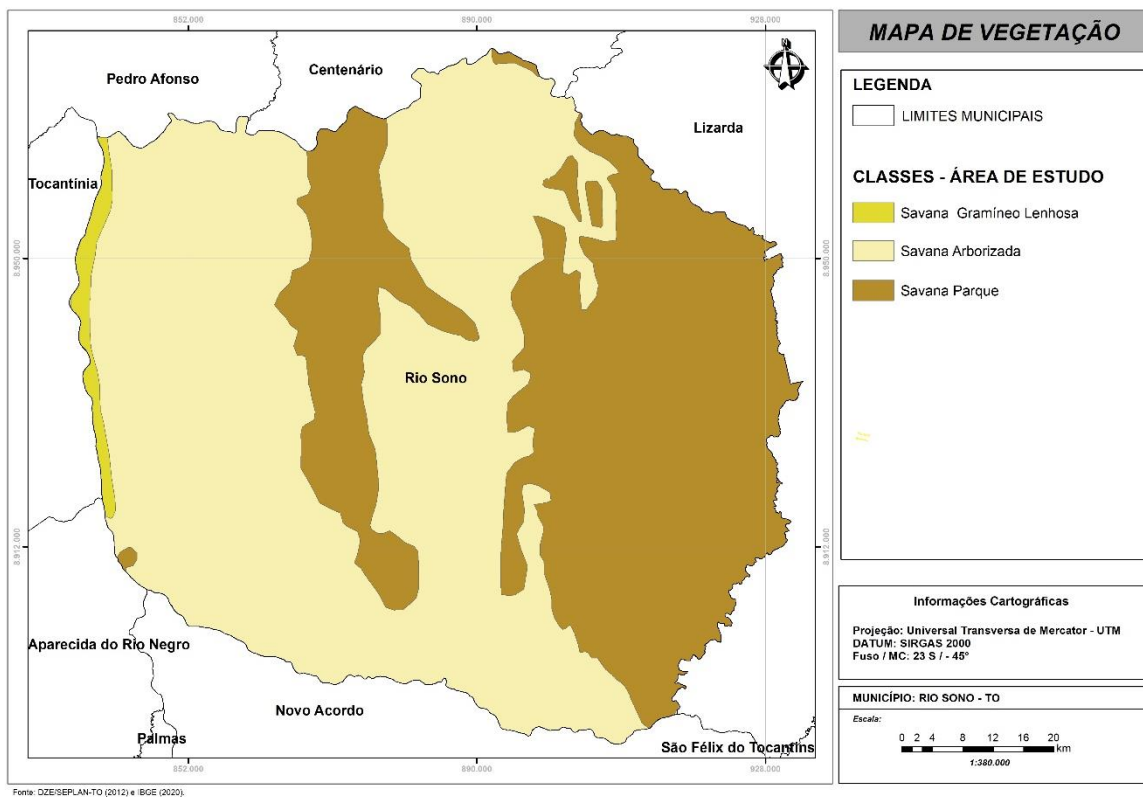


Fonte: Próprio autor.

encharcadas de depressões periodicamente inundadas, ocorrem as tipologias naturais de Cerrado-de-Pantanal, com denominações regionais diversas, caracterizadas pela presença de “covoais”, “monchões” ou “murundus” (IBGE, 2012).

Já na Savana Gramíneo-Lenhosa prevalecem, quando natural, os gramados entremeados por plantas lenhosas raquílicas, que ocupam extensas áreas dominadas por hem criptófitos e que, aos poucos, quando manejados através do fogo ou pastoreio, vão sendo substituídos por geófitos que se distinguem por apresentar colmos subterrâneos, portanto mais resistentes ao pisoteio do gado e ao fogo (IBGE, 2012).

Figura 5: Mapa de Vegetação do município de Rio Sono - TO



Fonte: Próprio autor.

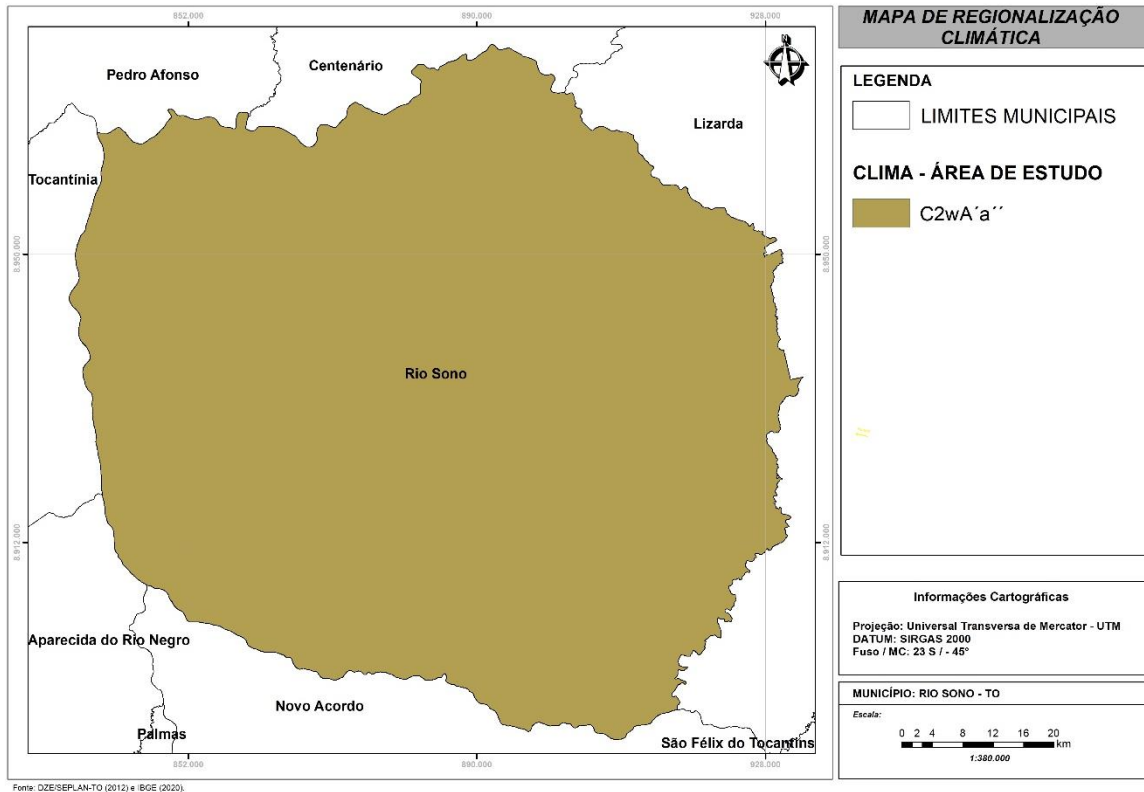
5.1.1.3. Aspectos Climáticos e Meteorológicos

O município de Rio Sono tem seu clima predominantemente classificado C2wa'a'' (clima úmido subsumido 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 (SEFAZ-TO, 2012).

Segundo a Base de Dados da SEFAZ-TO (2012), o município de Rio Sono apresenta uma precipitação média anual que varia entre 1500 a 1800 mm, com moderada deficiência hídrica no inverno.

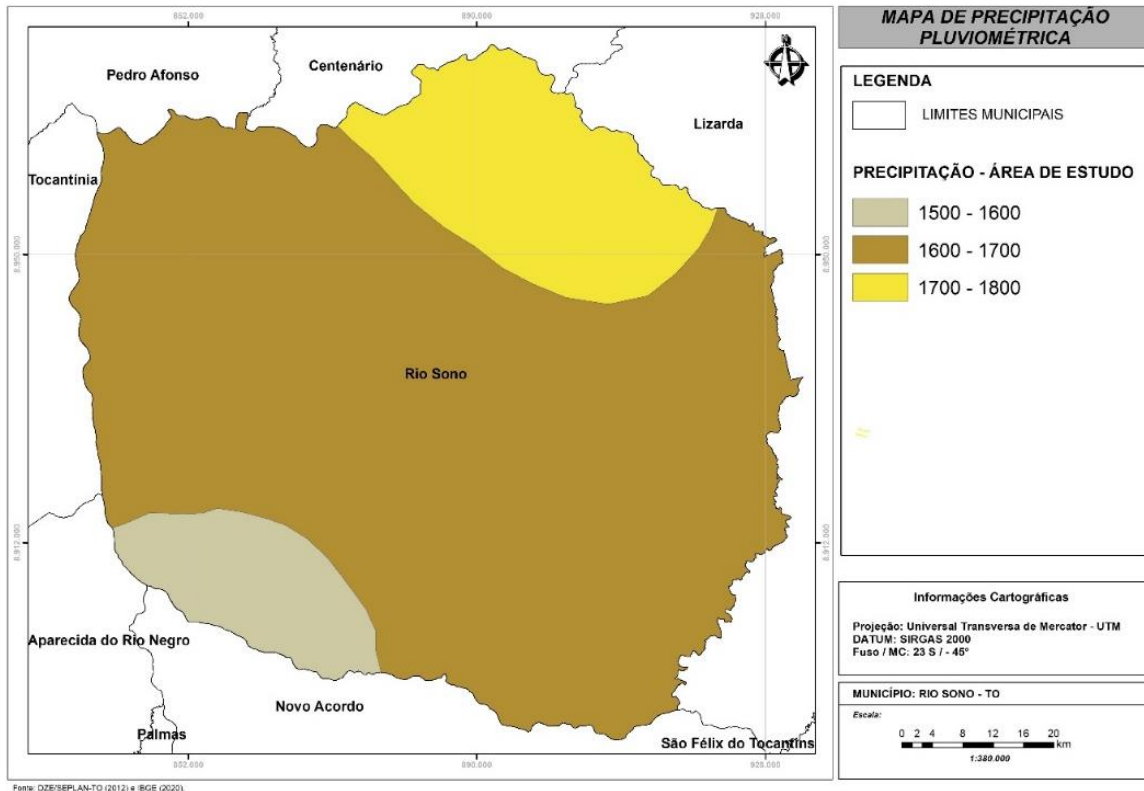
Abaixo são apresentados os mapas de clima e precipitação do município.

Figura 6: Mapa de Regionalização Climática do município de Rio Sono – TO



Fonte: Próprio autor.

Figura 7: Mapa de Precipitação Pluviométrica do município de Rio Sono – TO



Fonte: Próprio autor.

5.1.1.4. Características do Relevo

O município de Rio Sono – TO possui uma diversificação do relevo, tendo algumas regiões aplainadas ou de ondulações suaves. O território do município se enquadra em seis classes de declividade, sendo a Classe A (até 5%), Classe B (5% a 10%), Classe C (10% a 15%), Classe D (15% a 30%), Classe E (30% a 45%) e Classe F (maior que 45%) (SEFAZ-TO, 2012).

Em seu território há também a associação de classes de declividade, sendo elas, mosaico com predomínio de A sobre B (AB) e mosaico com predomínio de B sobre C (BC) (SEPLAN, 2012).

Na classe A há predominância de áreas com declives suaves, nos 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. A erosão hídrica não oferece maiores problemas (SEPLAN, 2012).

A classe B tem predominância de áreas com superfícies inclinadas, geralmente com relevo ondulado, nos quais o escoamento superficial, para a maior parte dos solos, é médio ou rápido. O declive, por si só, normalmente não prejudica o uso de máquinas agrícolas (SEPLAN, 2012).

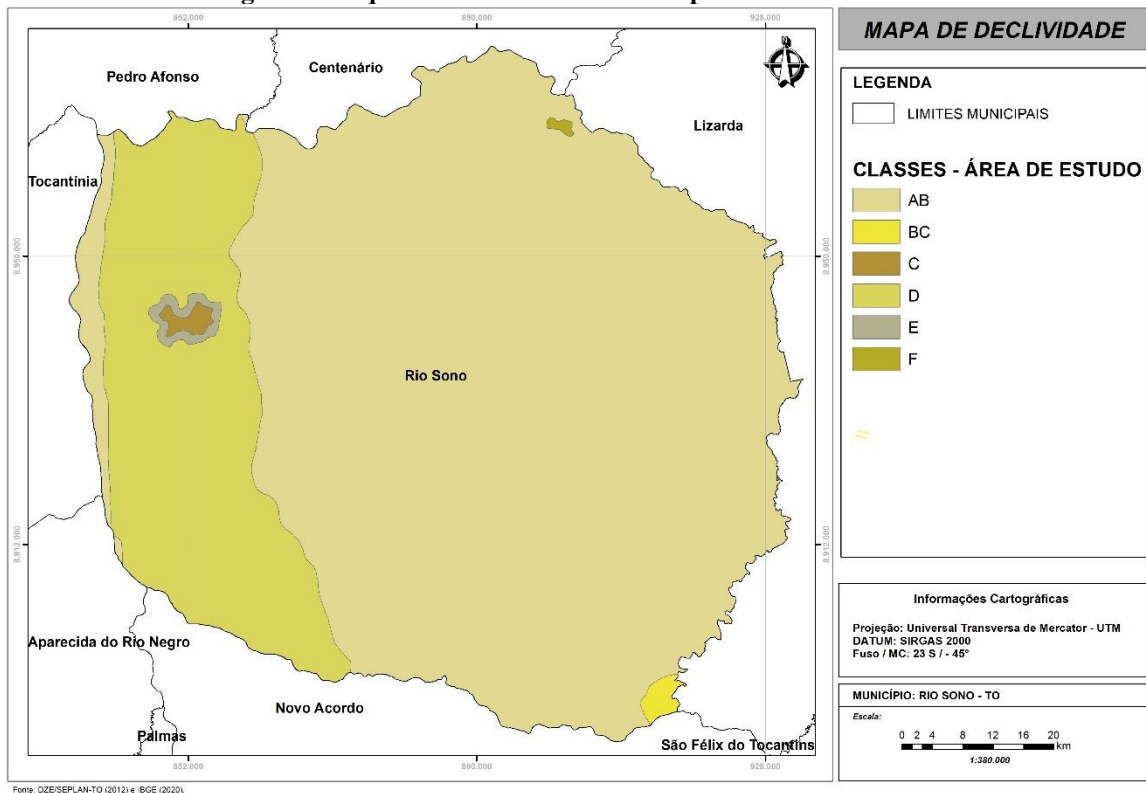
Já a classe C apresenta predominância de áreas inclinadas ou colinosas, onde o escoamento superficial é rápido na maior parte dos solos. A não ser que o declive seja muito complexo, a maior parte das máquinas agrícolas podem ser usadas (SEPLAN, 2012).

A classe D tem em sua predominância 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).

Na classe E há predominância de áreas fortemente inclinadas, cujo escoamento superficial é muito rápido. Os solos podem ser trabalhados mecanicamente somente por máquinas simples de tração animal, assim mesmo com sérias limitações (SEPLAN, 2012).

Por fim, a classe F apresenta 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 (SEPLAN, 2012).

Figura 8: Mapa de Declividade do município de Rio Sono – TO



Fonte: Próprio autor.

5.1.1.5. Aspectos Pedológicos

Na região do município de Rio Sono, as classes de solos que caracterizam a sua formação pedológica se dividem em quatro, sendo elas, Plintossolos, Gleissolos, Latossolos e Neossolos. Destes, predominam no município os Plintossolos e os Neossolos (SEFAZ-TO, 2012).

Os Plintossolos são caracterizados por apresentar drenagem imperfeita e ciclos de redução e oxidação do ferro, levando a segregação do ferro e a formação da plintita (feição destacável da matriz do solo). A plintita um material brando, que quando submetido a ciclos de umedecimento e secagem pode se consolidar irreversivelmente formando a petroplintita (concreção). As cores predominantemente cinzentas, vermelhas e amareladas no padrão variegado ou mosqueado e muitas vezes com moderado aumento de argila em subsuperfície. São pobres em carbono orgânico e ricos em ferro, ou ferro e alumínio, com quartzo e outros materiais. Frequentemente são ácidos e com baixa reserva de nutrientes (EMBRAPA, 2017).

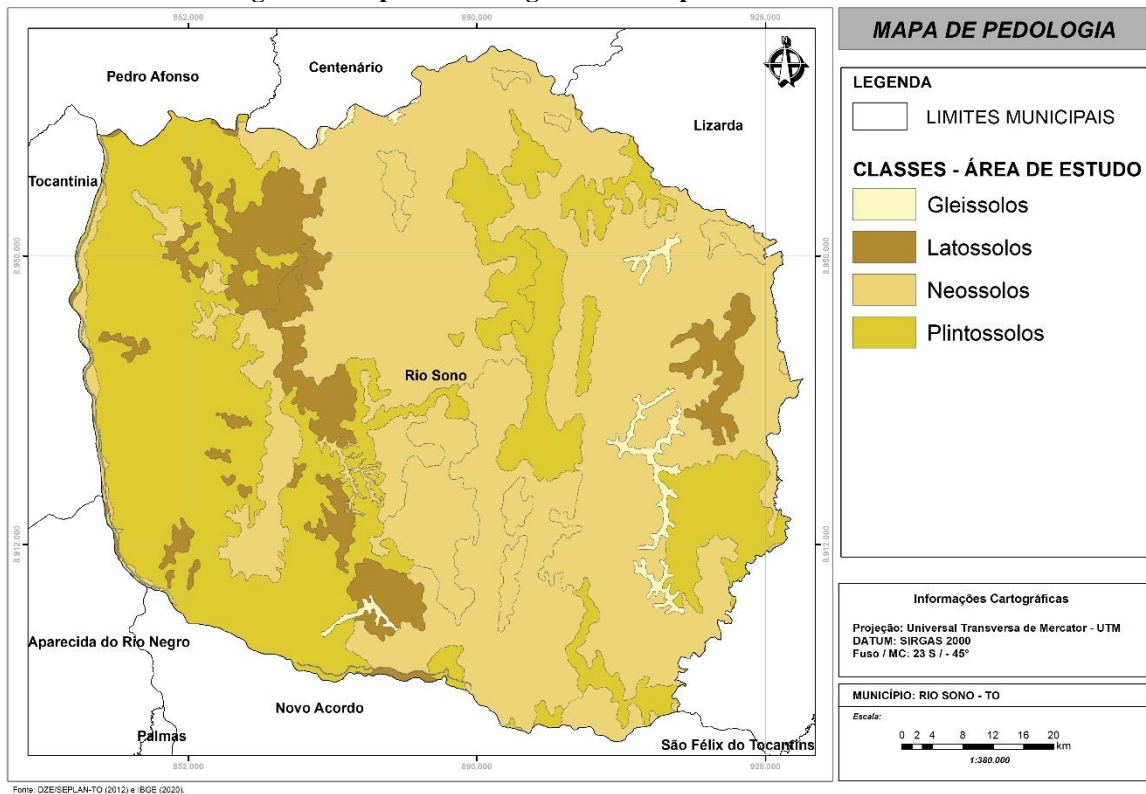
Já os Latossolos são altamente intemperizados e sem incremento de argila em profundidade. As cores variam de brunadas, avermelhadas ou amareladas, sendo as últimas de maior expressão. A textura varia de média a muito argilosa e, nos mais oxídicos, pode ocorrer estrutura granular, de tamanho muito pequena a pequena e de grau de desenvolvimento que

varia de forte a muito forte. Os minerais predominantes na fração argila são caulinita e óxidos de ferro e alumínio, que conferem valores de capacidade de troca catiônica menores ou iguais a 17 cmolc kg⁻¹ (EMBRAPA, 2017).

O Gleissolo é Material predominantemente argiloso e muito argiloso que passou por processos de oxidação e redução em ambiente saturado por água, mal ou muito mal drenados (hidromórficos). Geralmente estão associados ao material sedimentar recente nas proximidades de cursos d'água. São caracterizados pelo baixo grau de desenvolvimento pedogenético sob condições hidromórficas. Apresentam grande variabilidade quanto a sua composição química e física em decorrência da natureza do material depositado em ambiente de várzea ou depressão. As cores predominantes em subsuperfície são acinzentadas ou variegadas, devido aos processos de oxidação e redução do ferro, podendo apresentar mosqueados ou plintita pela segregação do ferro.

Por fim, os Neossolos são solos pouco evoluídos pedogeneticamente e com ausência de horizontes diagnósticos subsuperficiais, seja pela reduzida atuação dos processos de pedogenéticos ou ação dos fatores de formação. São jovens, constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura. Apresentam predomínio de características herdadas do material originário, o qual confere grande variabilidade entre as subordens. Os Neossolos se subdividem em níveis de classificação mais baixos em Neossolos Litólicos (horizonte superficial diretamente sobre rocha sã ou semidecomposta, ou horizonte C ou Cr); Regolíticos (solos com material superficial assente sobre rocha ou horizonte C ou Cr a mais de 50 cm de profundidade, com ocorrência de minerais primários); Flúvicos (derivados de sedimentos aluviais) e Quartzarênicos (solos arenosos, de textura areia ou areia franca).

Figura 9: Mapa da Pedologia do município de Rio Sono – TO



Fonte: Próprio autor.

5.1.2. Caracterização Socioeconômica do Município

5.1.2.1. Perfil Demográfico do Município

O município de Rio Sono – TO é distribuído em duas zonas distintas, a zona urbana, tendo presente a sede municipal e a zona rural. A zona rural, constitui a maior parte da população do município.

No ano de 2010, a população de Rio Sono – TO era de 6.254 pessoas, sendo que 2.407 pessoas (38,49%) residiam na zona urbana e 3.847 pessoas (61,51%) residiam na zona rural.

Segundo dados do IBGE, a estimativa da população de Rio Sono – TO para o ano de 2020 era de 6.488 pessoas.

Quadro 1: Taxa de crescimento anual

| País, Unidade Federativa 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 | 918.863 | 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 |
| Rio Sono | Total | 6.994 | 6.089 | 6.254 | -1,53 | 0,27 |
| | Urbana | 1.610 | 1.871 | 2.407 | 1,68 | 2,55 |
| | Rural | 5.384 | 4.218 | 3.847 | -2,68 | -0,92 |

Fonte: IBGE, 2019.

Com relação a taxa de urbanização do município, notou-se um crescimento de 1991 a 2000, assim como no cenário nacional e estadual, porém, a maior taxa de urbanização do município foi apresentada entre 2000 a 2010.

Quadro 2: Taxa de urbanização

| País, Unidade Federativa e Município | Anos censitários | | |
|--------------------------------------|------------------|--------|--------|
| | 1991 | 2000 | 2010 |
| Brasil | 75,59% | 81,19% | 84,37% |
| Tocantins | 57,76% | 74,61% | 78,80% |
| Rio Sono | 23,02% | 30,73% | 38,49% |

Fonte: IBGE, 2019.

Como apresentado no quadro 2, o município de Rio Sono obedeceu ao crescimento da taxa de urbanização, assim como no cenário nacional e estadual, porém, teve baixa variação na porcentagem de urbanização, apenas 15,47% no período compreendido entre 1991 a 2010, e a população urbana não chegou a alcançar 50% da população total do município.

5.1.2.2. Políticas Públicas Correlatas ao Saneamento Básico

- **Saúde**

O indicador IDH-M Longevidade sintetiza as condições de saúde e salubridade de um determinado local, uma vez que quanto mais mortes houver nas faixas etárias mais precoces, menor será a esperança de vida observada no local. Esse indicador mostra o número médio de anos que as pessoas viveriam a partir do nascimento, mantidos os mesmos padrões de mortalidade observados no ano de referência, de acordo com o PNUD pode-se observar no quadro a seguir que, em Rio Sono, a esperança de vida ao nascer teve um crescimento de 19,61% no período 1991 a 2010, alcançando a 95ª posição dentro do estado do Tocantins.

Quadro 3: Expectativa de vida ao nascer – Tocantins

| Ranking | Localidade | 1991 | 2000 | 2010 |
|------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|
| 1° | Natividade | 60,63 | 67,79 | 75,81 |
| 2° | Dueré | 63,48 | 68,8 | 75,77 |
| 3° | Pedro Afonso | 63,39 | 68,8 | 75,77 |
| 4° | Gurupi | 64,45 | 71,68 | 75,6 |
| 5° | Alvorada | 63,48 | 68,49 | 75,55 |
| 6° | Itaporã do Tocantins | 64,96 | 70,71 | 75,53 |
| 7° | Guaraí | 60,28 | 67,79 | 75,35 |
| 8° | Abreulândia | 61,22 | 67,79 | 75,12 |
| 9° | Bom Jesus do Tocantins | 60,56 | 67,65 | 74,98 |
| 10° | Paraíso do Tocantins | 64,61 | 67,65 | 74,88 |
| 11° | Brasilândia do Tocantins | 62,2 | 66,83 | 74,84 |
| 12° | Santa Rita do Tocantins | 58,83 | 66,95 | 74,8 |
| 13° | Arraias | 60,56 | 67,46 | 74,73 |
| 14° | Palmas | 64,61 | 70,71 | 74,61 |
| 95° | Rio Sono | 59,98 | 64,43 | 71,74 |

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2010.

O indicador mortalidade infantil, além de informar sobre os níveis de saúde de uma população, reflete simultaneamente a qualidade do sistema de saúde e o seu grau de desenvolvimento social e econômico considerando que em más condições sanitárias o segmento mais afetado são as crianças. Envolve, portanto, a responsabilidade dos setores públicos na formulação e implantação de políticas com relação ao abastecimento de água potável, à coleta e tratamento de esgotos, à coleta e destinação do lixo, e a outros serviços públicos que expõem a população a contrair doenças epidemiológicas, infecciosas e de veiculação hídrica (amebíase, giardíase, gastroenterite, febres tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa e cólera entre outras).

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS, existem três classificações de Coeficiente de mortalidade infantil: Alto – para 50 ou mais óbitos por mil crianças nascidas vivas; Médio – entre 20 e 49 e Baixo para menos de 20 crianças. O ideal desse índice seria o coeficiente de apenas um dígito, como nos países desenvolvidos (Suécia 2,75).

Quadro 4: Coeficiente de mortalidade infantil dos municípios mais populosos do estado do Tocantins

| Município | 2010 | 2011 | 2012 |
|----------------------|-------------|------|------|
| Palmas | 15,3 | 13,9 | 9,3 |
| Araguaína | 13,1 | 14,8 | 10,6 |
| Gurupi | 12,7 | 12,9 | 16,7 |
| Porto Nacional | 14,9 | 9,1 | 11,8 |
| Rio Sono | 21,7 | - | - |
| Paraíso do Tocantins | 14,2 | 17,8 | 14,2 |
| Colinas do Tocantins | 16,5 | 9,4 | 22,1 |
| Guaraí | 13,3 | 2,3 | 10,8 |
| Tocantinópolis | 18,3 | 27,0 | 16,7 |

Fonte: COAP, 2012.

Como pode observar no quadro de Coeficiente de mortalidade infantil, o município em questão apresentou dados somente para o ano de 2010 alcançando uma marca de 21,7. Mesmo assim é possível averiguar que o índice de 21,7 se classifica como médio segundo a OMS.

Com relação à assistência à saúde, verifica-se pelo quadro abaixo que o município de Rio Sono conta com três Centro de Saúde/Unidade Básica de Saúde, públicas, desse modo, o número de unidades da rede pública representa 100% da cobertura da rede básica.

Em termos de atendimento, representado pelo número de leitos de internação, a rede pública é responsável por 100% dos serviços de saúde, conforme se pode observar nos quadros a seguir.

Quadro 5: Unidades de saúde por mantenedor

| Tipo de estabelecimento | Número de estabelecimentos |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Posto de Saúde | 1 |
| Centro de Saúde/Unidade Básica | 3 |
| Central de Gestão em Saúde | 1 |
| Total | 5 |

Fonte: CNES. 07/2016 - Situação da base de dados nacional - Nota: Número total de estabelecimentos, prestando ou não serviços ao SUS.

- **Educação**

No período 1991-2010 o IDH-M Educação de Rio Sono cresceu 467,06%, passando de 0,085 em 1991 para 0,482 em 2010. Na composição deste índice considera-se a taxa de alfabetização de pessoas acima dos 15 anos de idade e a taxa bruta de frequência à escola. Segundo se observa no quadro a seguir, o município apresenta índices baixos quando comparado aos dez municípios mais populosos do estado.

Quadro 6: IDH-M Educação

| Município | IDHM-Educação | | |
|----------------------|----------------------|--------------|--------------|
| | 1991 | 2000 | 2010 |
| Palmas | 0,198 | 0,508 | 0,749 |
| Araguaína | 0,23 | 0,431 | 0,712 |
| Gurupi | 0,281 | 0,442 | 0,706 |
| Paraíso do Tocantins | 0,258 | 0,464 | 0,706 |
| Porto Nacional | 0,203 | 0,406 | 0,701 |
| Guaraí | 0,215 | 0,408 | 0,67 |
| Pedro Afonso | 0,204 | 0,376 | 0,664 |
| Novo Alegre | 0,242 | 0,428 | 0,654 |
| Combinado | 0,141 | 0,358 | 0,639 |
| Rio Sono | 0,085 | 0,166 | 0,482 |

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2010.

O quadro a seguir mostra, por sua vez, que os maiores valores da taxa de analfabetismo para os anos 1991, 2000 e 2010 ocorreram na faixa etária de 25 anos ou mais. Observa-se também uma acentuada redução da taxa de analfabetismo em relação aos dois anos apresentados (2000 e 2010), o que demonstra uma efetiva ação governamental no setor.

Quadro 7: Taxa de analfabetismo da população de 11 anos ou mais por grupo de idade

| Localidade | Grupos de Idade | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|
| | 11 a 14 anos | | | 15 a 17 anos | | | 18 a 24 anos | | | 25 ou mais anos | | |
| | 1991 | 2000 | 2010 | 1991 | 2000 | 2010 | 1991 | 2000 | 2010 | 1991 | 2000 | 2010 |
| Palmas | 18,45 | 2,49 | 1,63 | 9,24 | 1,81 | 0,98 | 9,26 | 2,49 | 0,76 | 21,25 | 8,63 | 5,02 |
| Araguaína | 15,89 | 4,27 | 2,03 | 9,09 | 2,86 | 1,15 | 9,78 | 4,28 | 1,20 | 28,55 | 18,4 | 11,7 |
| Gurupi | 10,84 | 2,44 | 1,52 | 6,65 | 2,12 | 0,98 | 6,89 | 2,51 | 0,95 | 21,96 | 12,68 | 8,41 |
| Porto Nacional | 16,9 | 5,12 | 1,61 | 10,49 | 3,66 | 1,47 | 10,65 | 5,22 | 1,60 | 27,93 | 19,49 | 12,22 |
| Paraíso do Tocantins | 8,75 | 2,32 | 1,63 | 5,92 | 1,55 | 1,25 | 6,25 | 2,47 | 1,12 | 25,51 | 14,16 | 8,86 |
| Colinas do Tocantins | 18,27 | 5,08 | 2,03 | 12,92 | 4,45 | 2,37 | 12,64 | 6,86 | 2,15 | 34,76 | 23,35 | 15,78 |
| Guaraí | 15,63 | 4,3 | 1,89 | 8,89 | 2,68 | 1,68 | 9,83 | 4,63 | 1,96 | 31,72 | 20,9 | 14,41 |
| Tocantinópolis | 23,84 | 11,16 | 4,72 | 14,5 | 6,44 | 3,52 | 16,89 | 8,93 | 4,18 | 41,06 | 31,35 | 20,42 |
| Miracema do Tocantins | 19,4 | 6,46 | 1,48 | 10,72 | 4,51 | 1,54 | 12,37 | 6,33 | 2,01 | 30,67 | 21,79 | 14,44 |
| Rio Sono | 30,5 | 8,88 | 2,98 | 15,25 | 6,52 | 2,12 | 18,77 | 12,26 | 3,94 | 45,23 | 32,98 | 25,92 |

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2010.

No tocante à taxa de alfabetização, Rio Sono apresentou um crescimento de 15,15% no período 1991 a 2000. Já no período de 2000 a 2010 teve um crescimento de 6,95%.

Quadro 8: Taxa de alfabetização

| Município | Taxa de alfabetização | | |
|-----------------------|-----------------------|--------------|-------------|
| | 1991 | 2000 | 2010 |
| Palmas | 82,95 | 93,67 | 93,75 |
| Paraíso do Tocantins | 81,35 | 89,66 | 92,69 |
| Gurupi | 83,44 | 90,58 | 92,62 |
| Porto Nacional | 78,36 | 85,54 | 89,65 |
| Araguaína | 78,58 | 86,59 | 89,52 |
| Miracema do Tocantins | 75,92 | 83,40 | 87,63 |
| Colinas do Tocantins | 73,04 | 82,25 | 87,61 |
| Guaraí | 76,19 | 84,48 | 87,26 |
| Rio Sono | 64,06 | 73,77 | 78,9 |

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2010.

- **Renda**

No quadro abaixo se observa que a população economicamente ativa (PEA) do município de Rio Sono corresponde a 81,61% do total de habitantes, havendo uma taxa de atividade de 40,9%, enquanto a taxa de desocupação alcançou 59,1% para o ano de 2010.

Quadro 9: Indicadores do mercado de trabalho

| Indicadores | |
|--------------------------------------|-------|
| Aposentados | 812 |
| População economicamente ativa (PEA) | 5.104 |
| População ocupada | 2.086 |
| População desocupada | 3.019 |
| Taxa de atividade | 40,9% |
| Taxa de desocupação | 59,1% |

Fonte: Microdados do Censo, 2010.

O quadro abaixo mostra que a renda per capita do município em destaque para o ano de 2010 foi inferior à da média da renda da capital Palmas. Como referência, o salário mínimo praticado em 2010 era de R\$ 510,00.

Ainda de acordo com o quadro abaixo, observa-se que a renda per capita do município de Rio Sono apresentou um crescimento de 99,0% no período de 1991 a 2010, acompanhando o ocorrido com alguns municípios listados quando se compara os valores de 1991 a 2010.

Quadro 10: Renda per capita do estado e dos municípios mais populosos do Tocantins

| Município | Renda per capita, 1991 (R\$) | Renda per capita, 2000 (R\$) | Renda per capita, 2010 (R\$) |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Palmas | 446,49 | 714,58 | 1087,35 |
| Araguaína | 369,9 | 423,56 | 737,63 |
| Gurupi | 491,98 | 483,91 | 778,9 |
| Porto Nacional | 310,2 | 375,93 | 621,1 |
| Paraíso do Tocantins | 555,09 | 620,01 | 899,57 |
| Colinas do Tocantins | 316,38 | 416,62 | 587,11 |
| Guaraí | 283,61 | 339,9 | 722,83 |
| Tocantinópolis | 186,94 | 252,16 | 414,08 |
| Miracema do Tocantins | 524,73 | 528,85 | 533,46 |
| Rio Sono | 143,3 | 121,34 | 285,17 |

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2010.

O quadro abaixo mostra uma ligeira melhoria na distribuição do rendimento mensal quando se compara aos valores estaduais, onde os dados apontam que 37,8% da população do município de Rio Sono encontra-se na faixa de até 1 salário mínimo e 64,65% recebem até 2

salários, constatando-se que mais da metade da população recebe até 2 salários mínimos, assim como observado no estado do Tocantins.

O maior percentual de domicílios encontra-se na faixa de mais de 1 a 2 salários, com 26,85%. Se contabilizados os domicílios que recebem de 2 a 10 salários, verifica-se uma abrangência de 20,12%. Os 1,19% restantes correspondem às faixas da população que receberam acima de 10 salários e que não possuem rendimento (14,05%).

Quadro 11: Número de domicílios segundo faixa de rendimento mensal – Rio Sono

| Faixa de renda mensal (em salários mínimos) | Nº de domicílios | % |
|--|-----------------------------|------------|
| Sem rendimento | 236 | 14,05 |
| Até 1/2 salários mínimos | 255 | 15,18 |
| Mais de 1/2 a 1 salários mínimos | 380 | 22,62 |
| Mais de 1 a 2 salários mínimos | 451 | 26,85 |
| Mais de 2 a 5 salários mínimos | 262 | 15,6 |
| Mais de 5 a 10 salários mínimos | 76 | 4,52 |
| Mais de 10 a 20 salários mínimos | 14 | 0,83 |
| Mais de 20 salários mínimos | 6 | 0,36 |
| Total | 1.680 | 100 |

Fonte: BGE. Microdados do Censo Demográfico 2010 *Inclui as pessoas que receberam somente em benefícios.

A participação do município de Rio Sono para o Produto Interno Bruto (PIB) é significativa, representando cerca de 0,29% do PIB estadual, sendo:

Quadro 12: Produto Interno Bruto

| PIB | | |
|------------------------|------------------|--------------------------|
| Agropecuária | 12.036,45 | mil reais |
| Indústrias | 1.498,5 | mil reais |
| Serviços | 7.889,4 | mil reais |
| Saúde | 35.866,96 | mil reais |
| Impostos | 2.185,97 | mil reais |
| Total | 59.477,28 | mil reais |
| TOCANTINS TOTAL | 20.599 | milhões reais |

Fonte: IBGE, 2016.

5.1.3. Estrutura de Tarifação e Inadimplência

A estrutura tarifária adotada pela empresa prestadora dos serviços de água e esgoto de Rio Sono é apresentada na tabela abaixo. Os valores estabelecidos de tarifa são mediados pela Agência Tocantinense de Regulação (ATR), que tem a prerrogativa de conceder reajustes para a prestação de serviços de abastecimento água no estado do Tocantins. De acordo com dados do SNIS o SAA de Rio Sono obteve um índice de faturamento médio nos últimos três anos de 85%.

Quadro 13: Quadro da estrutura tarifária do SAA de Rio Sono

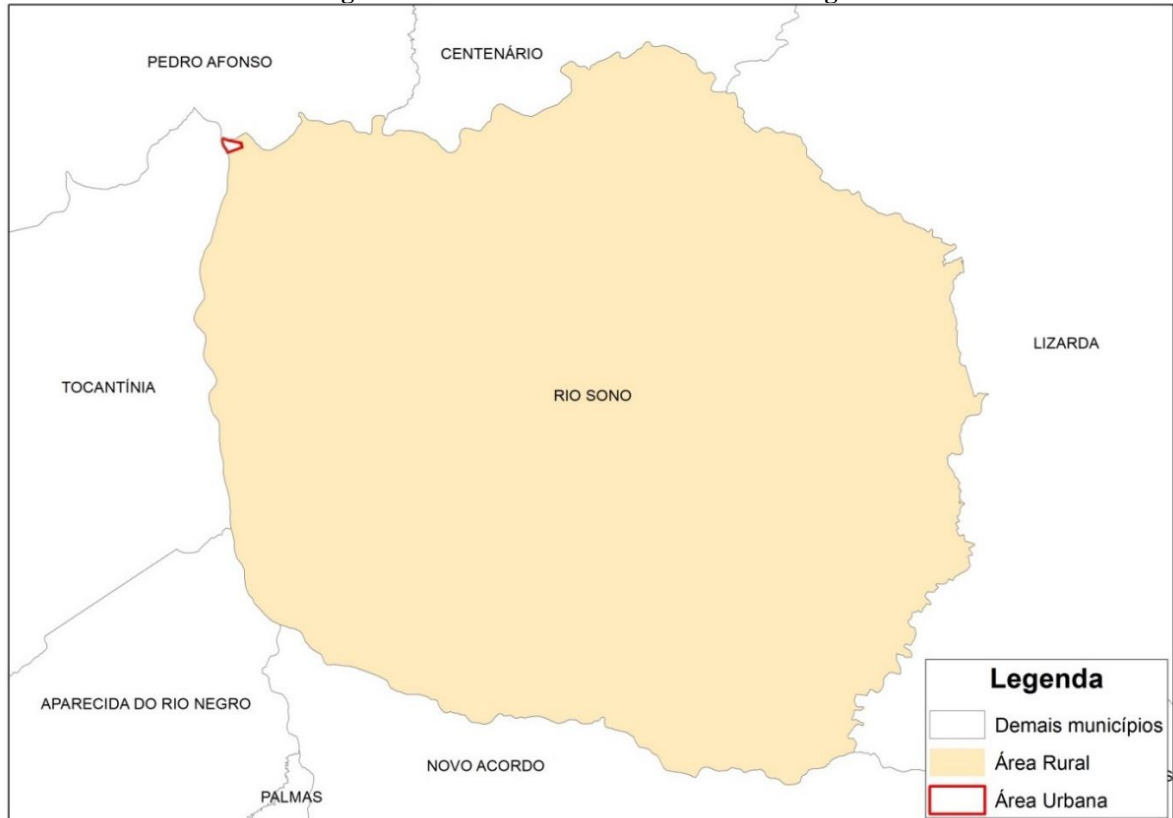
| Tarifa Residencial | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Faixa de Consumo | Alíquota (R\$/m ³) | Valor da faixa (R\$) | Valor acumulado (R\$) |
| 0 a 10 m ³ (mínimo) | 4,51 | 45,06 | 45,06 |
| 11 a 15 m ³ | 6,18 | 30,92 | 75,98 |
| 16 a 20 m ³ | 7,91 | 39,54 | 115,52 |
| 21 a 25 m ³ | 9,49 | 47,43 | 162,95 |
| 26 a 30 m ³ | 10,99 | 54,97 | 217,92 |
| 31 a 35 m ³ | 11,85 | 59,24 | 277,16 |
| 36 a 40 m ³ | 14,63 | 73,14 | 350,3 |
| 41 a 50 m ³ | 16,06 | 160,62 | 510,93 |
| > 50 m ³ | 19,16 | - | - |
| Tarifa Residencial Social | | | |
| Faixa de Consumo | Alíquota (R\$/m ³) | Valor da faixa (R\$) | Valor acumulado (R\$) |
| 0 a 10 m³ | 1,4 | 13,97 | 13,97 |
| Tarifa Comercial | | | |
| Faixa de Consumo | Alíquota (R\$/m ³) | Valor da faixa (R\$) | Valor acumulado (R\$) |
| 0 a 10 m³ | 11,56 | 115,58 | 115,58 |
| > 10 m³ | 13,88 | - | - |
| Tarifa Setor Público | | | |
| Faixa de Consumo | Alíquota (R\$/m ³) | Valor da Faixa (R\$) | Valor Acumulado |
| 0 a 15 m³ | 7,71 | 115,58 | 115,58 |
| > 15 m³ | 11,43 | - | - |
| Tarifa Industrial | | | |
| 0 a 15 m³ | 12,83 | 192,49 | 192,49 |
| > 15 m³ | 15,51 | - | - |

Fonte: Agência Tocantinense de Regulação – ATR.

5.1.4. Serviços de Abastecimento de Água no município

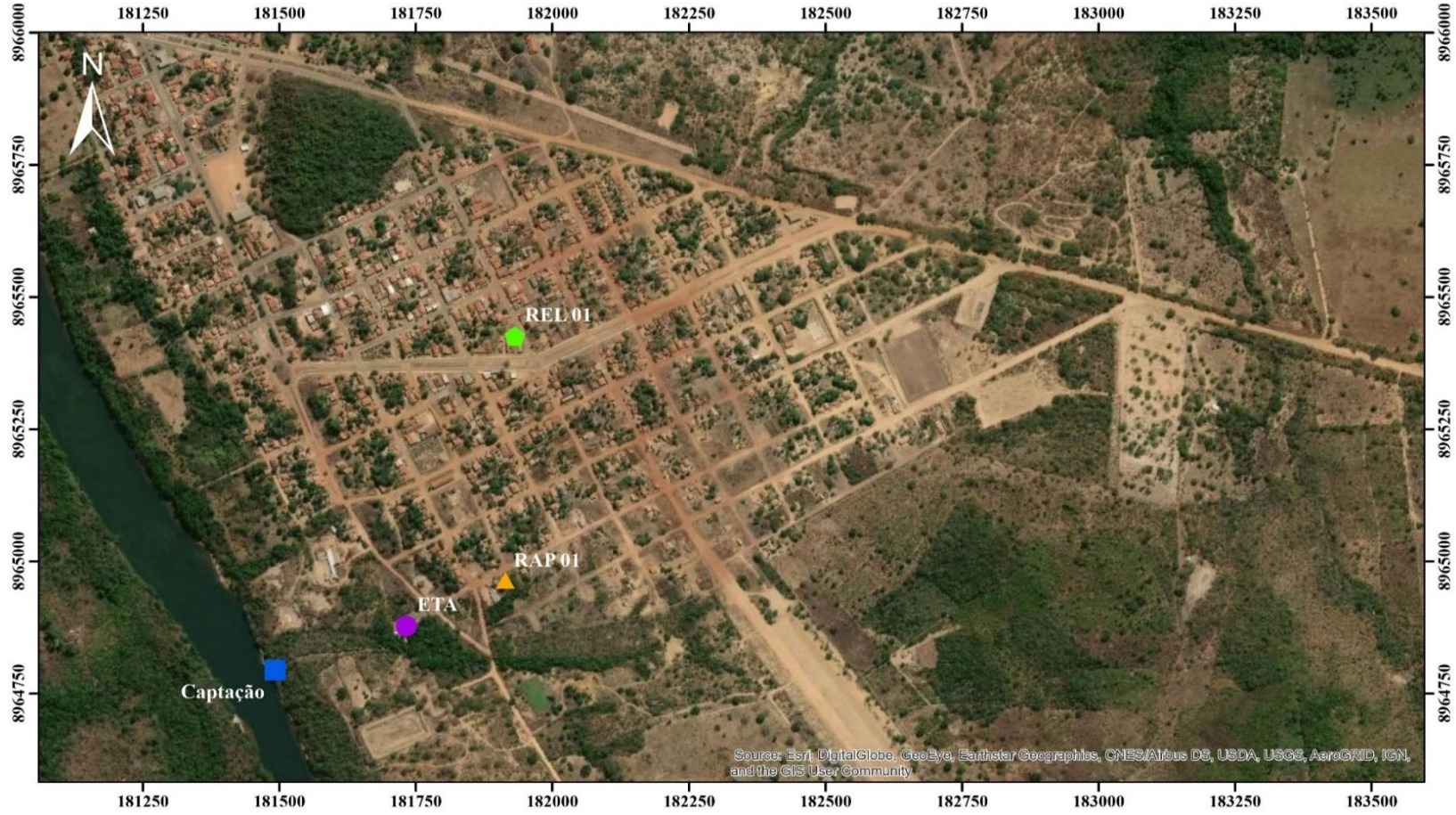
O sistema público de abastecimento de água do município atende atualmente 01 localidade. A situação descrita acima está consubstanciada no quadro abaixo.

Figura 10: Área urbana de atendimento de água



Fonte: Concessionária.

Figura 11: Mapa da área urbana de Rio Sono com as unidades do SAA



| | | | | | |
|--|-----|---|----------|---|--|
| Legenda | | Rio Sono - | | Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator | |
|  | REL |  | Captação | Sistema de Abastecimento de Água | |
|  | RAP |  | ETA | | |
|  | | | | DATUM: SIRGAS 2000 | |
| | | | | Escala: 1:9.000 | |
| | | | |  | |

Fonte: Acervo Concessionária.

O principal núcleo urbano, portanto, já é atendido pelo sistema público de água. Atualmente os povoados de Faveira, Bonfinópolis, Mansinha e Novo Horizonte não são de responsabilidade da concessionária, apenas recebendo apoio da concessionária quando solicitado pelo Poder Concedente.

A Companhia de Saneamento do Tocantins - SANEATINS presta serviço de distribuição de água tratada ao município de Rio Sono em sua zona urbana.

O Sistema de Abastecimento de Água - SAA de Rio do Sono é composto por captação superficial, que ocorre por meio de uma balsa flutuante no Rio Sono, tendo sua vazão bombeada para os filtros da Estação de Tratamento de Água - ETA. Após o tratamento a água é recalçada para os reservatórios e destes segue para a rede de distribuição.

O atual Sistema de Abastecimento de Água - SAA é composto pelas seguintes unidades:

- **Captação de Água Superficial;**
- **Elevatória;**
- **Adutoras;**
- **Tratamento da Água;**
- **Reservatórios;**
- **Rede de Distribuição.**

5.1.4.1. Sistema de Abastecimento de Água

O Sistema de Abastecimento de Água - SAA de Rio Sono atende toda a área urbana e o seu sistema será descrito a seguir:

a) Captação de água

A captação de água para abastecer o município é superficial e ocorre no Rio Sono por meio de uma balsa flutuante. A água captada segue para a ETA que é responsável por abastecer toda a cidade. As características da captação estão apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 14: Características da captação

| Captação | Vazão (m ³ /h) | Vazão máxima de exploração | Tipo | Localização |
|--------------|---------------------------|----------------------------|-----------------|-------------|
| Superficial | 42,0 | 45,0 | Balsa Flutuante | Rio Sono |
| TOTAL | 42,0 | | | |

Fonte: Concessionária.

Figura 12: Captação superficial – Rio Sono



Fonte: Acervo Concessionária.

b) Estação Elevatória de Água Bruta - EEAB

A Estação Elevatória de Água Bruta - EEAB que é responsável por garantir pressão adequada para que a água da captação chegue até a estação de tratamento é detalhada no quadro que segue abaixo.

Quadro 15: Características do conjunto moto-bomba (EEAB)

| Local | Tipo | Destino | Vazão (m³/h) | Potência (CV) | Altura Manométrica | Marca / Modelo | Situação |
|----------|----------|---------|--------------|---------------|--------------------|----------------|----------|
| Captação | EEAB 001 | ETA 001 | 42,0 | 10 | 30 mca | IMBIL D820 | Ativo |

Fonte: Concessionária.

c) Adutora de Água Bruta - AAB

As adutoras são responsáveis pelo transporte da água em um sistema de abastecimento. As Adutoras de Água Bruta - AAB se encarregam de levar a água em seu estado bruto até as unidades de tratamento. As características da adutora que compõem o SAA do município são detalhadas no quadro a seguir.

Quadro 16: Características da Adutora de Água Bruta (AAB)

| Adutora | Trecho | Material/diâmetro | Vazão (m³/h) | Extensão (m) |
|---------|----------------|-------------------|--------------|--------------|
| AAB 001 | Captação - ETA | DeFoFo / 150 mm | 42,0 | 370 |

Fonte: Concessionária.

d) Estação de Tratamento de Água - ETA

O tratamento da água proveniente de captação superficial é realizado por uma Estação de Tratamento de Água – ETA composta por 02 filtros ascendentes de pedregulho (FAP), 05 filtros rápidos descendentes de areia (FRD) e casa de química (para preparação e dosagem de produtos químicos). A ETA atualmente funciona em média 12 horas por dia com a vazão média de 42 m³/h. Os produtos químicos usados na ETA são: Cal Hidratada (Ca(OH)₂), Cloreto de Sódio (NaCl), Fluossilicato de Sódio (Na₂SIF₆), Sulfato de Alumínio Granulado (Al₂(SO₄)₃) e Ácido Tricloroisocianúrico (C₃Cl₃N₃O₃).

Figura 13: ETA Rio Sono



Fonte: Acervo Concessionária.

e) Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT

Existem 02 (duas) Estações Elevatórias de Água Tratada – EEAT responsáveis por garantir o funcionamento adequado do Sistema de Abastecimento de Água - SAA do município. Os dados das EEAT do sistema são expressos no quadro abaixo.

Quadro 17: Características do conjunto moto-bomba (EEAT)

| Local | Tipo | Destino | Vazão (m ³ /h) | Potência (CV) | Altura Manométrica | Marca / Modelo | Situação |
|---------|----------|---------|---------------------------|---------------|--------------------|----------------|----------|
| ETA 001 | EEAT 001 | REL 001 | 54,0 | 25 | 50 mca | KSB MO18755 | Ativo |
| RAP 001 | EEAT 002 | Filtro | 390,0 | 12,5 | 50 mca | IMBIL/D192152 | Ativo |

Fonte: Concessionária.

f) Adutora de Água Tratada - AAT

A adutora de água tratada que compõem o SAA do município tem a função de transportar água tratada da ETA até os reservatórios, dos reservatórios até as redes de distribuição ou até mesmo para intercomunicar os reservatórios do sistema. As características das adutoras de água tratada do município estão detalhadas no quadro **Erro! Fonte de referência não encontrada.** abaixo.

Quadro 18: Características da Adutora de Água Tratada - AAT

| Adutora | Trecho | Material/diâmetro | Vazão (m ³ /h) | Extensão (m) |
|---------|---------------|--------------------|---------------------------|--------------|
| AAT 001 | ETA - RAP 001 | CA e FoFo / 250 mm | 54,0 | 810 |

Fonte: Concessionária.

g) Reservatórios

A cidade de Rio Sono é atualmente abastecida por dois (02) reservatórios que recebem água tratada da ETA e conseguem abastecer toda a cidade por gravidade.

Quadro 19: Características dos reservatórios

| Reservatório | Capacidade (m ³) | Função Principal | Tipo | Material | Localização |
|--------------|------------------------------|------------------|---------|----------|---------------|
| RAP-001 | 50 | Distribuição | Apoiado | Metálico | Rua 01 |
| REL-001 | 150 | Distribuição | Elevado | Concreto | Av. Aeroporto |
| TOTAL | 200 | | | | |

Fonte: Concessionária.

Figura 14: Reservatório Elevado (REL 001)



Fonte: Acervo Concessionária.

h) Escritório Comercial

A companhia de saneamento que presta serviços ao município de Rio Sono - TO é a BRK Ambiental, está localizada no endereço Avenida Aeroporto, 422, Rio Sono – TO.

Figura 15: Escritório de atendimento ao público



Fonte: Acervo Concessionária.

5.1.5. Condições de Abastecimento na Zona Rural

A Zona Rural em Rio Sono é constituída de propriedades particulares, além de um povoado denominado de Comunidade de Mansinha. O povoado rural possui cerca de 150 residências com aproximadamente 342 habitantes. No local existe um poço que alimenta um reservatório e abastece as residências. A vazão informada do poço é de aproximadamente 4 m³/h, e o reservatório possui capacidade de 10 m³. Não é feito o processo de tratamento da água do poço (desinfecção), assim como não há informações da qualidade da água fornecida a população.

A principal reclamação da população local sobre o SAA é a falta de água no período de estiagem. Outro problema verificado são as condições físicas e de manutenção do reservatório, que apresenta sinais de corrosão na estrutura, sendo que não há informações de limpeza realizada no mesmo. As figuras abaixo mostram o poço e o reservatório instalados no Povoado de Mansinha.

Figura 16: Poço tubular profundo utilizado na comunidade rural de Rio Sono



Fonte: Próprio autor, 2019.

Figura 17: Reservatório utilizado na comunidade Rural de Rio Sono



Fonte: Próprio autor, 2019.

5.1.6. Qualidade da Água Tratada fornecida

Para análise da qualidade da água fornecida a comunidade de Rio Sono, utilizou-se dados do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano - VIGIAGUA do Ministério da Saúde - MS que, por meio do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – SISAGUA, mantém atualizado um banco de dados com informações referentes às diferentes formas de abastecimento de água, visando análise e avaliação sobre a qualidade da água destinada ao consumo humano com

intuito de possibilitar melhor planejamento das ações de vigilância no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS, conforme estabelecido no anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 de 2017.

Para o Município de Rio Sono, foram utilizados dados de monitoramento dos anos de 2017 a 2018, no recurso Amostras de Vigilância (Parâmetros Básicos) do SISAGUA, disponibilizado no sítio eletrônico <http://dados.gov.br/dataset/sisagua-amstras-de-vigilancia-parametros-basicos>, que apresenta dados do monitoramento da qualidade da água para consumo humano realizado rotineiramente pelo setor de saúde, contemplando os resultados das análises de qualidade da água de baixa complexidade, sendo que, para a referida localidade, foram apontados os parâmetros de coliformes totais, Escherichia coli, cloro residual livre, turbidez e fluoreto.

Quadro 20: Resultados para o parâmetro coliformes totais nas amostras de água do setor urbano do Município de Rio Sono no ano de 2017

| COLIFORMES TOTAIS – 2017 | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------|-----------|-------------------|----------------------|-----------------|
| Nº | DATA COLETA | BAIRRO | RESULTADO | Nº | DATA COLETA | BAIRRO | RESULTADO |
| 1 | 23/01/2017 | Setor Central | AUSENTE | 27 | 23/05/2017 | São João | AUSENTE |
| 2 | 23/01/2017 | Setor Central | AUSENTE | 28 | 23/05/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 3 | 23/01/2017 | São João | AUSENTE | 29 | 23/05/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 4 | 19/02/2017 | Setor Central | AUSENTE | 30 | 23/05/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 5 | 19/02/2017 | São João | PRESENTE | 31 | 23/05/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 6 | 19/02/2017 | Setor Central | AUSENTE | 32 | 12/07/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 7 | 19/02/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE | 33 | 12/07/2017 | São João | AUSENTE |
| 8 | 19/02/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE | 34 | 12/07/2017 | Setor Central | AUSENTE |
| 9 | 19/02/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE | 35 | 12/07/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 10 | 19/02/2017 | São João | AUSENTE | 36 | 12/07/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 11 | 19/02/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE | 37 | 12/07/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 12 | 19/02/2017 | Novo Horizonte | PRESENTE | 38 | 14/08/2017 | Setor Central | AUSENTE |
| 13 | 20/03/2017 | São João | AUSENTE | 39 | 14/08/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 14 | 20/03/2017 | São João | AUSENTE | 40 | 14/08/2017 | Setor Central | AUSENTE |
| 15 | 20/03/2017 | Setor Central | AUSENTE | 41 | 14/08/2017 | São João | AUSENTE |
| 16 | 20/03/2017 | Setor Central | AUSENTE | 42 | 25/10/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 17 | 16/04/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE | 43 | 25/10/2017 | Setor Central | AUSENTE |
| 18 | 16/04/2017 | São João | AUSENTE | 44 | 25/10/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 19 | 16/04/2017 | São João | AUSENTE | 45 | 25/10/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 20 | 16/04/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE | 46 | 25/10/2017 | Setor Central | AUSENTE |
| 21 | 16/04/2017 | Setor Central | AUSENTE | 47 | 25/10/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 22 | 16/04/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE | 48 | 21/11/2017 | Setor Central | PRESENTE |
| 23 | 16/04/2017 | Setor Central | AUSENTE | 49 | 21/11/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 24 | 23/05/2017 | São João | AUSENTE | 50 | 21/11/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 25 | 23/05/2017 | Novo Horizonte | AUSENTE | 51 | 21/11/2017 | São João | AUSENTE |
| 26 | 23/01/2017 | Setor Central | AUSENTE | | | | |

Fonte: SISAGUA, 2017.

O quadro 20 apresenta os resultados informados para o parâmetro coliformes totais nas amostras de água do setor urbano do Município de Rio Sono no ano de 2017. Os dados disponibilizados permitem afirmar que, das 51 amostras coletadas, apenas 03 apontaram presença de coliformes totais.

Quadro 21: Resultados para o parâmetro coliformes totais nas amostras de água do setor urbano do Município de Rio Sono no ano de 2018

| COLIFORMES TOTAIS – 2018 | | | | | | | |
|--------------------------|----------------|----------------|-----------|-----------|-------------------|----------------------|-----------------|
| Nº | DATA DA COLETA | BAIRRO | RESULTADO | Nº | DATA DA COLETA | BAIRRO | RESULTADO |
| 1 | 23/01/2018 | São João | AUSENTE | 21 | 18/02/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 2 | 23/01/2018 | Setor Central | AUSENTE | 22 | 13/03/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 3 | 23/01/2018 | Setor Central | AUSENTE | 23 | 13/03/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 4 | 23/01/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE | 24 | 13/03/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 5 | 23/01/2018 | Setor Central | AUSENTE | 25 | 13/03/2018 | Setor Central | AUSENTE |
| 6 | 23/01/2018 | Setor Central | AUSENTE | 26 | 13/03/2018 | Setor Central | AUSENTE |
| 7 | 23/01/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE | 27 | 13/03/2018 | Setor Central | PRESENTE |
| 8 | 23/01/2018 | Setor Central | AUSENTE | 28 | 13/03/2018 | Setor Central | AUSENTE |
| 9 | 23/01/2018 | São João | AUSENTE | 29 | 13/03/2018 | Setor Central | AUSENTE |
| 10 | 23/01/2018 | Setor Central | AUSENTE | 30 | 13/03/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 11 | 18/02/2018 | Setor Central | AUSENTE | 31 | 13/03/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 12 | 18/02/2018 | Setor Central | AUSENTE | 32 | 23/05/2018 | Setor Central | AUSENTE |
| 13 | 18/02/2018 | Setor Central | AUSENTE | 33 | 23/05/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 14 | 18/02/2018 | Setor Central | AUSENTE | 34 | 23/05/2018 | São João | AUSENTE |
| 15 | 18/02/2018 | Setor Central | AUSENTE | 35 | 23/05/2018 | São João | AUSENTE |
| 16 | 18/02/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE | 36 | 23/05/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 17 | 18/02/2018 | São João | AUSENTE | 37 | 23/05/2018 | Setor Central | AUSENTE |
| 18 | 18/02/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE | 38 | 23/05/2018 | Setor Central | AUSENTE |
| 19 | 18/02/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE | 39 | 23/05/2018 | Novo Horizonte | AUSENTE |
| 20 | 23/01/2018 | São João | AUSENTE | | | | |

Fonte: SISAGUA, 2018.

O quadro 21 apresenta os resultados informados para o parâmetro coliformes totais nas amostras de água do setor urbano do Município de Rio Sono no ano de 2018. Os dados disponibilizados mostram que, dentre as 39 amostras coletadas, apenas 01, referente ao bairro Setor Central, indicou presença de coliformes totais.

No tocante aos dados de turbidez, cloro residual livre e fluoreto que foram analisados, os resultados apresentados ficaram em consonância com os valores máximos permitidos pela portaria do Ministério da Saúde.

5.1.7. Principais deficiências do Sistema de Abastecimento de Água do município de Rio Sono

A partir do levantamento das unidades existentes do sistema de abastecimento de água de Rio Sono, pode-se identificar as seguintes observações:

- As unidades existentes do SAA de Rio Sono conseguem atender em quantidade e qualidade toda a área urbana do Município;
- As vazões de captação no manancial superficial conseguem atender a demanda atual e futura do município;
- A qualidade da água fornecida está dentro dos padrões exigidos pelo Ministério da Saúde;
- Os valores de perdas de água na rede distribuição no SAA estão abaixo da média de outros municípios do estado do Tocantins;
- O SAA na comunidade rural de Mansinha apresenta problemas no fornecimento de água a população no período de estiagem. Além disso não ocorre a etapa de desinfecção no sistema, comprometendo assim a qualidade da água distribuída.

5.1.8. Consumo per capita e Consumidores especiais

A informação sobre o consumo per capita de água de um SAA é de fundamental importância no diagnóstico do sistema, pois a partir desse dado faz-se a projeção de demanda necessária para o atendimento da população no horizonte de projeto (mínimo de 20 anos). Por meio dos dados disponibilizados pelo SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), temos o volume total produzido pelo SAA de Rio Sono para os anos de 2017, 2018 e 2019. Assim, com a estimativa populacional a partir dos dados do IBGE, obtemos os valores de consumo per capita de consumo em litros/ habitante por dia. O quadro abaixo apresenta os valores do consumo per capita para o SAA de Rio Sono. Observa-se que o valor médio dos últimos 03 anos do consumo per capita foi de 100 L/hab.dia, ficando abaixo dos valores usuais para a realidade de pequenos municípios no Brasil que é de 150 L/hab.dia.

Em relação aos consumidores especiais, foi verificado que no Município de Rio Sono não há uma demanda significativa e específica desta categoria, tendo majoritariamente consumidores residenciais e comerciais.

Quadro 22: Estimativa do consumo per capita para o SAA de Rio Sono

| ITEM | 2017 | 2018 | 2019 | Média |
|---|---------|---------|---------|-------|
| População | 2.506 | 2.489 | 2.493 | |
| Volume de Água Produzido (m³/ano) | 129.970 | 132.570 | 173.070 | |
| Consumo Per Capita (L/hab.dia) | 92,7 | 96,2 | 113,2 | 100,7 |

Fonte: SNIS, 2019.

5.1.9. A Concessão dos Serviços de Água

Em março de 2008 a Prefeitura Municipal de Rio Sono e a Companhia de Saneamento do Tocantins (SANEATINS) firmaram Contrato de Concessão nº 050/2008, com prazo de 30 (trinta) anos e cujo o objeto principal é a exploração em regime de exclusividade, dos serviços públicos de água e esgoto, no Município.

Dados da Concessionária evidenciam que no município de Rio Sono já foram investidos **R\$ 1.831.061,00** desde 2008, deste valor 95,84% foram investidos no sistema de água, 3,86% no sistema de esgoto e 0,30% em outros investimentos. Sendo necessário nesse momento maiores investimentos na área de esgotamento sanitário, a fim de universalizar este sistema, assim como foi realizado no sistema de água.

5.1.10. Prestação dos serviços segundo indicadores operacionais

Foram avaliados dados de operação do SAA de Rio Sono referente ao ano de 2019. A tabela abaixo apresenta indicadores operacionais de: População urbana residente no município com abastecimento de água, índice de atendimento urbano de água, volume de água produzido, volume de água consumido, volume de água faturado, quantidade de economias residenciais ativas de água, extensão de rede água, índice de hidrometração, índice de macromedição, consumo médio per capita, índices de perdas na distribuição, quantidade de ligações ativas de água e quantidade de ligações ativas de água macromedidas.

Quadro 23: Indicadores e informações Sobre o Sistema de Abastecimento de Água – Rio Sono

| Indicador SNIS | Informações do Sistema de Abastecimento de água | Ano | | | | |
|-------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| G06A | População urbana residente do município com abastecimento de água (habitantes) | 2.496 | 2.502 | 2.506 | 2.489 | 2.493 |
| IN023 | Índice de atendimento urbano de água (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| AG006 | Volume de água produzido (1.000 m ³ /ano) | 155,82 | 131,36 | 129,97 | 132,57 | 173,07 |
| AG010 | Volume de água consumido (1.000 m ³ /ano) | 101,14 | 102,04 | 99,45 | 101,33 | 121,71 |
| AG011 | Volume de água faturado (1.000 m ³ /ano) | 130,19 | 130,65 | 129,65 | 132,81 | 158,79 |
| AG013 | Quantidade de economias residenciais ativas de água | 811 | 832 | 851 | 944 | 1.003 |
| AG005 | Extensão da rede de água (km) | 19,05 | 20,8 | 21,94 | 27,84 | 27,85 |
| IN009 | Índice de hidrometração (%) | 100,00 | 99,15 | 99,16 | 100,00 | 100,00 |
| IN011 | Índice de macromedição (%) | 100,00 | 100,00 | 100,00 | x | 100,00 |
| IN022 | Consumo médio per capita (l/hab.dia) | 100,50 | 92,50 | 92,70 | 96,20 | 113,20 |
| IN049 | Índices de perdas na distribuição (%) | 35,09 | 19,60 | 21,47 | 22,85 | 29,09 |
| AG002 | Quantidade de ligações ativas de água | 869 | 891 | 902 | 1.010 | 1.068 |
| AG004 | Quantidade de ligações ativas de água macromedidas | 869 | 876 | 902 | 1.010 | 1.068 |

Fonte: SNIS, 2019.

Legenda:

X – Não houve medição no ano de referência.

5.2. Prognóstico

Após a execução do Diagnóstico é possível realizar o Prognóstico, que trata das definições de soluções estruturais e estruturantes identificadas após os levantamentos realizados no Diagnóstico. É uma das principais etapas dentro do direcionamento da gestão de serviços de saneamento básico, e possibilita a definição de alternativas que maximizem os índices de atendimentos destes serviços nos municípios.

5.2.1. Projeção populacional

Segundo o art. 52, § 2º da Lei Federal nº 11.445/2007, os planos de que tratam o Plano Municipal de Saneamento Básico devem ser elaborados com horizonte de 20 (vinte) anos. Embasado na Lei Federal nº 11.445/2007, para a realização da projeção populacional do município de Rio Sono – TO, foi estabelecido o horizonte de 20 (vinte) anos.

Para estimar a população de Rio Sono – TO em um período de 20 anos, foi utilizado o método geométrico.

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

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 0,2667% a.a, 2,5511% a.a e -0,92% a.a, com isso se observa que as taxas geométricas de crescimento são positivas e crescentes para a população total e para zona urbana, já para a zona rural as taxas de crescimento são negativas e decrescentes.

Para a realização da projeção da população total do município de Rio Sono – 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 0,2667%. A seguir é prestada a projeção da população total, urbana e rural, do período de 2020 a 2040.

Quadro 24: Projeção populacional de Rio Sono - TO a partir do método das taxas de crescimento geométrico, no intervalo entre 2020-2040.

| Ano | Total (TGCA 0,2677%) | Urbana (TGCA 2,5511%) | Rural |
|------|----------------------|-----------------------|-------|
| 2018 | 6468 | 2489 | 3979 |
| 2019 | 6478 | 2493 | 3985 |
| 2020 | 6495 | 2557 | 3939 |
| 2021 | 6513 | 2622 | 3891 |
| 2022 | 6530 | 2689 | 3841 |
| 2023 | 6548 | 2757 | 3790 |
| 2024 | 6565 | 2828 | 3738 |
| 2025 | 6583 | 2900 | 3683 |
| 2026 | 6600 | 2974 | 3627 |
| 2027 | 6618 | 3050 | 3568 |
| 2028 | 6636 | 3127 | 3508 |
| 2029 | 6654 | 3207 | 3446 |
| 2030 | 6671 | 3289 | 3382 |
| 2031 | 6689 | 3373 | 3316 |
| 2032 | 6707 | 3459 | 3248 |
| 2033 | 6725 | 3547 | 3178 |
| 2034 | 6743 | 3638 | 3105 |
| 2035 | 6761 | 3730 | 3031 |
| 2036 | 6779 | 3826 | 2954 |
| 2037 | 6797 | 3923 | 2874 |
| 2038 | 6816 | 4023 | 2792 |
| 2039 | 6834 | 4126 | 2708 |
| 2040 | 6852 | 4231 | 2621 |

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

5.2.2. Índice de atendimento do Sistema de Abastecimento de Água

O índice de atendimento do sistema de abastecimento de água compreende tanto o índice de atendimento urbano, quanto o índice total de abastecimento, e segundo o último índice de atendimento apresentando pelo SNIS (2019), o índice de atendimento total (IN055) de Rio Sono – TO é 45,96% e o índice de atendimento urbano (IN023) é 100%.

5.2.3. Consumo e demanda de abastecimento de água

Para determinar a demanda futura de água no sistema de abastecimento e o consumo de água atual é necessário ordenar a projeção populacional, consumo per capita, coeficiente de variação de consumo, índice de atendimento com abastecimento de água e as perdas na distribuição. A projeção populacional e o índice de atendimento do abastecimento de água já foram apresentados anteriormente, sendo assim, as demais variáveis citadas estão descritas abaixo.

5.2.3.1. Consumo médio per capita

Segundo o SNIS, o consumo médio per capita de água é definido como o volume de água consumido, excluído o volume de água exportado, dividido pela média aritmética, dos dois últimos anos de coleta, da população atendida com abastecimento de água. Ou seja, é a média diária, por indivíduo, dos volumes utilizados para satisfazer os consumos domésticos, comercial, público e industrial. É uma informação importante para as projeções de demanda, para o dimensionamento de sistemas de água e de esgotos e para o controle operacional.

De acordo com a base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em sua última atualização, 2019, o consumo médio *per capita* da população de Rio Sono - TO foi de 113,2 l/hab.dia.

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 Rio Sono – TO, tem-se a verificação destas variações ao longo dos anos.

5.2.3.2. Coeficientes de variação de consumo

No sistema de abastecimento de água ocorrem variações de consumo significativas, que podem ser anuais, mensais, diárias, horárias e instantâneas. No projeto do sistema de abastecimento de água, algumas dessas variações de consumo são levadas em consideração no cálculo do volume a ser consumido.

A relação entre o maior consumo diário verificado e a vazão média diária anual fornece o coeficiente do dia de maior consumo (k_1), seu valor varia entre 1,2 e 2,0 dependendo das condições locais (o valor usualmente adotado no Brasil para k_1 é 1,20). Já o coeficiente da hora de maior consumo (k_2), é a relação entre o máximo consumo horário verificado no dia de maior consumo e o consumo médio horário do dia de maior consumo, observações realizadas em diversas cidades mostram que seu valor também oscila bastante, podendo variar entre 1,5 e 3,0. No entanto, é usual adotar, para fins de projeto, o valor 1,5.

5.2.3.3. Perdas no sistema de distribuição

Segundo o SNIS, o índice de perdas na rede de distribuição no SAA de Rio Sono foi de 24,47% na média dos últimos três anos (2017, 2018 e 2019), sendo em 2019 a maior média, com 29,09%. De acordo com os dados de 2019 do Instituto Trata Brasil, o valor de perdas de Rio Sono está bem abaixo da média dos municípios brasileiros que é de 38,3%, e muito inferior se considerarmos apenas a região norte que é de 55,14%, tendo o estado do Tocantins um valor médio de 34%.

5.2.3.4. Estimativas das demandas de água

Para realizar a estimativa de demanda de água futura, utilizou-se a projeção populacional, apresentada anteriormente, o consumo médio *per capita* e os coeficientes de variação de consumo (k1 e k2). Para realizar a estimativa foi utilizado o consumo médio *per capita* do banco de dados do SNIS do ano de 2019, no valor de 113,2 l/hab.dia.

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

As projeções de população, de demandas de água e de consumo foram iniciadas a partir do ano de 2020 e com horizonte de 20 anos, utilizando dados do SNIS dos anos anteriores, porém foram necessárias implantar metas e reduções visando a melhoria do Sistema de Abastecimento de Água do município de Rio Sono – TO.

De 2015 a 2018 o município manteve uma média de consumo *per capita* de 95,48 l/hab.dia, e no ano de 2019 houve um crescimento considerável, para 113,2 l/hab.dia. Já em relação as perdas por distribuição, apesar do município apresentar médias menores que em relação aos outros municípios do estado e da região norte, o ano de 2019 apresentou uma crescente na sua taxa de perda de água durante a distribuição, chegando a 29,09%, enquanto a média do município nos últimos cinco anos foi de 22,29%. O quadro a seguir apresenta as metas e reduções implantadas para as projeções de demanda e consumo.

Quadro 25: Metas implantadas para as projeções de demanda e consumo de água.

| | |
|---|--|
| Metas implantadas nas projeções de demanda e consumo de água | Metas de atendimento |
| | Manter 100% da população urbana atendida e atingir a meta de 100% da população rural atendida até 2035 |
| | Metas para reduzir o consumo <i>per capita</i> |
| | Diminuir a média para 100 l/hab.dia até 2025 |
| | Metas para reduzir o índice de perdas por distribuição |
| | Reduzir o IPD para 22% até 2025 |

Fonte: Próprio autor.

Considerando as metas de atendimento e redução, abaixo é apresentado o quadro com as projeções de demanda de água futura, consumo médio *per capita* e o índice atendimento de água da população urbana e rural.

Quadro 26: Projeção de demanda de água da população urbana e rural

| Ano | População | | | Per capita | Demanda Urbana | | | Demanda Rural | | |
|------|-----------|--------|--------|----------------|----------------|-----------------------|---------------------------|---------------|-----------------------|---------------------------|
| | Total | Urbana | Rural | Urbana e 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 | 6.495 | 2.557 | 3.938 | 113,2 | 3,35 | 4,02 | 6,03 | 5,16 | 6,19 | 9,29 |
| 2021 | 6.513 | 2.622 | 3.891 | 113,2 | 3,44 | 4,12 | 6,18 | 5,10 | 6,12 | 9,18 |
| 2022 | 6.530 | 2.689 | 3.841 | 109,9 | 3,42 | 4,10 | 6,16 | 4,89 | 5,86 | 8,79 |
| 2023 | 6.548 | 2.757 | 3.791 | 106,6 | 3,40 | 4,08 | 6,12 | 4,68 | 5,61 | 8,42 |
| 2024 | 6.565 | 2.828 | 3.737 | 103,3 | 3,38 | 4,06 | 6,09 | 4,47 | 5,36 | 8,04 |
| 2025 | 6.583 | 2.900 | 3.683 | 100,0 | 3,36 | 4,03 | 6,04 | 4,26 | 5,12 | 7,67 |
| 2026 | 6.600 | 2.974 | 3.626 | 100,0 | 3,44 | 4,13 | 6,20 | 4,20 | 5,04 | 7,55 |
| 2027 | 6.618 | 3.050 | 3.568 | 100,0 | 3,53 | 4,24 | 6,35 | 4,13 | 4,96 | 7,43 |
| 2028 | 6.636 | 3.127 | 3.509 | 100,0 | 3,62 | 4,34 | 6,51 | 4,06 | 4,87 | 7,31 |
| 2029 | 6.654 | 3.207 | 3.447 | 100,0 | 3,71 | 4,45 | 6,68 | 3,99 | 4,79 | 7,18 |
| 2030 | 6.671 | 3.289 | 3.382 | 100,0 | 3,81 | 4,57 | 6,85 | 3,91 | 4,70 | 7,05 |
| 2031 | 6.689 | 3.373 | 3.316 | 100,0 | 3,90 | 4,68 | 7,03 | 3,84 | 4,61 | 6,91 |
| 2032 | 6.707 | 3.459 | 3.248 | 100,0 | 4,00 | 4,80 | 7,21 | 3,76 | 4,51 | 6,77 |
| 2033 | 6.725 | 3.547 | 3.178 | 100,0 | 4,11 | 4,93 | 7,39 | 3,68 | 4,41 | 6,62 |
| 2034 | 6.743 | 3.638 | 3.105 | 100,0 | 4,21 | 5,05 | 7,58 | 3,59 | 4,31 | 6,47 |
| 2035 | 6.761 | 3.730 | 3.031 | 100,0 | 4,32 | 5,18 | 7,77 | 3,51 | 4,21 | 6,31 |
| 2036 | 6.779 | 3.826 | 2.953 | 100,0 | 4,43 | 5,31 | 7,97 | 3,42 | 4,10 | 6,15 |
| 2037 | 6.797 | 3.923 | 2.874 | 100,0 | 4,54 | 5,45 | 8,17 | 3,33 | 3,99 | 5,99 |
| 2038 | 6.816 | 4.023 | 2.793 | 100,0 | 4,66 | 5,59 | 8,38 | 3,23 | 3,88 | 5,82 |
| 2039 | 6.834 | 4.126 | 2.708 | 100,0 | 4,78 | 5,73 | 8,60 | 3,13 | 3,76 | 5,64 |
| 2040 | 6.852 | 4.231 | 2.621 | 100,0 | 4,90 | 5,88 | 8,81 | 3,03 | 3,64 | 5,46 |

Fonte: Próprio autor.

Considerando que a maior estimativa de demanda de água foi exatamente no ano de 2040, 8,81 l/s, e que a produção do atual sistema de abastecimento de água é de 42 m³/h, ou seja, 11,67 l/s, e ainda o índice de perda por distribuição de 29,09%, a produção do atual sistema é igual a 8,27 l/s, permitindo constatar que o sistema necessita ampliar o sistema de captação de água, para atender o déficit de 0,54 l/s, porém o sistema de captação de água permite uma vazão máxima de exploração de 45 m³/h, permitindo assim uma produção final de 8,86 l/s, com isso, o atual sistema de abastecimento de água do município conseguiria abastecer a população até 2040.

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

Quadro 27: Projeção do consumo de água na zona urbana e rural do município de Rio Sono – TO

| ANO | Índice de atendimento | | | Consumo médio | | PERDAS MÉDIAS TOTAIS (%) | PRODUÇÃO | |
|------|-----------------------|--------|---------|---------------|-------|-----------------------------------|----------|-------|
| | Total | Urbana | Rural | Urbana | Rural | | Urbana | Rural |
| | % | | | l/s | | | l/s | |
| 2020 | 39% | 100% | 0% | 3,35 | 0,00 | 29,09% | 5,67 | 0,00 |
| 2021 | 44% | 100% | 7% | 3,44 | 0,36 | 27,67% | 5,71 | 0,60 |
| 2022 | 49% | 100% | 14% | 3,42 | 0,69 | 26,25% | 5,57 | 1,12 |
| 2023 | 54% | 100% | 21% | 3,40 | 0,99 | 24,84% | 5,43 | 1,58 |
| 2024 | 59% | 100% | 28% | 3,38 | 1,26 | 23,42% | 5,30 | 1,98 |
| 2025 | 64% | 100% | 35% | 3,36 | 1,51 | 22,00% | 5,17 | 2,32 |
| 2026 | 68% | 100% | 42% | 3,44 | 1,78 | 22,00% | 5,29 | 2,74 |
| 2027 | 73% | 100% | 50% | 3,53 | 2,04 | 22,00% | 5,43 | 3,14 |
| 2028 | 77% | 100% | 57% | 3,62 | 2,30 | 22,00% | 5,57 | 3,53 |
| 2029 | 81% | 100% | 64% | 3,71 | 2,54 | 22,00% | 5,71 | 3,91 |
| 2030 | 85% | 100% | 71% | 3,81 | 2,77 | 22,00% | 5,86 | 4,26 |
| 2031 | 89% | 100% | 78% | 3,90 | 2,99 | 22,00% | 6,00 | 4,59 |
| 2032 | 93% | 100% | 85% | 4,00 | 3,19 | 22,00% | 6,15 | 4,91 |
| 2033 | 96% | 100% | 92% | 4,11 | 3,38 | 22,00% | 6,32 | 5,20 |
| 2034 | 100% | 100% | 99% | 4,21 | 3,56 | 22,00% | 6,48 | 5,47 |
| 2035 | 100% | 100% | 100% | 4,32 | 3,51 | 22,00% | 6,65 | 5,40 |
| 2036 | 100% | 100% | 100,00% | 4,43 | 3,42 | 22,00% | 6,82 | 5,26 |
| 2037 | 100% | 100% | 100,00% | 4,54 | 3,33 | 22,00% | 6,98 | 5,12 |
| 2038 | 100% | 100% | 100,00% | 4,66 | 3,23 | 22,00% | 7,17 | 4,97 |
| 2039 | 100% | 100% | 100,00% | 4,78 | 3,13 | 22,00% | 7,35 | 4,82 |
| 2040 | 100% | 100% | 100,00% | 4,90 | 3,03 | 22,00% | 7,54 | 4,67 |

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 Rio Sono.

A seguir é apresentada as projeções das necessidades do Sistema de Abastecimento de Água do município, quantidade de produção, extensão da rede de distribuição necessária, assim como também as ligações e os hidrômetros. 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.

Para a projeção das necessidades foram utilizadas as seguintes informações:

- Produção existente (BRK, 2019): 42 m³/h (11,67 l/s);
- Reservação atual (BRK, 2019): 200 m³;
- Extensão da rede (SNIS, 2019): 27,85 km;
- Ligações ativas de água (SNIS, 2019): 1068;
- Hidrometração/Economia de água (SNIS, 2019): 1.096 economias.

Quadro 28: Prognósticos das demandas necessárias para o sistema de abastecimento de água

| ANO | Consumo Máximo Diário | PRODUÇÃO | | | RESERVAÇÃO | | | REDE DE DISTRIBUIÇÃO | | LIGAÇÕES DE ÁGUA | | HIDROMETRAÇÃO | |
|------|-----------------------|-----------|------------|------------|----------------|----------------|------------|----------------------|------------|------------------|------------|---------------|------------|
| | | Existente | Necessária | Incremento | Existente | Necessária | Incremento | Existente | Necessária | Existente | Necessária | Existente | Necessária |
| | l/s | l/s | l/s | l/s | m ³ | m ³ | l/s | km | km | un. | un. | un. | un. |
| 2020 | 4,02 | 11,67 | 5,67 | - | 200 | 116 | - | 27,85 | 25,85 | 1068 | 1.095 | 1.096 | 1.096 |
| 2021 | 4,13 | 11,67 | 5,71 | - | 200 | 119 | - | 27,85 | 26,51 | 1068 | 1.123 | 1.096 | 1.153 |
| 2022 | 4,10 | 11,67 | 5,57 | - | 200 | 118 | - | 27,85 | 27,19 | 1068 | 1.152 | 1.096 | 1.182 |
| 2023 | 4,08 | 11,67 | 5,43 | - | 200 | 118 | - | 27,85 | 27,87 | 1068 | 1.181 | 1.096 | 1.212 |
| 2024 | 4,06 | 11,67 | 5,30 | - | 200 | 117 | - | 27,85 | 28,59 | 1068 | 1.212 | 1.096 | 1.243 |
| 2025 | 4,03 | 11,67 | 5,17 | - | 200 | 116 | - | 27,85 | 29,32 | 1068 | 1.242 | 1.096 | 1.275 |
| 2026 | 4,13 | 11,67 | 5,29 | - | 200 | 119 | - | 27,85 | 30,07 | 1068 | 1.274 | 1.096 | 1.307 |
| 2027 | 4,24 | 11,67 | 5,43 | - | 200 | 122 | - | 27,85 | 30,84 | 1068 | 1.307 | 1.096 | 1.341 |
| 2028 | 4,34 | 11,67 | 5,57 | - | 200 | 125 | - | 27,85 | 31,61 | 1068 | 1.340 | 1.096 | 1.375 |
| 2029 | 4,45 | 11,67 | 5,71 | - | 200 | 128 | - | 27,85 | 32,42 | 1068 | 1.374 | 1.096 | 1.410 |
| 2030 | 4,57 | 11,67 | 5,86 | - | 200 | 132 | - | 27,85 | 33,25 | 1068 | 1.409 | 1.096 | 1.446 |
| 2031 | 4,68 | 11,67 | 6,00 | - | 200 | 135 | - | 27,85 | 34,10 | 1068 | 1.445 | 1.096 | 1.483 |
| 2032 | 4,80 | 11,67 | 6,15 | - | 200 | 138 | - | 27,85 | 34,97 | 1068 | 1.482 | 1.096 | 1.521 |
| 2033 | 4,93 | 11,67 | 6,32 | - | 200 | 142 | - | 27,85 | 35,86 | 1068 | 1.520 | 1.096 | 1.559 |
| 2034 | 5,05 | 11,67 | 6,48 | - | 200 | 145 | - | 27,85 | 36,78 | 1068 | 1.559 | 1.096 | 1.599 |
| 2035 | 5,18 | 11,67 | 6,65 | - | 200 | 149 | - | 27,85 | 37,71 | 1068 | 1.598 | 1.096 | 1.640 |
| 2036 | 5,32 | 11,67 | 6,82 | - | 200 | 153 | - | 27,85 | 38,68 | 1068 | 1.639 | 1.096 | 1.682 |
| 2037 | 5,45 | 11,67 | 6,98 | - | 200 | 157 | - | 27,85 | 39,66 | 1068 | 1.681 | 1.096 | 1.725 |
| 2038 | 5,59 | 11,67 | 7,17 | - | 200 | 161 | - | 27,85 | 40,67 | 1068 | 1.723 | 1.096 | 1.769 |
| 2039 | 5,74 | 11,67 | 7,35 | - | 200 | 165 | - | 27,85 | 41,71 | 1068 | 1.768 | 1.096 | 1.814 |
| 2040 | 5,88 | 11,67 | 7,54 | - | 200 | 169 | - | 27,85 | 42,78 | 1068 | 1.813 | 1.096 | 1.860 |

Fonte: Próprio autor.

Com a execução do prognóstico das demandas do sistema de abastecimento de água, foi possível calcular a capacidade de reserva necessária para atender a população nos próximos 20 anos, e de acordo com o apresentado no quadro 26 foi possível constatar que o sistema atual, com capacidade de 200 m³ de reserva, consegue atender a população em todo período planejado.

Já em relação a produção, o sistema atual, com produção de 11,67 l/s (BRK, 2019), conseguirá também, assim como o sistema de reserva, atender a população do município dentro dos 20 anos planejados.

Considerando a relação entre a população e a quantidade de economias do ano de referência SNIS (2019), bem como a relação entre as economias e as ligações de água, e pôr fim a metragem necessária por ligação de acordo com o SNIS (2019), definiu-se a extensão da rede de distribuição de água necessária. Com a realização das projeções das demandas necessárias para o sistema de abastecimento de água, foi identificado que a rede de distribuição do sistema atual, com 27,85 km, consegue atender a população apenas até o ano de 2022, sendo necessário fazer ampliação da rede para conseguir atender a população no período planejado.

Quanto as ligações de água, conforme ocorre a variação da população acontecerá o aumento gradativo das ligações, resultando em 2040 na quantidade de 1.813 ligações de água, já a hidrometração alcançará 1.860 unidades.

5.2.4. Definição de alternativas técnicas para atendimento das demandas projetadas

5.2.4.1. Zona Urbana

Após a identificação das deficiências do sistema de abastecimento de água e a realização das projeções de consumos e demandas de água e do sistema de abastecimento, foi possível definir as alternativas que visam a otimização dos serviços do sistema, de modo que possa garantir água em quantidade e qualidade para a população no período planejado. A seguir são apresentadas as alternativas para o atendimento das demandas projetadas.

Considerando que, segundo o Diagnóstico, a produção do atual sistema de abastecimento de água é de 42 m³ (11,67 l/s), não será necessário fazer ampliação no sistema de captação de água para os próximos 20 anos, além de atender a população com a captação atual, o sistema ainda conta com uma vazão de exploração máxima de 45 m³.

Como apresentado no quadro 26, de projeções das demandas necessárias para o sistema de abastecimento de água, o maior valor calculado para reserva foi no último ano de projeção, 2040, onde o valor necessário é de 169 m³, e de acordo com o que apresentado no Diagnóstico, o sistema atual conta com 2 reservatórios, totalizando capacidade de reserva

de 200 m³, logo, atende toda a população para o período projetado e não será necessário a implantação de um novo reservatório.

Em relação ainda as projeções das demandas necessárias para o sistema de abastecimento de água, foi possível identificar que vai ser necessário ampliar a extensão da rede de água, pois o sistema atual tem extensão para atender a população apenas até o ano de 2022. Com o crescimento da população vai ser necessário também a implantação de novos hidrômetros e novas ligações de água.

Apesar do município apresentar baixas médias no índice de perdas por distribuição (IPD) da água, abaixo das médias de outros municípios do estado e da média geral da região norte, no último dado registrado pelo SNIS em 2019 o município apresentou uma crescente no IPD, chegando a 29,09%, e para garantir o atendimento da população futura com água em quantidade e qualidade, é necessário a diminuição da perda na distribuição.

Para definir alternativas que permitem diminuir as perdas por distribuição é preciso identificar os problemas que levam a essa perda, e as perdas podem ser reais e aparentes, as chamadas perdas reais são as associadas aos vazamentos, já as perdas aparentes são as relativas à falta de hidrômetros ou demais erros de mediação, às ligações clandestinas e ao roubo de água.

Como alternativa para as perdas reais 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.

Já para as perdas aparentes, no âmbito da macromedição, as ações adequadas são as instalações adequadas de macromedidores e a calibração dos medidores de vazão. No âmbito da gestão comercial, as ações incluem o controle de ligações inativas e clandestinas. No que concerne à micromedição, as ações abrangem a instalação adequada e a substituição periódica dos hidrômetros.

Para atender a meta de redução de consumo *per capita* se faz necessário 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.

5.2.4.2. Zona Rural

Buscando a universalização do serviço de abastecimento de água no município de Rio Sono – TO, para atendimento da população 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 é uma tecnologia que foi desenvolvida com o intuito de favorecer o acesso à água potável para populações rurais e tradicionais, ou de especial interesse do governo federal, sem acesso a outra fonte de água segura e, portanto, mais vulneráveis às doenças relacionadas com a água. 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 18: Desenho esquemático da unidade SALTA-Z



Fonte: FUNASA, 2017.

A população reclama que nos períodos de estiagem falta água, devido a diminuição de vazão tanto das vazões de base dos rios e dos lençóis freáticos quanto das águas superficiais. Com isso, faz-se necessidade de adotar as seguintes medidas:

- 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, foi relatado também um problema com relação ao reservatório que abastece a comunidade rural, faz-se necessidade de checar a estrutura do reservatório, pois a população reclama que não há limpeza do mesmo, e assim apresenta sinais de corrosão. Com a análise, se o reservatório não apresentar mais condições de uso, é proposto a troca do mesmo, para garantir a água em qualidade para comunidade, pois o reservatório em más condições altera a qualidade da água que é distribuída.

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.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho possibilitou identificar as principais deficiências do atual sistema de abastecimento de água do município de Rio Sono – TO, e com isso, foi possível propor alternativas para sanar estas deficiências e maximizar os serviços prestados para atender a população com água em quantidade e qualidade.

Um dos principais problemas relatados em boa parte dos municípios, principalmente os da região norte, o índice de perda na distribuição de água no município de Rio Sono está abaixo dos índices de outros municípios do estado e também abaixo do índice geral da região norte, porém, o trabalho possibilitou relatar que esse índice vem aumentando no município nos últimos anos, e propôs alternativas para identificar estes problemas e medidas a serem tomadas para diminuir esse índice e alcançar a meta proposta no estudo.

O presente estudo pôde identificar também outro problema, o sistema de rede distribuição de água será necessário passar por ampliação para atender a população projetada, pois o atual sistema conseguirá atender a população apenas até o ano de 2022.

Com a projeção populacional realizada neste estudo, foi possível identificar que o sistema também terá que ampliar as ligações de água e implantar novos hidrômetros para atender a população.

Atualmente, a concessionária que presta serviços de abastecimento de água no município, a BRK, 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.

O reservatório que abastece a comunidade rural apresenta sinais de corrosão por falta de limpeza, faz-se necessário a avaliação do mesmo, se não tiver mais em condições de uso será necessário realizar a troca do reservatório para garantir que a água seja distribuída com qualidade para a comunidade.

Faz-se necessário investimento no município na parte de Educação Ambiental, principalmente no que se refere ao reuso da água. Podendo-se realizar programas, que podem ser executados através de meios de comunicações, rádios e várias outras mídias online, e de forma presencial também, com a realização de oficinas e palestras, com intuito de incentivar a população a diminuir o consumo de água de forma excessiva.

7. 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 15 de junho de 2021.

ANA. Cuidando das Águas. **Soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**, Brasília – DF, 2013.

AQUA. **Fontes Difusas de Poluição da Água: Características e métodos de controle**, Brasília - DF, 2012.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. **Consulta e Perfil de Município: Rio Sono – TO** Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/rio-sono_to. Acesso em: 15 de junho 2021.

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

BRASIL. **Lei nº. 11.445, de 05 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 no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. DOU, Poder Executivo, Brasília, DF, 8 jan. 2007.

BERTOLANI, Mayara. IDEIES. **Universalização do saneamento básico: uma meta possível?**. 30 out. 2019.

BRASIL, Leis Decretos, etc. Ministério da Saúde. **Portaria MS 2914, 12 de dezembro de 2011**. Brasília, Brasil.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. Versão Revisada. 226 p, 2019.

BRK. BRK Ambiental. **Estudo Técnico Parcial Diagnóstico - Rio Sono**, Rio Sono - TO, n. 2ª revisão, 2019.

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: 16 de junho de 2021.

DELLAMATRICE, Priscila; MONTEIRO, Regina. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. **Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas**, [S. l.], p. 1296-1301, 25 jul. 2014.

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

EX ANTE CONSULTORIA ECONÔMICA. **Benefícios econômicos da expansão do saneamento.** Relatório de pesquisa produzido para o Instituto Trata Brasil e o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. [S. l.], 2014. Disponível em: https://cebds.org/wp-content/uploads/2014/03/Relatorio_Beneficios-Economicos-do-Saneamento.pdf. Acesso em: 25 fev. 2021.

FERRAZ, Gustavo Sarubbi. **Diagnóstico do Abastecimento de Água na Zona Urbana do Município de Morro Redondo - RS.** Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, 2016.

FUNASA. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Termo de referência para elaboração de planos municipais de saneamento básico.** Brasília, DF, 1ed, 2012.

FUNASA. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento.** Brasília, DF, 4ed, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional do Saneamento Básico 2008.** Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em 11 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativas da População.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-depopulacao.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 10 de junho 2021.

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: 18 de junho de 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.

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 de junho de 2021.

RAMACHANDRA, T. V.; BHARATH, A. H.; SOWMYASHREE, M. V. Monitoring urbanization and its implications in a mega city from space: Spatiotemporal patterns and its indicators. **Journal of environmental management**, v. 148, p. 67-81, 2015.

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.

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

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Editora Cortez, 2007.

SOUZA, Elias. Deloitte. **Novo marco regulatório do saneamento**, 31 jul. 2021.

SOUZA, Alicy Madeira *et al.* Prognóstico do sistema de abastecimento e tratamento de água na área urbana em São Gonçalo do Rio Abaixo/MG. **Research, Society and Development**, [S. l.], vol. 8, núm. 11, 26 ago. 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5606/560662202042/html/index.html>. Acesso em 04 mar. 2021.

SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento. **Série História Rio Sono - TO.** Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>> acessado em 05 de julho 2021.

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 junho 2021.

WATSON, Vanessa. Seeing from the South: Refocusing urban planning on the globe's central urban issues. **Urban Studies**, v. 46, n. 11, p. 2259-2275, 2009.