



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DO PONTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – MESTRADO EM GEOGRAFIA**



**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
ABASTECIMENTO DOMÉSTICO NA CIDADE DE ITUIUTABA/MG**

**Ituiutaba
2019**

MARIA CRISTINA MOREIRA PENNA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
ABASTECIMENTO DOMÉSTICO NA CIDADE DE ITUIUTABA/MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia (PPGEP), do Instituto de Ciências Humanas (ICH), Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para obtenção ao título de Mestre em Geografia.

Linha de Pesquisa: Dinâmicas ambientais

Orientador: Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa

Ituiutaba

2019

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

P412 2020	<p>Penna, Maria Cristina Moreira, 1983- Avaliação da qualidade e disponibilidade hídrica para abastecimento doméstico em Ituiutaba - MG [recurso eletrônico] / Maria Cristina Moreira Penna. - 2020.</p> <p>Orientador: Rildo Aparecido Costa. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Geografia. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.520 Inclui bibliografia.</p> <p>1. Geografia. I. Costa, Rildo Aparecido, 1971-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Geografia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 910.1</p>
--------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Pontal
 Rua Vinte, 1600, Bloco D, Sala 300 - Bairro Tupã, Uberlândia-MG, CEP 38304-402
 Telefone: (34) 3271-5305/5306 - www.ppgep.facip.ufu.br - ppgep@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Geografia do Pontal - PPGEp				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico				
Data:	28 de Fevereiro de 2020	Hora de início:	15:00hs	Hora de encerramento:	16:50hs
Matrícula do Discente:	21812GEO009				
Nome do Discente:	Maria Cristina Moreira Penna				
Título do Trabalho:	Avaliação da Qualidade e Disponibilidade Hídrica para Abastecimento Doméstico na Cidade de Ituiutaba - MG				
Área de concentração:	Produção do Espaço e Dinâmicas Ambientais				
Linha de pesquisa:	Dinâmicas Ambientais				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Produção do espaço e dinâmicas ambientais				

Reuniu-se no Auditório 2, Campus Pontal, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal, assim composta: Professores Doutores: Leda Correia Pedro Miyazaki (Instituto de Ciências Humanas do Pontal - Universidade Federal de Uberlândia); Fernanda Pereira Martins (Colégio Gildo Vilela - GVC) e Rildo Aparecido Costa (Instituto de Ciências Humanas do Pontal - Universidade Federal de Uberlândia) orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Rildo Aparecido Costa, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

APROVADA

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Pereira Martins, Usuário Externo**, em 03/03/2020, às 13:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leda Correia Pedro Miyazaki, Professor(a) do Magistério Superior**, em 11/01/2022, às 16:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rildo Aparecido Costa, Professor(a) do Magistério Superior**, em 12/01/2022, às 11:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1896777** e o código CRC **A57ABC5C**.

Dedico à minha família, não somente a de sangue,
mas todos aqueles que guardo no coração.

Agradecimentos

Agradecer é uma das melhores coisas no caminho que percorremos ao iniciarmos um trabalho. É a etapa final, quando conseguimos alcançar o objetivo a que nos propomos, e podemos expressar gratidão àqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que isso se tornasse possível. Felizmente, não estive sozinha e tenho muito a quem agradecer pelo que consegui até aqui.

Agradeço meus pais, por terem sempre guiado meus passos para o caminho do bem, pelo incentivo e pelo apoio na busca por minhas realizações. Meus irmãos, pela amizade, carinho, boas energias, e pela grande torcida que fazem por mim. Meu esposo Silvio, que vem me apoiando em minha formação acadêmica desde a minha primeira graduação, que sempre foi meu maior incentivador, com quem posso contar e que me possibilitou a oportunidade de estudar. Meus amigos, que perto ou longe, me confortam e me apoiam. Obrigada por tudo!

Aos meus professores, da graduação e do mestrado, agradeço pela dedicação de vocês durante esse tempo. Vocês nos mostram o quanto a nossa Geografia é linda, e necessária! As secretárias, técnicos e demais servidores do PPGEP, que estão sempre dispostos a nos ajudar quando precisamos. A colaboração de vocês é muito importante para o bom funcionamento do Programa de Pós – Graduação e para a vida acadêmica dos alunos.

Meus agradecimentos a Superintendência de Água e Esgoto (SAE) de Ituiutaba e ao gerente de operações Carlos Humberto Franco Machado, cuja colaboração foi de fundamental importância para a realização deste trabalho ao disponibilizar todos os de que necessitei.

Agradeço a banca, as professoras Leda e Fernanda, por aceitarem nosso convite e acompanharem de forma atenciosa o desenvolvimento deste trabalho. Vocês deram uma contribuição substancial para que fizéssemos as melhorias necessárias para manter a qualidade da pesquisa. O fizeram com a maior boa vontade e profissionalismo de professoras e geógrafas, competentes que são.

E também quero agradecer imensamente o meu orientador, professor Rildo por ter aceito me orientar nesta pesquisa, pela parceria, atenção, disposição, e por sua grande ajuda e paciência. Os alunos costumam chamar seus orientadores carinhosamente de “pai” ou “mãe” e você foi um paizão! Por fim, quero dizer que sou muito grata pela ajuda que tive, por não estar sozinha em nenhum momento. Muito obrigada a todos vocês!!!

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Afloramento de basalto da formação Serra Geral na margem do Ribeirão São Lourenço.....	40
Figura 02: Cultivo de cana-de-açúcar próximo ao ribeirão São Lourenço.....	47
Figura 03: Vegetação natural às margens do ribeirão São Lourenço.....	47
Figura 04: Estação de captação principal no Ribeirão São Lourenço.....	50
Figura 05: Estação de captação reserva localizada no médio curso do rio Tijuco.....	50
Figura 06: Sistema automatizado do controle de processo de tratamento de água pela Superintendência de Água e Esgoto (SAE) de Ituiutaba/MG.....	64
Figura 07: Laboratório de análises de água da Superintendência de Água e Esgoto de Ituiutaba/MG.....	65

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Localização da Área de Estudo.....	36
Mapa 2: Localização da região hidrográfica em que o município se insere.....	37
Mapa 3: Localização do município na Unidade de Planejamento PN3.....	38
Mapa 4: Hipsometria do Ribeirão São Lourenço e médio curso do Rio Tijuco.....	41
Mapa 5: Declividade do Ribeirão São Lourenço e médio curso do Rio Tijuco.....	42
Mapa 6: Tipos de solo da área de estudo.....	44
Mapa 7: Uso e Ocupação do Solo na área de estudo.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação do Índice de Qualidade das Águas.....	32
Quadro 2: Informações sobre parâmetros de qualidade da água pós tratamento.....	33
Quadro 3: Vazão para captação e outorga de funcionamento das estações.....	51
Quadro 4: Informações sobre as Estações Elevatórias de Água Bruta.....	51
Quadro 5: Volume de água produzido em m ³ entre 1998 e 2018.....	55
Quadro 6: Médias mensais do volume de água produzido em m ³ no período de 1998 a 2018.....	56
Quadro 7: População do município de Ituiutaba/MG de 1950 a 2010.....	57
Quadro 8: Totais mensais de consumo em m ³ do período de 1998 a 2018.....	58
Quadro 9: Média anual do parâmetro turbidez após tratamento da água (2005 a 2008)	66
Quadro 10: Média anual do parâmetro pH após tratamento da água (2005 a 2018)	68
Quadro 11: Média anual do parâmetro cor aparente da água após tratamento (2005 a 2008) ...	69
Quadro 12: Média anual de concentração de manganês na água após tratamento (2005 a 2018)	70
Quadro 13: Média anual de concentração de ferro na água após tratamento (2005 a 2018)	71
Quadro 14: Média anual de concentração de alumínio na água após tratamento (2005 a 2018)	72
Quadro 15: Média anual de concentração de cloro residual livre na água após tratamento (2005 a 2018)	74
Quadro 16: Média anual de concentração de flúor na água após tratamento (2005 a 2018)	75
Quadro 17: Presença de coliformes totais na água após tratamento no período de 2005 a 2018.....	76
Quadro 18: Presença de Escherichia Coli na água após tratamento no período de 2005 a 2018.....	76

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Extrato do Balanço Hídrico mensal do período de 1998 a 2018.....	52
Gráfico 2: Balanço Hídrico Normal Mensal do período de 1998 a 2018.....	53
Gráfico 3: Síntese do Balanço Hídrico Mensal do período de 1998 a 2018.....	54
Gráfico 4: Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano (1998 a 2018)	54
Gráfico 5: Consumo total anual de água em m ³ de 1998 a 2018.....	56
Gráfico 6: Consumo total mensal de 1998 a 2018.....	59
Gráfico 7: Ano padrão normal (2004)	60
Gráfico 8: Ano padrão seco (2007)	61
Gráfico 9: Ano padrão chuvoso (2008)	62
Gráfico 10: Média anual para turbidez da água após tratamento (2005 a 2018)	67
Gráfico 11: Média anual para pH da água após tratamento (2005 a 2018)	68
Gráfico 12: Média anual para cor aparente da água após tratamento (2005 a 2018)	69
Gráfico 13: Média anual da concentração de manganês na água após tratamento (2005 a 2018)	70
Gráfico 14: Média anual para concentração de ferro total na água após tratamento (2005 a 2018)	72
Gráfico 15: Média anual para concentração de alumínio na água após tratamento (2005 a 2018)	73
Gráfico 16: Média anual para concentração de cloro na água após tratamento (2005 a 2018)	74

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
Objetivos.....	15
Procedimentos metodológicos.....	16
CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
1.1 Disponibilidade hídrica.....	22
1.2 Qualidade hídrica.....	27
CAPÍTULO II: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	35
2.1 Localização e dados populacionais.....	35
2.2 Aporte do meio físico.....	39
2.3 Uso e ocupação da área de estudo.....	45
CAPÍTULO III: RESULTADOS E DISCUSSÃO – ITUIUTABA: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....	49
3.1 Disponibilidade Hídrica.....	49
3.2 Anos Padrões.....	59
3.3 Qualidade Hídrica.....	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade e disponibilidade hídrica para o abastecimento da cidade de Ituiutaba – MG. A importância da preservação da água como recurso natural em face dos problemas hídricos enfrentados nas cidades atualmente e a necessidade de manter a qualidade e disponibilidade hídrica para consumo humano, motivaram essa pesquisa. Para alcançar o objetivo geral utilizou-se procedimentos metodológicos divididos em etapas tais como, levantamento bibliográfico acerca dos temas a serem pesquisados; caracterização da área de estudo, incluindo seus aspectos sociais e econômicos além dos aspectos físicos; elaboração de balanço hídrico para avaliar a disponibilidade hídrica; análise de dados adquiridos referente a qualidade hídrica e análise final dos dados. A área de estudo para caracterização física foi definida a partir de um recorte espacial onde estão localizadas as duas estações de captação de água da Superintendência de Água e Esgoto (SAE) no município de Ituiutaba - MG, sendo a principal no Ribeirão São Lourenço e, a secundária, no médio curso do Rio Tijuco no Lago da Usina Salto de Moraes, numa extensão de aproximadamente 5 quilômetros da margem do Rio Tijuco até a Estação de Captação do São Lourenço. Para caracterização dos aspectos econômicos e sociais utilizou-se dados referentes ao município. A análise final dos dados avalia a qualidade e disponibilidade hídrica como satisfatórias para atender o abastecimento doméstico para a cidade de Ituiutaba – MG, mas, com ressalva. O consumo de água elevado em períodos críticos de recarga de água nas bacias hidrográficas alerta para a necessidade do uso racional de modo que a demanda não torne a disponibilidade insuficiente futuramente. Quanto à qualidade hídrica, a SAE tem mostrado eficiência nos serviços prestados e, para manter esses resultados, depende também da colaboração da população e de políticas públicas em relação ao uso e ocupação da área de estudo, para que não haja contaminação dos cursos d'água a níveis tão altos que não seja possível remover as impurezas da água.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos hídricos, Qualidade hídrica, Disponibilidade hídrica.

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the quality and availability of water for the supply of the city of Ituiutaba - MG. The importance of preserving water as a natural resource in the face of water problems faced in cities today and the need to maintain water quality and availability for human consumption, motivated this research. To achieve the general objective, methodological procedures were used, divided into stages, such as bibliographic survey about the topics to be researched; characterization of the study area, including its social and economic aspects in addition to the physical aspects; preparation of water balance to assess water availability; analysis of acquired data regarding water quality and final analysis of the data. The study area for physical characterization was defined from a spatial section where the two water collection stations of the Water and Sewage Superintendence (SAE) are located in the municipality of Ituiutaba - MG, the main one being in Ribeirão São Lourenço and, the secondary, on the medium course of the Tijuco River in the Lago de Usina Salto de Moraes, in an extension of approximately 5 kilometers from the bank of the Tijuco River to the São Lourenço Capture Station. To characterize the economic and social aspects, data related to the municipality were used. The final analysis of the data evaluates the water quality and availability as satisfactory to meet the domestic supply for the city of Ituiutaba - MG, but, with reservations. High water consumption in critical periods of water recharge in river basins warns of the need for rational use so that demand does not make availability insufficient in the future. As for water quality, SAE has shown efficiency in the services provided and, to maintain these results, it also depends on the collaboration of the population and public policies in relation to the use and occupation of the study area, so that there is no contamination of the courses. water so high that impurities cannot be removed from the water.

KEYWORDS: Water resources, Water quality, Water availability.

INTRODUÇÃO

A água é um composto químico formado por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio (H₂O), essencial para nossa sobrevivência. Sua distribuição no planeta se divide em águas doces e salgadas, sendo que a água doce, que é apropriada para o consumo humano, encontra-se em uma pequena parcela de 3%. Dessa parcela, 75% estão congeladas nas calotas polares e 10% são reservas em aquíferos (TUNDISI; TUNDISI, 2011). Ou seja, a quantidade disponível para suprimento a nível global é bastante reduzida e não é homogênea em todos os lugares.

Os mares e oceanos são formados por água salgada em abundância, enquanto que a água doce é distribuída em proporções bem menores pelos continentes, dando origem às bacias hidrográficas, compostas por rios e lagos. Em algumas regiões pode-se dizer que a água é praticamente escassa. A água doce representa uma porção muito pequena no globo terrestre e, seu suprimento na forma líquida é fundamental para os usos e para a economia de municípios, países e regiões.

A água é essencial para os ecossistemas, sendo fonte de vida para milhões de espécies vegetais e animais, incluindo o próprio homem. Assim como os ecossistemas também são importantes para a própria manutenção dos recursos hídricos. Um dos usos mais importantes para a humanidade está no consumo e abastecimento da população. Na geração de energia se encontra outro dos usos mais importantes para as sociedades, através de barragens colocadas no meio dos cursos de rios.

A maior parte da água doce disponível é consumida para irrigação em atividades agrícolas. Esse consumo gira em torno de 70% a nível mundial (TUNDISI; TUNDISI, 2011). O transporte e a navegação são outro recurso que os rios oferecem. Razão pela qual, a maioria das cidades e vilas se desenvolveram principalmente pelo abastecimento doméstico.

O lazer e o turismo se utilizam da água com atividades de contato direto como a natação, ou, indireto como a pesca esportiva. O desenvolvimento descontrolado destas atividades pode acarretar poluição, degradação da paisagem e prejuízos para a fauna e a flora. Existem ainda, o uso da água em cidades industriais e o uso para dessedentação animal, sendo que o primeiro é responsável pela maior parte do consumo nas cidades, quando comparado com o consumo próprio da população.

Por sua utilidade e seus múltiplos usos, a água representa toda sua importância como fonte de recursos e, por isso, necessita de atenção especial no que diz respeito a sua conservação e consumo sustentável. Para que isso seja possível é necessário investigar, ao longo dos anos, em que condições se encontram a qualidade e disponibilidade de água nos municípios e os fatores que podem influenciar na variação dos parâmetros estabelecidos legalmente. Problemas vinculados à degradação do ambiente, de maneira direta ou indireta, acabam comprometendo os recursos hídricos disponíveis pela forma como o espaço é produzido.

Apesar dos inúmeros benefícios oferecidos pela água, esta, quando não tem o uso gerenciado adequadamente, seguindo as normas e a legislação estabelecidas para proteção, pode se tornar um veículo de proliferação de doenças que ameaça a saúde pública e pode causar muitos outros prejuízos para as populações.

Além desses problemas, o manejo inadequado dos recursos hídricos pode resultar em uma redução significativa dos mesmos em relação ao que é considerado como ideal em termos de disponibilidade hídrica para abastecimento populacional. Esse problema pode afetar ainda mais regiões que já sofrem com a falta de água e, por essa razão, é necessário monitorar indicadores que podem contribuir para a preservação dos recursos hídricos e dos recursos naturais como um todo.

Quando contaminados por descargas de resíduos humanos e animais, os recursos hídricos podem transportar diversos tipos de patógenos, tais como bactérias, vírus e protozoários que são causadores de doenças gastrointestinais. A contaminação pode se dar pelo contato com a pele ou por inalação por dispersão no ambiente contaminado. A persistência desses patógenos depende da concentração de matéria orgânica e da capacidade de autoduração do ecossistema aquático. Muitos rios urbanos que atravessam municípios podem apresentar fontes de dispersão patogênica, principalmente para populações urbanas e periurbanas (BITTENCOURT E SILVA DE PAULA, 2014).

Notícias e estudos realizados no Brasil e no mundo, revelam que estamos diante de uma crise das águas que envolve tanto a quantidade (disponibilidade) quanto à qualidade (potabilidade). E, nós, enquanto consumidores deste recurso natural, temos o dever de colaborar e manter o cuidado mínimo necessário, dentro de nossas possibilidades, para que a água possa atender aos padrões aceitáveis de uso para as populações. Mas, não apenas os consumidores, indústrias que utilizam água em grandes quantidades, também devem estar cientes de suas obrigações legais e sociais para com o meio ambiente e com a população, e o estado tem uma

obrigação ainda maior de fazer com que se cumpram todas as determinações legais para proteção dos cursos d'água.

A crise hídrica já atinge um terço da população mundial e, engloba, além dos problemas já relacionados, fatores como desperdício das águas, fatores ambientais, econômicos, sociais e gerenciais, no que diz respeito às políticas públicas. Dados divulgados pela Unesco em 2014 dão conta que 768 milhões de pessoas no mundo não tem acesso a água no planeta e 2,5 milhões ainda estão sem saneamento básico. Na América Central já houve queda de 40% na produção de grãos e, no Brasil, a crise resultou em secas no Sudeste.

Conforme as fontes locais se esgotam, a vulnerabilidade das comunidades e ecossistemas aquáticos a impactos graves da falta de água aumenta proporcionalmente. São poucos os governos que combatem esses problemas e colocam em prática controles adequados para o uso da água capazes de impedir a exaustão total das fontes ou sua queda a um nível tão baixo que prejudique a economia local, o sustento da população e os ecossistemas (RICHTHER, 2015).

Está claro a necessidade de uma gestão integrada e descentralizada, que respeite a legislação, a conservação dos recursos naturais e atenda às necessidades básicas em condições ideais. Mas, nem sempre, e nem em todo lugar, a gestão das águas funciona de forma eficiente, visando garantir qualidade e disponibilidade de água para as gerações futuras. Somado a isso, ainda existe a questão da falta de consciência e de educação ambiental da população que é responsável em parte, por desperdiçar e contaminar os cursos d'água em muitos locais.

Este trabalho abordou justamente essas questões para alcançar seu objetivo geral. Será que, no município de Ituiutaba, a qualidade e disponibilidade hídrica estão sendo afetadas por impactos negativos decorrentes destes problemas? É possível afirmar que na cidade de Ituiutaba/MG a qualidade e a disponibilidade hídrica se encontram ameaçadas por algum dos fatores acima citados? Será que o potencial hídrico que o município dispõe para abastecimento é suficiente em relação a demanda? E a água tratada distribuída para abastecimento doméstico, obedece aos padrões mínimos de qualidade para consumo humano?

Atualmente, no município de Ituiutaba/MG, a Superintendência de Água e Esgoto (SAE) retira água do Ribeirão São Lourenço para abastecimento da cidade, mas, a intenção em um futuro próximo, é que o abastecimento ocorra captando água somente do médio curso do Rio Tijuco, de onde já se faz eventuais retiradas em períodos de baixa vazão do Ribeirão São Lourenço desde 2002, quando foi inaugurada uma nova estação de captação neste local.

Em Ituiutaba já houve períodos críticos, em que a vazão dos rios chegaram a níveis alarmantes exigindo medidas de urgência, como por exemplo, o rodízio de abastecimento de água em alguns bairros da cidade. Isso traz um alerta em relação à média de consumo da população, se está dentro do padrão adequado, ou, se existem problemas a serem identificados e solucionados.

É importante ressaltar que o uso inapropriado da água pode ameaçar tanto a sua disponibilidade como a sua qualidade. Estes, são dois fatores que podem ser limitantes para o desenvolvimento econômico das cidades e nos leva a pensar em ações que devem ser implementadas em busca de uma solução.

Diante disso, destacou-se a importância de realizar uma avaliação da qualidade e disponibilidade hídrica para o abastecimento doméstico em Ituiutaba, sendo este o objetivo geral aqui proposto, concentrando a pesquisa em um recorte espacial que abrange o médio curso do Rio Tijuco e a bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço.

Para alcançar o objetivo proposto investigou-se os tipos de uso e ocupação do solo na área de estudo, além do levantamento e espacialização dos aspectos físicos, bem como as principais intervenções antrópicas que interferem na qualidade ambiental do local. Por esse e outros motivos acima elencados, se justifica a realização desta pesquisa no município de Ituiutaba - MG.

Trata-se de uma pesquisa relevante, pois contribuirá tanto para a conservação e qualidade dos recursos hídricos, quanto para a conservação de outros recursos naturais. E por se tratar de uma pesquisa ainda não realizada na área de estudo escolhida, torna-se mais relevante por contribuir com novas informações sobre o município.

Objetivos

Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar a qualidade e disponibilidade hídrica para abastecimento doméstico na cidade de Ituiutaba/MG.

Objetivos Específicos

- Demonstrar a qualidade da água que está sendo utilizada em Ituiutaba – MG
- Elaborar balanço hídrico da área estudada
- Apontar a disponibilidade hídrica para a cidade de Ituiutaba – MG

Procedimentos Metodológicos

Para que o objetivo geral desta pesquisa pudesse ser alcançado os procedimentos metodológicos se dividiram em algumas etapas, tais como:

- ✓ Levantamento bibliográfico acerca dos temas a serem pesquisados: bacia hidrográfica, recursos hídricos, legislação ambiental, balanço hídrico, gestão e qualidade da água;
- ✓ Caracterização da área de estudo, incluindo seus aspectos sociais e econômicos, além dos aspectos físicos;
- ✓ Elaboração de balanço hídrico para avaliar a disponibilidade para abastecimento doméstico;
- ✓ Análise de dados adquiridos referentes à qualidade hídrica para abastecimento doméstico;
- ✓ Avaliação final dos dados.

➤ **Caracterização da área de estudo**

Para caracterização da área de estudo, inicialmente buscou-se informações referentes à localização geográfica e administrativa (no Comitê de Bacias Hidrográficas) do recorte espacial selecionado para este estudo, seguidas de dados populacionais e socioeconômicos do município de Ituiutaba.

Os dados referentes a gestão das bacias hidrográficas foram acessadas no site do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) que traz informações sobre o PN3, que é o comitê responsável por gerir a região hidrográfica em que a área de estudo está inserida, denominada Baixo Rio Paranaíba. As demais informações sobre a população e dados socioeconômicos foram acessadas no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e no site da Prefeitura municipal de Ituiutaba.

Em seguida, para avaliar os aportes do meio físico e compreender a dinâmica ambiental pela perspectiva da produção do espaço, utilizou-se sensoriamento remoto e geoprocessamento para confeccionar cinco mapas temáticos, sendo eles de localização, hipsometria, declividade, tipos de solo e, uso e ocupação do solo, todos na escala de 1:200.000. As bases cartográficas utilizadas são da EMBRAPA, IBGE, TOPODATA e Bing Aerial e foram trabalhadas no software livre Qgis 2.18.0.

No procedimento para o mapa de localização da área de estudo, foi necessário criar um polígono para delimitação do recorte espacial escolhido, de modo que pudesse ser utilizado nos demais mapas identificando a área de estudo nas imagens de satélite. Com a ferramenta “web” o recurso *OpenLayersplugin* permitiu abrir imagem de satélite do Bing Aerial e foi possível delimitar a área de estudo com o polígono. Com a área já identificada, foram inseridas as bases vetoriais disponibilizadas pelo IBGE como drenagem, rodovias, delimitação do Triângulo Mineiro e dos estados.

Para localizar a área de estudo dentro das regiões hidrográficas brasileiras foram obtidos dois mapas no site do IGAM, na seção que trata sobre o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes do Baixo Paranaíba, o PN3. O primeiro mapa localiza a bacia hidrográfica do Paranaíba na região hidrográfica brasileira do Paraná e, o segundo mapa, localiza o município de Ituiutaba – MG na bacia do Paranaíba.

Os mapas de hipsometria e declividade se basearam nos dados altimétricos das imagens tipo SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) obtidas no site TOPODATA (Banco de dados Geomorfométricos do Brasil). Aplicando efeitos de sombreadimento e MDE (Modelo Digital de Elevação) foi possível gerar uma imagem em 3D e criar as classes de altitude e declividade para posterior avaliação do relevo da área de estudo.

O mapa de solos foi confeccionado com bases vetoriais obtidas do IBGE e os tipos de solos categorizados por cores, de acordo com a classificação da EMBRAPA. A mesma fonte de dados também foi utilizada para adquirir imagens para o mapa de uso e ocupação do solo. São imagens do satélite Landsat 8 e foram escolhidas as bandas 4, 5 e 6.

➤ **Avaliação da disponibilidade hídrica**

A avaliação da disponibilidade hídrica teve início com a elaboração do balanço hídrico. Para isso, foram coletados dados de vazão, precipitação e temperatura, disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA).

Foi utilizado para o balanço hídrico o método proposto por Thornthwaite e Mather (1955). De acordo com Amorim Neto (1989), “O balanço hídrico é definido como uma contabilidade de entrada e saída de água do solo. A entrada de água é representada pela precipitação ou irrigação e a saída pela evapotranspiração potencial”.

Os dados obtidos foram tabulados no Software Excel 2013 e passaram por tratamento estatístico, a disposição em planilha foi possível através da adaptação desenvolvida por Rolim e Sentelhas (1999). A partir de tabelas e gráficos foi elaborado o balanço hídrico e posterior avaliação de excedente e deficiência hídrica na área de estudo. Em uma série histórica de vinte e um anos o período avaliado foi de 1998 a 2018. A falta de dados completos nos anos anteriores a 1998 não permitiu o uso da série padrão de trinta anos, recomendada para avaliar a dinâmica do clima.

As informações disponibilizadas pela ANA foram obtidas pelos registros da estação meteorológica de código 01849020 operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no município de Ituiutaba entre as coordenadas Latitude -18,58 e Longitude -49,21 a uma altitude de 560 metros. É uma estação do tipo PPrECT de acordo com a identificação descrita no inventário de estações da ANA em que: P – indica estação com pluviômetro; R – indica estação com registrador (pluviógrafo); E – indica estação com tanque evaporimétrico “A”; C – indica estação climatológica e T – indica estação telemétrica.

➤ **Anos Padrões**

Como subsídio para avaliar a disponibilidade hídrica, utilizou-se o estudo denominado “anos padrões” em que se definem anos “normal”, “seco” e “chuvoso. Os anos padrões podem ser definidos a partir da análise rítmica (que estuda a dinâmica do clima), apresentada por Monteiro (1971). Os critérios para defini-los são apresentados por Tavares (1976).

Como o balanço hídrico trabalha com dados diários de longos períodos, isso permitiu a definição de anos padrões através da análise rítmica, pois, conforme explica Monteiro (1969, p. 13): [...] é pela sucessão que se percebem as diferentes combinações dos elementos climáticos do quadro geográfico. É a sequência que conduz ao ritmo, e o ritmo é a essência da análise dinâmica.

A utilização do estudo de anos padrões obtidos com a análise rítmica do período de 1998 a 2018, aplicando o cálculo do coeficiente de similaridade multidimensional (através da fórmula $D = \sqrt{\Sigma d^2}$), resultou na definição de três “anos padrões”: 2004 como ano padrão normal, 2007

como ano padrão seco e, 2008 como ano padrão chuvoso. O cálculo se aplicou a dados de chuva, por ser um evento climático que pode ter uma distribuição muito irregular com desvios representados por situações extremas como nos anos de 2007 e 2008.

A definição de anos padrões é muito importante na avaliação da disponibilidade hídrica, principalmente, quando se faz a análise dos dados de precipitação acompanhada de dados de temperatura para cada ano padrão definido. Os elementos mais importantes do clima são a temperatura e a precipitação, pois, pela quantidade e distribuição sazonal, determinam o tipo de vegetação natural e o tipo de atividades humanas (ARAGÃO, 2009, p. 53).

Nesta perspectiva, um ano “normal” se define como aquele em que a distribuição da precipitação anual de determinado local é semelhante à distribuição das precipitações médias de vários anos para o mesmo local. Os anos “seco” e “chuvoso” se definem por apresentarem distribuição anual de precipitação que se desviam muito de dados médios obtidos anteriormente, tanto em falta quanto em excesso de precipitação (TAVARES, 1976).

Após a definição de “anos padrões” dentro do período estudado investigou-se, para fins de comparação, o consumo médio de água da população através de dados fornecidos pela própria SAE e de reportagens do município relacionadas ao tema, principalmente em períodos críticos de redução no abastecimento. Definir anos padrões possibilitou analisar a dinâmica do consumo de água em Ituiutaba – MG em um ano seco, em um ano chuvoso e, em um ano normal, de forma sazonal, identificando os períodos do ano em que mais se consome água com o abastecimento doméstico.

Os dados disponibilizados pela SAE se referem ao volume de água tratada, em m³, produzida para abastecimento da cidade entre 1998 e 2018, e são complementares aos dados da ANA que trazem informações pluviométricas e fluviométricas do município em uma série histórica de trinta e um anos, no período de 1987 a 2018.

Para conhecer o valor exato da medida de m³ em litros foi necessário multiplica-lo por 1.000. Em seguida, dividiu-se o valor resultante pelo número de dias do ano (365) para chegar a um valor diário de consumo da população. Para saber o quanto uma pessoa consome por dia, o resultado do valor diário foi dividido pelo número da população estimada no ano de interesse. Assim, com o resultado do balanço hídrico que revela o potencial hídrico natural do município, com o conhecimento do consumo da população e, fazendo correlação com as demais

informações acerca das características físicas da área de estudo, foi possível realizar a análise quanto à disponibilidade em relação à demanda de água.

➤ **Qualidade Hídrica**

A qualidade hídrica foi avaliada através de resultados de análises da água divulgados no relatório anual de qualidade da água da Superintendência de Água e Esgoto (SAE) após tratamento convencional. Foram disponibilizados pela SAE, e gentilmente cedidos pelo gerente de operações da autarquia, dados de qualidade da água de um período de 14 anos, de 2005 a 2018, contendo informações referentes aos parâmetros de qualidade que são divulgados no relatório anual de qualidade da água após a realização de todas as análises mensais. Estes parâmetros são: turbidez, cor aparente, cloro residual livre, flúor, pH, ferro total, alumínio, manganês, coliformes termotolerantes, coliformes totais e Escherichia Coli.

Não foi possível obter dados anteriores a 2005, pois, foi neste ano que entrou em vigência o decreto federal N° 5.440 de 4 de maio de 2005, que estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. A partir de então, todas as companhias de tratamento de água foram obrigadas a divulgar seus resultados de análises. Os dados divulgados informam o valor permitido conforme os parâmetros estabelecidos pela Portaria n° 518/2004 do Ministério da Saúde, com exceção do parâmetro flúor, onde se adotou a legislação específica vigente relativa a fluoretação da água para consumo humano, que é a Portaria 635/Bsb, de 26 de dezembro de 1975 do Ministério da Saúde.

O relatório anual é composto pela média dos resultados do relatório mensal de cada parâmetro, onde, também é informado além do valor permitido, o resultado das análises de água na estação de tratamento (ETA) e na rede de distribuição (residências), sendo este último o resultado escolhido a ser trabalhado nesta pesquisa, por se tratar do resultado da água já tratada que é disponibilizada para população. O resultado para o relatório mensal da SAE é obtido com a média de mais de 300 análises realizadas todos os meses. Assim como o valor permitido para cada parâmetro, o número de análises que devem ser realizadas também é estabelecido pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.

Para melhor manejo e compreensão dos dados, os mesmos foram tabulados no Software Excel 2013 de forma que se pudesse trabalhar com cada parâmetro separadamente facilitando a análise. Portanto, a tabela elaborada para cada parâmetro contém todas as médias de todos os

meses do período de 2005 a 2018. Com os valores mensais, pode-se chegar a um valor de média para cada ano, pormenorizando o resultado em um gráfico que serviu como referência para comparar a média final com os valores permitidos para cada parâmetro. A avaliação da qualidade hídrica consistiu em analisar o quanto o resultado final se aproxima ou se distancia dos valores permitidos, determinando se o tratamento da água cumpre o que está previsto na legislação.

CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Disponibilidade Hídrica

No ciclo hidrológico, a água retorna para a superfície terrestre como precipitação que pode ocorrer em forma de chuva ou neve. Ao atingir a superfície, parte da água é infiltrada nos solos e parte percorre caminhos preferenciais em redes de drenagem nas bacias hidrográficas, até desaguar nos oceanos e ser novamente evaporada, reiniciando o ciclo (GROTZINGER e JORDAN, 2013).

A água infiltrada serve para recarregar os aquíferos e alimentar as nascentes dos rios. Também é absorvida pelas raízes das plantas e através da transpiração a água retorna para a atmosfera em função do calor (processo de evapotranspiração). Quando ocorre o escoamento para as redes de drenagem os cursos d'água tem seu volume aumentado temporariamente (CARVALHO, 2008).

Nos dois casos, a vazão da água nos canais fluviais está relacionada ao evento climático pluviométrico que é a chuva, ou seja, existe uma dependência deste fator para manutenção dos rios. A vazão é o volume de água que passa numa determinada seção do rio por unidade de tempo, a qual é determinada pelas variáveis de profundidade, largura e velocidade do fluxo, e é expressa comumente no sistema internacional (SI) de medidas em m³/s (CARVALHO, 2008). Pode ser entendida como descarga da água no ciclo hidrológico.

Se houver um desequilíbrio entre ambos, onde o valor de carga seja menor que o de descarga o nível fluvial tende a cair e pode ocorrer deficiência hídrica. Quando acontece o inverso e, o valor de carga é muito superior ao de descarga, o resultado é um excedente hídrico. O ciclo hidrológico, conforme apontado por Calheiros e Silva (2014, pág. 87):

É um ciclo fechado quando considerado de forma global, o que significa que a quantidade de água se mantém constante no planeta. Entretanto, regionalmente podem ocorrer mudanças na disponibilidade de água, devido a mudanças nos diferentes processos. [...] Em alguns locais essas mudanças podem provocar aumento de precipitação, acompanhadas de maiores inundações, enquanto que em outros há redução da chuva, tendo como consequência a ocorrência de secas mais severas.

Cerca de 60% da água doce se encontra distribuída em 10 países: Brasil, China, Rússia, Canadá, Indonésia, EUA, Índia, Colômbia, Congo e Zaire. Essa distribuição somada às diferenças de densidade populacional nas regiões do mundo, faz com que haja grandes variações de disponibilidade de água (SAVEH, 2018).

Estudos da Organização das Nações Unidas (ONU) apontam que 10% das pessoas do mundo não tem acesso a uma quantidade mínima de água potável para consumo diário e já

existem problemas de escassez hídrica e riscos de períodos de escassez em grande parte do mundo. Mesmo nos países com abundância em recursos hídricos, esse risco existe, por efeitos climáticos ou por dificuldades logísticas para fornecimento de água (SAVEH, 2018).

No Brasil se encontra 12% de toda água doce disponível no mundo. É uma grande disponibilidade hídrica, porém, se distribui de forma desigual em relação à densidade populacional. Desses 12%, 9,6% se concentra na região Amazônica, restando apenas 2,4% para atender ao restante do país, tornando imprescindível o bom uso e conservação dos recursos hídricos de forma sustentável (TUNDISI e TUNDISI, 2011).

Os suprimentos de água doce, a distribuição populacional e as demandas per capita também são desproporcionais no país. O aumento da população e a aceleração da economia aumentam os usos múltiplos da água. Além disso, as demandas por uso doméstico tendem a aumentar em função da urbanização, reduzindo ainda mais a disponibilidade hídrica.

Os usos da água podem ser consuntivos, quando a retiram de sua fonte natural reduzindo sua disponibilidade, ou não consuntivos, quando o uso não altera a quantidade disponível. Entre os usos consuntivos está o abastecimento doméstico, atividades industriais e de irrigação. E, como uso não consuntivos, temos a geração de energia, a recreação e a navegação (TUNDISI e TUNDISI, 2011).

A Organização das Nações Unidas (ONU) recomenda que cada pessoa consuma 110 litros de água por dia para que possa realizar sua higiene pessoal, como tomar banho, escovar os dentes, lavar as mãos e para outras atividades como cozinhar. Na Europa, o consumo de água diário de cada pessoa é de 150 litros, enquanto que na Índia esse consumo é de apenas 25 litros. No Brasil, segundo estudos realizados pela Agência Nacional das Águas (ANA), cada pessoa consome por dia, 160 litros de água para suas necessidades básicas.

De acordo com Richter (2015, p. 59):

O uso urbano de água (com finalidade doméstica, comercial e industrial), apesar de ser responsável por uma parte pequena do consumo total de água na maioria dos lugares com dificuldade hídrica, costuma crescer muito mais depressa do que o uso agrícola. A necessidade de mais água em cidades e indústrias conflita com a realidade de a agricultura já estar utilizando consuntivamente a maior parte da oferta de água renovável.

Entre as atividades humanas que consomem água, os três grandes setores que se destacam são: a agricultura que corresponde por cerca de 70% da água consumida globalmente, a indústria, que consome 22% e, o consumo doméstico, responsável por 8% (CALHEIROS; SILVA, 2014). A disponibilidade hídrica para abastecimento público depende da relação entre oferta e demanda hídrica de um determinado local. Informação essa, que pode ser obtida após

realização de um balanço hídrico, juntamente com aquisição de dados referentes ao consumo da população.

Recentemente, para enfrentar os problemas relacionados a disponibilidade hídrica, e buscando uma forma de solucioná-los, foi necessário que o Estado adotasse algumas medidas de proteção ambiental visando a preservação dos recursos hídricos. Assim, a disponibilidade, irá depender além dos fatores climáticos, do cumprimento da legislação e de uma gestão eficiente do uso das águas.

De acordo com Ribeiro (1975, p. 14):

A necessidade de expansão dos serviços gerada pela pressão demográfica, provocou um avanço técnico global no setor do abastecimento de água, visando melhor qualidade da água e eficiência econômica e administrativa dos serviços públicos responsáveis pela oferta de água potável.

A legislação nacional específica para proteção dos recursos hídricos foi criada em 1997. Foi sancionada em 8 de janeiro a Lei 9.433 que define a Política Nacional dos Recursos Hídricos. Juntamente com a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. É um marco importante para a ordenação territorial e requer mudanças na administração pública, estabelecendo parcerias e descentralização da gestão (TUNDISI; TUNDISI, 2011). A partir deste momento, o país passa a dispor de um instrumento que deverá garantir a disponibilidade de água em condições adequadas para as futuras gerações (BRASIL, 1997).

O objetivo da Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) é de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável, a prevenção e a defesa contra eventos críticos, de origem natural ou decorrentes do uso integrado dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

A Política Nacional dos Recursos Hídricos PNRH se baseia nos seguintes fundamentos: a água é um bem de domínio público; a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos hídricos e, a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e da comunidade. (BRASIL, 1997).

Os instrumentos para a implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos são os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelos usos de recursos hídricos; a compensação a municípios e, o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Entre os objetivos a serem cumpridos pelo Sistema Nacional de Gerenciamentos dos Recursos Hídricos está a coordenação da gestão integrada das águas; arbitrar administrativamente os conflitos ligados ao uso da água; implementar a Política Nacional dos Recursos Hídricos; planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; e promover a cobrança pelo uso da água.

O Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos é integrado pela Agência Nacional das Águas (ANA), pelos Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal, pelos comitês de bacia hidrográfica, pelos órgãos de governo cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos e, pelas agências de água (TUNDISI e TUNDISI, 2011).

Os comitês de bacias hidrográficas são responsáveis por realizarem a gestão das águas de todas as regiões hidrográficas do país atuando em diversas escalas. A escala de atuação da gestão não se restringe a um limite específico de abrangência e pode variar em função do tamanho de determinadas bacias, já que os limites físicos das mesmas não coincidem com os limites municipais e estaduais.

Um Comitê de Bacia Hidrográfica tem por finalidade promover o gerenciamento participativo e democrático dos recursos hídricos, visando o melhor uso possível da água. É composto por representantes da União; dos Estados e do Distrito Federal, cujos territórios se situem, ainda que em parte, em suas respectivas áreas de atuação; dos Municípios; dos Usuários das águas em sua área de atuação; e das entidades civis com atuação comprovada na bacia (CBH PARANAÍBA, 2019).

Uma das agências mais importantes para a implementação da PNRH, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e com autonomia administrativa e financeira, é a Agência Nacional das Águas (ANA). Foi criada em 17 de julho de 2000 pela Lei 9.984 sendo um importante instrumento para disciplinar a utilização dos rios, controlando a poluição e o desperdício para garantir disponibilidade de água futuramente. Sua forma de operação é se articular com os órgãos e entidades (públicas ou privadas) que integram o Sistema Nacional de

Recursos Hídricos. É responsável pelos instrumentos técnicos e de regulação, pelos instrumentos institucionais, por projetos indutores e pelos convênios de integração com Estados e agências de bacia para gestão integrada de recursos hídricos.

Além dos fatores legais administrativos, a disponibilidade hídrica depende também de fatores naturais climáticos responsáveis pela oferta hídrica que promove a recarga dos reservatórios. No ciclo hidrológico a água pode ser encontrada na atmosfera, na superfície e nas reservas subterrâneas e, sua distribuição está sujeita às suas variações climáticas (como precipitações e secas intensas) de modo que haja maior disponibilidade hídrica em alguns locais do que em outros (RICHTER, 2015).

Além disso, algumas atividades antrópicas também estão contribuindo para alterar a disponibilidade hídrica como o aumento populacional nas cidades e consequente aumento da demanda para uso doméstico; uso na agricultura; na mineração; na produção industrial e na geração de energia. E embora no mundo todo existam regras para compartilhamento, a falta de água tem como causa uma implementação ineficaz e a desobediência social às regras existentes (RICHTER, 2015).

De acordo com o guia do profissional em treinamento do Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental, NUCASE (2007, p. 15):

A água se mantém em constante movimento. Ela evapora, precipita e constitui corpos d'água superficiais ou infiltra no solo. A natureza mantém um equilíbrio desse processo fazendo com que exista a quantidade de água necessária no subsolo, em forma de vapor na atmosfera ou compondo geleiras, rios, lagos e represas. Porém, a ação humana tem interferido nesse equilíbrio.

Um dos problemas que interferem na disponibilidade hídrica está relacionado com a urbanização, pela mudança que promove nos sistemas que retêm água do ciclo hidrológico. A pavimentação prejudica a infiltração de água no solo e, conseqüentemente, a recarga dos reservatórios. Essa alteração na drenagem traz sérias conseqüências e produz problemas para a saúde humana como a veiculação de doenças hídricas durante as enchentes, por exemplo.

Existe ainda, uma falta de conhecimento das populações em relação aos problemas hídricos, suas causas e conseqüências, que acabam limitando ações que poderiam, de certa forma, evita-los. Richter (2015, p. 420) afirma que:

Para dar poder às comunidades de usuários locais da água, é preciso superar o analfabetismo hídrico generalizado. A realidade nua e crua é que a maioria dos que estão vivos hoje não são capazes de esboçar o ciclo global da água, não sabem como nem por quem as fontes de água de que dependem são utilizadas e não sabem sequer de onde vem sua água. Sem esse conhecimento, não tem condições de contribuir, de

nenhum modo significativo e produtivo, para uma democracia hídrica centrada no cidadão.

Sanar este problema, seria, a princípio, uma forma de trilhar por um caminho seguro, onde possamos encontrar possibilidades de assegurar disponibilidade hídrica suficiente para nossas necessidades atuais e futuras, com a devida qualidade, que caso não seja mantida se tornará um fator limitante dessa disponibilidade. Devemos compreender que a qualidade hídrica é tão importante quanto a disponibilidade e, se necessitamos de água em abundância, também necessitamos que esta seja com qualidade, com todos os quesitos básicos dentro de um padrão mínimo aceitável para sua utilização

1.2 Qualidade Hídrica

Para garantir a saúde e a sobrevivência dos seres humanos, das demais espécies e de ecossistemas é de extrema importância a manutenção da qualidade da água. A qualidade da água pode ser definida, segundo Bittencourt e Silva de Paula (2014), como resultado das condições naturais e das atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica ou num trecho do rio em estudo e, mantê-la dentro dos limites naturais é essencial para a conservação da diversidade e abundância das comunidades de organismos vivos.

Um parâmetro importante para avaliar a qualidade da água utilizada para consumo humano é a potabilidade. Ribeiro (1975, p. 10), ressalta essa importância afirmando que: A água, como recurso natural tem na sua potabilização uma das principais finalidades. No ambiente não existe água pura. Entende-se por água pura aquela que é constituída exclusivamente por moléculas formadas de hidrogênio e oxigênio. As impurezas presentes nas águas lhes conferem suas características (CALHEIROS; SILVA, pág. 103,2014).

Para avaliar a qualidade da água foi criado nos EUA, em 1970, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) pela National Sanitation Foundation, posteriormente adaptado pela Companhia de Tecnologia Ambiental (CETESB) sendo hoje o principal índice de qualidade no país, utilizado por diversos institutos e universidades. Esse índice avalia a qualidade da água para abastecimento público e a maioria de seus parâmetros são indicadores de contaminação (BITTENCOURT; SILVA DE PAULA, 2014).

No Brasil, a portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A potabilidade não é exigida para todo tipo de atividade, a menos que seja para consumo humano, indústria alimentar e de bebidas e, análises clínicas

laboratoriais. Para indústrias de outros segmentos, caldeiras a vapor, curtumes e explosivos não é exigida a potabilidade, mas deve-se obedecer às normas específicas para a atividade.

Para metalúrgicas e águas para arrefecimento não é necessário potabilidade ou normas específicas, mas deve oferecer qualidade suficiente para garantir a saúde dos operários, higiene e conservação dos equipamentos. Para a navegação e geração de energia não há exigência de qualidade. Na agricultura, a exigência é que a qualidade seja suficiente para garantir a saúde do trabalhador e do consumidor dos produtos e, esse requisito varia de acordo com o tipo de cultura, de solo (permeabilidade e drenagem), de clima e sistema de irrigação utilizado (BRASIL, 2011).

Para recreação, a água não pode conter metais pesados ou organismos patogênicos. Para manutenção da vida aquática e pesca a água não deve conter metais pesados, oxigênio dissolvido é obrigatório, os sólidos suspensos devem estar sob controle, assim como a quantidade de amônia, nitritos e fosfatos. Esse controle de qualidade da água não é estabelecido somente pelo Ministério da Saúde, outros órgãos governamentais também se encarregam da função (BRASIL, 2011).

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Essa resolução divide as águas do território nacional em águas doces (com salinidade menor que 0,5%), águas salobras (salinidade maior que 0,5% e menor que 30%) e águas salinas (salinidade maior que 30%) (BRASIL, 2005).

Novamente, de acordo com o uso a que se destina, foram criadas as classes: especial, 1, 2, 3 e 4 para as águas superficiais brasileiras. Cada classe corresponde a um nível de qualidade que deve ser mantido nos corpos d'água, definindo novos padrões de qualidade para cada tipo de água. Para as águas doces se estabeleceu a seguinte classificação:

Classe Especial são águas destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Classe 1- águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme resolução CONAMA nº 274/2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se

desenvolvam rentes ao solo e que sejam e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

Classe 2 – águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho conforme resolução do CONAMA 274/2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer com o qual o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.

Classe 3 – águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) dessedentação de animais.

Classe 4 – águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

De acordo com essa resolução, o ideal é que o corpo hídrico de onde se retira água para abastecimento da população se enquadre nas Classes 2 e 3, para posterior tratamento convencional ou avançado em que se exige a potabilidade como resultado final. A água que chega aos consumidores deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação e os responsáveis pelo serviço de abastecimento devem manter um controle de eficiência do processo de tratamento (NUCASE, 2007).

A água bruta (que ainda não passou por tratamento) destinada ao Abastecimento Público, é avaliada pelo Índice de Qualidade da Água Bruta (IAP) que é composto por três grupos de parâmetros:

- Índice de Qualidade das Águas (IQA) – avalia a temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez;
- Parâmetros que avaliam a presença de substâncias tóxicas – teste de mutagenicidade, potencial de formação de trihalometanos, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel;
- Parâmetros que afetam a qualidade organoléptica da água – fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco.

Até certa concentração, as impurezas encontradas na água não são prejudiciais para a saúde. Acima dessa concentração a água é considerada poluída e fator de contaminação. Para atender as necessidades humanas e ambientais, é necessário que a água apresente algumas características qualitativas e, as exigências em relação à sua pureza variam conforme o uso a que se destina. De acordo com o índice de Qualidade das Águas (IQA), a água deve ser avaliada por nove parâmetros que irão definir sua qualidade.

Os componentes presentes na água que alteram seu grau de pureza são classificados de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas. Algumas dessas características foram definidas como parâmetros para a qualidade da água. Os parâmetros microbiológicos de potabilidade da água para consumo humano foram definidos legalmente em 2004 pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 (NUCASA, 2007).

Os parâmetros físicos verificam a cor, turbidez, sabor, odor e a temperatura da água. Os parâmetros químicos verificam o pH da água, alcalinidade, acidez, presença de metais, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, micropoluentes orgânicos e não orgânicos. Já, os parâmetros biológicos verificam a presença de organismos patogênicos (TUNDISI; TUNDISI, 2011).

Conforme listados por Bittencourt e Silva de Paula (2014) os nove parâmetros que irão avaliar a qualidade da água conforme estabelecido no IQA, são os seguintes:

- Oxigênio dissolvido (OD) - proveniente da dissolução do oxigênio atmosférico, naturalmente ou não e, da liberação por alguns microrganismos vivos (algas e bactérias). Quando o balanço de OD permanece negativo por muito tempo pode tornar o corpo d'água anaeróbio (ausência de oxigênio) causando odores, crescimento de outras bactérias e a morte de peixes e demais seres aquáticos aeróbios;
- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) – quantidade de oxigênio que é preciso para oxidar a matéria orgânica presente na água por meio da decomposição microbiana aeróbia. A quantidade de oxigênio consumido durante cinco dias a uma temperatura de 20 °C é a DBO_{5,20}. Seus altos valores são geralmente provocados por lançamentos de cargas orgânicas e pode causar a diminuição do oxigênio dissolvido na água, ocasionando a mortandade de peixes e outros organismos aquáticos.
- Nitrogênio total – pode ocorrer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Os nitratos são tóxicos aos seres humanos e, em altas concentrações, causa uma doença chamada metahemoglobina infantil, que é letal para as crianças. Seus compostos

são nutrientes nos processos biológicos e, junto com outros nutrientes (como o fósforo) podem provocar a eutrofização (por crescimento excessivo de algas) prejudicando assim, o abastecimento público. É proveniente principalmente de atividades industriais e lançamentos de esgotos sanitários.

- Fósforo total (PT) – sua presença é proveniente da dissolução de compostos do solo, despejos domésticos ou industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes.
- Coliformes fecais (COLI. F) – as bactérias desse grupo são utilizadas como indicador biológico. A presença do grupo coliforme indica a contaminação da água por fezes humanas ou animais.
- Potencial hidrogeniônico (pH) – o metabolismo de diversas espécies aquáticas é afetado pelo pH. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, para a proteção da vida aquática, o pH deve estar entre 6 e 9.
- Temperatura da água – irá influenciar nos parâmetros físico-químicos da água como tensão superficial e viscosidade. Afeta o crescimento e reprodução de organismos aquáticos quando se encontra acima de seus níveis de tolerância térmica. O lançamento de efluentes com altas temperaturas podem causar impactos significativos nos corpos d'água.
- Resíduo total – matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura. A deposição de resíduos sólidos pode causar problemas como assoreamento dos rios, dificultar a navegação, aumentar o risco de enchente e prejudicar a vida aquática.
- Turbidez – indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Isso ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, algas, detritos, etc.). Algumas fontes que elevam a turbidez da água são atividades de mineração, lançamento de esgotos e de efluentes industriais.

As informações sobre os parâmetros de avaliação da água, e sua classificação para cada tipo de uso, são uma referência importante para definições de qualidade quando se estuda os recursos hídricos dos municípios para fins de abastecimento doméstico. A verificação da qualidade hídrica é uma necessidade, pois, caso não atenda aos padrões estabelecidos, torna-se um fator limitante e determinante para a disponibilidade do abastecimento.

Bittencourt e Silva de Paula (2014, p.54) afirmam que:

A qualidade das águas, definida como condição natural, é resultado de certas alterações na bacia, tais como: escoamento superficial, infiltração do solo,

contribuições das precipitações atmosféricas, em que são incorporados sólidos em suspensão (partículas do solo) ou dissolvidos (os íons dissolvidos da rocha), além das contribuições das matas e florestas que, em contato com o solo e com a água, podem produzir ácidos húmicos devido à sua decomposição.

E existem ainda, fatores de interferência antrópica que alteram a qualidade da água, atividades como a agricultura, uso urbano, silvicultura, geração de energia elétrica e estocagem de água, mineração e indústria. A água também pode sofrer contaminação decorrente de desmatamento de florestas, poluição com agrotóxicos, erosão e sedimentação, efeito estufa, acidificação (por chuva ácida), presença de microrganismos patogênicos, salinidade, distúrbios biológicos e eutrofização.

A qualidade da água bruta dos mananciais pode ser classificada nos níveis excelente, bom, médio, ruim ou muito ruim, respectivamente pelas cores azul, verde, amarelo, laranja e vermelho, conforme Quadro 1. A água destinada ao abastecimento doméstico deve ser isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde, isenta de organismos prejudiciais à saúde, adequada para serviços domésticos, ter baixa agressividade e dureza e, ser esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor, e ausência de microrganismos).

Quadro 1: Classificação do índice de Qualidade das Águas

Valor do IQA	Classes	Significado
90 < IQA = 100	EXCELENTE	Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público.
70 < IQA = 90	BOM	
50 < IQA = 70	MÉDIO	
25 < IQA = 50	RUIM	Águas impróprias para tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados.
IQA = 25	MUITO RUIM	

Fonte: IGAM, 2019

Após realizar o tratamento convencional, compete ao município passar informações à população sobre a qualidade da água, de acordo com o decreto 5.440/2005, que regulamenta as informações que devem ser dadas aos consumidores. Assim como também deve informar sobre a detecção de qualquer anomalia operacional ou no sistema, ou, não – conformidade na qualidade da água tratada, identificada como risco à saúde (NUCASE, 2007).

Algumas informações sobre os parâmetros de qualidade são apresentadas na conta de água, fornecidas pelas estações de tratamento dos municípios. Os parâmetros informados são

referentes a Turbidez, Cor aparente, Cloro residual, Flúor, pH, Ferro total, Alumínio, Manganês, Coliformes total e Coliformes termotolerantes. São informados a unidade do parâmetro, o valor permitido para cada parâmetro (valor de referência), valor mínimo encontrado e valor máximo encontrado, e o período da análise conforme exemplificado na Quadro 2.

Essas informações ainda são complementadas com explicações sobre os parâmetros analisados, como os mesmos podem interferir na qualidade da água e a Portaria do Ministério da Saúde que define esses parâmetros por obrigatoriedade legal.

Quadro 2: Informações sobre parâmetros de qualidade da água após tratamento

Período da Análise: 01/12/2018 a 31/12/2018.				
PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR PERMITIDO	VALOR MÍNIMO ENCONTRADO	VALOR MÁXIMO ENCONTRADO
Turbidez	NTU	Até 1.0	0.10	2.27
Cor aparente	Uh	Até 15.0	0.00	10.00
Cloro residual	mg/L	De 0.50 a 2.0	0.40	1.37
Flúor	mg/L	De 0.60 a 0.80	0.60	0.80
pH		De 6.0 a 9.5	6.00	7.20
Ferro total	mg/L	Até 0,30	0.070	0.070
Alumínio	mg/L	Até 0.20	0.066	0.066
Manganês	mg/L	Até 0.10	0.001	0.001
Coliformes total		Ausência	Ausente	Ausente
Coliformes termotolerantes		Ausência	Ausente	Ausente

Fonte: SAE Ituiutaba/MG, 2019

Org. PENNA, M.C.M. (2019)

As informações que explicam cada parâmetro de qualidade na conta de água são os seguintes:

- Turbidez: parâmetro que indica partículas em suspensão, as quais podem deixar a água turva, alterando a transparência.

- Cor aparente: Resultado das partículas dissolvidas na água, que podem alterar a sua cor.
- Cloro residual livre: quantidade de cloro presente na água sendo responsável por eliminar os microrganismos. Garantindo a potabilidade da água.
- Flúor: adicionado à água para auxiliar na prevenção à carie.
- pH: indica se a água é ácida, neutra ou alcalina.
- Ferro total: A quantidade pode comprometer a qualidade da água, com alterações na cor, odor e sabor.
- Manganês: Em concentrações acima de 0.1mg/litro, o manganês altera a cor, o sabor e a estética da água.
- Alumínio: acima do nível máximo permitido, pode provocar precipitações e sedimentações, com alterações da água distribuída.
- Coliformes totais: parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos.
- Escherichia coli: é considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismo patogênico.

Através desses parâmetros busca-se manter a qualidade da água utilizada para abastecimento público nos municípios que contam com serviços de saneamento básico como tratamento de água e esgoto, amenizando os riscos de contaminação por veiculação hídrica.

CAPÍTULO II: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização e dados populacionais

A área de estudo foi definida a partir de um recorte espacial onde estão localizadas as duas estações de captação de água da Superintendência de Água e Esgoto (SAE), sendo a principal no Ribeirão São Lourenço e, a secundária, no médio curso do Rio Tijuco no Lago da Usina Salto de Moraes, numa extensão de aproximadamente 5 quilômetros da margem do Rio Tijuco até a Estação de Captação do São Lourenço (SAE, 2018).

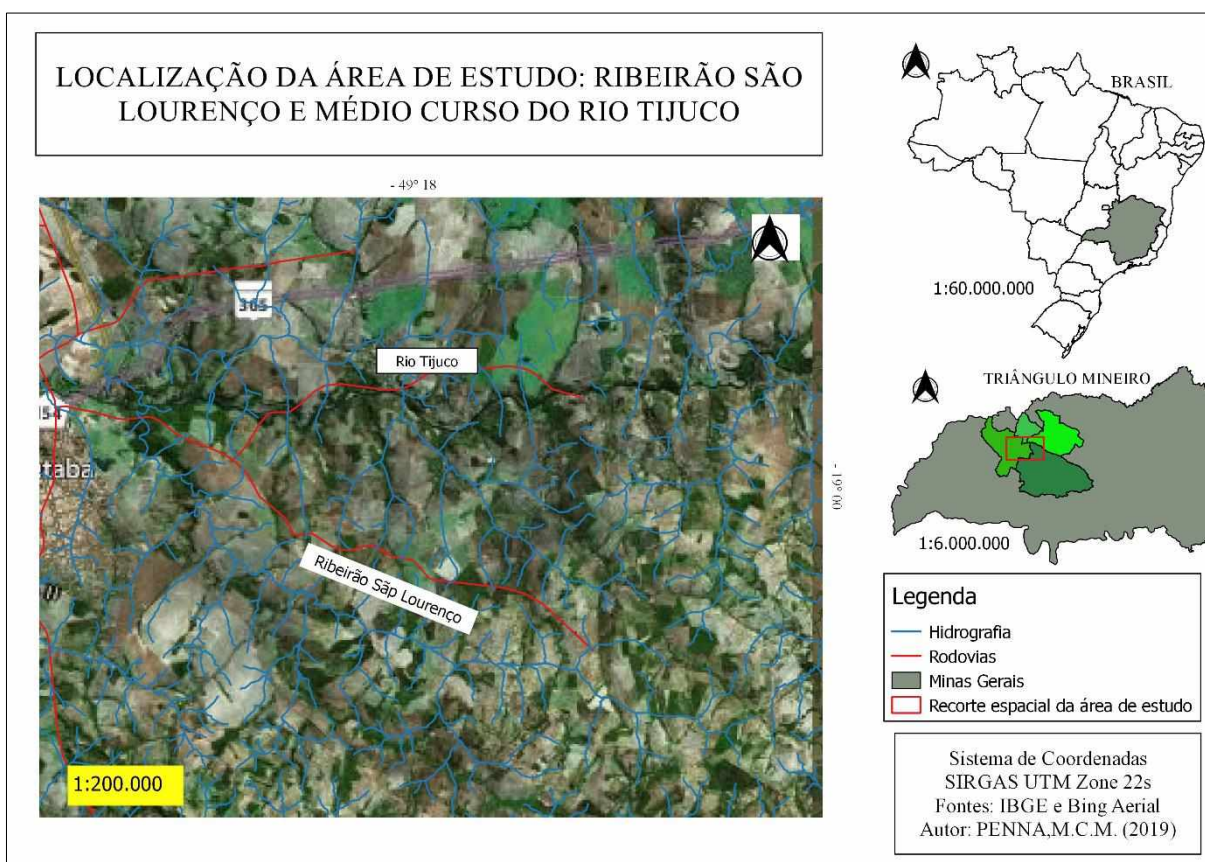
O recorte abrange uma pequena parcela dos municípios limítrofes de Canápolis, Monte Alegre de Minas (em um trecho do médio curso do Rio Tijuco), parte do município de Prata (onde se encontram as nascentes do Ribeirão São Lourenço) e, tem sua maior parte no município de Ituiutaba, que é o município de interesse deste estudo, para avaliação da qualidade e disponibilidade hídrica para abastecimento doméstico (Mapa 1, pág.36).

O município se localiza na porção Oeste da Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, onde o mesmo é sede da Microrregião de Ituiutaba. Possui uma área de 2.598,046 Km² com uma população de 97,171 habitantes em 2010, estimada em 104,067 em 2018 e, densidade demográfica de 37,40 hab/Km² (IBGE, 2010).

Ituiutaba possui uma economia fortemente voltada para as atividades agrícolas, é marcante no município a presença de frigoríficos, laticínios e usinas sucroalcooleiras (COSTA; SILVA, 2016). Destaca-se então, a importância dos recursos hídricos da área de estudo para tais atividades.

De acordo com os dados do último censo realizado pelo IBGE, o salário médio mensal dos trabalhadores formais é de 2,2 salários mínimos, o pessoal ocupado é de 22.416 pessoas, o que corresponde a 21,4% da população. O PIB per capita do município em 2016 era de R\$ 27.602,09. Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) é 0,739, e taxa de mortalidade infantil é de 10.43 para 1.000 nascidos vivos. O número de domicílios com esgotamento sanitário adequado corresponde a 94,3%,

Mapa 1: Localização da área de estudo



Na divisão hidrográfica nacional, instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, que estabelece as doze regiões hidrográficas brasileiras, o município de Ituiutaba está localizado na bacia do Paraná (Mapa 2, pág.37). De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA), o critério de divisão das regiões visa orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos em todo o país. E ainda define que, regiões hidrográficas são bacias, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas próximas, com características naturais, sociais e econômicas similares.

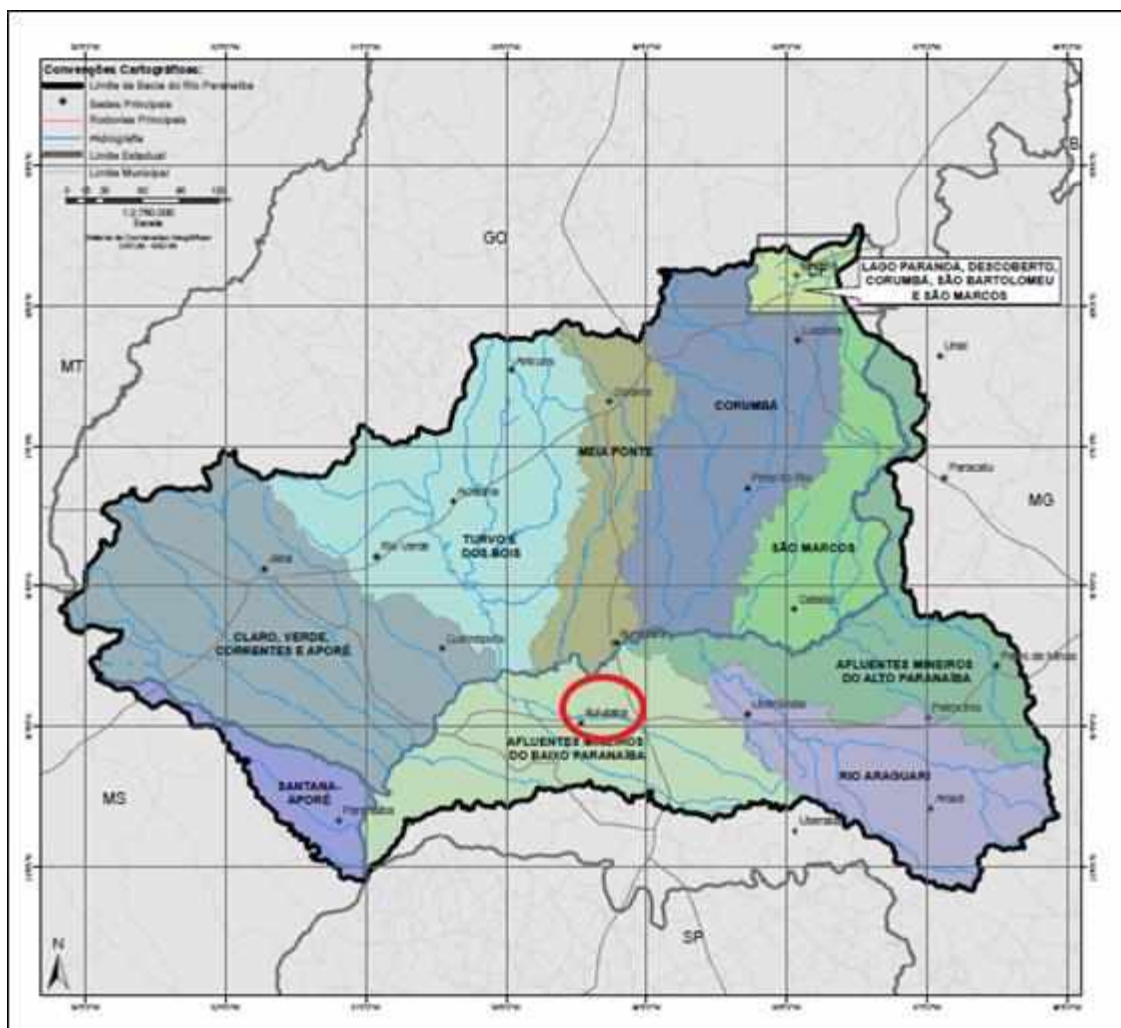
Essa região hidrográfica abrange 10% do território nacional ocupando uma área de 879.860 Km² nos estados de São Paulo (25%), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás, Santa Catarina (1,5%) e Distrito Federal (0,5%). Sendo a região mais populosa e com maior desenvolvimento econômico do país, demanda por mais recursos hídricos, principalmente para o uso industrial.

Mapa 2: Localização da região hidrográfica em que o município de Ituiutaba se insere



Mais precisamente, na região hidrográfica do Paraná, o município de Ituiutaba, está inserido na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba (Mapa 3, pág. 38), cujos recursos hídricos são, em parte gerenciados pelo Comitê de Bacia Hidrográfica PN3. Esse comitê cuida especificamente da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba, em uma área de 26.894 Km², que corresponde a 30,07% do território da bacia do Rio Paranaíba. É uma área com 21 municípios, dos quais, 13 tem sua sede na própria bacia.

Mapa 3: Localização do município na Unidade de Planejamento PN3



Deve-se ressaltar a importância da localização da área de estudo ao destacar que, estando inserida em uma bacia hidrográfica, todos os processos que envolvem recarga e descarga de água das bacias hidrográficas devem ser considerados. Como apontado por Calheiros e Silva (2014) é na bacia hidrográfica que ocorre o balanço de água no solo, separando a quantidade de água que irá se infiltrar e escoar superficialmente.

Mesmo em um pequeno trecho do médio curso do rio Tijuco, que não abrange toda sua bacia, a área de influência nas proximidades do curso d'água deve ser analisada ao realizar uma avaliação da qualidade e disponibilidade hídrica de um determinado local.

2.2 Aportes do meio físico

De acordo com a classificação de Köppen, Ituiutaba possui características de clima tropical semiúmido, sendo os meses chuvosos coincidentes com as estações primavera e verão, e o período seco coincidente com o outono e inverno. Classificado como Aw, o clima é megatérmico, com verão chuvoso e inverno seco. As temperaturas variam de 14°C no mês de junho, a 31°C no mês de dezembro (COSTA; SILVA, 2016). A classificação de Köppen também aponta que as regiões mais atingidas pela erosão são caracterizadas por esse tipo de clima.

Em estudo climático realizado por Prado e Souza (2010), os índices pluviométricos apontam que os municípios de Ituiutaba e Prata estão entre os que possuem maior acumulo pluviométrico da região do Triângulo Mineiro nos anos de 2002 a 2008. Isso alerta para o risco de erosão hídrica em áreas com solo exposto, pois, o processo erosivo se inicia com o impacto das gotas de chuva no chão, desagregando as partículas de solos que se encontram sem qualquer tipo de cobertura (CALHEIROS; SILVA, 2014).

As nascentes do Ribeirão São Lourenço se localizam no município de Prata a uma altitude em torno de 750 metros (como pode ser observado no Mapa 4) e, o curso principal drena no sentido SE – NW, com desembocadura no médio curso do Rio Tijuco a uma altitude de 500 metros. O Rio Tijuco drena no sentido E – W, atravessando os municípios de Monte Alegre de Minas, Canápolis e Ituiutaba a altitudes entre 460 e 500 metros, dentro do recorte espacial delimitado para área de estudo (Mapa 4, pág. 34).

As bacias hidrográficas apresentam um padrão de drenagem que consiste nas formas desenvolvidas pelos cursos d'água com base no comportamento da drenagem em relação ao substrato rochoso e a morfologia dos canais (GROTZINGER e JORDAN, 2013). Na área de estudo os cursos d'água se identificam com um padrão de drenagem dendrítico, com base na classificação proposta por Christofolletti (1980). Esse padrão se caracteriza pela ramificação semelhante aos galhos de uma árvore, é típico de terrenos onde o substrato rochoso é uniforme, como os de rochas sedimentares com acabamento horizontal, característico da região.

Ainda, seguindo a caracterização proposta por Christofolletti (1980), os tipos de canais observados neste recorte espacial, são do tipo retilíneo e meandrante. Sendo os retilíneos

aqueles cujo o curso não se desviam significativamente de sua trajetória em direção a foz. E, os meandantes, possuem curvas sinuosas, largas, harmoniosas e semelhantes entre si [...]". Comumente ocorre escavação na margem côncava e deposição na margem convexa, este processo configura a sinuosidade do canal (COSTA; SILVA, 2016).

A litologia da área em que o recorte espacial deste estudo se insere é descrita por Baccaro e Santos (2014) como representada pelas rochas sedimentares, sobretudo do Grupo Bauru, Formações Marília, Adamantina e Uberaba, e Grupo São Bento, Formação Serra Geral e Arenito Botucatu. Em alguns trechos do médio curso do ribeirão São Lourenço é possível encontrar afloramentos de basalto, rocha ígnea da Formação Serra Geral (Figura 01).

Figura 01: Afloramento de basalto da formação Serra Geral na margem do Ribeirão São Lourenço



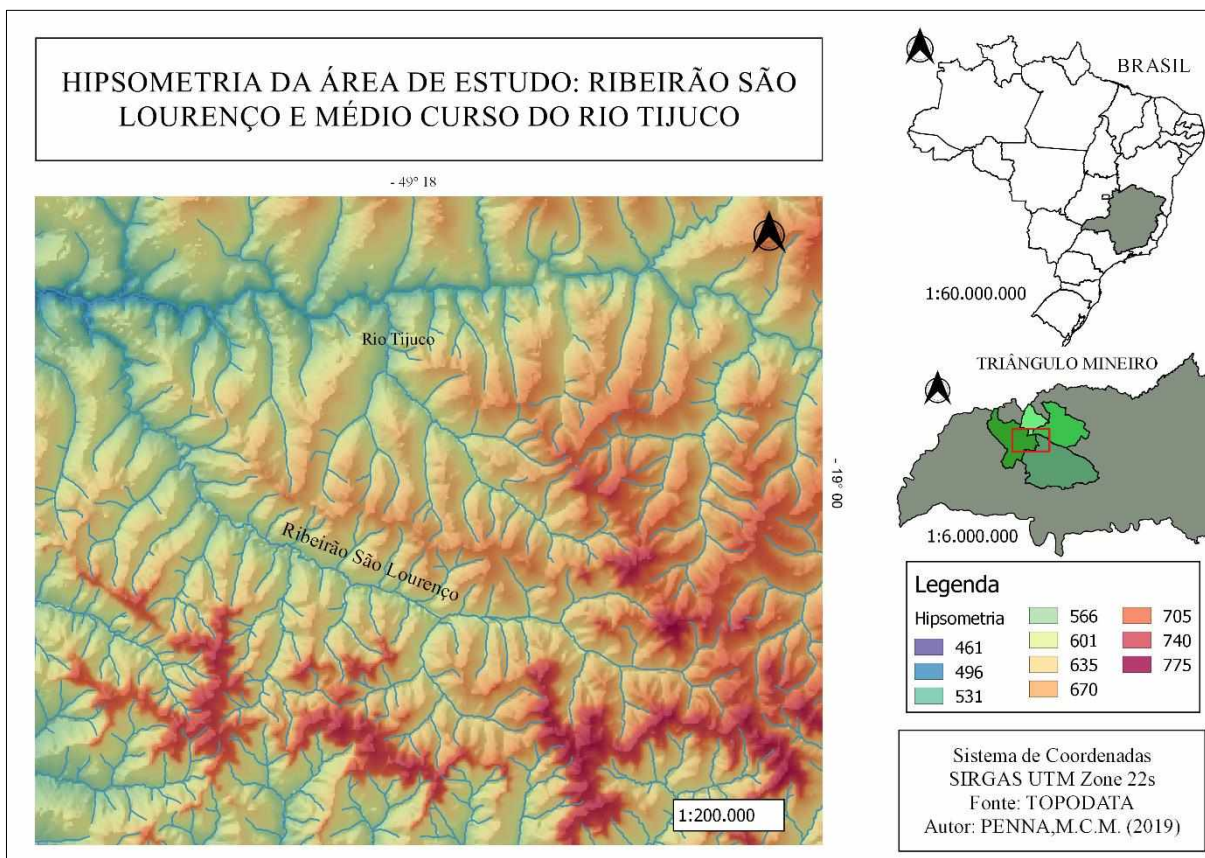
Fonte: Trabalho de campo (2018)

O recorte também se insere, conforme descrito por AB'SABER (1971), nos "Domínios dos Chapadões Tropicais do Brasil Central" ou nos "Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná", de acordo com o RADAM (1983).

Para Baccaro e Santos (2014), a paisagem se configura sob influência das características climáticas da região, assim ocorre a dissecação do relevo incidindo na drenagem e os processos erosivos fazem o retrabalhamento das vertentes. Para os autores, as alternâncias entre clima úmido e seco favoreceram o rebaixamento do relevo sendo algumas áreas mais resistentes ao processo erosivo. Tais feições, que se conservaram, são os chamados relevos residuais.

As altitudes da área de estudo estão representadas no Mapa 4, variando entre 461 metros nas partes mais baixas do terreno (fundos de vale e áreas de várzea) e 775 metros nas partes mais altas (áreas de topo, divisores de água). Pela variação e distanciamento entre as cotas altimétricas se percebe a declividade do relevo, muito relevante para escolha das atividades a serem desenvolvidas e para avaliação do risco de processos erosivos fluviais e pluviais.

Mapa 4: Hipsometria do Ribeirão São Lourenço e médio curso do Rio Tijuco



Em relação a declividade do terreno, na área de estudo foram encontradas cinco classes de declividade que variam de 0 a 22,4%, representadas por cores, conforme ilustra a legenda do Mapa 5 (pág. 42). A cor vermelha, que representa declividade entre 17,1% e 22,4% pode ser observada em algumas poucas áreas de topo ao Sudeste e, a Sudoeste, em maior concentração. Também se observa em vários trechos do médio curso do Rio Tijuco e no baixo curso do Ribeirão São Lourenço, próximo a foz.

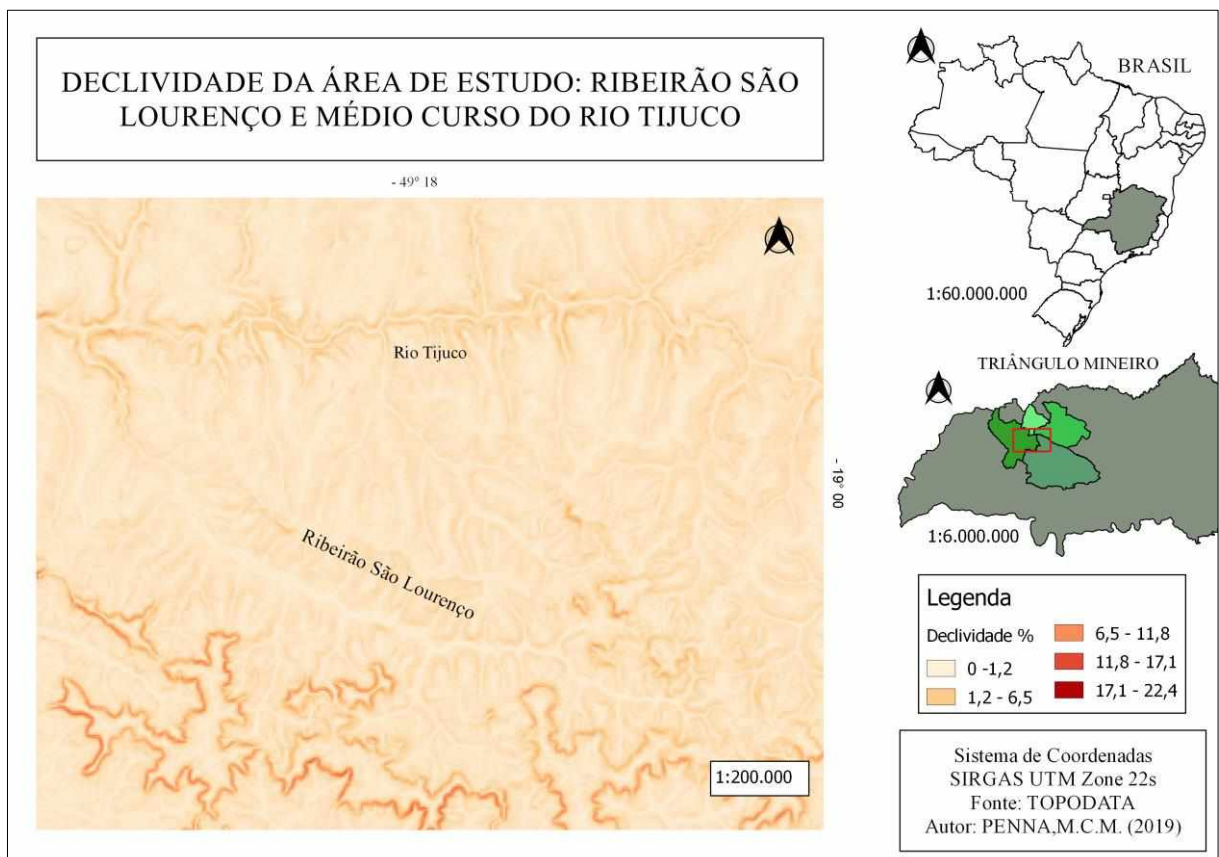
Nos mesmos locais também ocorre declividade entre 11,8% e 17,1% representada pela cor vermelho claro, de modo que, as maiores declividades se apresentam em quantidade menor na área de estudo. No domínio das vertentes, a declividade está entre 6,5% e 11,8%,

representada pela cor laranja, em proximidade com um tom mais claro da cor laranja, onde a declividade está entre 1,2% e 6,5%, reduzindo gradativamente.

A pedogênese é favorável nestes locais pelo fato de haver maior infiltração de água que resulta em intemperismo químico no material rochoso. Na cor amarelo claro, mais evidente e em maior predominância no mapa, a declividade está entre 0 e 1,2%, nos fundos de vale, entre os cursos d'água.

Quanto maior for a infiltração de água no solo, maior será recarga de água para os aquíferos. Isso depende não apenas da permeabilidade dos materiais de subsuperfície, mas também da baixa declividade do terreno, pois, apenas uma parte do volume de água das chuvas consegue atingir a superfície dos terrenos e dar início a infiltração (ALVARENGA; BARISON; DIAS PONS, 2014).

Mapa 5: Declividade do Ribeirão São Lourenço e médio curso do Rio Tijuco



Voçorocas podem ocorrer tanto em terrenos suavemente ondulados como nos mais íngremes, a topografia terá influência na velocidade de formação e desenvolvimento em locais que apresentam maior densidade de drenagem. Somado a isso, algumas atividades antrópicas

podem dar início ao processo erosivo, como por exemplo, a abertura de valetas de forma inadequada (perpendicular às curvas de nível), com a finalidade de proteger culturas.

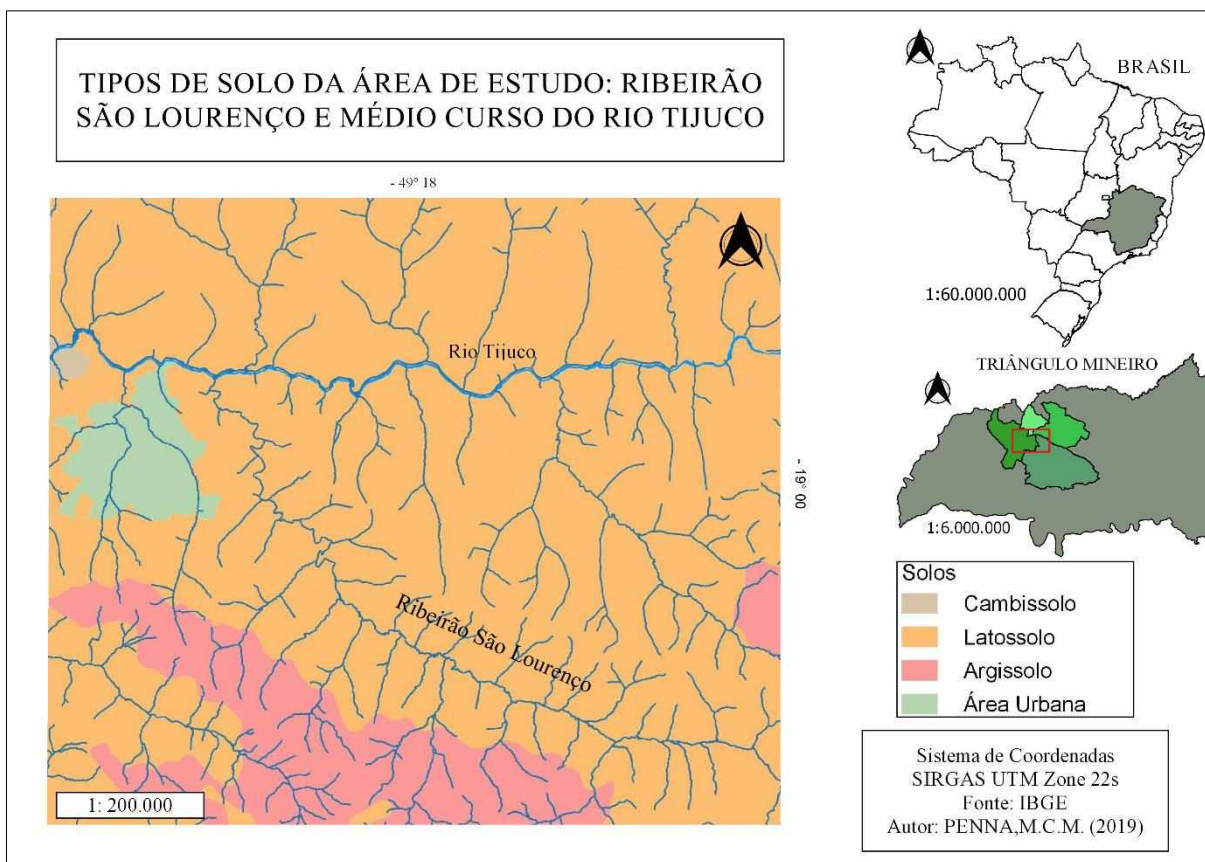
Como no mapa a maior parte da área de estudo a declividade está entre 0 e 6,5%, o terreno se apresenta pouco acidentado e favorável para infiltração de água da chuva (promovendo a formação de solo) e para práticas agrícolas, desde que, sejam respeitados os limites das áreas de preservação permanente (APPs) dos cursos d'água. A negligência com práticas adequadas de manejo, que não respeitem a declividade da área, pode causar impactos negativos como a erosão do solo e por consequência transportar sedimentos em excesso para o leito dos rios alterando a qualidade da água, ou até provocando assoreamento dos canais.

Outro atributo físico muito importante para a caracterização da área de estudo é o solo. O mapeamento realizado permite conhecer os tipos de solo bem como seus possíveis usos e tem por finalidade a prevenção de futuros impactos negativos como assoreamentos, voçorocamento das encostas e perda de nutrientes. Os três tipos de solo encontrados na área de estudo estão representados no Mapa 6 (pág.44), são Argissolo, Cambissolo e Latossolo. Sendo este último, encontrado em predominância em comparação ao Cambissolo e Argissolo.

Os Latossolos, segundo especificações da Embrapa, são solos minerais, não-hidromórficos, profundos (normalmente superiores a 2 m), horizontes B muito espesso (> 50 cm) com sequência de horizontes A, B e C pouco diferenciados; as cores variam de vermelhas muito escuras a amareladas, geralmente escuras no A, vivas no B e mais claras no C.

Apresentam teor de silte inferior a 20% e argila variando entre 15% e 80%. São solos com alta permeabilidade à água, podendo ser trabalhados em grande amplitude de umidade. Além de profundos, são porosos, bem drenados, bem permeáveis mesmo quando muito argilosos, friáveis e de fácil preparo. Favorecem o armazenamento de água e a preservação deste recurso natural.

Mapa 6: Tipos de solos da área de estudo



Latossolos se situam normalmente em relevo plano a suave-ondulado, com declividade que raramente ultrapassa 7%, o que facilita a mecanização. No Cerrado, ocupam praticamente todas as áreas planas a suave-onduladas, sejam chapadas ou vales. Ocupam ainda as posições de topo até o terço médio das encostas suave-onduladas, típicas das áreas de derrames basálticos e de influência dos arenitos (EMBRAPA, 2019).

Em segundo lugar na ocupação da área de estudo e, coincidindo com os locais de maior declividade do relevo, está presente o Argissolo. Depois dos Latossolos, a ordem de Argissolos é a mais extensa no Brasil, ocupa cerca de 20% do território nacional. O relevo onde esse tipo de solo se situa pode variar de montanhoso a suave ondulado. Quando associado aos Latossolos, costumam se situar em relevo mais declivoso (LEPSCH, 2010).

Compreendem muitos solos intermediários para outras ordens, principalmente dos Latossolos, com os quais muitos ocorrem associados, uma vez que se desenvolvem também em condições de um ambiente tropical úmido. A maior parte é ácida e pobre em nutrientes, por isso, necessita de corretivos e fertilizantes em intensivos de agricultura.

Os Argissolos tendem a ser mais suscetíveis aos processos erosivos devido à relação textural presente nestes solos, que implica em diferenças de infiltração dos horizontes superficiais e subsuperficiais. No entanto, os de texturas mais leves ou textura média e de menor relação textural são mais porosos, possuindo boa permeabilidade, sendo, portanto, menos suscetíveis à erosão (EMBRAPA, 2019).

Por último, com uma ocupação mínima na área de estudo, está o Cambissolo. É um tipo de solo em início de formação, ou embriônico, com poucas características diagnosticadas. Está situado na direção Noroeste da área de estudo, mais próximo a área urbana do município. São pouco profundos e seus perfis mais típicos ocorrem em áreas de relevo acidentado.

Possuem quantidades relativamente elevadas de minerais primários facilmente intemperizáveis, e alguns também apresentam fragmentos de rocha. A pouca espessura do solo, a pedregosidade e a baixa saturação por bases restringem muito a prática da agricultura. Grande parte dos Cambissolos está sob vegetação natural, em áreas montanhosas e de difícil acesso e manejo.

O Latossolo como tipo de solo de maior predominância na área de estudo e a baixa declividade na maior parte do terreno (entre 0 e 6,5%) mostram um aspecto muito positivo e caracterizam a área como um local favorável para a recarga de água e manutenção dos reservatórios que alimentam os mananciais. Com os cuidados de preservação ambiental necessários, essas características podem ser bem aproveitadas para manutenção dos recursos hídricos.

2.3 Uso e ocupação da área de estudo

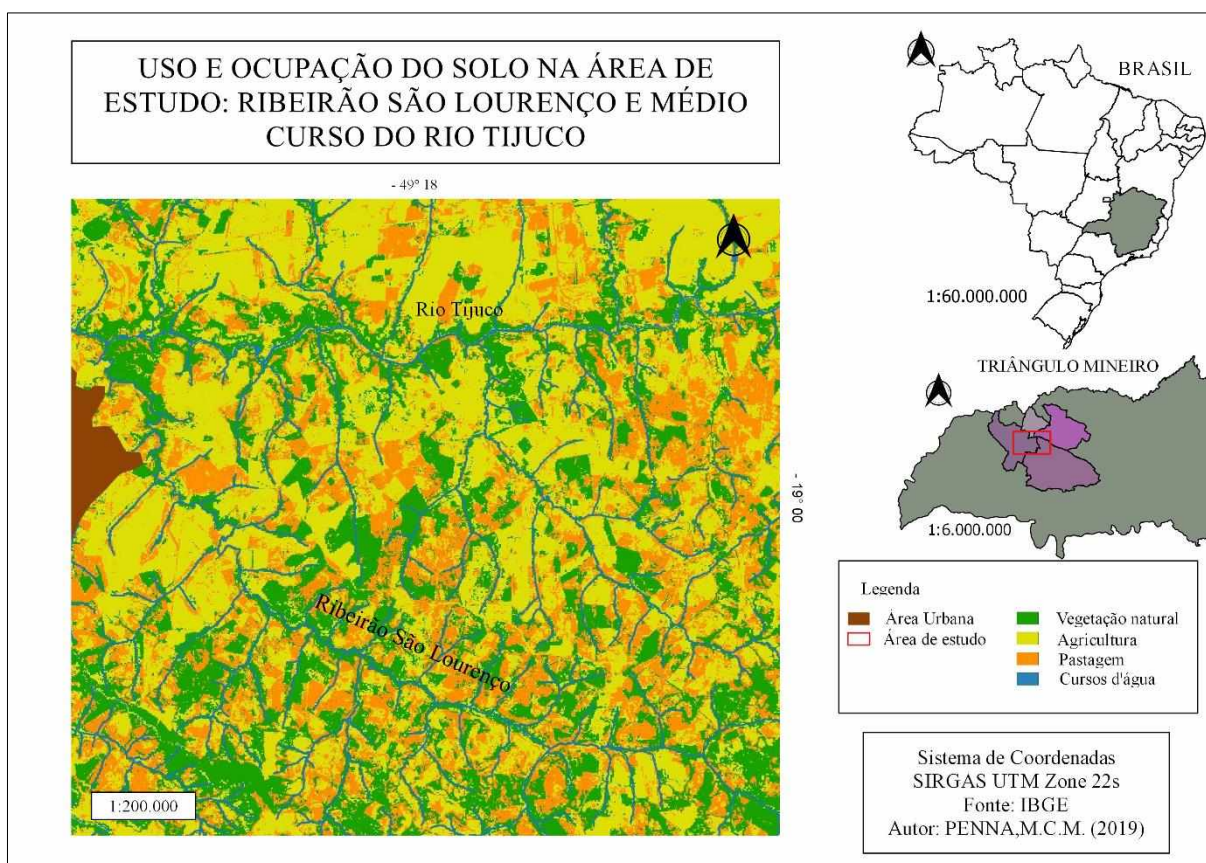
O recorte espacial utilizado para delimitar a área de estudo, que inclui toda a bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço e o médio curso do Rio Tijuco, se insere em uma área que abrange tanto a zona urbana quanto a zona rural e, as atividades de uso e ocupação do solo neste espaço podem trazer consequências nem sempre benéficas ao ambiente. Referente à isso, Calheiros e Silva (2014, pág. 87), explicam que:

Alterações produzidas na superfície da bacia, como a ocupação urbana, atividades de agropecuária e desmatamentos, provocam mudanças nos processos do ciclo, que resultam em modificações na sua

disponibilidade hídrica, tanto em termos de quantidade como em termos de qualidade.

No município estão presentes quatro classes de uso e ocupação do solo: agricultura, vegetação natural, pastagem e cursos d'água (Mapa 7). É notável na área, a predominância do uso para agricultura, já descrito anteriormente como característica marcante na economia do município. Entre os cultivos estão o plantio de cana-de-açúcar (Figura 02, pág. 47) (que se destaca pela presença de usinas sucroalcooleiras no município de Ituiutaba), soja, milho, mandioca e arroz. Os cultivos ocupam 51% da área de estudo e podem representar um risco ao contribuir com o processo erosivo quando a agricultura é praticada com manejo impróprio.

Mapa 7: Uso e ocupação do solo na área de estudo



Seguido do uso para a agricultura, a segunda maior ocupação na área, de 35%, é a vegetação natural de mata/cerrado, representando um aspecto positivo para a área de estudo, mesmo não sendo a maior classe de ocupação. A vegetação natural é importante para preservação dos cursos d'água formando a mata ciliar e também para preservação do solo, ao minimizar o impacto das gotas de chuva e impedir o arraste de materiais. O solo exposto, sem

cobertura vegetal, está vulnerável aos efeitos de processos erosivos e perda de nutrientes. Em registro fotográfico às margens de um trecho do ribeirão São Lourenço a vegetação ciliar está presente, com mata densa e fechada (Figura 03).

Figura 02: Cultivo de cana-de-açúcar próximo ao ribeirão São Lourenço



Fonte: Trabalho de campo (2018)

Figura 03: Vegetação natural às margens do ribeirão São Lourenço



Fonte: Trabalho de campo (2018)

A terceira ocupação, de 11%, é o uso para pastagem destinado às atividades pecuárias (criação de animais bovinos). Essas atividades merecem atenção especial no que diz respeito aos cuidados com o solo, pois, o pisoteio do gado pode causar compactação, o que implica na impermeabilização do mesmo, impede a infiltração da água e pode dar início a processos erosivos.

Esse é um dos riscos existentes na zona rural, como alertado por Calheiros e Silva (2014) as voçorocas rurais se desenvolvem nas pastagens e nas áreas de cultivo inadequado e, na maior parte das vezes, são o produto do ravinamento iniciado ao longo de valas de demarcação, trilhas ou linhas de plantio. Uma forma de mitigar ou até evitar a erosão é a utilização de técnicas adequadas de controle e prevenção.

Por fim, os cursos d'água e áreas úmidas presentes nas margens dos rios, em galerias, matas ciliares e nascentes alagadiças, ocupam uma área menor, de 3%, mas, de muita importância para a manutenção da biodiversidade. As áreas úmidas estão presentes em todos os tipos de ecossistema e, por isso, devem ser protegidas e assegurado seu uso sustentável, evitando que a interferência antrópica traga prejuízos ambientais.

Entre as ocupações da área de estudo, a vegetação natural, os cursos d'água e áreas alagadas são ocupações e recursos naturais do ambiente que não oferecem risco e devem ser preservados, Já, entre os usos, a agricultura e a pastagens são atividades que necessitam de atenção especial quanto ao risco que podem oferecer para alterar a qualidade e disponibilidade hídrica, principalmente em relação a erosão e a contaminação dos solos por agrotóxicos.

CAPÍTULO III: RESULTADOS E DISCUSSÃO – ITUIUTABA: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E DISPONIBILIDADE HÍDRICA

3.1 Disponibilidade Hídrica

Desde 2015, tem sido adotado em Ituiutaba, ocorrendo sempre no mês de outubro, o rodízio de abastecimento de água em toda a área urbana. Tal fato gera dúvidas em relação à disponibilidade hídrica para o abastecimento doméstico da cidade e levanta uma questão sobre o motivo disso acontecer nos últimos anos.

Para atender a demanda de água para abastecimento doméstico em Ituiutaba, o município conta com os serviços sanitários da Superintendência de Água e Esgoto (SAE) desde 1967. A SAE é uma autarquia municipal que distribui 100% de água tratada para a população utilizando dois mananciais para captação, o Ribeirão São Lourenço e o Rio Tijuco.

A SAE possui duas estações de captação, sendo a principal no Ribeirão São Lourenço (Figura 04, pág.50), que foi a única estação disponível por muitos anos e, a estação reserva, no médio curso do rio Tijuco (Figura 05, pág.50) inaugurada em dezembro de 2002 para suprir o aumento na demanda de água impulsionada pelo crescimento demográfico. A estação reserva possui capacidade total de captação de 197 L/s com uma adutora que liga as duas estações.

Segundo informações da SAE, nos últimos anos, houve um aumento de cerca de 20 conjuntos habitacionais na cidade. Para acompanhar esse crescimento urbano acelerado, foram necessárias obras de ampliação das redes de abastecimento de água. O sistema de abastecimento é composto por 5 estações elevatórias com motor bomba, 4 adutoras de ferro fundido, 16 reservatórios que somam capacidade total de armazenamento para 11.113 m³ de água e, a extensão total da rede de distribuição é de 483.677,73 metros.

Figura 04: Estação de captação principal no Ribeirão São Lourenço



Fonte: SAE (2018).

Figura 05: Estação de captação reserva localizada no médio curso do rio Tijuco



Fonte: SAE (2019)

Em dezembro de 2014, a SAE passou por fiscalização da Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais a ARSAE – MG. O relatório divulgado no site da agência traz informações sobre as captações, as estações elevatórias, as outorgas e informa a vazão que cada estação de captação dispõe,

como pode ser observado nos Quadros 3 e 4. É informado também que a população atendida no referido ano era de 98.000 habitantes.

Quadro 3: Vazão para captação e outorga de funcionamento das estações

Captação Superficial	Vazão (l/s)	Outorga
Ribeirão São Lourenço	380 l/s	Portaria 891/2001
Rio Tijuco ²	197 l/s	Protocolo para renovação da Outorga n.º530779/2012

Fonte: ARSAE - MG (2014)

Quadro 4: Informações sobre as Estações Elevatórias de Água Bruta (EAB)

Estação Elevatória	Quantidade conjunto moto-bomba	Bombeamento
EAB – São Lourenço	- 05 conjuntos motor bomba; - Potência: 300 CV; - 1790 RPM; - Tensão / Corrente nominal: 380V / 400A	Ribeirão São Lourenço p/ ETA
EAB – Rio Tijuco (Cap. Reserva)	- 02 conjuntos motor bomba; - Potência: 250 CV; - 1785 RPM; - Tensão / Corrente nominal: 380V / 342A	Rio Tijuco / Ribeirão São Lourenço

Fonte: ARSAE – MG (2014)

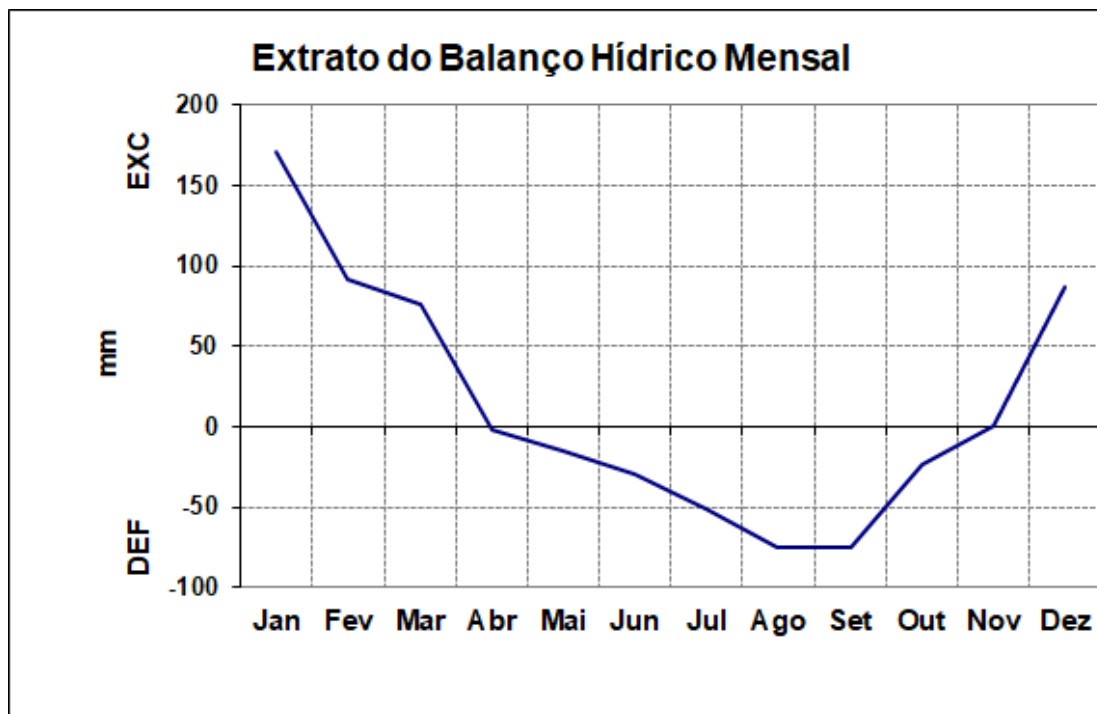
De acordo com a informação da Tabela 1, com a vazão do Ribeirão São Lourenço de 380 L/s e a do Rio Tijuco de 197 L/s, calcula-se, com base na recomendação da ONU de consumo diário por pessoa e conhecendo o número de habitantes da cidade, que haja oferta suficiente nos mananciais para atender o consumo de água da população. No entanto, a vazão dos mananciais está sujeita as variações do clima, especialmente, eventos climáticos pluviométricos como a chuva, por exemplo, de modo que a disponibilidade hídrica sofrerá variações ao longo do tempo. Assim como o clima, o consumo de água da população também pode variar tornando a disponibilidade hídrica insuficiente para o abastecimento doméstico.

O resultado do balanço hídrico com dados de um período de vinte e um anos, (1987 a 2018) aponta os níveis de entrada e saída de água do solo sendo possível identificar períodos secos e chuvosos do regime pluviométrico. Nos gráficos a seguir estão evidentes duas estações bem definidas para esses períodos, de acordo com o excedente e deficiente hídrico apresentado em determinados meses do ano as estações são respectivamente inverno e verão.

No Gráfico 1 se observa um excedente hídrico entre 75 e 170mm nos meses de janeiro, fevereiro e março que define a estação verão, a considerar os meses com maior número de dias contemplados com o evento da precipitação. O mês de maior precipitação é o mês de janeiro, registrando um excedente acima de 150mm em relação aos outros meses do ano.

O deficiente hídrico que se traduz como precipitações de valores inferiores aos de evapotranspiração das plantas, é observado nos meses de julho, agosto e setembro, definindo a estação inverno. Agosto e setembro apresentam o mesmo valor e são os meses de maior deficiente hídrico do ano.

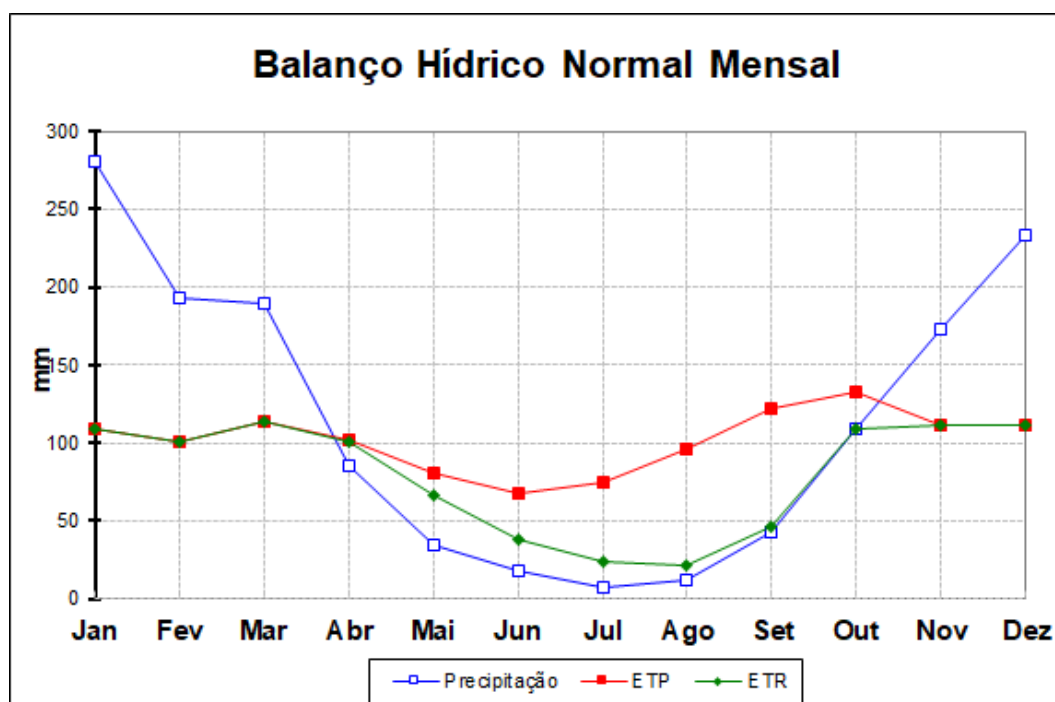
Gráfico 1: Extrato do Balanço Hídrico Mensal do período de 1998 a 2018



Fonte: ANA (2019)

O Gráfico 2 (pág. 53) exibe os valores que justificam o resultado do balanço hídrico. São mostrados os valores exatos de precipitação, evapotranspiração (ETP), e evapotranspiração real (ETR). A precipitação é o evento climático da chuva, ETP corresponde a quantidade de água perdida para a atmosfera pela transpiração das plantas e, ETR corresponde a quantidade de água perdida para a atmosfera nas condições reais de fatores atmosféricos e condições do solo. As plantas sugam água do solo e liberam para a atmosfera através da transpiração, que somada à evaporação direta do solo forma a evapotranspiração.

Gráfico 2: Balanço Hídrico Normal Mensal do período de 1998 a 2018

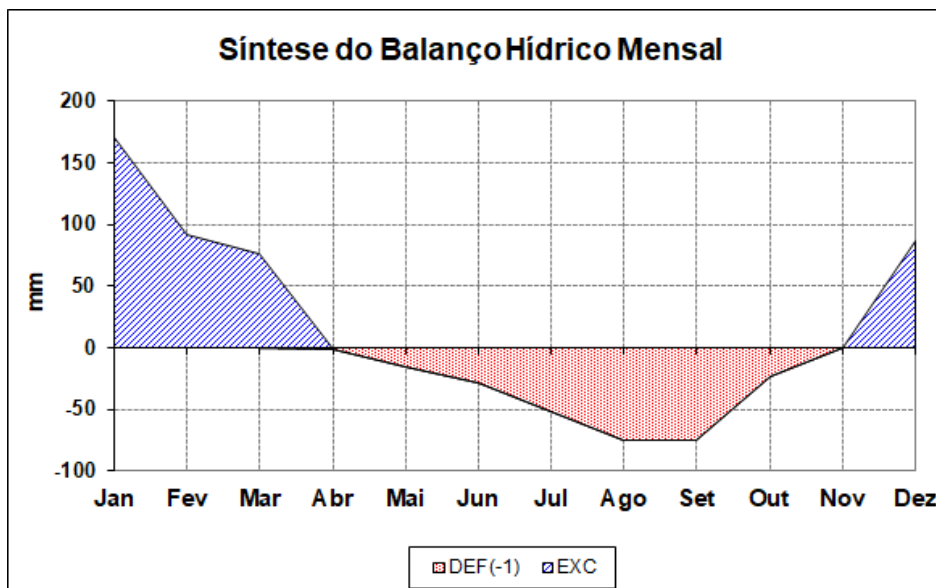


Fonte: ANA (2019)

Percebe-se claramente em que períodos (meses) do ano os valores de precipitação estão acima dos valores de ETP e ETR, gerando um excedente hídrico e, quando esses valores começam a baixar gerando o déficit hídrico. Até o mês de março existe mais entrada de água do que perda. A partir desse mês a perda de água pela evapotranspiração das plantas e pelas condições do solo supera a quantidade de chuva, atingindo seu valor mais baixo no mês de julho.

Somente no mês de novembro a precipitação volta a superar a perda de água por ETP e ETR. Esses resultados estão sintetizados no Gráfico 3 (pág. 54), apresentando essa contabilidade de entrada e saída de água no solo. O período mais seco do ano se inicia em abril e perdura até novembro, portanto, são seis meses com mais perda de água para a atmosfera e seis meses com maior oferta pluviométrica, caracterizando o período chuvoso.

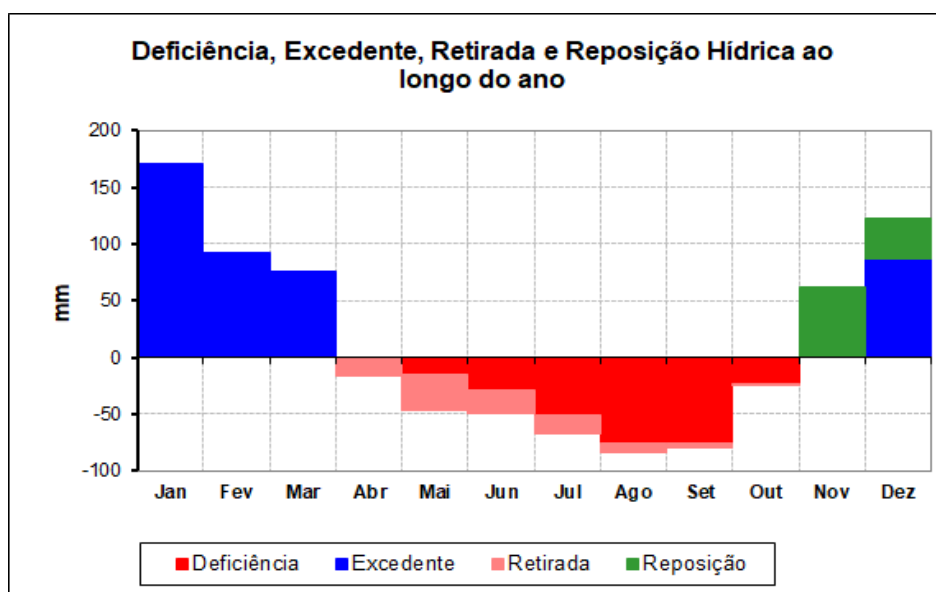
Gráfico 3: Síntese do Balanço Hídrico Mensal do período de 1998 a 2018



Fonte: ANA (2019)

No Gráfico 4, além do excedente e deficiente hídrico, também são demonstrados valores de retirada e reposição de água para um resultado final completo. Esses dados são importantes para uma gestão eficiente dos recursos hídricos, pois, das precipitações e das reservas de água no solo, além do consumo responsável, dependem a disponibilidade hídrica que irá garantir o abastecimento de água atual e dos próximos anos.

Gráfico 4: Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano (1998 a 2018)



Fonte: ANA, (2019)

Assim como os dados do balanço hídrico, os dados de consumo da população foram analisados para compreender o quadro geral de disponibilidade hídrica. A SAE disponibilizou dados de vazão de vinte e um anos entre 1998 e 2018, mesmo período utilizado para o balanço hídrico. Comparando o gráfico do balanço hídrico com os valores de consumo mensais de todos esses anos, percebe-se que mesmo no período que ocorre o menor potencial hídrico os valores de retirada de consumo continuam elevados, ou seja, não há redução no consumo ao mesmo tempo em que há redução na recarga de água no solo e perda para atmosfera.

Tanto pelos valores apresentados na Quadro 5 referente ao volume de água produzido no período estudado, quanto pelos valores do Quadro 6 (pág. 56) que apresenta as médias desses valores, o que se percebe é um aumento no consumo ao longo dos anos. O primeiro ano do período de estudo é 1998, com um total anual de 8.818.797 m³ e média mensal de 743.899 m³ e, no último ano, em 2018, o total anual é de 11.228.499 m³ e média mensal de 935.708 m³.

Quadro 5: Volume de água produzido em m³ entre 1998 e 2018

Meses													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1998	750.290	661.000	739.874	700.902	716.779	718.027	772.244	772.612	801.881	759.298	714.631	711.25	8.818.797
1999	694.080	631.588	693.521	705.759	752.154	715.649	753.433	780.616	746.044	799.245	740.617	745.28	8.757.987
2000	712.810	615.176	680.322	681.500	717.950	695.858	711.985	716.231	679.156	733.207	639.656	695.38	8.279.235
2001	678.542	665.019	686.458	663.272	649.884	622.072	658.569	646.501	552.697	594.081	590.063	605.88	7.613.047
2002	604.332	540.033	633.605	652.820	634.367	639.282	649.703	685.129	622.994	618.843	610.182	634.57	7.525.867
2003	609.946	565.941	620.800	601.711	642.483	636.117	684.830	657.942	679.238	661.041	601.614	641.35	7.603.015
2004	619.701	564.285	625.506	582.574	648.870	615.927	643.224	680.673	734.164	682.939	642.269	648.64	7.688.777
2005	613.755	618.787	659.569	664.106	643.497	609.514	658.972	683.834	660.891	684.931	623.535	634.07	7.755.469
2006	641.839	600.060	637.467	610.162	653.934	637.550	679.416	723.959	683.857	663.632	652.824	678.96	7.863.665
2007	642.998	599.199	711.360	690.148	693.868	681.883	704.347	750.920	788.842	759.354	694.042	728.68	8.445.643
2008	685.376	643.606	690.527	675.176	693.208	682.659	724.800	762.577	747.002	736.019	709.518	723.61	8.474.085
2009	712.217	648.301	705.796	674.705	706.350	661.899	701.800	725.295	686.728	725.141	706.098	710.50	8.364.835
2010	737.732	692.188	741.288	709.035	745.233	720.753	779.336	802.989	847.292	798.167	745.293	814.54	9.133.847
2011	779.187	723.524	752.450	762.700	772.393	726.494	783.671	820.794	849.965	775.416	738.792	771.72	9.257.110
2012	722.877	718.136	770.380	740.405	734.971	727.679	763.782	801.709	823.008	870.610	786.962	832.96	9.293.485
2013	798.644	730.930	817.355	771.383	826.020	789.104	826.560	876.045	871.554	897.140	857.290	881.87	9.943.900
2014	892.328	817.512	871.986	848.727	857.969	850.273	870.989	877.594	881.009	918.154	838.734	852.98	10.378.260
2015	879.183	743.018	809.286	792.932	804.508	791.301	834.125	860.712	874.117	891.912	828.991	881.31	9.991.403
2016	835.697	830.980	882.242	884.990	886.988	839.669	895.083	909.426	906.819	886.505	840.544	883.65	10.482.597
2017	877.970	821.320	896.065	871.295	900.616	880.986	915.380	940.773	942.275	987.913	900.072	951.51	10.886.180
2018	958.489	848.033	972.354	911.895	929.335	920.524	956.343	949.647	943.221	963.806	908.965	965.88	11.228.499

Fonte: SAE (2019)

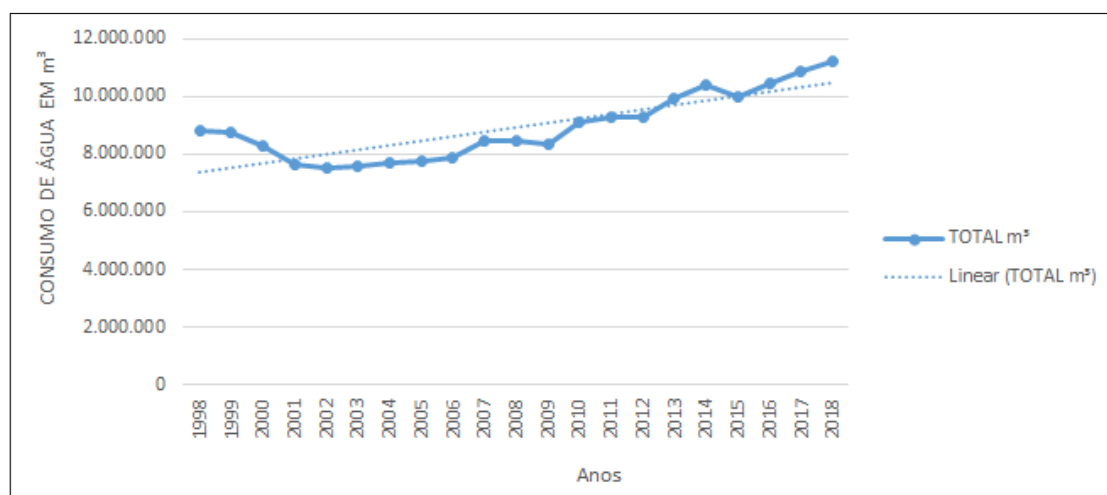
Quadro 6: Médias mensais do volume de água produzido em m³ no período de 1998 a 2018

Anos	Média	Anos	Média
1998	734.899	2009	697.070
1999	729.832	2010	761.154
2000	689.936	2011	771.426
2001	634.420	2012	774.457
2002	627.156	2013	828.658
2003	633.585	2014	864.855
2004	641.173	2015	832.616
2005	646.289	2016	873.549
2006	665.305	2017	907.181
2007	703.804	2018	935.708
2008	706.174		

Fonte: SAE (2019)

De 1998 a 2018 o aumento do total anual foi de 2.409.702 m³ e a diferença na média de consumo mensal é de 192.809 m³. No Gráfico 5 se observa a linha de tendência que indica o aumento do consumo total, havendo variações em alguns anos do período estudado. Dentro deste período houve aumento de população do município, principalmente na população urbana que é abastecida com água tratada pela SAE e, portanto, responsável pelo aumento do consumo.

Gráfico 5: Consumo total anual de água em m³ de 1998 a 2018



Fonte: SAE (2019)

Para o ano de 2018, a população de Ituiutaba é estimada em 104,067 habitantes e, de acordo com declaração do gerente de operações da SAE, Carlos Humberto Franco Machado em agosto de 2017, a média de consumo diário de água por habitante é maior que a média

nacional, que é de 160 litros. Os dados populacionais, como os que são apresentados no Quadro 7, são extremamente importantes para analisar o consumo de água em relação à disponibilidade.

Quadro 7: População do município de Ituiutaba/MG de 1950 a 2010

Ano	População Urbana	População Rural	População Total
1950	10.113	43.127	53.240
1960	30.698	37.520	68.218
1970	46.784	17.744	64.528
1980	65.153	9.094	74.247
1991	78.205	6.372	84.577
2000	83.853	5.238	89.091
2004	-	-	90.923
2007	88.132	4.595	92.727
2008	-	-	96.122
2010	93.125	4.046	97.171

Fonte: IBGE (2019)

Entre 2000 e 2010, a população de Ituiutaba cresceu a uma taxa média anual de 0,87%, enquanto no Brasil foi de 1,17% no mesmo período. Nesta década a taxa de urbanização do município passou de 94,12% para 95,84%. A população urbana corresponde a 95,84% e a população rural corresponde a 4,16% (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013).

É possível perceber o aumento da população urbana paralelamente a diminuição da população rural. A demanda por água na cidade acompanha esse aumento populacional. Calculando o volume de água produzido em m³ de cada ano e dividindo pelo número da população é possível chegar a um valor de consumo diário de água por pessoa. Em 2018 o consumo diário por pessoa foi de 295 litros.

Considerando a informação de Calheiros e Silva (2014), em que afirmam que, dos grandes setores de consumo de água, a indústria é responsável por cerca de 22% do consumo total, e descontando essa porcentagem do valor de consumo diário, tem-se um novo valor de média de consumo diário por pessoa, para calcular a diferença em relação à média nacional também em termos de porcentagem.

Com 22% do consumo da indústria sendo descontado, com base na referência citada, o valor do consumo diário por pessoa na cidade de Ituiutaba –MG é de 230, 1 litros. O consumo continua alto, estando 43,75% acima da média nacional e 109,09% em relação a recomendação

da Organização das Nações Unidas (ONU) de consumo diário por pessoa, para atender suas necessidades básicas.

O cálculo, no entanto, foi realizado a partir do número total de habitantes do município, mas, o cálculo refeito, considerando a informação do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, de que a população rural corresponde a 4,16% e, descontando essa porcentagem para chegar ao número da população urbana no ano de 2018 (de forma estimativa), foi encontrado um novo valor.

A partir disso, a população urbana em 2018 foi estimada em 99.144 habitantes, descontando novamente 22% que seria o valor atribuído ao consumo das indústrias, o novo valor de consumo diário por pessoa na cidade é de 241,9 litros. Uma diferença de 50,63% acima da média nacional e 119,09% acima da recomendação da ONU. Isso, em termos de estimativa, por falta de dados referentes à população urbana e consumo das indústrias para o ano de 2018.

O perfil de consumo para cada mês durante o período de 1998 a 2018 é evidenciado na Quadro 8 e no Gráfico 6 (pág. 59). A tabela traz os valores dos totais mensais do consumo durante este período e o gráfico exibe a dinâmica do consumo. Neste período de vinte e um anos, na maioria dos anos, o mês de menor consumo de água é o mês de fevereiro destacado pela cor azul), assim, como o mês de maior consumo é, na maioria dos anos, o mês de agosto (destacado pela cor vermelha).

Quadro 8: Totais mensais de consumo em m³ do período de 1998 a 2018

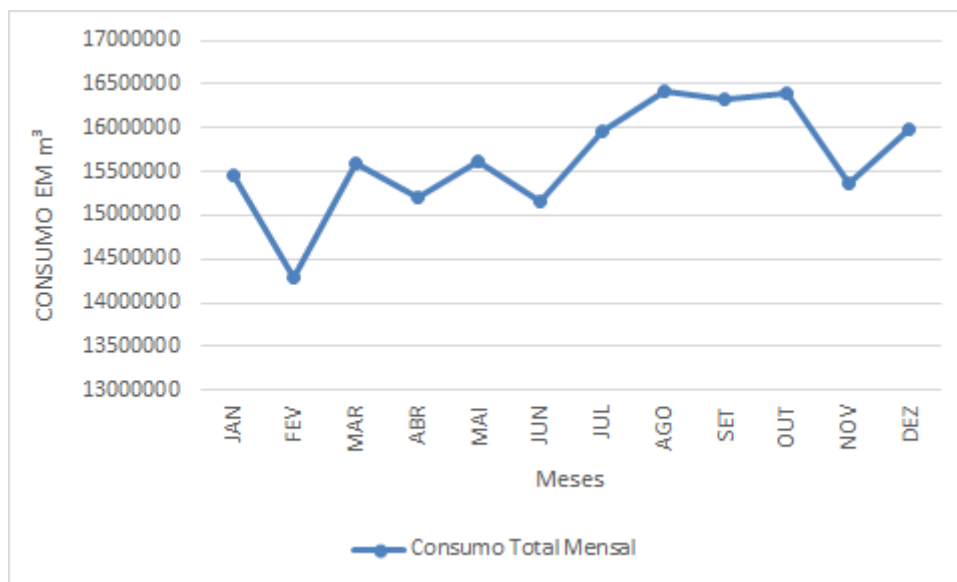
MESES	TOTAL	MESES	TOTAL
Janeiro	15.447.993	Julho	15.968.592
Fevereiro	14.278.636	Agosto	16.425.978
Março	15.598.211	Setembro	16.322.754
Abril	15.196.197	Outubro	16.407.354
Maiο	15.611.377	Novembro	15.370.692
Junho	15.163.220	Dezembro	15.994.699

Fonte: SAE (2019)

Como já apontado no resultado do balanço hídrico, é durante o verão, que compreende os meses de janeiro, fevereiro e março, que ocorre o período chuvoso com o maior excedente hídrico do ano. Nesta época do ano o ar está mais úmido, menos empoeirado, as chuvas são

mais frequentes, a manutenção da limpeza nas residências torna-se mais fácil e as pessoas sentem menos necessidade de consumir água em excesso.

Gráfico 6: Consumo total mensal de 1998 a 2018



Fonte: SAE (2019)

No período seco, de maior deficiência hídrica, que ocorre durante o inverno nos meses de julho, agosto e setembro, ocorre o contrário. Devido à falta de chuvas, a umidade do ar atinge os níveis mais baixos do ano, as pessoas sentem desconforto térmico e tem maior necessidade no uso excessivo da água que utilizam também para limpar suas casas que nesta época do ano ficam muito empoeiradas.

3.2 Anos Padrões

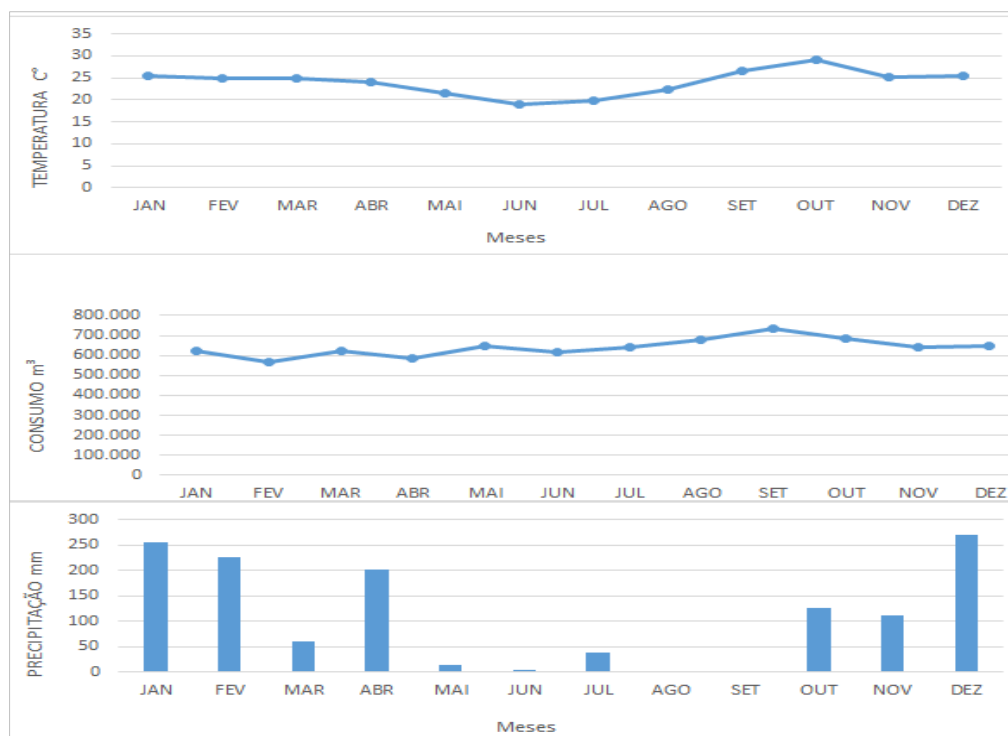
A partir dos dados do balanço hídrico, que traz um quadro geral da disponibilidade hídrica em Ituiutaba em uma série de vinte e um anos consecutivos, foi possível pormenorizar os resultados e analisar de forma mais específica a dinâmica entre temperatura, consumo e precipitação de três anos definidos como anos padrões que representam condições normais e extremas do clima.

➤ Ano Normal

O ano padrão definido como ano normal pela análise rítmica, com base nos dados do balanço hídrico foi o ano de 2004. Este ano mostra como tem sido a dinâmica do clima na maioria dos anos dentro do período estudado por não apresentar desvios extremos em relação a distribuição sazonal das chuvas.

Ao analisar o Gráfico 7, os resultados são semelhantes ao quadro geral do balanço hídrico, com menor consumo de água durante o verão que é o período de maior concentração de chuvas e, consumo mais elevado durante o inverno, quando ocorre o período de estiagem. Durante o verão a temperatura média se manteve entre 24 °C e 26 °C e no inverno a temperatura média esteve entre 21 °C e 22 °C. O acumulo pluviométrico para o verão foi de 540 mm e o total para o ano foi de 1.306,5 mm.

Gráfico 7: Ano padrão normal(2004)



Fonte: ANA (2019)

O consumo total anual em 2004 foi de 7.688.777 m³, para uma população estimada pelo IBGE em 90.923 habitantes. Através desses valores pode-se chegar a um valor de consumo diário por pessoa.

Verificou-se que o valor consumido diariamente por pessoa em Ituiutaba é de 231,6 litros de água no ano de 2004, definido como ano padrão normal. Esse consumo pode ser ainda

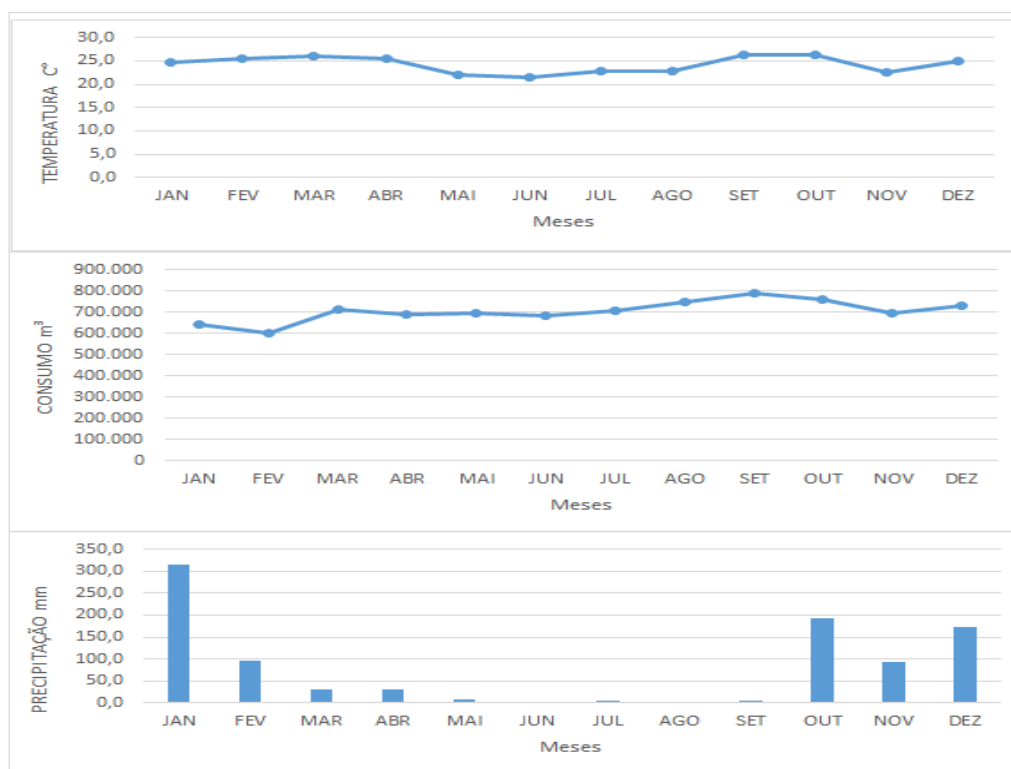
maior se considerar apenas a população urbana, cujos dados não foram informados para que se fizesse melhor avaliação do consumo.

➤ Ano Seco

Conforme observado no Gráfico 8, o regime pluviométrico continua seguindo a mesma dinâmica demonstrada no balanço hídrico, as chuvas continuam concentradas no verão e atinge os registros mais baixos durante o inverno. Mesmo seguindo essa dinâmica de distribuição, o acúmulo total para o verão está bem abaixo em relação ao ano de 2004 e mais ainda em relação ao ano de 2008 (comparando com o Gráfico 9), principalmente no mês de fevereiro.

O acúmulo durante o verão em 2007 foi de 438,8 mm e o acúmulo total do ano foi de 949,2 m³. A diferença de 2004 para 2007 durante o período chuvoso é de 101,2 m³. A temperatura média durante o verão se manteve em 24 °C e durante o inverno variou entre 20 °C e 24 °C.

Gráfico 8: Ano padrão seco (2007)



Fonte: ANA (2019)

Em 2007, o consumo total anual foi de 8.445.643 m³, para uma população de 92.931 habitantes, sendo a população urbana de 88.132 habitantes. Com base nesses dados, aplicando

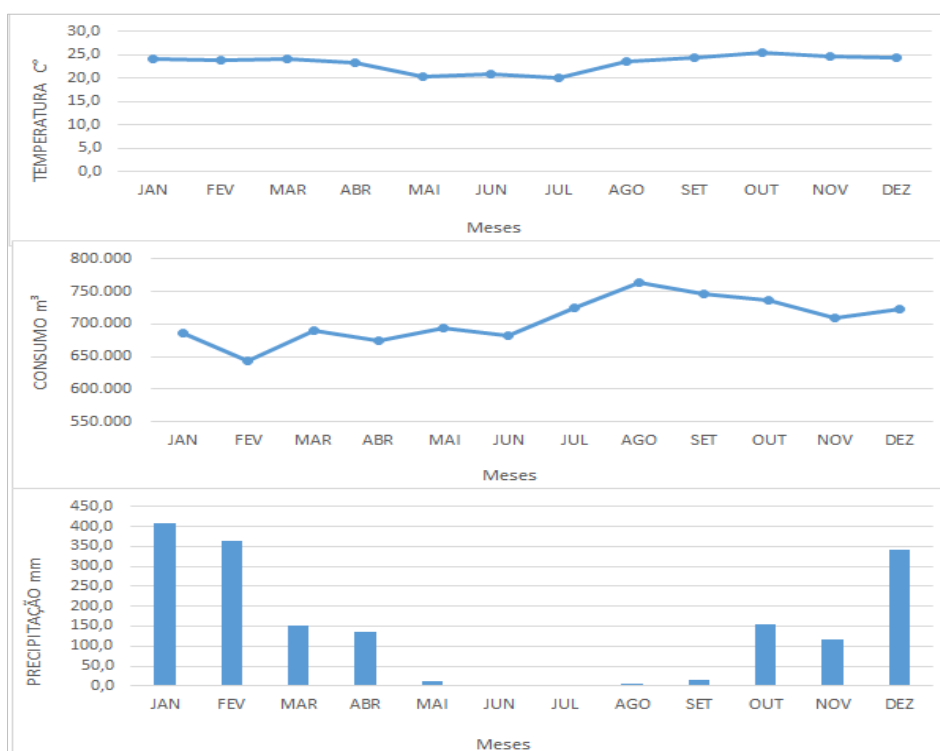
novamente o cálculo explicado anteriormente, o consumo diário por pessoa foi de 262,5 litros, para um ano definido como ano padrão seco.

➤ Ano Chuvoso

Pela análise do Gráfico 9, que demonstra a dinâmica climática em relação ao consumo para o ano de 2008, definido como ano padrão chuvoso, a maior concentração do regime pluviométrico continua sendo durante o verão e a menor concentração durante o inverno. Mas este ano se diferencia pelo acúmulo de chuvas muito superior em relação aos anos de 2004 e 2008 durante o verão.

A temperatura média durante o verão foi de 24 °C e variou de 20 °C a 23 °C durante o inverno. O menor consumo de água do ano foi no mês de fevereiro, que compreende o período de excedente hídrico, e o maior no mês de agosto, que é o mês com maior deficiente hídrico verificado no resultado do balanço hídrico.

Gráfico 9: Ano padrão chuvoso (2008)



Fonte: ANA; SAE (2019)

O acúmulo pluviométrico durante o verão no ano padrão chuvoso foi de 923 mm, e o total anual foi de 1703,4 mm. No período chuvoso, a diferença para o ano normal é de 383 mm e, para o ano seco é de 821,8 mm. Por essa diferença durante o verão, analisando os resultados de todos os anos do período estudado, foi possível caracterizar 2004 como ano padrão normal, 2007 como ano padrão seco e 2008 como ano padrão chuvoso.

Em 2008, o consumo total anual foi de 8.474.085 m³ para uma população estimada em 96.122 habitantes. Calculando o consumo com base nesses dados, o consumo diário por pessoa é de 241,5 litros, para um ano definido como ano padrão chuvoso. Mais uma vez, o cálculo foi feito considerando a estimativa para população total por falta de informações referentes a população urbana e rural.

A análise dos três anos padrões confirma a ocorrência de um período chuvoso no verão e um período seco no inverno, variando somente no acúmulo pluviométrico total que é maior em um ano do que em outros. O consumo de água, porém, não apresenta muita variação e é sempre elevado mesmo em um ano padrão seco como 2007, e os meses de maior consumo no ano são sempre agosto e setembro coincidindo com o período do deficiente hídrico do município.

3.3 Qualidade Hídrica

A qualidade da água para abastecimento doméstico na cidade de Ituiutaba/MG é assegurada pela Superintendência de Água e Esgoto (SAE). O tratamento que torna a água potável e própria para consumo humano conta com controle automatizado do processo (Figura 06, pág. 64) e envolve 7 etapas, nessa ordem: coagulação, floculação, decantação, filtração, cloração, fluoretação e reservação.

Para controle de qualidade que obedece a legislação vigente, são coletadas amostras de água da estação de tratamento (ETA) e da rede de distribuição (residências), que passam por análises laboratoriais para verificar os parâmetros necessários. O laboratório da SAE possui área física exclusiva e adequada para as atividades de análise dos padrões físico-químicos e biológicos, como pode ser observado na Figura 07(pág. 65).

Figura 06: Sistema automatizado do controle de processo de tratamento de água pela Superintendência de Água e Esgoto (SAE) de Ituiutaba/MG



Fonte: ARSAE – MG (2014)

A SAE apresenta certificação ISO 9002 no Sistema de Qualidade do Processo de Tratamento de Água expedida pelo órgão certificador Bureau Veritas Quality International – BVQI e certificado ISO 9001:2008, padrão internacional que remete essa superintendência à gestão empresarial comprometida com o aperfeiçoamento contínuo e com altos índices de satisfação de seus usuários (ARSAE, 2014).

O laboratório da ETA é responsável pela realização de análises de baixa e de média complexidade e também pela coleta e análises da qualidade da água para consumo humano que seguem os padrões de potabilidade, estabelecidos pela Portaria MS n.º 2.914/2011. Análises de maior complexidade são executadas por empresa terceirizada, conforme disciplinado pelo contrato nº006/14 celebrado pelo prestador de serviços e a referida empresa (ARSAE, 2014).

Figura 07: Laboratório de análises de água da Superintendência de Água e Esgoto de Ituiutaba/MG



Fonte: ARSAE – MG (2014)

Nos dados a seguir, os resultados de análises de água realizadas pela SAE de 2005 a 2018 incluem os parâmetros químicos (pH, ferro total, alumínio e manganês), físicos (turbidez e cor aparente) e biológicos (coliformes totais e *Escherichia Coli*), representados por gráficos. Assim como a concentração de flúor e cloro residual livre que são adicionados a água na etapa final do tratamento. A legenda informada no relatório de qualidade da água da SAE orienta o leitor para melhor compreensão dos dados:

- VP - Valor Permitido conforme parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 518/2004 – Ministério da Saúde;
- uH – Unidade Hazen (PtCo);
- NTU – Unidade Nefelométrica de Turbidez;
- A – Ausência;
- Mg/L – Miligramas por litro;
- pH – Potencial Hidrogeniônico.

O primeiro resultado para avaliar a qualidade hídrica é do parâmetro físico turbidez (Quadro 09 e Gráfico 10, pág. 67). A turbidez é a medida indireta da concentração das partículas em suspensão na água. Essas partículas podem ser de argila ou matéria orgânica, tornam a água turva fazendo com que ela perca a transparência. É um parâmetro de aspecto estético e também o principal parâmetro de controle da eficiência do tratamento de água visando a sua potabilidade, porque pode ser associada a substâncias orgânicas e inorgânicas que oferecem risco à saúde. Quanto menor a turbidez da água, mais eficiente é a sua desinfecção.

A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas, as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água. O aumento desse parâmetro exige que uma quantidade maior de produtos químicos, como coagulantes, sejam utilizados nas estações de tratamento de água. Além disso, a turbidez também afeta atividades industriais e de recreação. Para esse parâmetro, nas análises realizadas após tratamento convencional, o valor permitido é de até 5,0 NTU.

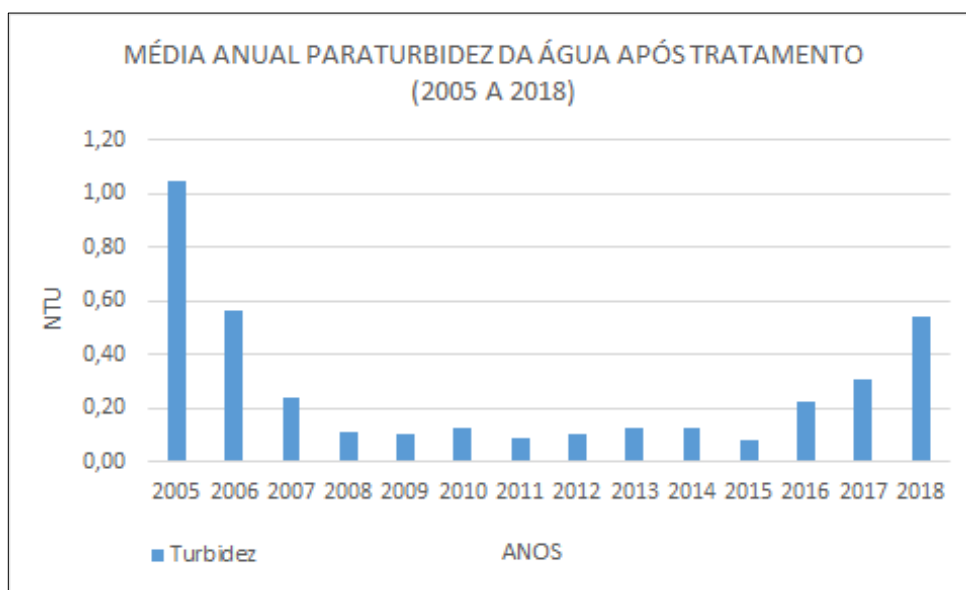
No gráfico 10, o ano que apresenta maior concentração para turbidez é 2005 com uma média de 1,05 NTU, e o ano com menor concentração é 2015, com apenas 0,08 NTU. Em comparação com o valor permitido para análises de água na rede de distribuição, a diferença em 2005 é de 3,95 NTU e, em 2015 é de 4,92 NTU. A diferença, mesmo no ano de maior concentração é alta e indica não haver comprometimento da qualidade da água por este parâmetro. Nos outros anos houve uma variação entre 0,31 e 0,57NTU.

Quadro 09: Média anual do parâmetro turbidez após tratamento da água (2005 a 2008)

MESES - MÉDIA DE TURBIDEZ - VALOR PERMITIDO: 5,0 NTU													MÉDIA
ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
2005	1,80	0,62	1,87	1,64	1,00	0,75	0,85	0,53	1,20	0,77	0,59	0,92	1,05
2006	0,73	0,57	0,40	0,36	0,93	0,43	1,11	0,66	0,51	0,71	0,56	0,37	0,57
2007	0,26	0,25	0,18	0,19	0,19	0,30	0,25	0,31	0,22	0,33	0,20	0,20	0,24
2008	0,09	0,15	0,11	0,09	0,10	0,11	0,14	0,13	0,10	0,10	0,08	0,10	0,11
2009	0,07	0,10	0,08	0,08	0,12	0,17	0,14	0,10	0,07	0,09	0,07	0,12	0,10
2010	0,09	0,10	0,09	0,18	0,19	0,20	0,15	0,15	0,09	0,10	0,05	0,13	0,13
2011	0,10	0,09	0,12	0,07	0,09	0,13	0,15	0,08	0,05	0,05	0,05	0,08	0,09
2012	0,06	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10	0,17	0,17	0,10	0,09	0,07	0,07	0,10
2013	0,10	0,09	0,10	0,15	0,28	0,15	0,21	0,16	0,05	0,04	0,08	0,06	0,12
2014	0,08	0,04	0,06	0,06	0,21	0,25	0,32	0,22	0,08	0,03	0,06	0,09	0,13
2015	0,06	0,07	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,04	0,05	0,12	0,15	0,08
2016	0,20	0,17	0,17	0,27	0,20	0,32	0,32	0,29	0,14	0,13	0,26	0,24	0,23
2017	0,25	0,29	0,18	0,15	0,38	0,37	0,40	0,42	0,18	0,20	0,38	0,47	0,31
2018	0,71	0,38	0,39	0,56	0,50	0,47	0,84	0,58	0,43	0,36	0,60	0,66	0,54

Fonte: SAE (2018)

Gráfico 10: Média anual para turbidez da água após tratamento (2005 a 2018)



Fonte: SAE (2018)

No Quadro 10 e Gráfico 11 (pág. 68), é apresentado a média anual do parâmetro químico pH. Esse parâmetro é utilizado para indicar se a água é ácida, neutra ou alcalina, sendo que pH entre 0 e 6,99 indica água com pH ácido, pH 7,00 água com pH neutro e, acima de 7,00 pH alcalino.

A alcalinidade tem a capacidade de minimizar as variações do pH, sendo importante na coagulação para evitar a diminuição significativa do pH após a dispersão do coagulante. A correção do pH controla a acidez e a alcalinidade para garantir condições de potabilidade e ainda reduz o potencial corrosivo da água em tubulações e estruturas metálicas e concretas.

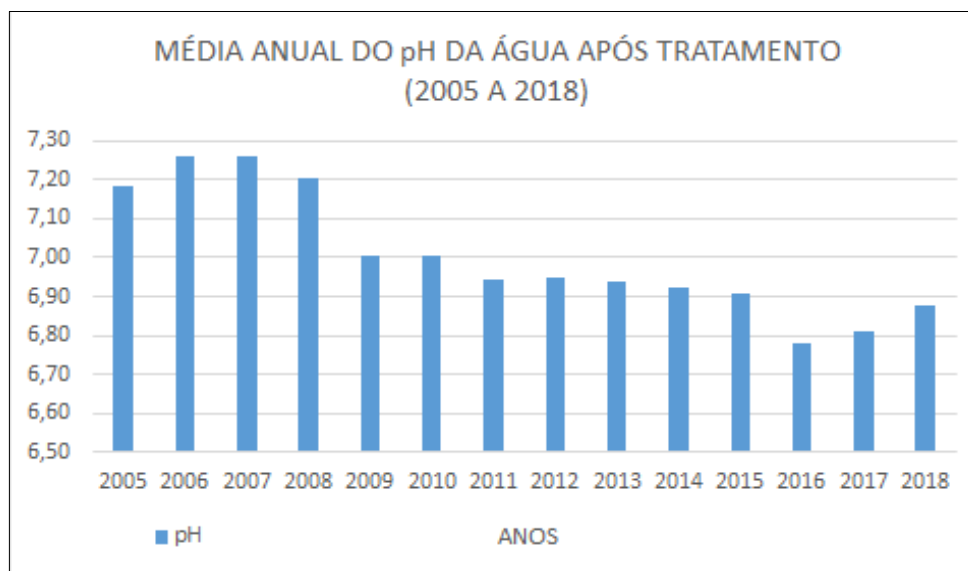
O pH pode indicar a concentração de íons hidrogênio e influencia na solubilidade e na toxicidade de vários compostos. O valor permitido para esse parâmetro na água da rede de distribuição é entre 6,00 a 9,50. A média com o valor de pH mais alto é de 7,26 nos anos de 2006 e 2007, e média de menor valor é 6,78 em 2016. Esses valores indicam que após passar por tratamento a água manteve os níveis adequados de pH durante o período analisado.

Quadro 10: Média anual do pH da água após tratamento (2005 a 2018)

ANOS	MESES - pH DA ÁGUA TRATADA - VALOR PERMITIDO: 6,0 à 9,5												MÉDIA
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
2005	7,00	7,05	7,13	7,20	7,19	7,28	7,46	7,34	7,23	7,22	6,86	7,23	7,18
2006	7,13	7,42	7,33	7,11	7,47	7,28	7,33	7,31	7,34	7,21	7,07	7,10	7,26
2007	7,20	7,17	7,32	7,28	7,25	7,33	7,24	7,24	7,27	7,12	7,06	6,97	7,26
2008	6,84	6,84	6,85	6,81	6,90	7,01	7,04	7,01	7,00	6,92	6,97	6,92	7,20
2009	6,96	6,94	6,98	7,04	7,06	7,06	7,03	7,06	7,06	7,04	6,94	6,91	7,01
2010	6,98	6,92	6,86	6,88	6,97	7,02	7,01	7,02	6,98	6,96	6,96	6,95	7,01
2011	6,95	7,02	6,88	6,96	6,96	6,95	6,96	6,96	6,92	6,90	6,97	6,90	6,94
2012	6,99	6,98	6,93	6,97	7,01	7,02	6,96	6,93	6,93	6,92	6,95	6,80	6,95
2013	6,87	6,94	6,93	6,91	6,95	6,98	7,02	7,01	6,98	6,90	6,90	6,89	6,94
2014	6,87	6,89	6,94	6,97	7,01	7,02	6,96	6,93	6,85	6,83	6,87	6,96	6,93
2015	6,91	6,89	6,88	6,93	6,97	7,02	6,97	6,89	6,85	6,88	6,85	6,86	6,91
2016	6,62	6,85	6,81	6,89	6,83	6,82	6,84	6,76	6,71	6,70	6,67	6,75	6,78
2017	6,77	6,66	6,63	6,89	6,73	6,88	6,90	6,87	6,97	6,97	6,73	6,71	6,81
2018	6,79	6,72	6,73	6,81	7,02	7,04	6,97	6,99	6,91	6,85	6,87	6,84	6,88

Fonte: SAE (2019)

Gráfico 11: Média anual do pH da água após tratamento no período de 2005 a 2018



Fonte: SAE (2018)

No Quadro 11 e Gráfico 12 (pág. 69) são apresentados os valores de média anual para o parâmetro físico cor aparente da água. A cor aparente é proveniente de partículas dissolvidas na água, pode alterar a coloração comprometendo o aspecto estético da mesma. A cor aparente em águas naturais se deve à presença de matéria orgânica de decomposição de plantas e animais.

O valor permitido para esse parâmetro na água da rede de distribuição é de 15,0 uH. Como pode ser observado o ano de 2007 apresenta o menor valor de média para cor aparente da água com 0,25 uH, e o ano de 2008 apresenta o maior valor com 6,93 uH. Uma diferença de 14,75 uH em 2007 e de 8,07 uH. Mesmo o valor mais alto do período analisado está muito

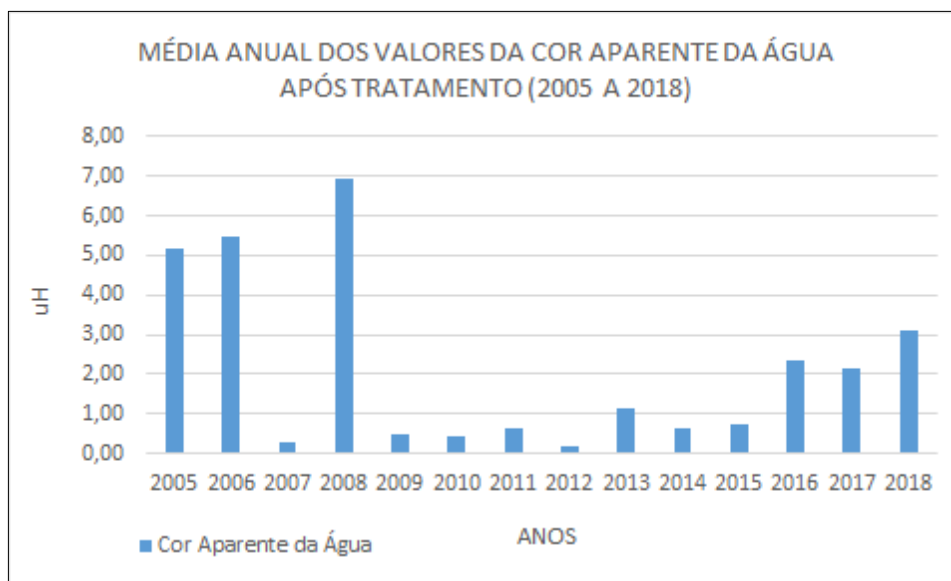
abaixo do valor permitido para esse parâmetro, não indicando portanto, qualquer comprometimento da qualidade da água quanto ao seu aspecto.

Quadro 11: Média anual da cor aparente da água após tratamento (2005 a 2018).

ANOS	MESES - COR APARENTE- VALOR PERMITIDO: 15,0 uH												MÉDIA
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
2005	8,00	5,00	10,00	4,00	8,00	4,00	3,00	3,00	7,00	4,00	3,00	3,00	5,17
2006	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	2,00	14,00	4,00	3,00	12,00	3,00	4,00	5,50
2007	0,05	0,37	0,00	0,07	0,00	0,06	0,06	0,11	0,05	1,52	0,48	0,28	0,25
2008	6,84	6,84	6,85	6,81	6,90	7,01	7,04	7,01	7,00	6,92	6,97	6,92	6,93
2009	0,00	0,44	0,33	0,22	0,83	1,08	0,54	0,13	0,57	1,08	0,38	0,41	0,50
2010	1,42	0,40	0,02	0,04	0,02	0,85	1,33	0,11	0,17	0,13	0,17	0,43	0,42
2011	0,65	0,38	5,00	0,19	0,13	0,33	0,27	0,09	0,18	0,12	0,00	0,18	0,63
2012	0,02	0,02	0,16	0,00	0,05	0,00	0,13	0,07	0,19	0,37	0,73	0,42	0,18
2013	0,97	1,19	1,15	0,69	3,04	2,17	1,53	0,20	0,67	0,63	0,56	0,61	1,12
2014	0,48	0,42	0,16	0,06	0,92	0,98	1,04	0,33	0,15	0,17	0,81	2,14	0,64
2015	0,76	0,96	0,89	1,04	0,56	0,48	0,50	0,46	0,62	0,33	0,77	1,52	0,74
2016	2,27	1,56	1,63	1,71	2,49	2,89	2,00	3,35	1,27	2,29	3,69	3,06	2,35
2017	2,24	2,19	1,89	0,84	3,52	2,71	2,37	2,35	0,95	0,96	3,17	2,24	2,12
2018	3,06	3,00	2,78	3,44	2,52	2,56	3,89	3,60	3,18	2,40	3,16	3,52	3,09

Fonte: SAE (2019).

Gráfico 12: Média anual dos valores da cor aparente da água após tratamento (2005 a 2018).



Fonte: SAE (2019).

Com relação aos metais, estes, podem estar presentes na água por ocorrência natural, ou, por efluentes de atividades industriais, como o ferro e o manganês. Em alguns casos o excesso de ferro pode ser resultante de excessivas cargas de esgoto doméstico despejados nos mananciais. Não sendo por essas causas, os metais podem estar presentes na água pelo uso de coagulantes metálicos a base de ferro e alumínio durante o tratamento para sua potabilização. Os coagulantes facilitam a remoção de resíduos nos processos de coagulação, floculação,

decantação e filtração. Ao final do tratamento a concentração dos metais devem estar dentro do que estabelecem as normas.

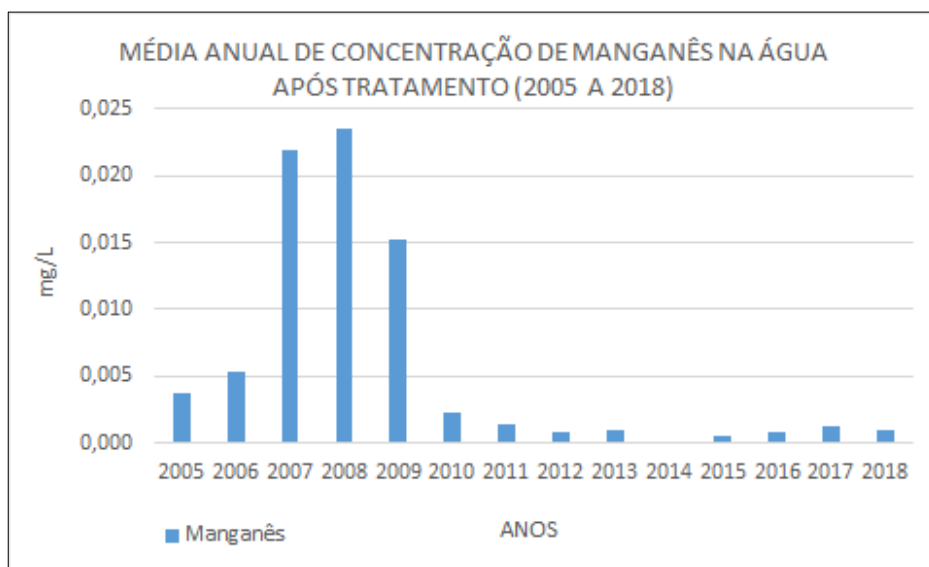
A concentração de manganês (Quadro 12 e Gráfico 13) é um dos parâmetros químicos importantes de serem avaliados por se tratar de um metal pesado. Ele pode alterar a cor, o sabor e o odor da água quando atinge concentrações acima de 0,1 mg/L que é seu valor máximo permitido tanto para a água da estação de tratamento quanto para a água da rede de distribuição. A média de maior valor dentro do período avaliado é de 0,022 mg/L em 2007. Este valor está 0,78 mg/L abaixo do valor permitido, mantendo-se dentro dos parâmetros exigidos para o abastecimento de água.

Quadro 12: Média anual de concentração de manganês na água após tratamento (2005 a 2018)

MESES - MANGANES - VALOR PERMITIDO: 0,1 mg/L													MÉDIA
ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
2005	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,010	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,03	0,004
2006	0,019	0,004	0,002	0,001	0,004	0,007	0,001	0,005	0,007	0,005	0,008	0,00	0,005
2007	0,020	0,024	0,025	0,025	0,023	0,026	0,035	0,028	0,008	0,018	0,017	0,015	0,022
2008	0,021	0,046	0,018	0,023	0,013	0,034	0,022	0,018	0,025	0,037	0,015	0,01	0,024
2009	0,014	0,016	0,016	0,015	0,075	0,009	0,013	0,001	0,000	0,003	0,000	0,02	0,015
2010	0,000	0,000	0,000	0,010	0,001	0,009	0,002	0,001	0,000	0,000	0,004	0,00	0,002
2011	0,004	0,000	0,007	0,000	0,000	0,001	0,002	0,001	0,000	0,000	0,002	0,00	0,001
2012	0,001	0,004	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,00	0,001
2013	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,008	0,00	0,001
2014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000
2015	0,000	0,005	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,001
2016	0,004	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,002	0,001	0,00	0,001
2017	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,007	0,00	0,001
2018	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,00	0,001

Fonte: SAE (2018)

Gráfico 13: Média anual de concentração de manganês na água após tratamento (2005 a 2018)



Fonte: SAE (2018)

O ferro, assim como o manganês, é um metal pesado que pode comprometer a qualidade estética da água e provocar alterações na cor, no sabor e no odor. Em quantidades moderadas é necessário ao metabolismo humano, mas na água para abastecimento doméstico não deve ultrapassar 0,3mg/L, seu valor máximo permitido. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens.

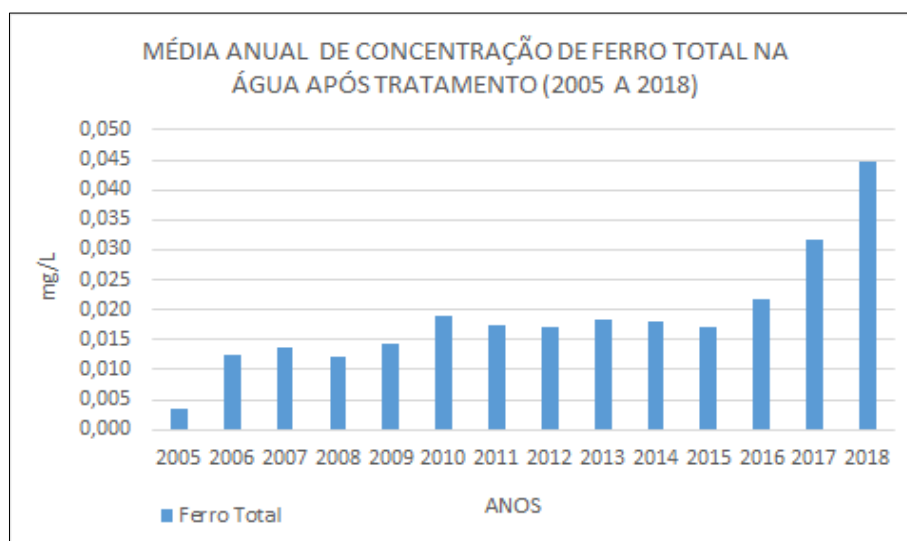
No Quadro 13 e Gráfico 14 (pág. 72), o ano de 2018 é o ano com maior valor de média para esse parâmetro com 0,045 mg/L. Está 0,255 mg/L abaixo do limite previsto em lei. Portanto, não oferece risco de comprometer a qualidade da água utilizada no abastecimento doméstico. Também se observa um aumento na concentração de ferro de 2005 a 2018 e, nos últimos dois anos, um aumento relativamente alto em comparação com os anos anteriores.

Quadro 13: Média anual para concentração de ferro após tratamento (2005 a 2018)

ANOS	MESES - FERRO TOTAL - VALOR PERMITIDO: 0,3 mg/L												MÉDIA
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
2005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	0,003
2006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,010	0,010	0,013
2007	0,050	0,010	0,010	0,003	0,005	0,018	0,010	0,013	0,008	0,018	0,010	0,008	0,014
2008	0,012	0,022	0,012	0,005	0,015	0,015	0,008	0,012	0,018	0,010	0,010	0,007	0,012
2009	0,010	0,005	0,010	0,023	0,015	0,025	0,030	0,013	0,010	0,013	0,008	0,008	0,014
2010	0,005	0,020	0,025	0,005	0,022	0,028	0,023	0,015	0,040	0,015	0,017	0,013	0,019
2011	0,020	0,020	0,008	0,010	0,012	0,010	0,053	0,013	0,007	0,005	0,018	0,033	0,017
2012	0,018	0,015	0,008	0,017	0,008	0,013	0,023	0,040	0,017	0,015	0,017	0,015	0,017
2013	0,020	0,028	0,018	0,023	0,038	0,010	0,028	0,018	0,012	0,008	0,008	0,010	0,018
2014	0,018	0,018	0,010	0,023	0,023	0,010	0,030	0,023	0,028	0,008	0,010	0,015	0,018
2015	0,010	0,022	0,020	0,012	0,017	0,025	0,021	0,015	0,013	0,022	0,012	0,018	0,017
2016	0,013	0,010	0,018	0,024	0,017	0,022	0,045	0,017	0,017	0,027	0,025	0,027	0,022
2017	0,012	0,027	0,030	0,013	0,058	0,042	0,000	0,043	0,017	0,027	0,040	0,070	0,032
2018	0,050	0,043	0,030	0,040	0,033	0,040	0,097	0,000	0,040	0,023	0,053	0,087	0,045

Fonte: SAE (2018)

Gráfico 14: Média anual de concentração de ferro total na água após tratamento (2005 a 2018)



Fonte: SAE (2018)

O alumínio, outro metal pesado entre os parâmetros químicos, não deve estar presente na água acima do seu valor permitido de 0,2 mg/L. Acima disso pode provocar precipitações e sedimentações o que altera a qualidade da água distribuída. A principal via de exposição humana não ocupacional é pela ingestão de alimentos e água. Em quantidades moderadas é necessário ao metabolismo humano. O aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez.

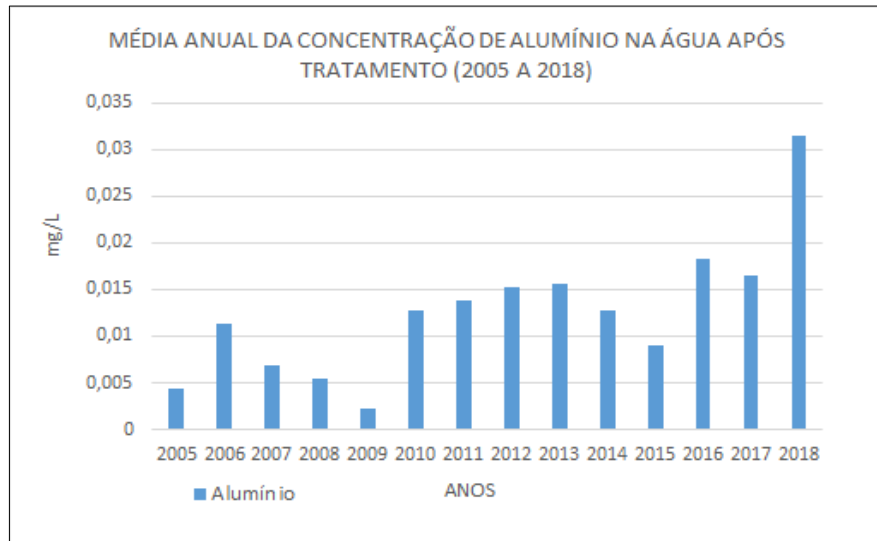
Nos valores apresentados no Quadro 14 e Gráfico 15 (pág. 73) a média mais alta do período é de 0,031 mg/L em 2018. A diferença para o valor permitido é de 0,169 mg/L respeitando as exigências legais para esse parâmetro. Ou seja, o tratamento tem sido eficiente na remoção do excesso deste metal.

Quadro 14: Média anual para concentração de alumínio na água após tratamento (2005 a 2018)

ANOS	MESES - ALUMÍNIO - VALOR PERMITIDO: 0,2mg/L												MÉDIA
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
2005	0,003	0,004	0,003	0,008	0,002	0,002	0,006	0,011	0,003	0,006	0,002	0,003	0,004417
2006	0,000	0,010	0,001	0,013	0,015	0,012	0,014	0,015	0,014	0,014	0,012	0,015	0,011
2007	0,004	0,006	0,003	0,004	0,006	0,011	0,012	0,004	0,010	0,012	0,004	0,007	0,007
2008	0,010	0,003	0,003	0,001	0,002	0,008	0,005	0,007	0,011	0,002	0,009	0,005	0,006
2009	0,005	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,004	0,003	0,002
2010	0,005	0,012	0,008	0,005	0,011	0,021	0,022	0,015	0,023	0,016	0,009	0,005	0,013
2011	0,019	0,009	0,005	0,007	0,004	0,004	0,004	0,025	0,029	0,026	0,027	0,007	0,014
2012	0,010	0,023	0,006	0,020	0,007	0,005	0,023	0,020	0,021	0,026	0,013	0,008	0,015
2013	0,019	0,019	0,017	0,013	0,032	0,014	0,024	0,020	0,011	0,008	0,003	0,008	0,016
2014	0,009	0,015	0,011	0,004	0,011	0,014	0,025	0,031	0,007	0,008	0,010	0,007	0,013
2015	0,010	0,008	0,007	0,008	0,009	0,007	0,023	0,006	0,006	0,004	0,014	0,006	0,009
2016	0,002	0,010	0,005	0,004	0,010	0,028	0,058	0,018	0,024	0,021	0,027	0,013	0,018
2017	0,005	0,009	0,004	0,006	0,020	0,018	0,000	0,048	0,024	0,020	0,022	0,021	0,016
2018	0,014	0,016	0,028	0,017	0,017	0,029	0,101	0,000	0,055	0,009	0,029	0,062	0,031

Fonte: SAE (2018)

Gráfico 15: Média anual da concentração de alumínio na água após tratamento (2005 a 2018)



Fonte: SAE (2018)

Os valores de média anual para a concentração de cloro residual livre são apresentados no Quadro 15 (pág. 74) e Gráfico 16 (pág. 74). O cloro é o agente químico adicionado à água para desinfecção com o objetivo de eliminar todo microrganismo que ainda possa estar presente após o tratamento.

A cloração é o método mais antigo e o mais utilizado em muitos países. A garantia de seu êxito é devido à sua disponibilidade, baixo custo, eficiência na ação desinfetante, ação residual e boa persistência nos sistemas de distribuição. Entre as vantagens do método está a eficácia em inativar os diferentes micro-organismos patogênicos, sob condições normais de operação, capacidade de assegurar teor residual e segurança de manuseio, estocagem e transporte (HIDROGERON, 2017).

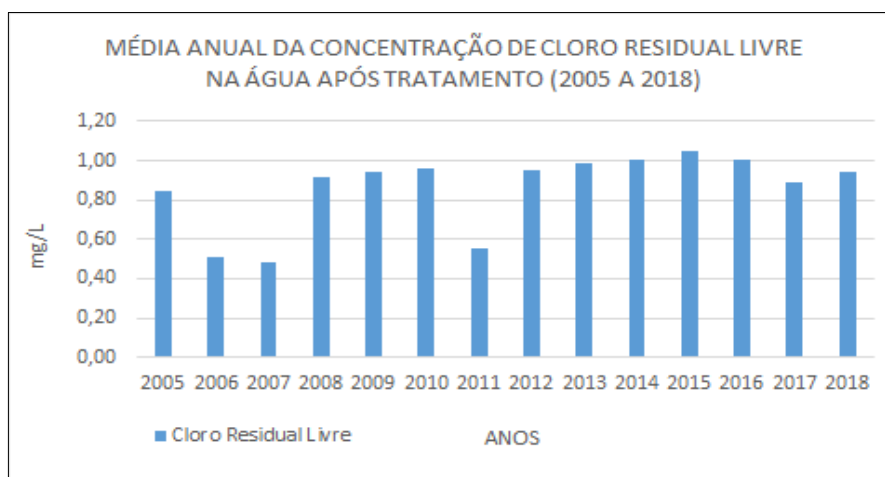
O valor permitido para adição na água da rede de distribuição é de 0,50 a 2,00 mg/L. No ano de 2015 a média foi de 1,00 mg/L, sendo o maior valor do período de análise e se manteve dentro do estabelecido. O resultado indica que houve desinfecção da água e a qualidade não foi prejudicada.

Quadro 15: Média anual da concentração de cloro na água após tratamento (2005 a 2018)

ANOS	MESES - CLORO RESIDUAL LIVRE - VALOR PERMITIDO: 0,5 à 2,00 mg/L												MÉDIA
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
2005	1,42	0,50	0,45	0,35	0,35	0,41	3,00	1,96	0,38	0,47	0,46	0,40	0,85
2006	0,45	0,45	0,50	0,55	0,50	0,45	0,47	0,45	0,45	0,69	0,57	0,60	0,51
2007	0,58	0,57	0,55	0,54	0,55	0,51	0,46	0,44	0,37	0,37	0,42	0,46	0,49
2008	1,10	1,11	1,07	1,01	0,91	0,78	0,73	0,71	0,74	0,94	0,92	0,95	0,91
2009	1,00	1,11	1,08	1,05	0,91	0,78	0,77	0,72	0,81	0,98	1,01	1,12	0,95
2010	1,12	1,04	0,99	1,00	0,90	0,86	0,84	0,78	0,79	1,09	1,03	1,07	0,96
2011	0,44	0,59	0,61	0,60	0,63	0,66	0,54	0,52	0,55	0,45	0,58	0,48	0,55
2012	1,06	1,00	0,94	0,90	0,90	0,90	0,92	0,91	0,90	1,02	1,00	1,02	0,96
2013	1,06	1,07	1,04	1,07	0,97	0,94	0,89	0,87	0,83	0,90	1,07	1,17	0,99
2014	1,10	1,05	1,08	1,11	1,09	0,93	0,88	0,86	0,84	0,94	1,05	1,09	1,00
2015	1,10	1,10	1,07	1,08	1,10	1,04	1,00	0,94	0,97	0,96	1,09	1,11	1,05
2016	1,10	1,11	1,10	1,05	0,96	0,96	0,88	0,86	0,85	0,93	1,08	1,13	1,00
2017	1,17	1,05	1,01	0,96	0,94	0,81	0,70	0,71	0,72	0,69	0,84	1,03	0,89
2018	1,16	1,05	1,05	1,04	0,91	0,86	0,88	0,78	0,79	0,92	0,96	0,95	0,95

Fonte: SAE (2018)

Gráfico 16: Média anual da concentração de cloro na água após tratamento (2005 a 2018)



Fonte: SAE (2018)

Outro agente químico adicionado a água após tratamento é o flúor, utilizado para auxiliar na prevenção da cárie dentária. Seu uso no tratamento da água é obrigatório no Brasil, após ter sido percebido seu benefício de redução na incidência de cáries em crianças. Quando não utilizado em concentrações adequadas pode provocar fluorose, doença que tem como sintoma a fragilização dos ossos.

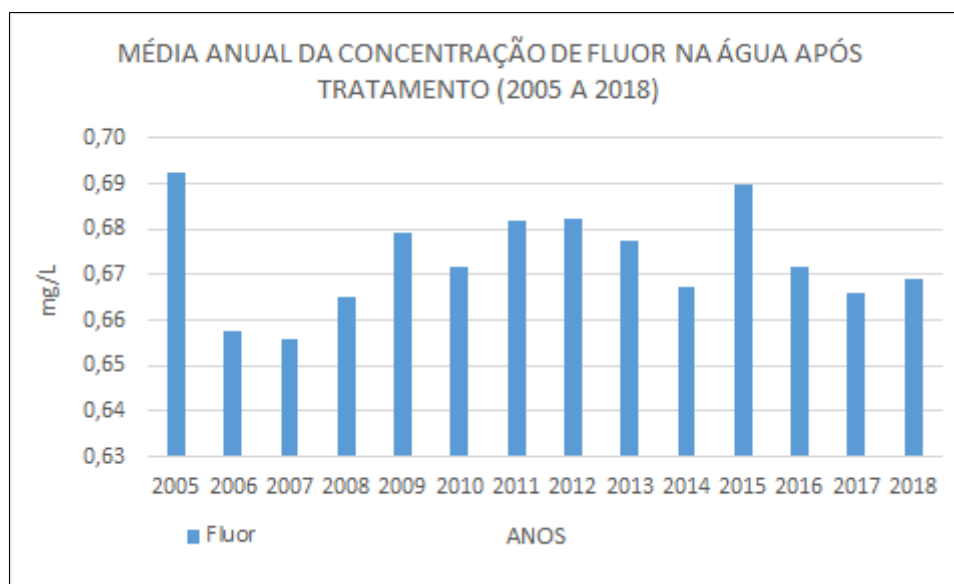
O flúor, quando não adicionado artificialmente, pode ocorrer naturalmente na água, no entanto, há necessidade de verificação de seus teores. O valor permitido para adição na água da rede de distribuição é de 0,60 a 0,80 mg/L. No Quadro 16 (pág. 75) e Gráfico 17 (pág. 75) se observa que os valores de média anual se mantiveram dentro das exigências legais com uma variação de 0,66 a 0,68 mg/L. O resultado indica que o tratamento cumpre a legislação específica referente a qualidade da água para consumo humano.

Quadro 16: Média anual da concentração de flúor na água após tratamento (2005 a 2018)

ANOS	MESES - FLUOR/ VALOR PERMITIDO: 0,6 à 0,8 mg/L												MÉDIA
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
2005	0,70	0,69	0,69	0,70	0,69	0,68	0,69	0,70	0,68	0,70	0,69	0,70	0,69
2006	0,70	0,50	0,66	0,68	0,50	0,69	0,70	0,70	0,66	0,70	0,70	0,70	0,66
2007	0,70	0,66	0,66	0,61	0,64	0,66	0,67	0,67	0,65	0,63	0,66	0,66	0,66
2008	0,67	0,69	0,63	0,62	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,70	0,67	0,66	0,67
2009	0,65	0,67	0,69	0,65	0,65	0,68	0,70	0,69	0,73	0,64	0,70	0,70	0,68
2010	0,72	0,68	0,64	0,66	0,71	0,68	0,65	0,67	0,64	0,70	0,65	0,66	0,67
2011	0,67	0,66	0,67	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,66	0,68	0,70	0,69	0,68
2012	0,68	0,67	0,68	0,68	0,64	0,65	0,70	0,69	0,67	0,70	0,73	0,70	0,68
2013	0,69	0,73	0,67	0,68	0,65	0,69	0,65	0,69	0,67	0,69	0,64	0,68	0,68
2014	0,67	0,70	0,69	0,67	0,67	0,69	0,66	0,65	0,62	0,64	0,68	0,67	0,67
2015	0,67	0,69	0,69	0,71	0,69	0,66	0,72	0,69	0,69	0,66	0,70	0,71	0,69
2016	0,72	0,67	0,69	0,70	0,66	0,69	0,66	0,64	0,64	0,67	0,66	0,66	0,67
2017	0,68	0,67	0,66	0,70	0,67	0,68	0,65	0,65	0,62	0,67	0,68	0,66	0,67
2018	0,72	0,68	0,65	0,68	0,66	0,67	0,66	0,64	0,67	0,68	0,67	0,65	0,67

Fonte: SAE (2018)

Gráfico 17: Média anual da concentração de flúor na água após tratamento (2005 a 2018)



Fonte: SAE (2018)

Os coliformes totais estão entre os parâmetros biológicos de qualidade da água, indicam a contaminação da água por bactérias provenientes da natureza, as quais podem ser encontradas no solo e nos vegetais. Desta forma não é possível afirmar que uma amostra de água com resultado positivo para coliformes totais tenha entrado em contato com fezes. Não existe um valor permitido para concentração deste parâmetro. A exigência para qualidade da água na estação de tratamento e na rede de distribuição é ausência total. No Quadro 17 (pág.76) se observa que essa exigência vem sendo cumprida desde 2005 até 2018, não havendo comprometimento da qualidade da água em nenhum ano deste período.

Quadro 17: Presença de coliformes totais na água após tratamento no período de 2005 a 2018

MESES - COLIFORMES TOTAIS - VALOR PERMITIDO: A (AUSÊNCIA)												
ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2005	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2006	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2007	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2008	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2009	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2010	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2011	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2012	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2013	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2014	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2015	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2016	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2017	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2018	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Fonte: SAE (2018)

A partir do ano de 2010, a SAE passou a informar em seus relatórios mensais e anuais de qualidade da água, um parâmetro a mais, a ocorrência da bactéria Escherichia Coli, (também identificada como E. Coli) nas amostras de água analisadas. Essa bactéria pode causar infecção através da ingestão de água ou alimentos contaminados.

Quadro 18: Presença de Escherichia Coli na água após tratamento no período de 2005 a 2018.

MESES - ESCHERICHIA COLI - VALOR PERMITIDO: A (AUSÊNCIA)												
ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2010	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2011	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2012	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2013	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2014	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2015	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2016	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2017	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2018	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Fonte: SAE (2018).

A Escherichia coli é um parâmetro biológico que indica a contaminação da água por bactérias de origem animal, presentes em grandes quantidades nas fezes (Quadro 18). Para esse parâmetro também não há valor permitido, sendo exigido a ausência total para não comprometer a qualidade da água. O Quadro 18 mostra que a exigência legal tem sido cumprida e não houve contaminação da água durante o período analisado.

Nos 10 quadros e 8 gráficos que exibem as informações referentes à qualidade da água após passar por tratamento convencional, todos os valores e exigências estabelecidas pela legislação vigente estão dentro dos valores permitidos e, para os parâmetros que não se permite concentração alguma, o resultado é ausência total para determinados contaminantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa buscaram avaliar, através de métodos adequados, a qualidade e disponibilidade hídrica para abastecimento doméstico na cidade de Ituiutaba-MG. Com a aquisição dos dados necessários pertinentes ao objetivo geral foi possível avaliar o potencial hídrico para abastecimento em relação a demanda populacional, bem como a qualidade da água tratada, distribuída pela Superintendência de Água e Esgoto (SAE), empresa responsável pelo abastecimento doméstico da cidade.

A água tratada pela SAE é 100% distribuída somente na área urbana, o que torna a população urbana e as indústrias instaladas neste perímetro responsáveis por esse consumo. Por falta de informações exatas referentes aos dados da população urbana e rural o valor diário de consumo por habitante foi estimado com base em referências que nortearam os cálculos realizados.

Tanto nos cálculos que consideraram a população total do município, quanto nos que consideraram apenas a população urbana, os resultados apontam uma média de consumo elevada. Como já foi visto, no período estudado houve um aumento considerável da população urbana gerando conseqüente aumento na demanda hídrica. Em função disso a SAE tomou a providência de construir mais uma estação de captação no médio curso do Rio Tijuco, para ser acionada em períodos de baixa vazão do Ribeirão São Lourenço.

No entanto, a vazão dos mananciais, ou seja, a oferta hídrica está sujeita às variações climáticas e não se mantém estável durante o ano todo, ao passo, que a demanda é sempre crescente em função do aumento da população. Levando em consideração a recomendação da ONU de que uma pessoa não necessita de mais do que 110 litros de água por dia para suprir suas necessidades, e que a média de consumo nacional está em torno de 160 litros por dia por habitante, fica evidente o elevado consumo de água da população em Ituiutaba com uma média de consumo de 241,9 litros por dia, por habitante.

Porém, nos dados de consumo disponibilizados pela SAE consta o consumo total de água da área urbana, o que inclui o consumo industrial e o consumo doméstico, não sendo possível tomar conhecimento sobre qual dos usos tem um consumo maior de água tratada.

Mesmo assim, a análise das informações sobre o número de habitantes do município, caracterização da área de estudo, períodos de maior consumo e de maior recarga de água e definição de anos padrões, permitiu que a disponibilidade hídrica fosse avaliada por comparação e correlação de dados.

O resultado do balanço hídrico e a caracterização física da área de estudo apontam que existe potencial hídrico e boa disponibilidade hídrica para abastecimento doméstico, tanto pelo regime pluviométrico quanto pelas cotas altimétricas, declividade do relevo e condições do solo que possui boa capacidade para armazenamento de água. O problema maior em relação a disponibilidade hídrica é o fato de que o período de maior consumo no ano coincide com o período de menor recarga de água no município e maior perda de água para a atmosfera. Uma forma de equilibrar a situação seria reduzir o consumo de água em períodos que as bacias hidrográficas recebem menor recarga de água, na tentativa de acompanhar o regime pluviométrico e evitar a escassez.

A população conta com serviços de qualidade prestados pela SAE que segue fazendo melhorias na rede de distribuição para acompanhar a demanda hídrica. Mas, mesmo com fatores que favorecem a disponibilidade hídrica para o abastecimento da cidade, se a população e as indústrias não adotarem uma postura mais consciente e sustentável em relação ao consumo, em alguns anos, essa disponibilidade pode estar comprometida em certos períodos do ano.

Até o momento, o rodízio no abastecimento de água adotado pela SAE tem controlado a situação, pois, a população não passa mais de 24 horas sem água, e no período de racionamento, deve controlar suas atividades e utilizar a água armazenada nas caixas d'água de suas residências somente para necessidades básicas. O desperdício deve ser evitado e qualquer vazamento de água na rede de distribuição deve ser imediatamente comunicado a SAE para que seja resolvido o mais rápido possível.

A avaliação da qualidade hídrica da água tratada foi realizada a partir da análise dos dados do relatório anual de qualidade da água disponibilizado pela SAE. O fato da superintendência cumprir a exigência legal de divulgar relatórios mensais e anuais já é um ponto positivo para garantir a qualidade hídrica do abastecimento doméstico. Os resultados são satisfatórios, todos os parâmetros químicos, físicos e biológicos foram respeitados de acordo com as exigências legais vigentes. Todos os parâmetros analisados tem seus valores muito

abaixo do valor permitido indicando que o tratamento convencional foi bem executado e a água é própria para consumo humano.

A remoção de microrganismos mostra eficiência no processo de desinfecção da água, o que garante a segurança alimentar da população. Os metais pesados como ferro, manganês e alumínio tiveram suas concentrações controladas, assim como as concentrações de cloro, utilizado para desinfecção da água, e de flúor, que ajuda na prevenção da cárie. Coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia Coli* estão ausentes após o tratamento, prevenindo assim, diversos tipos de doenças que podem ser contraídas ao ingerir água contaminada. A avaliação para qualidade hídrica foi muito positiva, não foram encontrados valores de parâmetros acima dos valores que possam representar ameaça para a saúde do consumidor.

De modo geral, ainda não é possível afirmar seguramente que a qualidade e a disponibilidade hídrica para abastecimento doméstico estejam comprometidas. Existem fatores que, caso não sejam controlados, podem vir a representar algum risco futuramente, como o desperdício, o consumo excessivo e desnecessário e, ainda atividades realizadas nas bacias hidrográficas dos mananciais utilizados para captação de água.

Dois tipos de uso na área de estudo que podem representar risco para o abastecimento doméstico no município e, vir a comprometer a qualidade e por consequência a disponibilidade hídrica, são as atividades agrícolas (pelo uso de insumos e agrotóxicos) e as atividades pecuárias (pelo pisoteio do gado) que podem compactar e impermeabilizar o solo. Por isso, se faz necessário investigar e monitorar, com frequência, os tipos de impactos que essas atividades trazem aos recursos hídricos e como estes podem ser mitigados ou até solucionados.

Os resultados apontam que, em relação a disponibilidade hídrica, a cidade de Ituiutaba dispõe de potencial hídrico para abastecer a população urbana. Mesmo em períodos de menor reposição de água, como é o caso do ano padrão seco de 2007, o volume de água tratada produzido pela SAE é considerado suficiente para atender a demanda da população total estimada em 90.923 habitantes no referido ano. No entanto, a população urbana, assim como o consumo de água, tem aumentado gradativamente ao longo dos anos. O período de maior consumo coincide com o período de menor reposição no ano, como apontado no balanço hídrico.

O fato desse consumo estar acima da média nacional e acima da recomendação da ONU para consumo diário de água por pessoa, além da necessidade da SAE em adotar o rodízio no abastecimento em determinado período do ano, causa a impressão de não haver água suficiente para atender a necessidade da população para suas atividades básicas necessárias. Mas, medidas como o uso consciente da água, seja pela população ou pelas indústrias (com a reutilização da água para determinados processos), a demanda pode reduzir consideravelmente, principalmente, em períodos de menor acúmulo pluviométrico e recarga de água nas bacias hidrográficas.

Contudo, até o momento, pelos resultados das análises realizadas pela SAE, a qualidade da água tem sido mantida, com remoção total de impurezas presentes antes do tratamento para torna-la potável. O consumo da água tratada pela SAE é recomendado e, enquanto a qualidade for mantida, até certo ponto, a disponibilidade do abastecimento doméstico também está garantida. Mas, se o consumo não se tornar mais consciente e sustentável, e havendo mudanças climáticas futuras que reduzam ainda mais a recarga nas bacias hidrográficas, este recurso natural tão importante para a manutenção da vida, pode se tornar escasso comprometendo disponibilidade por longos períodos.

A análise final dos dados avalia a qualidade e disponibilidade hídrica como satisfatórias para atender o abastecimento doméstico para a cidade de Ituiutaba – MG, mas, com ressalva. O consumo de água elevado em períodos críticos de recarga de água nas bacias hidrográficas alerta para a necessidade do uso racional de modo que a demanda não torne a disponibilidade insuficiente futuramente. Quanto à qualidade hídrica, a SAE tem mostrado eficiência nos serviços prestados e, para manter esses resultados, depende também da colaboração da população e de políticas públicas em relação ao uso e ocupação da área de estudo, para que não haja contaminação dos cursos d'água a níveis tão altos que não seja possível remover as impurezas da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBIENTE BRASIL. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/>>. Acesso em: 16 out. 2017.

AMORIM NETO, M. S. **Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather (1955)**. Petrolina: EMBRAPA, 1989. p. 1 – 18.

ANA. **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/>>. Acesso em: 05 de jan. de 2019.

ARAGÃO, M.J. **História do Clima**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

ARAÚJO, L. E. et al. **Bacias hidrográficas e impactos ambientais**. Disponível em: <revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/download/399/366>. Acesso em: 10 out. 2017.

BACCARO, C. A. D.; SANTOS, L. Caracterização Geomorfológica da Bacia do Rio Tijuco, 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15321>>. Acesso em: 04 de abr. de 2019.

ALVARENGA, M.I.N.; BARISON, M.R.; DIAS PONS, N.A. **Solos**. In: Ciências Ambientais para engenharia. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 55 – 82.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. **Ituiutaba, MG**. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/ituiutaba_mg>. Acesso em: 15 de jul. de 2019.

BOTELHO, R. G. M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, J. T. **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Betrand Brasil, 2011.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Curso de Aperfeiçoamento em Gestão de Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais/_Anexos/Attachments/23/05.RecursosHD-220909.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Água**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf>. Acesso em: 13 out. 2017.

_____. Portal Brasil. **Entenda as principais regras do Código Florestal**. <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2012/11/entenda-as-principais-regras-do-codigo-florestal>>. Acesso em: 13 out. 2018.

_____. **Lei nº 12.727 de 17 de outubro de 2012**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm>. Acesso em: 14 out. 2017.

BITTENCOURT, C.; SILVA DE PAULA. **Tratamento de água e efluentes Fundamentos de saneamento ambiental e gestão de recursos hídricos**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014.

CALHEIROS, H. C.; SILVA, B. C. **Águas Superficiais** In: CAPAZ, R. S; HORTA NOGUEIRA, L. A. Ciências ambientais para engenharia. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 85 – 122.

CBH PARANAÍBA. **O que é comitê de bacia**. Disponível em: <<http://cbhparanaiba.org.br/cbh-paranaiba/o-que-e-comite-de-bacia>>. Acesso em: 15 de out. de 2018.

COSTA, R. A.; SILVA, G. A. **Paisagem e fragilidade ambiental natural da bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço, Ituiutaba/Prata – MG**. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:FWRvJzraj5MJ:www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16635/9245+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 04 de abr. de 2019.

CARVALHO, T. M. Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 1, n. 1, p. 73 – 85, maio/ago. 2008. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v1i1.232608>

CASSETI, Valter. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1980.

CONAMA. **Resoluções**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 10 out. 2018.

COSTA, F. R.; ROCHA, M. M. Geografia: **conceitos e paradigmas** – Apontamentos Preliminares. Disponível em: <http://www.nemo.uem.br/artigos/geografia_conceitos_e_paradigmas_fabio_costa_marcio_rocha.pdf>. Acesso em: 11 out. 2017.

COSTA, R. A.; MOURA, G.G.; PORTUGUEZ, A. P. (Org.) **Geografia do Brasil Central Enfoques Teóricos e Particularidades Regionais**. Uberlândia, Assis Editora, 2011.

COTA, S. D. A. **Aplicação do método do cálculo do balanço hídrico na avaliação da recarga no aquífero Bauru em Araguari – MG**. In: XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Curitiba, 2006.

EMBRAPA. **Código florestal**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal>>. Acesso em: 11 out. 2018.

GARCIA, W. **Direito ambiental (Elementos do Direito)**. São Paulo: Premier Máxima, 2008.

GROTZINGER, J.; JORDAN, T. **Para entender a Terra**. Tradução de Iuri Duquia Abreu. 6. ed. Porto Alegre: Brokman, 2013.

GUERRA, Antonio J. T. et al. **Geomorfologia e meio ambiente**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

HIDROGERON **Tratamento de água e esgoto. Cloro é tudo igual?**. Disponível em: <<https://hidrogeron.com/2017/04/07/vantagens-do-uso-de-solucao-de-hipoclorito-de-sodio-na-cloracao/>>. Acesso em: 03 de nov. de 2018.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Portal dos comitês**. Disponível em: <<http://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/pn3-cbh-baixo-rio-paranaiba>>. Acesso em: 05 de jan. 2019.

MONTEIRO, C. A. F. **Da Necessidade de Um Caráter Genético à Classificação Climática**. Revista Geográfica, Instituto Pan – Americano de Geografia e História, Rio de Janeiro, n° 57, tomo XXXI, p. 29 – 44, 1962. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40996656?seq=1#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 10 de nov. de 2019.

NUCASE. **Qualidade da água e padrões de potabilidade: abastecimento de água: guia do profissional em treinamento: nível 2**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). Belo Horizonte: ReCESA, 2007.

PORTAL DOS COMITÊS. **PN3 – CBH do Baixo Rio Paranaíba**. Disponível em: <<http://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/pn3-cbh-baixo-rio-paranaiba>>. Acesso em: 10 de mai. de 2019.

PARÂMETROS E INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA. Disponível em: <[PRADO, V. G. T. J.; SOUSA, R. R. **Mapa Pluviométrico do Triângulo Mineiro**. Iniciação Científica \(Relatório Final\). UFU, FACIP: Ituiutaba, 2010, 38 p.](https://www.google.com/search?ei=K0E6Xsy3H9K_5OUPmveLuA4&q=parametros+de+q+ualidade+da+agua+aluminio&oq=parametros+de+qualidade+da+agua+aluminio&gs_l=psy-ab.3...4971.17545..18576...1.2..3.264.6509.0j46j2....2..0....1..gws-wiz.....0..0i71j0i22i30j0i67j0i131j46i322j46i322i67j0i333j33i160.VUDWSRmIBXw&ved=0ahUKEwiM-ainxrnnAhXSH7kGHZr7AucQ4dUDCAo&uact=5#> Acesso em: 10 de mai. De 2018.</p></div><div data-bbox=)

RICHTER, B. **Em busca da água: um guia para passar da escassez à sustentabilidade**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

RIBEIRO, A.G. **O Consumo de Água em Bauru – S.P. O tempo cronológico e o tempo meteorológico aplicados na elaboração de subsídios à previsão de demanda de água**. Dissertação de mestrado. F.F.L.C.H. – USP, 1975.

SAE: SUPERINTENDÊNCIA DE ÁGUA E ESGOTOS DE ITUIUTABA. **Histórico**. Disponível em: <<http://www.saeituiutaba.com.br/?arq=2>>. Acesso em: 29 ago. 2018.

SAVEH Sistema de auto avaliação da eficiência hídrica. **A disponibilidade de água no mundo e no Brasil.** Disponível em: < <https://saveh.com.br/artigos/a-disponibilidade-de-agua-no-mundo-e-no-brasil/>>. Acesso em: 08 de out. de 2018.

SANTOS, A. R. **Balanco hídrico segundo Thornthwaite e Mather.** Disponível em: <<http://www.mundogeomatica.com.br/CL/ApostilaTeoricaCL/Capitulo10-BalancoHidrico.pdf>> Acesso em: 23 de jun. de 2018.

SILVEIRA, A.; MARCUZZO, F. F. N. **Balanco hídrico de Cuiabá utilizando métodos de estimativa de evapotranspiração por temperatura.** Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/962/1/Evento_balanco_Marcuzzo.pdf>. Acesso em: 23 de jun. de 2018.

TAVARES, C.T. **Crítérios de escolha de anos padrões para análise rítmica.** Geografia. Vol 1/ Abril 1976/Nº 1.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. (1955). *“The water balance”*. Centerton: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology. Publications in Climatology, v. 8, n. 1. 104p.

TUCCI, C. E. M. Enchentes. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: UFRGS, 2001.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Recursos hídricos no século XXI.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.** 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.