

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO**  
**CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSO* EM GEOGRAFIA**  
**MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**CLÉIA DIAS VIEIRA**

**DISTRIBUIÇÃO E USOS DA ÁGUA NA CIDADE DE SÃO JOSÉ DOS QUATRO**  
**MARCOS-MT, BRASIL**

**Cáceres-MT**

**2019**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO**  
**CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM GEOGRAFIA**  
**MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**CLÉIA DIAS VIEIRA**

**DISTRIBUIÇÃO E USOS DA ÁGUA NA CIDADE DE SÃO JOSÉ DOS QUATRO**  
**MARCOS-MT, BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso – Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT) como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Zenén Domínguez González

Cáceres-MT

2019

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

VIEIRA, Cléia Dias.

V657d Distribuição e Usos da Água na Cidade de São José dos Quatro Marcos-MT, Brasil. Distribuição e Usos da Água na Cidade de São José dos Quatro Marcos-MT, Brasil. / Cléia Dias Vieira – Cáceres, 2019.

104 f.; 30 cm. (ilustrações) II. Color. (sim).

Trabalho de Conclusão de Curso

(Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu* (Mestrado Acadêmico) Geografia, Faculdade de Ciências Humanas, Câmpus de Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2019.

Orientador: Dr. Alfredo Zenén Domínguez Gonzalez

1. Água Potável. 2. Abastecimento. 3. Gerenciamento. 4. Percepção.  
I. Cléia Dias Vieira. II. Distribuição e Usos da água na Cidade de São José dos Quatro Marcos-MT, Brasil.:  
Distribuição e Usos da água na Cidade de São José dos Quatro Marcos-MT, Brasil.

CDU 628.1.033 (817.2)

**CLÉIA DIAS VIEIRA**

**DISTRIBUIÇÃO E USOS DA ÁGUA PARA NA CIDADE DE SÃO JOSÉ DOS QUATRO  
MARCOS-MT, BRASIL.**

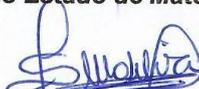
Dissertação apresentada no dia 29 de março de 2019 ao Programa de Pós-graduação em Geografia como pré-requisito para obter o título de Mestre.

**Banca Examinadora:**



---

**Prof. Dr. Alfredo Zenén Domínguez González**  
Orientador  
*Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)*



---

**Profa. Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves**  
Avaliadora Interna  
*Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)*



---

**Prof. Dr. Antonio Rosestolato Filho**  
Avaliador Interno  
*Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)*

**Cáceres - 2019**

**DEDICATÓRIA**

*Dedico esse trabalho aos meus pequeninos, Arthur Francisco e Guilherme. Filhos esses que tanto amo e que foram a minha força para chegar ao termino do Curso de Mestrado.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e a Nossa Senhora de Aparecida na qual tenho devoção por ter me proporcionado cursar o Mestrado e ter me ajudado no decorrer desses anos através de minhas orações.

Não posso deixar de agradecer meu saudoso pai, Francisco José Vieira, (*in memoriam*), por ter sido e ainda é a minha grande inspiração, meu pilar, meu tudo, meu aconchego. Sempre batalhou para que eu pudesse chegar onde cheguei, sempre me deu forças para seguir sempre em frente. E hoje, mesmo não estando mais entre nós, ainda habita em meu coração, pela eternidade.

A presente dissertação de mestrado também não poderia chegar ao seu destino final sem o precioso apoio de várias pessoas. Em primeiro lugar, não posso deixar de agradecer ao meu prezado orientador, Alfredo Zenén Domínguez González, por toda a paciência, empenho com que sempre me orientou neste trabalho. Muito obrigada por ter me corrigido quando necessário, cada correção sua foi essencial para o meu crescimento pessoal e intelectual.

Desejo igualmente agradecer a todos que contribuíram para com a minha pesquisa com fornecimento de informações para a construção da minha dissertação, em especial os funcionários da Estação de tratamento de água (ETA), de São José dos Quatro Marcos.

Por último, quero agradecer a minha família pelo apoio incondicional que me deram especialmente à minha mãe Maria Hilária e ao meu irmão Cleidson com a ajuda com as crianças e minha irmã Aparecida Cristina que mesmo distante me dava força através de palavras.

## RESUMO

O presente estudo buscou caracterizar os problemas que apresenta o sistema de abastecimento de água potável na cidade mato-grossense de São José dos Quatro Marcos e as percepções da população sobre o fornecimento e utilização domiciliar deste recurso. Os procedimentos metodológicos compreenderam a análise bibliográfica, cartográfica e documental, acompanhada da interpretação de imagens de satélite para constatar a influência da antropização na qualidade da água do córrego que abastece à cidade, bem como levantamentos de campo utilizando as técnicas de observação *in loco*, entrevista na entidade gestora e aplicação de questionário a uma amostra dos usuários para identificar os problemas que apresenta o abastecimento e utilização da água consumida. Os resultados obtidos evidenciam que a erosão associada ao desmatamento para implantar atividades agropecuárias na sub-bacia têm alterado a qualidade da água captada no córrego Corgão, a qual é tratada e distribuída por um sistema de abastecimento que apresenta diversos problemas de infraestrutura e gerenciamento, o que tem provocado percepções negativas na população, que estimulam um uso inadequado da água potável na cidade. Com base nesses resultados, se propõem medidas para melhorar a situação ambiental da sub-bacia, aperfeiçoar o gerenciamento do abastecimento de água potável e estimular o seu uso racional e reúso pela população.

**Palavras-chave:** Água Potável. Abastecimento. Gerenciamento. Percepção.

## ABSTRACT

This study aimed to identify the issues presented by the drinkable water providing in the Public Water Supply of São José dos Quatro Marcos city (Mato Grosso state) and the population's perceptions about its providing and the domestic use of this resource. The methodological procedures applied to this study included bibliographical, cartographic and documentary analysis, followed by the satellite mapping data analysis, to verify the anthropization effects on the quality of the water on the stream that supplies the city, as well as field research based on on-site observation techniques, data collected through interview at the administrative agency and through questionnaire applied by sampling to the clients to identify the problems presented by the supply during the use of the water. The obtained results show that erosion in association to the deforestation caused by agricultural activities in the stream subbasin has altered the quality of the water collected on the *Corgão* stream, which is treated and distributed by a supply system that presents several problems on its infrastructure and management, which has caused a negative perception to the population and that impacts on a misuse of potable water in the county. Furthermore, measures are proposed in this study to improve the subbasin's environmental situation and the management of potable water supply and to stimulate a sensible use and reuse of it by the population.

**Keywords:** Potable Water. Water Supply. Management. Perception.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Localização da área de estudo. ....	34
Figura 2 – Evolução do desmatamento na sub-bacia do córrego Corgão .....	40
Figura 3 – Plantações na área considerada “urbana”, em 1972.....	42
Figura 4 – O cafezal como principal lavoura da época .....	42
Figura 5 – Imagem do primeiro hospital de São José dos Quatro Marcos.....	43
Figura 6 – Plantio de algodão na Comunidade Salvação, em 1992 .....	44
Figura 7 – Distribuição dos bairros da cidade de São José dos Quatro Marcos.....	46
Figura 8 – Captação de água bruta no córrego Corgão .....	48
Figura 9 – Estação elevatória de água bruta.....	49
Figura 10 – Reservatório de água tratada com capacidade para 500 mil litros .....	50
Figura 11 – Estação elevatória de água tratada .....	50
Figura 12 – Rede de distribuição de água potável da cidade. ....	51
Figura 13 – Situação atual das margens do córrego Corgão .....	57
Figura 14 – Tanques de decantação e filtros da ETA da cidade .....	59
Figura 15 – Reservatórios de água tratada da ETA da cidade.....	59
Figura 16 – Vazamento na rede de distribuição de água potável .....	61
Figura 17 – Faixa etária das pessoas amostradas, por bairro .....	64
Figura 18 – Distribuição por bairros dos grupos ocupacionais das pessoas.....	65
Figura 19 – Distribuição do número de residentes nos domicílios dos bairros amostrados.....	66
Figura 20 – Nível de escolaridade das pessoas amostradas nos diferentes bairros .....	67
Figura 21 – Tempo de residência no bairro das pessoas amostradas .....	68
Figura 22 – Frequência de chegada da água às residências dos bairros estudados .....	70
Figura 23 – Exemplo de reúso municipal em parque urbano dos Estados Unidos .....	76

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Evolução da População do Município (1980 a 2010) .....	45
Quadro 2 – Alguns dispositivos para a economia de água nas residências .....	75

**LISTA DE SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas;
ANA	Agência Nacional de Águas;
APP	Área de Proteção Permanente;
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente;
CRPM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil);
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos do Brasil;
DAE	Departamento de Água e Esgoto;
ETA	Estação de Tratamento de Água;
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal;
OMS	Organização Mundial da Saúde;
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico;
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico;
PT	Poço Tubular;
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto;
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento;
UNDP	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento;
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura;
WWDR	Relatórios sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Mundo;
WWAP	Programa Mundial de Avaliação dos Recursos Hídricos.

**SUMÁRIO**

CAPÍTULO I.....	13
1. INTRODUÇÃO .....	13
CAPÍTULO II.....	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	18
2.1. A construção do espaço geográfico como expressão de “Progresso” .....	18
2.2. Consumo de recursos hídricos e qualidade da água .....	20
2.3. Sistemas de abastecimento público de água potável .....	23
2.3.1. Componentes de um sistema de abastecimento.....	23
2.3.2. Etapas do processo de tratamento convencional .....	25
2.4. O gerenciamento do abastecimento de água potável nas cidades.....	28
2.5. Legislação brasileira sobre qualidade da água de consumo humano.....	32
CAPÍTULO III .....	34
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	34
3.1. Caracterização da área de estudo .....	34
3.2. Procedimentos metodológicos .....	35
CAPÍTULO IV .....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
4.1. Características do meio físico da paisagem urbana de São José dos Quatro Marcos	38
4.1.1. Antropização na sub-bacia do Corgão <i>versus</i> qualidade da água.....	39
4.2. Origem e evolução da cidade de São José dos Quatro Marcos.....	41
4.3. O saneamento básico na cidade de São José dos Quatro Marcos .....	46
4.3.1. Caracterização do sistema de abastecimento de água potável.....	47
4.3.2. O gerenciamento do sistema de abastecimento de água na cidade.....	52
4.4. Percepção dos usuários sobre o uso da água fornecida .....	64
4.5. Proposta de ações como subsídio à tomada de decisões.....	74
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80
ANEXOS .....	91

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUÇÃO

A água sempre tem sido um recurso natural imprescindível, tanto à existência dos seres vivos quanto à sua sobrevivência no planeta, sendo valorizada em todas as épocas pelas diferentes religiões, povos e culturas (REBOUÇAS, 1997). Autores como Eliade (1992), Pinsky (2007) e Mendes e Oliveira (2004), destacam que, desde o período da pré-história, as civilizações antigas escolheram para o seu assentamento aquelas áreas com clima favorável que estivessem próximas a rios e lagos, tendo em vista a importância da acessibilidade desse recurso natural vital à sua sobrevivência que é a água. Assim, as margens de rios e lagos desempenharam um papel fundamental no desenvolvimento da humanidade, sendo a água objeto de veneração, temor, e um alvo a ser atingido.

Neste sentido, Takeda (2009), considera que a água esteve presente nas duas grandes revoluções vivenciadas pela humanidade, a Agrícola e a Industrial: no início o homem fez a água trabalhar para ele (quando descobriu como controlar os rios, cuja exploração deu ensejo à agricultura) e a seguir, a agricultura deu início à urbanização e à industrialização.

Desde o final do século XVIII, como o advenimento da Revolução Industrial, ampliaram-se as formas de utilização da água e aumentaram rapidamente a demanda por recursos hídricos; paralelamente, o comprometimento da qualidade e quantidade de água para consumo humano foi cada vez maior, em decorrência da inadequada gestão dos recursos hídricos (TAKEDA, 2009).

Um exemplo dessa situação, é o estudo de Martins (2014), que discorre sobre a evolução histórica do consumo de água não tratada pelos seres humanos e sua relação com doenças epidemiológicas como a cólera (com base no estudo de J. Snow sobre o vínculo entre o consumo de água contaminada por fezes e o surto de cólera ocorrido em Londres, em 1854).

Como destacado por autores como Rodrigues et al. (2012) e Martins (2014), a humanidade consumiu água não tratada até o início do séc. XIX (realizando o controle da sua qualidade de forma empírica, considerando somente a aparência da água), época em que surgiram as primeiras técnicas e normas para desinfestar a água de abastecimento público em estações de tratamento: apenas no ano de 1829 surgiu, na cidade de Londres, a primeira Estação de Tratamento de Água, à qual utilizava filtros de areia.

Nas décadas posteriores, tanto os novos conhecimentos científicos sobre a relação entre qualidade da água e doenças, quanto a criação de tecnologias mais avançadas para o

tratamento da água, permitiram que as normas sobre potabilidade se tornassem mais exigentes. Isso ocorreu especialmente a partir do ano de 1958, quando a Organização Mundial da Saúde (OMS) publicou o documento *International Standards for Drinking Water* (Padrões Internacionais para a Água de Consumo), base do controle de qualidade da água para consumo humano na maioria dos países (MARTINS, 2014). Dessa forma, as estações de tratamento estariam obrigadas a garantir a redução da concentração de elementos contaminantes na água até um nível que não apresentasse mais riscos para a saúde da população (REBOUÇAS et al., 2006).

Entretanto, como reconhece a ONU WWDR (2003), tanto o crescimento demográfico quanto o maior nível de acesso das pessoas aos produtos, provocaram um constante incremento do consumo de água *per capita* (mais evidente a partir da segunda metade do séc. XX), o qual é mais percebido naquelas regiões com menor disponibilidade de recursos hídricos; assim, a quantidade de água disponível para ser utilizada nos diversos tipos de uso está começando a escassear, indicando uma crise da água.

Essa crise da água é definida como a ausência, em muitos países e regiões do planeta, do fornecimento de água potável (de qualidade e com preço acessível) e de serviços de saneamento básico, acompanhado da elevada incidência de doenças vinculadas à deterioração da qualidade da água (WWDR, 2003; MARINOSKI, 2007, *apud* FAVRETTO et al., 2016). Porém, a água não escasseia apenas pela falta de disponibilidade física, pois nesse problema também influenciam a falta de infraestrutura para o abastecimento de água potável e o fator institucional (instituições que não cumprem suas obrigações no sentido de fornecer água com qualidade e de forma equitativa) (WWDR, 2016).

Tais problemas de infraestrutura e institucionais, muitas vezes obedecem ao fato da água ter sido visualizada como *bem econômico* (uma mercadoria sujeita às leis do mercado) e não “[...] como um *bem universal* a que todos os seres humanos, sem exceção, têm direito, independentemente da sua condição econômica, social, cultural ou outra” (BRANCO, 2007, p. 15).

Segundo Marinho e Moretti (2017), a primeira conferência internacional dedicada a analisar os problemas relacionados com a água realizou-se na Argentina no ano de 1977; um compromisso derivado da mesma foi o de promover políticas públicas para favorecer o acesso (de toda a população) à água de qualidade e saneamento básico, até 1990.

Anos mais tarde, com essas metas ainda não cumpridas, foi criado o Fórum Mundial da Água, o qual tem realizado vários eventos desde o início do atual séc. XXI (Kyoto-2003; Cidade do México-2006; Istambul-2009; Marselha-2012 e Daegu e Gyeongbuk-2015), para

analisar, tanto a situação de crise no abastecimento de água, quanto o seu tratamento como mercadoria e não como direito universal (BORDALO, 2017).

Segundo o World Water Development Report (2015, *apud* BEREZUK e IORIS, 2017), até o ano de 2050, como resultado do aumento da demanda hídrica global (especialmente da indústria, a geração de energia e o uso doméstico) será preciso incrementar em 55% a exploração hídrica, em comparação com a quantidade explorada no ano de 2015.

Além dos fatores supracitados, outra causa da atual crise da água é a tradicional abordagem reducionista no planejamento do uso dos recursos naturais: separar as questões socioeconômicas dos aspectos ambientais levou a ignorar os problemas ambientais advindos da relação entre as metas de desenvolvimento socioeconômico e a capacidade de suporte dos ecossistemas (PIRES e SANTOS, 1995). Assim, os diversos conflitos relacionados com a água derivam-se do processo histórico de ocupação e o uso das bacias hidrográficas, sem uma avaliação prévia das características qualitativas e quantitativas dos recursos hídricos, sua disponibilidade e o estado de degradação das terras adjacentes, como apontado por Guerra e Cunha (1996).

Segundo esses autores Guerra e Cunha, (1996), esse conhecimento parte do estudo da rede hidrográfica, envolvendo parâmetros como a densidade de canais fluviais, a turbidez e a qualidade da água, o que permite avaliar desde a disponibilidade de recursos hídricos até o estado de degradação das terras adjacentes, cujos sedimentos assoreiam o leito dos rios. Uma ferramenta de grande importância para avaliar a situação ambiental derivada do processo histórico de ocupação e uso da terra nas bacias hidrográficas é a interpretação de imagens obtidas por sensores remotos. O Sensoriamento Remoto é definido como a ciência e a arte de obter informações sobre um alvo na superfície terrestre, mediante a análise dos dados adquiridos por um sensor que não está em contato direto com ele (LILLESAND e KIEFER, 1994, *apud* SOUZA, 2010); no caso das imagens de satélite, elas são essenciais para este análise em países de grande extensão como o Brasil.

No Brasil, a ocupação e o uso das bacias hidrográficas começaram quando a partir da concessão de sesmarias, a terra passou a ser uma mercadoria capaz de gerar lucro (CAVALCANTE, 2005). No interior do país, essa ocupação intensificou-se fortemente a partir do ano de 1930, sob a influência dos programas governamentais de ocupação da região Centro-Oeste para atender à demanda de produtos agrícolas da região Sudeste (BEZERRA, 2004).

Sob essa influência, intensificou-se a imigração para a citada região e para o Estado de Mato Grosso, em particular, acompanhada do desmatamento e a prática de queimadas (para

abrir espaço às atividades agropecuárias), bem como, a construção de espaços urbanos como a atual cidade de São José dos Quatro Marcos, abastecida pela água captada no córrego Grande ou Corgão, em cuja sub-bacia, com uma área aproximada de 234 Km<sup>2</sup>, os impactos ambientais decorrentes da inadequada utilização dos solos têm se aprofundado desde a década de 1980 (PMSB, 2014).

Esses impactos influenciaram na qualidade da água captada e, como resultado, no funcionamento do sistema de abastecimento de água potável, especialmente quando as políticas públicas relacionadas com a estruturação e o gerenciamento do sistema de abastecimento de água para consumo humano na cidade tem sido insuficiente. Todo o anteriormente exposto justifica a execução da presente pesquisa, buscando contribuir para o aperfeiçoamento do processo de tratamento, distribuição e utilização da água na cidade.

O problema de pesquisa vem determinado pelas irregularidades observadas durante a elaboração do PMSB (2014), em relação com o fornecimento de água potável na cidade de São José dos Quatro Marcos, bem como a necessidade de estimular o uso racional e reúso da mesma. Desta forma, o objetivo geral da pesquisa consiste em caracterizar os problemas que apresenta o sistema de abastecimento de água para consumo humano na cidade de São José dos Quatro Marcos e as percepções da população sobre o fornecimento e utilização domiciliar deste recurso.

Dele são derivados os seguintes objetivos específicos: (1) Realizar uma revisão bibliográfica sobre os fundamentos teórico-conceituais do tema em estudo; (2) Caracterizar o meio físico do território municipal e o seu processo de antropização, com ênfase na sub-bacia do córrego Corgão; (3) Identificar os problemas que apresentam o fornecimento e utilização da água potável na cidade; e (4) Fornecer subsídios aos órgãos públicos para o aperfeiçoamento da gestão do sistema de abastecimento de água potável da cidade.

A dissertação está estruturada em quatro capítulos. No Capítulo I se apresenta o tema pesquisado, bem como o problema de investigação e os objetivos dele derivados. No Capítulo II se discute a base teórica e conceitual que sustenta o tema pesquisado, partindo do conceito de espaço geográfico e os problemas derivados da sua construção para a qualidade da água destinada ao consumo humano, que levou ao surgimento das estações de tratamento e do acervo jurídico e normativo sobre qualidade da água potável. No Capítulo III se apresenta a área de estudo e os procedimentos metodológicos utilizados à coleta de dados e a sua posterior análise e interpretação. Finalmente, no Capítulo IV se apresentam os resultados obtidos na pesquisa, partindo das características do meio físico da área onde foi construída a

paisagem urbana de São José dos Quarto Marcos e dos efeitos da antropização na sub-bacia hidrográfica de onde a água para consumo humano é captada e tratada.

Nesse sentido, se discute a problemática identificada em relação com o sistema de abastecimento de água da cidade e o seu gerenciamento, bem como a percepção dos usuários sobre o fornecimento e utilização domiciliar da água potável. A partir deles se propõem medidas orientadas tanto ao poder público quanto à população, para aperfeiçoar a gestão do sistema de abastecimento de água potável da cidade e estimular o uso racional e reúso da água.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1. A construção do espaço geográfico como expressão de “Progresso”

Durante a construção do espaço geográfico, o homem estabelece relações sociais e implementa objetos artificiais (SANTOS, 1982; 2008), que provocam alterações no meio ambiente. Inicialmente elas eram pouco relevantes, pois os homens retiravam da natureza apenas o necessário para o sustento familiar, usavam técnicas rudimentares para praticar as atividades necessárias ao consumo e as suas fontes de energia eram a madeira, a tração animal, o vento e a própria força humana (FARIAS e SELLITTO, 2011; OLIVEIRA, 2014).

No entanto, o surgimento de novas tecnologias de sustentação dos processos produtivos, de conjunto com o aumento populacional, acabou por provocar uma interferência cada vez mais agressiva no meio natural durante a construção do espaço (GUERRA e CUNHA, 1996), leva o homem a intensificar a utilização dos recursos naturais para suprir necessidades muitas vezes criadas pelo modo de produção capitalista e seu imaginário do mercado globalizado (ORTIZ e ARAVENA, 2002).

Conforme Ross (2006):

A crescente industrialização concentrada em cidades, a mecanização da agricultura em sistema de monocultura, a generalizada implantação de pastagens, a intensa exploração de recursos energéticos e matérias primas como o carvão mineral, petróleo, recursos hídricos, minérios, tem alterado, de modo irreversível, o cenário da terra é levado com frequência, a processos degenerativos da natureza (ROSS, 2006, p. 51).

Assim, os acelerados processos de industrialização e urbanização desrespeitaram a dinâmica dos elementos componentes da natureza, provocando uma considerável degradação do meio ambiente, à qual tem comprometido a qualidade de vida da população de várias maneiras, sendo mais perceptível na alteração da qualidade da água e do ar, e na perda de biodiversidade (MENDONÇA, 2001).

Nesse sentido, Victorino (2007) aponta que:

No início do Século XXI, viemos, a saber, que estamos com apenas 28% [das florestas mundiais, ou seja] dos 64 milhões de quilômetros quadrados de florestas existentes antes da expansão demográfica e tecnológica dos humanos restam menos de 15,5 milhões, cerca de 24%. Isto quer dizer que mais de 75% das florestas do mundo já desapareceram (VICTORINO, 2007, p. 20).

Isso obedece à modernização dos latifúndios e pequenas propriedades rurais, que aprofundaram as transformações advindas da retirada da cobertura vegetal original e sua substituição por pastagens e lavouras, e intensificaram impactos ambientais como a erosão e a contaminação do solo e dos mananciais (DUARTE e CASTRO, 2004).

Nesse contexto, um dos sistemas ambientais que foi ocupado de forma desordenada, sem estudos prévios de planejamento urbano-ambiental (apenas visando o máximo de benefício com o mínimo de custo, sem pensar nos sérios prejuízos causados ao meio ambiente) foram as bacias hidrográficas (ROCHA, 1991; HORTA, 2006; VON SPERLING, 2005, *apud* MENDES, 2006). No caso das cidades, a desenfreada urbanização das últimas décadas não foi acompanhada pelo desenvolvimento da infraestrutura urbana básica, gerando problemas como: um deplorável desenho urbanístico, contaminação urbana e incremento dos índices de pobreza (ORTIZ e ARAVENA, 2002; FERNÁNDEZ, 2000).

Ortiz e Aravena (2002), acrescentam a grande “marca ecológica” da urbanização nos espaços rurais, devido a sobre-exploração dos recursos naturais, além da pressão econômica e cultural exercida sobre as comunidades humanas do seu entorno, todo o qual tem minado as bases para um possível desenvolvimento sustentável e uma adequada ordenação ecológica do território que ocupam.

Tanto nos demais países da América Latina quanto no Brasil, por exemplo, essa velocidade de crescimento é consequência da brusca reestruturação das populações nacionais: de 50 a 60% de população urbana no final da década de 1950, passaram para 75 a 85% aos finais dos anos de 1990, como resultado dos fortes movimentos migratórios desde o campo para as cidades (especialmente às periferias) e de altas taxas de crescimento demográfico médio anual (ORTIZ e MORALES, 2002).

Assim, segundo Dematties (1998) e Bähr; Mertins (1993, *apud*: SENDRA et al., 2004) nas cidades latino-americanas podem se distinguir três tipos de assentamentos que influenciam no processo de *suburbanização*: (1) assentamentos informais (ilegais e semilegais); (2) projetos governamentais de moradias sociais de baixo custo de construção e (3) bairros dos estratos altos, geralmente ocupando apenas um sector do entorno suburbano.

Como resultado da segregação social da população, criou-se um caos na prestação de serviços urbanos como os relacionados com: água potável, coleta e tratamento de esgoto e manejo e disposição final dos resíduos sólidos urbanos (FERNÁNDEZ, 2000), o qual é mais evidente nas periferias, onde a problemática ambiental atinge os meios físico, biológico e antrópico.

Paralelamente, o crescimento urbano desordenado contribuiu para a perda de qualidade da água de diversas formas, sendo uma delas a impermeabilização do solo, que incrementa o escoamento superficial, levando para os rios e córregos urbanos uma carga de poluentes que acrescenta, ainda mais, o nível de contaminação das suas águas (GUERRA et. al., 1999).

## **2.2. Consumo de recursos hídricos e qualidade da água**

Mesmo sendo um recurso natural renovável, a disponibilidade de água é pouca, tendo em vista a sua irregular distribuição espacial na superfície terrestre (do volume total existente, apenas 1% se encontra disponível para ser consumida pelos humanos, seja de forma direta ou indireta) e os problemas de acesso ao recurso (BRANCO, 2007).

O *consumo* de água, definido por Oliveira (1999), como sendo a quantidade total de água utilizada para atender as necessidades básicas dos usuários, mas aquela perdida devido a vazamentos e ao uso inadequado, tem se diversificado e aumentado continuamente ao longo da história da humanidade.

Porém, um imaginário sustentado na ideia da grande disponibilidade de recursos hídricos no mundo (mesmo que desigualmente distribuídos), no caráter inesgotável do recurso água (graças ao ciclo hidrológico e aos processos de autopurificação), no reduzido investimento necessário para purificar as águas residuais (ou para proteger os corpos d'água naturais), e no papel das tecnologias na solução dos problemas vinculados à qualidade da água, levaram o homem a fazer um uso irracional do recurso, como apontado por Shiklomanov (1998 *apud* OLIVEIRA, 2013) e Moretti (2000, *apud* MARINHO e MORETTI, 2017).

Por isso, a partir do ano de 1980 se modernizaram os modelos de gestão da água, incorporando o conceito de sustentabilidade, ou seja, foi reforçada a importância da gestão ambiental e a da água nas políticas públicas de desenvolvimento de numerosos países. No Brasil, a criação do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), buscou organizar as decisões de agentes públicos e privados quanto a planos, programas e atividades que utilizem recursos naturais, orientando dessa forma aos estados e municípios (BARROS, 2012)

A relevância do ZEE está determinada pelas possibilidades que oferece para solucionar conflitos associados tanto à escassez de água, quanto à perda da sua qualidade (física, química e bacteriológica) para atender às necessidades advindas dessas múltiplas formas de utilização (PETRELLA, 2001; BORDALO, 2017).

De acordo com esses autores, tais conflitos surgem pela incompatibilidade entre a demanda de água (para abastecimento humano, agrícola e industrial, hidroeletricidade, navegação, turismo, pesca, aquicultura dentre outros usos) e a sua disponibilidade (tanto nas bacias hidrográficas, como nos aquíferos subterrâneos).

Uma das causas geradoras desses conflitos associados à água de consumo é o aumento experimentado pela população mundial e a diversificação das demandas por água, levando a uma situação onde a taxa de extração nos principais aquíferos é maior do que a sua taxa natural de recarga, como destacado por Victorino (2007):

Só no século passado este aumento triplicou o que ocasionou o aumento de fábricas, mais desperdício e mais irrigação nas lavouras [...]. O crescimento da população mundial e da produção, associado ao consumo insustentável, impõe pressões cada vez mais intensas sobre o meio ambiente (VICTORINO, 2007, p. 17).

Assim, no mundo atual, muitos países sofrem uma crise de abastecimento de água (que se agrava com a ausência de saneamento básico para boa parte da população), enquanto outros consomem em demasia, mostrando uma desigualdade, tanto da disponibilidade quanto do consumo.

Torna-se evidente que, nessas condições de desigual distribuição hídrica, surgem conflitos de interesses em territórios com pouca disponibilidade hídrica, onde a água se transforma em importante fonte de poder, com controle econômico e social, como destacara Shiva (2011):

[...] cada rio da Índia é motivo de importantes e insolúveis problemas a respeito da propriedade da água e sua distribuição. [...]. As águas dos rios Tigre e Eufrates, que sustentaram a agricultura durante milhares de anos na Turquia, Síria e Iraque, foi à causa de vários importantes choques entre esses países. Os dois rios nascem na Turquia, cuja posição oficial é “A água é tão nossa como o petróleo da Síria é do Iraque”. (SHIVA, 2011, p. 1).

Outro fator de conflito é a questão de fronteiras envolvendo água, para cuja solução foram negociados acordos internacionais, na maioria das vezes difíceis de serem adotados porque demandam muito tempo de conciliação. Segundo Castro (2015), há países que aceitam a existência de donos da água, representados pelos proprietários das terras onde afloram as águas subterrâneas (a guerra pela água em Cochabamba, na Bolívia, constitui um exemplo).

Paralelamente, o reúso da água é incipiente na maior parte dos países, mesmo que desde o ano de 1973 a OMS tenha estabelecido que esse reúso possa ser:

a) Reúso potável direto, quando os esgotos tratados são utilizados para irrigação, uso industrial, recarga de aquíferos e como água potável;

**b)** Reúso potável indireto, quando a água usada pelo setor residencial ou industrial, é descarregada em corpos d'água superficiais ou subterrâneos e reutilizada novamente à jusante, de maneira diluída;

**c)** Reúso não potável, quando é utilizada para finalidades não potáveis, como na agricultura, indústrias, recreação e atividades domésticas como jardinagem, descargas sanitárias e lavagem de pisos; e

**d)** Reciclagem interna, quando nas instalações industriais, a água se reutiliza buscando economizá-la e controlar a poluição.

No caso do Brasil, a elevada disponibilidade hídrica está desigualmente distribuída, tanto no espaço geográfico quanto entre as classes sociais, devido às grandes desigualdades sociais existentes, como apontado por Francisco (2004).

Além disso, a população está concentrada em regiões onde a oferta de água é desfavorável (como reconhecido pela ANA, 2010), devido ao fato da colonização ter começado pelo litoral, avançando para o interior a partir de 1532, quando começaram a serem ocupadas as bacias hidrográficas do Paraná, Paraguai e Amazônica (SIQUEIRA, 2002).

Em Mato Grosso, essa ocupação ocorreu principalmente através do rio Paraguai e seus afluentes, em um percurso que envolveu longos trechos fluviais e alguns pequenos trechos terrestres. Posteriormente, as viagens até as minas de Cuiabá passaram a incluir a travessia do Planalto de Maracaju, divisor de águas das bacias hidrográficas Paraná e Paraguai (HIGA e MORENO, 2005).

Uma das principais consequências desse processo de ocupação desordenada foi a alteração da qualidade da água nos corpos de água superficiais e subterrâneos (COSTA e MESSIAS, 2006), um problema diretamente relacionado com ações antrópicas como o desmatamento, as mudanças no uso do solo e o grau de controle sobre as fontes de poluição (SANTOS e PEREIRA FILHO, 2010).

Por isso a importância do reúso da água residuária, uma atividade também incipiente no Brasil, mesmo existindo a Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) (BRASIL, 2005) elaborada com base na Lei nº 9.433/97, que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH.

Nessa Resolução se define a água de reúso como aquela água residuária que apresenta os padrões exigidos à sua utilização nas modalidades pretendidas, e estabelece diretrizes e critérios gerais para o reúso direto não potável da água. Portanto, com base nela, o município poderia criar normas próprias para adaptar às suas necessidades.

## 2.3. Sistemas de abastecimento público de água potável

O conjunto de infraestruturas e serviços que conformam um sistema de abastecimento público de água, objetiva produzir e distribuir água potável para consumo humano, em quantidade suficiente e com qualidade apropriada (FUNASA, 2007; KELLNER, 2014).

### 2.3.1. Componentes de um sistema de abastecimento

Como colocado na Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), um sistema de abastecimento público de água potável está composto pelo conjunto de tubulações interligadas que conduzem a água desde a área de captação até mesmo aos pontos de consumo, com seus respectivos instrumentos de medição. Portanto, inclui os seguintes componentes:

**a) Captação:** primeira unidade do sistema de abastecimento da água doce utilizada para o consumo humano ou as atividades econômicas, as captações são realizadas desde fontes subterrâneas, ou desde mananciais superficiais (como córregos, rios, riachos, lagos, represas, açudes, barramentos), dependendo de fatores como a disponibilidade hídrica, qualidade da água, custo de implantação, operação e manutenção (IBGE, PNSB, 2008).

De acordo com o relatório mundial da ONU, (2015), as Estações de Tratamento de Água recebem uma crescente quantidade de resíduos, o que explica a necessidade de fortalecer o monitoramento nas captações, especialmente relacionado com aspectos como a qualidade da água, as vazões, o estado dos equipamentos e as atividades que se realizam no entorno.

Cabe destacar que os sistemas de tratamento a partir de uma origem subterrânea tendem a ser mais simples, seja essa origem um poço comum ou um poço tubular (artesianos) construído com máquinas perfuratrizes e revestido com canos de ferro ou de plástico, com abertura máxima de 50cm (IBGE, PNSB, 2008).

**b) Adução:** conjunto de obras destinadas a transportar a água desde a fonte de origem (manancial) até à distribuição, por ação da gravidade ou por bombeamento. Portanto, segundo o IBGE, PNSB (2008), existem adutoras de água bruta (transportam a água sem tratamento desde a área de captação até a ETA, muitas vezes com auxílio de estações elevatórias de água bruta para aumentar a vazão das linhas adutoras) e de água tratada (para transportar a água até os usuários).

**c) Tratamento da água de abastecimento público:** De acordo com Mendes (2006), a preocupação com a busca de alternativas seguras para produzir água potável tem aumentado ultimamente devido à identificação de alguns compostos (naturais e sintéticos) e subprodutos do tratamento da água, que podem afetar a saúde humana.

O tratamento da água de abastecimento público visa melhorar a sua qualidade, tornando-a potável; ou seja, que cumpra os padrões mínimos de potabilidade estabelecidos na Portaria nº 518/2004, para não a tornar transmissora de doenças (BOTERO, 2009). Ele atende finalidades higiênicas (remoção de microrganismos e substâncias nocivas, bem como redução de impurezas e compostos orgânicos); estéticas (correção da cor, sabor e odor); e econômicas (redução de corrosividade, cor, turbidez, ferro, manganês, sabor, odor).

O tratamento é realizado na Estação de Tratamento de Água, um conjunto de instalações e equipamentos para tratar a água bruta, de modo a tornar suas características condizentes com os padrões de potabilidade (IBGE – PNSB, 2008; KELLNER, 2014).

Segundo o SAAE (2006), os sistemas de tratamento da água podem ser de dois tipos:

**I – Por Flotação:** sistema composto de Adução, floculadores, flotor, filtros e reservatórios. É diferenciado do sistema convencional devido à substituição dos decantadores por flotores. Esse sistema de tratamento abrange a combinação dos processos físico e químico, por meio dos quais se promove a aglutinação dos sólidos totais presentes nas águas poluídas (floculação), a sua ascensão pela insuflação de ar na forma de microbolhas (flotação) e a remoção do lodo pela superfície da água.

O processo de flotação é o inverso da sedimentação, no qual as partículas são capturadas pelas bolhas de ar, induzidas pelo borbulhamento de gás (anexa o sólido à superfície de bolhas de gás, fazendo com que ele se separe do líquido). Essas bolhas têm densidade menor que a da fase líquida e migram para superfície arrastando as partículas seletivamente aderidas. Devido à grande quantidade de bolhas geradas há um aumento de contato entre bolhas e partículas, proporcionando uma separação eficiente. Trata-se de um processo complexo do ponto de vista químico, mas cuja simplicidade operacional permite sua utilização em diversos setores para separar uma grande variedade de sólidos.

A inclusão da flotação não substitui todas as etapas do processo de tratamento da água. A adução, coagulação, pré-cloração, filtração, desinfecção, fluoretação e distribuição são necessárias e continuam presentes num processo de tratamento de água por flotação. Essas são tão importantes quanto numa estação convencional.

O processo de flotação em ETA's permite que quantidades maiores de água possam ser tratadas em menos, ou no mesmo tempo que em estações convencionais. Além disso, a

flotação se adequa melhor a tipos de água cujas características físicas não são próprias de utilização de decantação.

**II – Convencional de ciclo completo:** sistema composto de captação, adutora, floculadores, decantadores, filtros e reservatórios onde se faz a cloração, é comumente encontrado na maioria das estações de tratamento de água do Brasil (OLIVEIRA e RONDON, 2016).

### 2.3.2. Etapas do processo de tratamento convencional

A água de consumo procede de fontes subterrâneas ou superficiais. No caso das águas subterrâneas, elas se caracterizam por serem duras (em solos calcários) ou ácidas (em solos graníticos); límpidas (porque são filtradas pelas camadas terrestres); e com elementos químicos dissolvidos, que podem ser mais ou menos nocivos (SAAE, 2006).

Porém, a sua qualidade muda quando fazem contato com contaminantes químicos (advindos da urbanização, da agricultura e da indústria) como nitratos, detergentes ou metais pesados (REGO, 2004, *apud* MARTINS, 2014). Portanto, as águas superficiais precisam de um tratamento mais complexo que as águas subterrâneas.

Assim, a água pode conter uma variedade de impurezas (físicas, químicas e biológicas), que podem estar dissolvidas (afetando a cor), em suspensão (partículas não filtráveis, como sedimentos e microrganismos, e partículas coloidais, de tamanho intermédio entre as partículas dissolvidas e em suspensão, que são as principais responsáveis pela turbidez da água) (BOTERO, 2009).

As partículas coloidais precisam de muito tempo para se sedimentar por gravidade, necessitando da coagulação para eliminar a turbidez (advinda da erosão do solo, o carregamento de partículas pelo escoamento pluvial ou o crescimento de algas e bactérias) e melhorar a cor resultante da decomposição de substâncias orgânicas degradáveis em contato com a água.

Para remover essas impurezas se realiza o tratamento da água, que se divide em quatro etapas: clarificação, desinfecção, acondicionamento químico e acondicionamento organoléptico (BARRENECHEA, 2009; BARTRAM et. al. 2009). A seguir se explica cada uma delas:

**I –** A etapa de clarificação consiste na eliminação de partículas finas e se subdivide em: coagulação, floculação, sedimentação e filtração.

A escala internacional, o processo de coagulação-sedimentação-filtração tem se mantido por mais de 100 anos como um dos mais importantes, pois desde um início os filtros rápidos de areia precisavam de um tratamento prévio da água para poder aglomerar as partículas finamente divididas, de modo que pudessem ficar retidas pelo filtro (SINGLEY, 2010).

Segundo autores como Lamer (1964) e Singley (2010), a *coagulação* consiste na adição à água de um coagulante químico (como sais de alumínio ou ferro) para reduzir as forças de separação entre as partículas, às quais começam a agregar-se em pequenos coágulos ou flocos (processo chamado de *floculação*) em contínuo crescimento, cujo peso específico, quando supera ao da água, permite a sedimentação. Dessa forma, grande parte dos microrganismos patogênicos (vírus e bactérias) é removido nos coágulos formados.

A coagulação se realiza atendendo à qualidade da água bruta (avaliada por parâmetros como: pH, alcalinidade, cor verdadeira, turbidez, temperatura, sólidos totais dissolvidos, tamanho das partículas em estado coloidal e em suspensão).

De outra parte, se uma água bruta apresentar cor (de origem coloidal) e turbidez relativamente baixa a temperatura superior a 15° C, sem considerar os restantes parâmetros de qualidade pode ser candidata potencial ao uso de filtração direta, evitando a *floculação* e *sedimentação*.

A etapa de *sedimentação* (decantação) serve para remover as partículas grandes pela ação da gravidade, propiciando a sua sedimentação e reduzindo, dessa forma, a carga que chega aos filtros. Nesse processo, os flocos em suspensão tendem a decantar para o fundo, enquanto que aqueles já depositados no fundo atraem aos que estão em suspensão.

De acordo com Parrales (2011), a *filtração* da água decantada permite reter as impurezas não retidas pelos decantadores, bem como eliminar organismos parasitários e substâncias químicas inorgânicas perigosas. O filtro, constituído geralmente por um meio poroso granular (camadas filtrantes de areia, pedra e carvão antracito) instalado sobre um sistema de drenagem, retém e remove as impurezas ainda presentes na água.

Esse autor acrescenta que os sistemas de filtração avançados utilizados em todo o mundo para limpar a água potável se compõem basicamente dos seguintes elementos: (1) um filtro para reter partículas; (2) um segundo filtro de carvão ativado para reter elementos químicos; (3) um ou dois filtros de osmose reversível e, às vezes, (4) uma lâmpada de raios ultravioleta para a desinfecção dos micróbios restantes. Esses filtros variam em dimensões e capacidade: desde os orientados às grandes indústrias e a proporcionar água às cidades, até os aparelhos portáteis que utilizam a gravidade para filtrar a água.

Um subproduto do processo de decantação e da lavagem dos filtros é o lodo residual (um aglomerado de sólidos e compostos químicos retirados da água). Quando ele é despejado em um corpo d'água, gera-se o principal problema de poluição de uma ETA, ao surgir um “[...] ciclo vicioso e contraditório no qual os rios são os provedores de água para as estações de tratamento e também, são receptores dos resíduos gerados pela própria ETA” (OLIVEIRA e RONDON, 2016, p. 688-689).

**II** – A etapa de Desinfecção (ou Cloração) presente em quase todos os tipos de sistemas de tratamento, consiste na destruição ou inativação dos microrganismos patogênicos que ainda possam estar presentes na fase final do tratamento (depois da coagulação-floculação), utilizando cloro como desinfetante (na sua forma gasosa, e soluções). Mesmo sendo o mais utilizado devido a sua eficiência e custo, o cloro pode ser acrescido de outros produtos como ozônio, peróxido de hidrogênio e permanganato de potássio (IBGE – PNSB, 2008).

Outra alternativa de desinfecção é aquela que se realiza utilizando radiação ultravioleta “[...] que atinge principalmente os ácidos nucleicos dos microrganismos promovendo reações fotoquímicas que os inativam” (REGO, 2004, *apud* MARTINS, 2014, p. 27).

A desinfecção é importante para manter um teor residual de desinfetante de modo a eliminar qualquer bactéria introduzida durante a fase de armazenamento ou na distribuição (WHO, 2012, *apud* MARTINS, 2014).

**III** – Na etapa de acondicionamento químico se realiza a correção de pH, utilizando produtos químicos como carbonato de sódio ou barrilha e cal hidratada, os quais são adicionados à água para controlar a acidez (causante de corrosão nas tubulações e equipamentos) ou a alcalinidade (causante de incrustações nelas). Nesse sentido, Bispo (2008), argumenta a importância de identificar o pH adequado, pois a água tratada não pode ser ácida (para evitar que ataque as tubulações de ferro), e nem básica (porque confere gosto indesejável à água).

Em relação com a aplicação de cloro, o próprio autor (Bispo, 2008), destaca que, devido à utilização na agricultura de produtos químicos que contém amônia, parte desse composto é transportado para as fontes de captação, o que faz com que a adição de cloro nesse tipo de água provoque cloraminação (fenômeno que reduz o poder bactericida do cloro) recomendando manter, nesses casos, um pH baixo (ácido), ampliando a função bactericida do cloro (BISPO, 2008). A dosagem do cloro pode ocorrer em dois momentos:

a) Pré-cloração, desinfecção primária realizada no início do tratamento, em água bruta com níveis toleráveis de compostos orgânicos, para favorecer a eficiência da coagulação, controlar algas e microrganismos (oxidando a matéria orgânica) e auxiliar na remoção de compostos de cor, sabor e cheiro, além de ferro e manganês (ROSA et al., 2009, *apud* MARTINS, 2014).

A pré-cloração não se realiza se a água captada procede de reservatórios com níveis baixos (onde existe muita matéria orgânica depositada no fundo) porque a reação do cloro com os compostos orgânicos gera trihalometanos (THM) incluindo clorofórmio, um subproduto da desinfecção considerado cancerígeno (BISPO, 2008).

b) cloração final, realizada no tanque de contato, após a filtração, visando a completa desinfecção da água a ser distribuída).

IV – Na etapa de acondicionamento organoléptico se realiza o controle de gostos e odores indesejáveis: Segundo Marchetto e Ferreira Filho (2005), a presença de algas em concentrações elevadas provoca sérios problemas nas estações de tratamento pelo efeito das toxinas e compostos orgânicos no gosto e odor da água. Em relação com isto, Bispo (2008) chama a atenção sobre a necessidade da lavagem periódica dos decantadores, onde algas e bactérias podem gerar estes problemas nas águas de abastecimento.

Além destes processos de tratamento, a água pode receber *Fluoretação*: utilizando um agente fluoretante (como o fluossilicato de sódio), pode-se reduzir a incidência de cárie dentária em até 60%, especialmente em crianças (SAAE, 2006)

Nos últimos anos tem se desenvolvido tecnologias emergentes para o tratamento de água, particularmente os chamados *processos de separação por membranas* (microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa), que utilizam a pressão hidráulica como força motriz para separar a água dos contaminantes (OLIVEIRA, 2010).

Segundo este próprio autor, no caso de mananciais superficiais que requerem clarificação e desinfecção, as duas primeiras tem maior aplicação porque geram menos custos e são mais efetivos para remover os sólidos suspensos e os microrganismos (por isso atualmente se recomenda a sua utilização, em substituição da filtração convencional).

## **2.4. O gerenciamento do abastecimento de água potável nas cidades**

Considerando a importância vital da água e sua distribuição desigual, o gerenciamento integral dos recursos hídricos resulta fundamental nos tempos atuais. Neste sentido, o primeiro modelo de intervenção (muito replicado no mundo), teve por objeto a bacia

hidrográfica do rio Tennessee, nos Estados Unidos, e baseou-se na construção de obras hidráulicas para regularizar e aproveitar rios (SILVA, 2000).

Segundo este autor, a partir dos anos 1970, os modelos enfatizam o desenvolvimento endógeno a partir das condições locais, com projetos orientados à navegação, abastecimento hídrico, proteção contra inundações, controle da qualidade da água, luta contra a erosão e produção de energia.

Hoje, a gestão moderna dos recursos hídricos baseia-se na sua ordenação dentro da bacia hidrográfica como unidade físico-territorial para um planejamento descentralizado e participativo (BOTELHO e SILVA, 2004).

Esse caráter integral foi abordado em um dos Princípios da Conferência Internacional sobre a Água e o Ambiente, realizada em Dublin (Irlanda) no ano de 1992, cujo texto aponta para a necessidade de uma abordagem participativa na gestão da água, em todos os níveis, incluindo usuários, planejadores e tomadores de decisões (BRANCO, 2007).

Segundo este autor, em 1997, durante o primeiro Fórum Mundial da Água realizado em Marrocos, surgiu a denominada “visão mundial da água” (buscando criar consciência sobre os problemas dos recursos hídricos e as suas possíveis soluções) e se ratifica a necessidade da gestão integral (envolvendo governos, autarquias, entidades gestoras e consumidores na definição, implementação e fiscalização de políticas de gestão). Porém, desde então estes eventos têm sido aproveitados pelas multinacionais do setor de água e saneamento para pressionar os governos no sentido privatizar o “mercado da água”.

No terceiro Fórum (Japão, 2003), se divulga o Informe das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Mundo (WWDR1), primeiro resultado do Programa Mundial de Avaliação dos Recursos Hídricos (WWAP), vigente desde o ano de 2000 sob o auspício da UNESCO. Neste e outros relatórios subsequentes se destaca a necessidade de incluir variáveis como perdas, custos e gestão, na avaliação do cenário atual de estresse ou escassez hídrica.

Ou seja, incluir os problemas do chamado saneamento básico, o qual está constituído por quatro tipos de serviços principais (abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza pública e drenagem das águas pluviais) sendo que quando eles não existem, os impactos sobre a saúde são profundos, especialmente pela ocorrência de doenças de transmissão hídrica, como ocorre em muitos lugares do Brasil (NEDER, 1997).

Daí a importância de um adequado gerenciamento do abastecimento de água para consumo humano, o qual é realizado no mundo por entidades gestoras cuja competência inclui as atividades de represamento, captação, armazenamento, tratamento, elevação e

distribuição de águas superficiais ou subterrâneas destinadas ao uso doméstico, industrial ou outros, no meio urbano ou rural.

Bartram et. al., (2009), destacam que o objetivo principal dessas entidades é garantir a qualidade da água para consumo humano mediante a adoção de boas práticas no sistema de abastecimento de água. Dentre elas: minimizar a contaminação nas fontes de água, reduzir ou remover a contaminação durante o tratamento e prevenir a pós-contaminação que pode acontecer em condições de armazenamento e distribuição.

Os modelos de gestão dessas entidades são diversificados. No caso do Brasil, de acordo com SNIS (2018), existem três modelos: Gestão Direta (realizada pela União), de Delegação (realizada por uma empresa pública) ou de Concessão (entidade concessionária estadual, intermunicipal ou municipal).

De acordo com o diagnóstico anual do SNIS (2018) a população urbana brasileira atendida por redes de água no ano de 2016 atingia 158,8 milhões de habitantes (o que representou um crescimento de 1,0% de população atendida, na comparação com 2015) com uma média nacional do índice de atendimento de 93,0% (se destacando as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, esta última com índice médio de 97,7%).

Em relação com o consumo médio per capita de água (média diária, por indivíduo, dos volumes utilizados para satisfazer os consumos domésticos, comercial, público e industrial) o valor era de 154,1 litros por habitante ao dia (uma queda de 4,1% em relação à média dos últimos três anos anteriores (entre 2013 e 2015). Porém, na distribuição de água para garantir tal consumo, os sistemas sofrem perdas na distribuição: média nacional de 38,1% (3,7% superior ao valor de 2015).

Autores como Venturini et. al., (2001), e Moraes e Almeida (2006), destacam que muitos desses sistemas de abastecimento de água criados nos municípios apresentam atualmente diversas deficiências operacionais, as quais se relacionam tanto com a falta de planejamento (inadequada projeção de crescimento da população e da demanda) como com a inadequada manutenção da rede de distribuição.

Isto provoca grandes prejuízos econômicos para as empresas de saneamento, especialmente pelo volume de água tratada que se perde na rede de distribuição: segundo o Instituto Trata Brasil, por cada 100 litros de água coletados e tratados, 33 litros são perdidos por causas como vazamentos, roubos e ligações clandestinas, falta de medição (ou medições incorretas do consumo de água), resultando no prejuízo de R\$ 8 bilhões (BRASIL, 2016).

Paralelamente, se a maioria dos sistemas de abastecimento de água existentes no mundo poderia reduzir o consumo de energia “[...] Em pelo menos 25 por cento, por meio de

ações de efficientização com melhor desempenho” (JAMES et al., 2002, p. 2), os sistemas brasileiros não seriam uma exceção.

Além disto, a reutilização da água fornecida nos ambientes urbanos é uma alternativa de crescente interesse no mundo. No ano de 1973 a OMS emitiu um documento (WHO, 1973, *apud* SILVA e SANTANA, 2014) onde se identificam os tipos de reúso, quanto ao método: (a) direto: quando essas águas são tratadas e reutilizadas na irrigação, indústria, recarga de aquíferos e até como água potável e (b) indireto: quando as águas residuais de uso doméstico ou industrial são descarregadas nos corpos de água superficiais ou subterrâneos para serem reutilizadas após a autodepuração que ocorre nesses corpos hídricos.

De acordo com NRC (2012, *apud* KUBLER et al., 2015), no ano de 2008 já eram reutilizados diariamente no mundo quase 50 milhões m<sup>3</sup> de água de esgoto, seja esgoto não tratado para irrigação (México e China) ou esgoto tratado, para usos não potável e potável (incluindo o reúso potável direto, quando a água tratada é incorporada à rede de água bruta ou tratada).

No caso do reúso não potável Kubler et al., (2015) e Cunha et al., (2011) destacam as finalidades seguintes (cada uma com seu nível de tratamento e critérios de qualidade de água): agrícola, industrial, para recarga de aquífero e municipal. Neste último caso, o reúso em áreas urbanas inclui: irrigação de logradouros públicos (como parques e praças), lavagem de veículos, desobstrução de tubulações de água potável ou pluvial, construção civil, combate a incêndio e outras finalidades (BREGA FILHO e MANCUSO, 2003, *apud* REZENDE, 2016)

No Brasil, a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005 do CNRH estabelece que o reúso de água é uma prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos porque diminui a descarga de contaminantes nos corpos receptores, reduzindo os custos de tratamento da água bruta. Paralelamente, têm se divulgado estratégias de uso racional de água no setor residencial como: aproveitamento de água das chuvas, reúso de águas cinza e instalação de componentes economizadores de água (CARVALHO et al., 2014).

No Art. 2º da citada Resolução nº 54 de 2005 do CNRH se define como água residuária “o esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não”. Entretanto, se define o reúso de água como a “utilização de água residuária” e a água de reúso como aquela “água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas”.

Coincidindo com as definições supracitadas da OMS sobre a reutilização direta ou indireta dos efluentes, a CETESB (2012), destaca as seguintes alternativas de reúso das águas residuais: *reúso indireto não planejado* (quando a água residual é descarregada em corpos

hídricos superficiais ou subterrâneos para ser reutilizada posteriormente); *reúso indireto planejado* (quando essa reutilização é controlada, para atender alguma necessidade) e *reúso direto planejado* (quando os efluentes, depois de serem tratados, são transportados até o local do reúso, como ocorre com a reciclagem ou reúso interno de água, que funciona como uma fonte suplementar de abastecimento).

## **2.5. Legislação brasileira sobre qualidade da água de consumo humano**

De acordo com UNDP (2011, *apud* POHLMANN et. al., 2015), todo ser humano tem direito a água potável e saneamento básico, sendo eles indispensáveis para o alcance dos demais Direitos Humanos. No Brasil, o saneamento básico é um direito garantido no Art. 21, inc. XX da Constituição federal 1988, sendo considerado como a prestação dos serviços de acesso à água potável, coleta e tratamento de esgotos.

Complementando a Carta Magna, a Lei federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), que serve de base reguladora do setor do saneamento básico, o define como sendo o conjunto dos serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento público de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, e manejo de resíduos sólidos e águas pluviais. Portanto, engloba o fornecimento de quatro serviços: água, esgotos, resíduos e drenagem, como reconhecido pelo Instituto Trata Brasil (2015).

Neste sentido UNDP (2006) alerta da necessidade de, para promover o acesso universal a água potável, enfrentar o problema da poluição dos corpos hídricos (que afeta a captação de água e dificulta o seu tratamento), além de outros como: a baixa cobertura dos sistemas de distribuição nos países pobres, a inadequada gestão e as perdas na distribuição.

No Brasil, muito antes da promulgação da Constituição federal de 1988 tinha começado a ser elaborado um amplo acervo jurídico sobre o controle e vigilância da qualidade da água de consumo, como evidenciado no Decreto Federal nº 79.367 de 1977 (BRASIL, 1977), que atribuía ao Ministério da Saúde, competência para elaborar normas sobre o padrão de potabilidade da água, a serem observadas em todo o território nacional.

Desde essa época, o Ministério da Saúde emitiu diversas Portarias Federais que dispõem sobre a potabilidade da água para consumo humano; por exemplo, as Portarias nº 56Bsb/1977, nº 36GM/1990; nº 1469/2000 e nº 518 de 25/03/2004 (esta última é igual à Portaria nº 1469/2000, salvo porque acrescenta prazos para adaptação e algumas questões técnicas) e a Portaria nº 2.914/2011 dedicada à padrões de potabilidade (BRASIL, 2011).

Cabe destacar que, mesmo a Portaria nº 518/2004 estabelecer procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2004) não há garantia de produzir uma água segura para consumo humano toda vez que periodicamente se descobrem novos contaminantes químicos e microbiológicos que obrigam a revisar as legislações (WHO, 2008, *apud* OLIVEIRA, 2010).

Por isso, outras normas foram criadas neste sentido. Uma delas é a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº. 357 de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Na Lei federal n. 9.605 se dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências (BRASIL, 1998)

Outras normas aparecem na Portaria nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011) que especifica os parâmetros microbiológicos e físico-químicos a serem considerados na análise da qualidade da água, bem como nas normas NBR ISO 10.004: 2004 e NBR ISO 14001: 2004, que especifica os requisitos de um Sistema de Gestão Ambiental (ABNT, 2004).

No contexto do Estado de Mato Grosso, a legislação sobre o tema do abastecimento de água e esgotamento sanitário inclui a Lei Estadual 7.359 de 13 de dezembro de 2000 (alterada pela Lei nº 7.535 de 06 de novembro de 2001), que autoriza a concessão de incentivos por parte do Estado para municipalizar os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Outra base legal é a Lei nº 7.638 de janeiro de 2002 (Política Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário) cujo Art. 22 estabelece a regulação e controle da prestação destes serviços, através da Agência de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Estado de Mato Grosso (AGER-MT).

No município de São Jose dos Quatro Marcos, este tema não possui base legal específica, sendo reportada à Lei Orgânica, que trata na Seção II – Da Habitação e do Saneamento, e da Lei Complementar nº 02 de 05 de dezembro de 2002, que reestrutura o Código de Meio Ambiente e de Posturas.

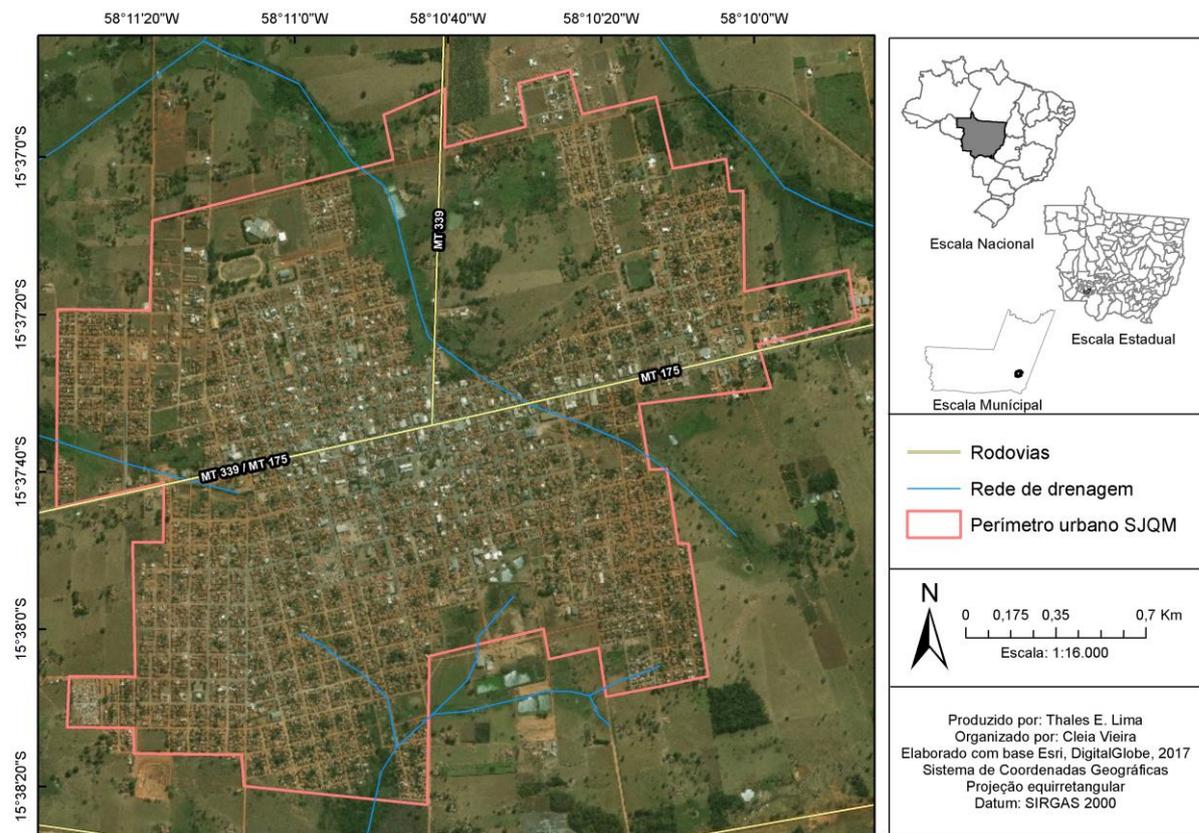
## CAPÍTULO III

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo corresponde ao perímetro urbano da cidade de São José dos Quatro Marcos, sede do município de igual nome, localizado na região de planejamento sudoeste do estado de Mato Grosso (MT, 2017). O perímetro urbano da cidade se encontra a uma altitude aproximada de 230 metros (Fig. 1).

**Figura 1** – Localização da área de estudo.



**Fonte:** A Autora (2018).<sup>1</sup>

A população total é de 18.998 habitantes segundo o IBGE (2010), sendo que a grande maioria mora na sede municipal. Segundo dados do Atlas de Desenvolvimento Humano no

<sup>1</sup> Elaborado com base em imagem do *Google Earth*, 2017.

Brasil (2013), o município ocupa a posição 1331º, no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), entre 5.565 municípios avaliados no país.

Em 2014, segundo informações do PMSB (2014), 72,3 % dos domicílios eram abastecidos pela rede pública de distribuição de água tratada, um valor inferior ao do Estado de Mato Grosso (74,6%) e ao do país (82,9 %). Ao mesmo tempo, dos 6.108 domicílios, apenas 569 (9,3%) possuíam ligações à rede de esgoto ou pluvial (situação similar à apresentada pelo Estado de MT e pelo Brasil em geral).

### **3.2. Procedimentos metodológicos**

Os procedimentos metodológicos utilizados na presente pesquisa foram estruturados em etapas para o seu melhor entendimento, como mostrados a seguir:

**Etapa 1** – Revisão bibliográfica e documental orientada à construção do quadro teórico referencial (LAKATOS e MARCONI, 2007) bem como à compreensão do processo de ocupação e uso da terra na sub-bacia do córrego Corgão, tendo em vista que nele é captada a maior parte da água para o abastecimento da população da cidade. Foram consultadas diversas fontes bibliográficas publicadas sobre a região, bem como documentos de órgão públicos como: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA); Instituto de Defesa Agropecuária (INDEA); Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA); Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso (SEPLAN), e Prefeitura Municipal.

Também nesta etapa foram caracterizadas a origem e evolução da cidade de São José dos Quatro Marcos e o seu sistema de abastecimento de água potável.

**Etapa 2** – Compilação e interpretação de mapas temáticos do Projeto RADAMBRASIL (1982), da SEMA e do CRPM, complementados com trabalhos de campo, para caracterizar o meio físico na área que abrange o município e, especialmente, a cidade estudada (características geológicas, climáticas, geomorfológicas, pedológicas e da vegetação).

**Etapa 3** – Interpretação de imagens dos satélites Landsat 5-sensor TM (Thematic Mapper) e Landsat 8-sensor OLI (Operational Land Imager), com resolução espacial de 30 metros, acessadas gratuitamente no banco de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e no site do Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS), para sistematizar o processo histórico de ocupação e uso da terra na sub-bacia do córrego Corgão e

identificar a influência das atividades antrópicas na qualidade da água captada para abastecimento humano nesse córrego.

**Etapa 4** – Pesquisa de campo para identificar os problemas relacionados com o gerenciamento da distribuição pública de água potável, bem como a utilização da água na cidade. A pesquisa de campo compreendeu, além dos trabalhos na sub-bacia, a realização de visitas à ETA e percursos pela cidade para corroborar as mudanças ocorridas desde o diagnóstico do PMSB (2014) em relação com o sistema de abastecimento de água da cidade; para isso foi utilizado um **roteiro de observação** (ANEXO I) elaborado com base em Martins (2014).

Também foi realizada uma **entrevista qualitativa** na entidade gestora do abastecimento público de água, com questões referentes ao tratamento e distribuição da água destinada ao consumo da população (ANEXO II); o roteiro de entrevista foi organizado com base na Portaria Federal nº 518 de 25, de março de 2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004) e em Rodrigues, et. al. (2012).

Finalmente, se realizaram trabalhos de campo para aplicar um **questionário** orientado a conhecer as percepções dos usuários sobre o fornecimento de água potável e a sua utilização (ANEXO III). Esse questionário foi elaborado com base em Sousa (2013), solicitando informações a uma amostra dos moradores dos diferentes bairros sobre o problema estudado para derivar as considerações correspondentes aos dados coletados, com base na análise quantitativa.

O questionário está composto por 30 questões (objetivas e discursivas), agrupadas nos seguintes blocos para a sua análise: (1) dados pessoais e familiares; (2) dados sobre o imóvel; (3) dados sobre o fornecimento domiciliar de água; (4) dados sobre a utilização domiciliar da água.

Para a seleção dos bairros foram considerados dois critérios: situação topográfica do bairro (para incluir aqueles situados nas partes mais altas da cidade) e o seu tamanho (para incluir os 10 maiores bairros da cidade). A seleção dos domicílios a amostrar nos diferentes bairros escolhidos foi de forma aleatória. Em cada caso foi solicitado aos entrevistados a sua adesão ao termo de consentimento livre e esclarecido.

Foram distribuídos 650 questionários, dos quais foram respondidos e devolvidos 310, sendo válidos um total de 300. Os questionários foram distribuídos diretamente nas moradias, bem como entre funcionários de instalações que fazem parte da rede de serviços da cidade (supermercados, lojas e drogarias), e professores, funcionários e alunos de 6º ao 9º ano das escolas estaduais “Lourenço Peruchi” e “Zeferino José de Matos” e da escola municipal

“Vereador Evilásio Vasconcelos” (esta decisão obedeceu ao fato de que nelas estudam alunos de todos os bairros da cidade).

A coordenação para a aplicação dos questionários nas instalações de serviço foi realizada com os respectivos gerentes, enquanto nas escolas foi através das respectivas coordenadorias pedagógicas (salvo na escola municipal, onde esta ação foi coordenada com a diretora). Após a entrega, foi estabelecido um prazo de 15 dias para a devolução dos questionários preenchidos.

**Etapa 5** – Sistematização dos dados conforme proposto por Novaes e Coutinho (2010) e elaboração do relatório final da pesquisa.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1. Características do meio físico da paisagem urbana de São José dos Quarto Marcos

Geologicamente, o território municipal de São José dos Quarto Marcos se encontra distribuído sobre uma formação geológica marcada por testemunhos geológicos que indicam suas origens na Faixa Móvel Brasileira, mais tarde retalhada nas coberturas dobradas do Proterozóico (Grupo Aguapeí) e Coberturas não dobradas do Fanerozóico (Bacia Mezóica Parecis e Bacia Sedimentar Cenozóica do Paraguai).

Segundo o Atlas de Mato Grosso Camargo (2011), na litologia da região predominam as rochas do Complexo do Xingu, integrado por rochas ígneas ácidas, muitas com alto grau de metamorfismo. Dentre essas rochas cabe destacar os granitos, granodioritos, dioritos, anfobolitos, gnaisses e migmatitos, com quartzito, quartzo e micaxistos subordinados. Sobre as rochas do Complexo Xingu foram depositadas posteriormente sequências rochosas de origem vulcânica e sedimentar, as quais também aparecem metamorfizadas, como ocorre no Planalto de Jauru.

Paralelamente, diversos eventos geológicos ocorridos após a formação destas rochas causaram a sua penetração por corpos intrusivos de diversos tamanhos, conhecidos como suítes intrusivas. Assim, na região afloram rochas dos grupos Guapé e Aguapei (com granitos, granodioritos, adamelitos e outras), bem como os metaarenitos ortoquartzíticos da Formação Fortuna.

Santos (2000), diz que outra ocorrência importante é aquela formada pelas rochas da Formação Pantanal, constituída por sedimentos arenosos, siltico-argilosos, argilo-arenosos e areno-conglomeráticos não consolidados ou pouco consolidados, bem como sedimentos aluviais atuais (areia, silte, argila e cascalhos).

O clima da região, de acordo com Tarifa (2011), é “tropical quente (temperatura média anual de 24° C, com médias máximas de 34° C e médias mínimas de 15° C) e sub-úmido (com duas estações bem definidas: a chuvosa e a seca)”. Na estação chuvosa, estendida entre outubro e março, quando se registra a maior parte da precipitação média anual, que é de uns 1.500 mm (particularmente nos meses de dezembro a fevereiro). Na estação seca, estendida

entre os meses de abril e setembro, quase não ocorrem chuvas (especialmente entre junho e setembro).

Conforme Ross (1992, *apud* CAMARGO, 2011), as formas do relevo podem-se agrupar em formas: de dissecação (formas dissecadas com topos tabulares ou convexos) e de acumulação (planícies resultantes de acumulação fluvial, com alagamento periódico ou permanente). Assim, no relevo da região predominam os planaltos e depressões com altitudes entre 200 e 300 metros, sendo os principais: a Depressão do Alto Paraguai (ocupada pelos sedimentos da bacia do Paraguai) e o Planalto Jauru-Rio Branco (SOUZA, et. al., 2012). Este planalto, baixo, apresenta um pediplano pouco dissecado, com formas tabulares e convexas (colinas suaves com matações nos topos).

Os solos predominantes no município, conforme o Atlas de Mato Grosso (2010), e Camargo (2011), são argilo-arenosos com cor vermelha escura e espessura variada. Dentre eles se destacam: o Latossolo Vermelho-Escuro Eutrófico; o Podzólico Vermelho Escuro Eutrófico e o Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico.

Conforme o IBGE (2010), os rios que banham o território pertencem à grande rede hidrográfica da bacia do Paraguai-Paraná, sendo todos eles afluentes do rio Paraguai. A região é drenada pelos rios Jauru, Cabaçal e dos Bugres, bem como um grande número de afluentes deles, como os córregos Barreirão, Águas Claras, Grande, das Pitas e outros muitos.

Segundo Camargo (2011), a vegetação original era de savanas diversificadas, sendo elas: (1) a Savana florestada ou Savana Arbórea Densa (Cerradão) onde não existia estrato arbustivo definido, dominando o arbóreo, com árvores perenifólias de tronco grosso e não tortuoso, formando um dossel fechado a uma altura de até 15 a 18 metros; (2) a Savana Arborizada ou Cerrado, com árvores e arbustos tortuosos dispersos (cujo elevado xeromorfismo está associado à falta de nutrientes do solo) e um estrato herbáceo de gramíneas; (3) a Savana Arborizada com Floresta de Galeria (Floresta Aluvial) que ocupava às margens das correntes hídricas.

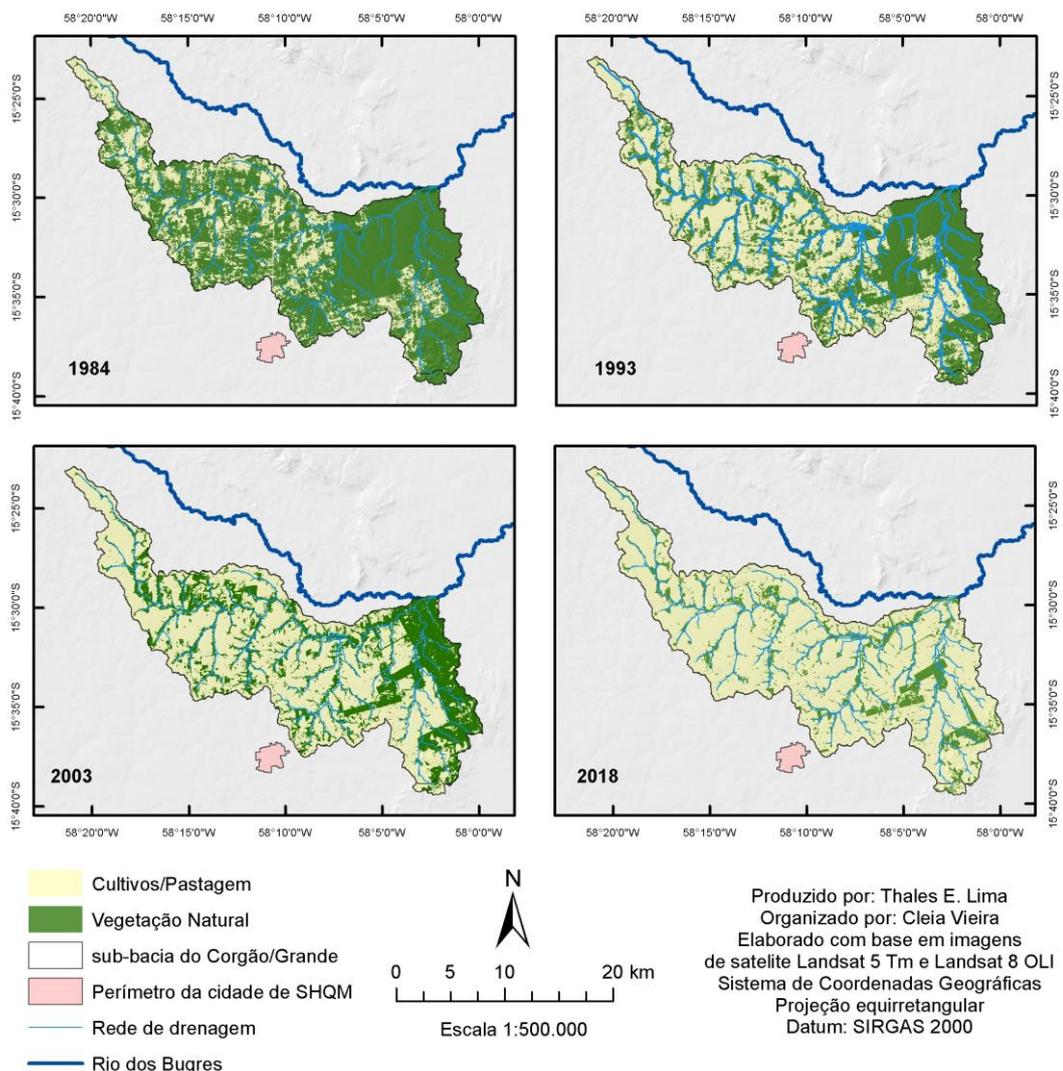
Essas formações vegetais sofreram profundas modificações por causa da ocupação e uso das terras na região, sendo que no ano de 2011 o município possuía 92,28% da sua área desflorestada (para piorar a situação, não possui reservas e nem Parques). Isso explica a expansão das formações secundárias nas áreas rurais.

#### **4.1.1. Antropização na sub-bacia do Corgão *versus* qualidade da água**

Quando não planejado devidamente, o processo de uso e ocupação da terra em uma bacia hidrográfica altera a qualidade da água, devido à retirada da vegetação que ocorre inicialmente (deixando o solo exposto) e à implantação de atividades socioeconômicas como a agricultura e a pecuária (GLÓRIA et al., 2017). No caso do atual município de São José dos Quatro Marcos, como no resto do Estado de Mato Grosso, essas ações foram incentivadas pelo Governo, através de políticas públicas direcionadas à ocupação da Amazônia Legal.

Como destacado por Mahar (1979 *apud* FEARNSIDE, 2014), esses incentivos fiscais foram um forte condutor do desmatamento nas décadas de 1970 e 1980, resultando o que vemos hoje: um grande vazio de vegetação na tentativa de maiores lucros, como indica a Fig. 2 que mostra o gradativo aumento do desmatamento entre os anos de 1984 e 2018.

**Figura 2 – Evolução do desmatamento na sub-bacia do córrego Corgão**



**Fonte:** A Autora (2017).

Por exemplo, em 1984 a vegetação natural tinha uma alta representatividade, ocupando 76,4 % da área, sendo que as pastagens exóticas plantadas ocupavam, na época, somente 23,6 % da área. Até 1993, a expansão da pecuária na região (em substituição das plantações agrícolas), provocou um significativo incremento do desmatamento, o qual foi atingindo gradativamente as matas ciliares que protegiam os canais fluviais integrantes da rede de drenagem da sub-bacia do córrego Corgão.

O efeito do desmatamento, de conjunto com a implantação da agricultura e posteriormente da pecuária, foi um incremento dos processos erosivos que levaram ao assoreamento do leito do córrego e ao incremento da turbidez e do conteúdo de matéria orgânica da água captada para o abastecimento público da cidade de São José dos Quatro Marcos.

#### **4.2. Origem e evolução da cidade de São José dos Quatro Marcos**

A migração para a região sudoeste de Mato Grosso começou em 1946, estimulada pela Comissão de Planejamento da Produção na região de Cáceres e pela Superintendência do Plano de Valoração Econômica da Amazônia (SPVEA) (criada pelo governo de Getúlio Vargas em 1953).

Porém, o atual município deve sua origem aos projetos de colonização implantados por empresas como a Imobiliária Mirassol, no contexto de um forte processo migratório, estimulado desde os anos 1960 pelos incentivos fiscais da política de colonização do sul da Amazônia, a construção da ponte Marechal Rondon sobre o rio Paraguai e a substituição da SPVEA pela Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) (PREFEITURA MUNICIPAL, 2017).

Assim, em 1966, após ter chegado numerosas famílias dos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná, os pioneiros Zeferino José Matos, Luiz Barbosa e Miguel Barbosa do Nascimento doaram 11,02 alqueires de terras para loteamento (a fim de criar o núcleo urbano do que seria a futura cidade) fixando quatro estacas ou marcos como sinal de demarcação. A partir do alinhamento desses marcos surgiram as avenidas São Paulo e Bahia (atualmente chamada de Dr. Guilherme Pinto Cardoso) (PREFEITURA MUNICIPAL, 2017).

Em 1968 concluiu-se a primeira estrada para Mirassol D'Oeste, facilitando o escoamento da produção advindo das plantações (que chegavam até o aglomerado de casas e

comércios que formavam o distrito de São José dos Quatro Marcos), demarcadas por carreadores, alguns dos quais seriam convertidos posteriormente em ruas devido ao aumento da população (Fig. 3).

Desde 1970 até meados da década de 1980, o atual município teve na lavoura do café sua principal fonte econômica (Fig. 4), com produções secundárias de arroz, feijão e milho.

**Figura 3** – Plantações na área considerada “urbana”, em 1972



**Fonte:** Arquivo pessoal de Luiz C. Bordin.

**Figura 4** – O cafezal como principal lavoura da época



**Fonte:** Arquivo pessoal de Luiz C. Bordin.

Nesse contexto surgiu o primeiro hospital na cidade, no ano de 1976, instalado em um grande casarão de madeira (Fig. 5).

**Figura 5** – Imagem do primeiro hospital de São José dos Quatro Marcos



**Fonte:** Arquivo pessoal de Luiz C. Bordin.

Os quatro marcos supracitados serviram de inspiração para denominar o povoado e depois o município (o qual inicialmente foi distrito do município de Mirassol D'Oeste, segundo a Lei nº 3.934, de 04 de outubro de 1977) e finalmente município, através da Lei Estadual nº 4.154, de 14 de dezembro de 1979 (MATO GROSSO, 1979).

Porém, o fato de a população ter escolhido como protetor a São José, fez com que ocorresse uma junção dos nomes (São José e Quatro Marcos) mediante a Lei Estadual nº 4.637 (MATO GROSSO, 1984).

O município possui uma área de 1.285,26 Km<sup>2</sup> sendo um dos maiores em extensão dentre os municípios criados após a década de 1970, conforme Custódio (2004), e limitando ao Leste com o município de Mirassol D'Oeste, ao Sul com os municípios de Glória D'Oeste e Mirassol D'Oeste, ao Oeste com Figueirópolis D'Oeste e ao norte com Araputanga, Rio Branco, Indiavaí e Lambari D'Oeste.

A partir de meados da década de 1980 começou o êxodo rural devido à decadência do cultivo do café, motivado especialmente pela desvalorização do seu preço no mercado, a constante redução nas produções agrícolas (devido ao custo dos fertilizantes para restaurar os solos lixiviados) e à redução do volume de precipitações (PREFEITURA MUNICIPAL, 2017).

A alternativa dos produtores foi substituir as lavouras de café por pastagens ou por plantações de algodão, um produto que acreditavam ser mais rentável naquela época (Fig. 6).

**Figura 6** – Plantio de algodão na Comunidade Salvação, em 1992



**Fonte:** Arquivo pessoal de Luiz C. Bordin.

O plantio de algodão foi rentável durante alguns anos, até que os gastos com inseticidas (para combater a praga do bicudo) e com mão de obra e transporte, fizeram com que em 1994, as três algodozeiras da cidade falissem, provocando novas mudanças bruscas para os produtores, que substituíram o algodão pelas atuais pastagens para introduzir a pecuária (leiteira e corte).

A economia atual do município, segundo o relatório do PMSB (2014), mostra declínio nas produções de várias culturas quando comparados os dados de 2005 e 2011. No caso da produção de arroz em casca, essa diminuição foi de 1.650 toneladas (91,7 %), no milho, 2.528 toneladas (62,8 %) e na soja em grão, 3.660 toneladas (83,8 %).

Ao mesmo tempo, de acordo como o citado relatório, registrou-se um aumento na produção de borracha, mandioca e cana de açúcar, bem como no rebanho bovino (apenas 1562 cabeças) e a produção de leite, sendo a carne processada no frigorífico da cidade, e o leite no laticínio (as principais indústrias do município).

Essas oscilações na base econômica do município têm afetado o crescimento populacional, como mostram os dados dos Censos Demográficos do IBGE (Quadro 1): entre os anos de 1980 e 2010 a população urbana passou de 5.858 para 14.506 habitantes.

**Quadro 1** – Evolução da População do Município (1980 a 2010)

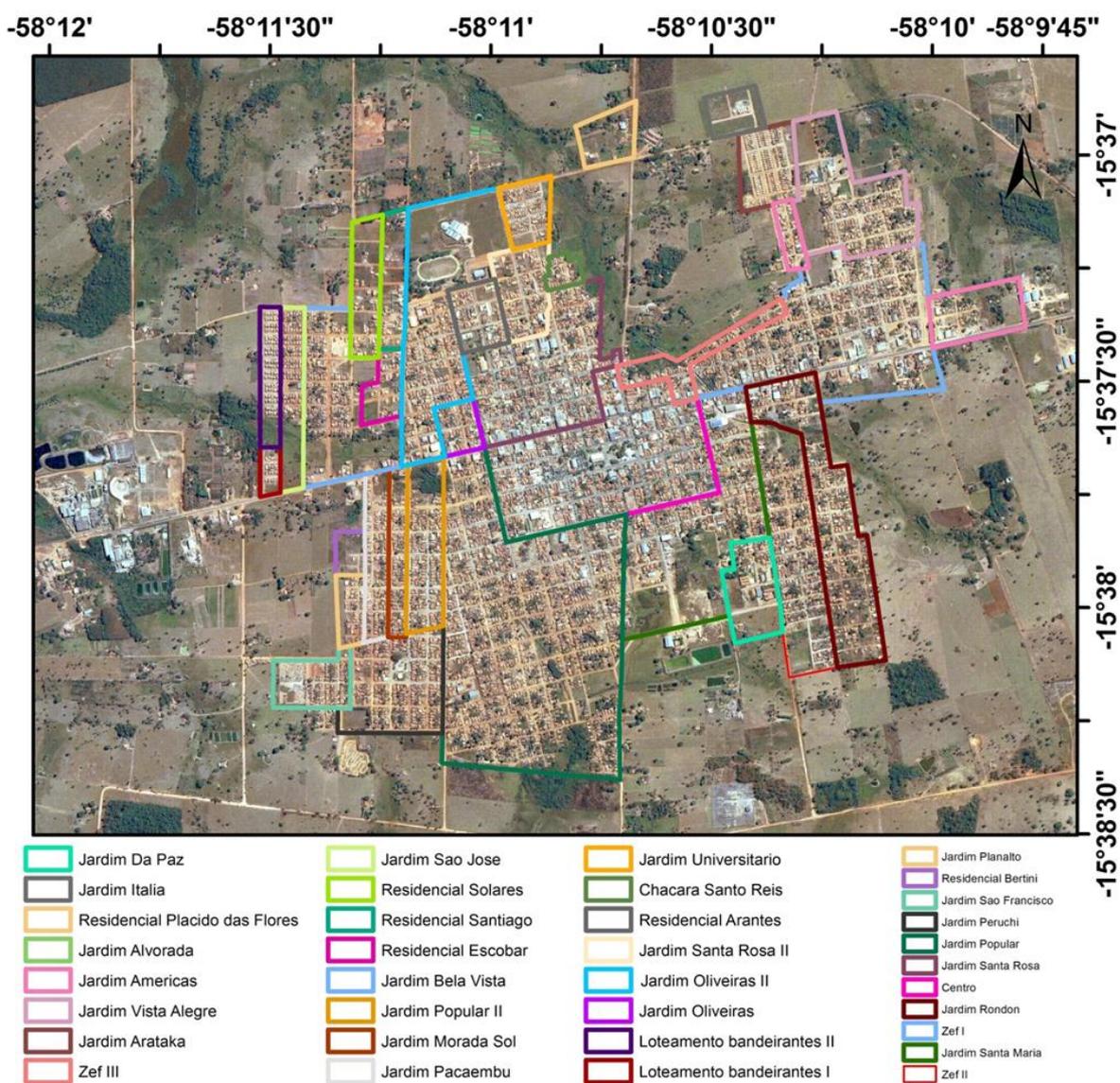
ANO	POPULAÇÃO (MILHARES DE HAB.)		
	URBANA	RURAL	TOTAL
1980	5.858	12.317	18.175
1991	13.806	7.515	21.321
1996	15.409	6.419	21.828
2000	13.828	5.794	19.622
2010	14.506	4 457	18.963

**Fonte:** Censo Demográfico do IBGE (2010, *apud* PMSB, 2014).

Isto indica um crescimento de 123,8% na população urbana do município em 30 anos (8.648 habitantes), em detrimento da rural; paralelamente, tem influenciado fatores como o declínio da natalidade (a população na faixa etária de 0 a 4 anos, caiu de 3.103 em 1980 para 1.290 em 2010) e o aumento da longevidade, refletido no número de moradores com 60 anos ou mais, que aumentou de 595 em 1980 para 2.156 (PMSB, 2014). Paralelamente, pode-se observar que a partir do ano de 1991 o número de moradores urbanos tem se estabilizado.

A cidade de São José dos Quatro Marcos está constituída por um total de 35 bairros (Fig. 7), sendo que os maiores e mais povoados são: Jardim Popular, Zeferino I, Jardim Bela Vista, Jardim Peruche, Jardim Santa Rosa, Jardim das Oliveiras II, Centro, Zeferino II, Jardim Rondon e Jardim Morada do Sol. As áreas de maior concentração de população de baixa renda estão em partes dos bairros Jardim Rondon, Zeferino II e Jardim Popular.

**Figura 7** – Distribuição dos bairros da cidade de São José dos Quatro Marcos



Fonte: A Autora, (2017).<sup>2</sup>

### 4.3. O saneamento básico na cidade de São José dos Quatro Marcos

No município de São José dos Quatro Marcos, de acordo com o ranking do SNIS (2018) o abastecimento de água potável atinge 75,94% da população; enquanto que ao serviço de coleta de esgoto acessa apenas 14,3%, e ao de tratamento de esgoto, somente 10,24%. Na cidade sede do município, aproximadamente 98,08% da população urbana recebe o serviço, segundo informações da Prefeitura municipal.

<sup>2</sup> Organizado por Vieira, com base em imagem do *Google Earth*, 2017.

Paralelamente, mesmo que todos os habitantes recebem o serviço de coleta de RSU, não existe destinação adequada dos mesmos, o que faz com que o município ocupe o lugar 1.185 no ranking nacional dos municípios de pequeno e médio porte (SNIS, 2018).

Em relação com a sede do município, cujo perímetro urbano possui uma área de 10,0 Km<sup>2</sup>, dados do IBGE (2010) mostram que 98,08% dos domicílios estão conectados à rede de água encanada, tratada pelo Departamento de Água e Esgoto (DAE). Cabe destacar que a cidade tem se desenvolvido com a ampliação de residências e novos bairros, o que gerou a necessidade de ampliar a rede de distribuição de água.

#### **4.3.1. Caracterização do sistema de abastecimento de água potável**

Inicialmente, a captação superficial de água para o abastecimento da cidade era feita desde o córrego Manoel Paulino, com uma vazão de 25,0 l/s; porém, a mesma foi desativada devido à diminuição da vazão por causa da retirada de mata ciliar, assoreamento, e o represamento feito pelo frigorífico, que diminuiu ainda mais a vazão necessária para captação.

No caso da captação subterrânea, também foram perfurados 15 poços tubulares (PT), dos quais 04 foram desativados por causa da insuficiente vazão (menor que 4,0 m<sup>3</sup>/h) e dos elevados gastos com energia elétrica, os quais não compensavam o custo/benefício (MILER, 2005, *apud* PREFEITURA MUNICIPAL, 2017). Dos 11 restantes, principalmente como resultado da falta de manutenção, as bombas queimaram e estão parados há mais de 5 anos (o de mais recente paralização é o poço localizado no pátio da ETA, que há um ano parou de funcionar).

Dessa forma, apenas um daqueles poços está funcionando (o PT n° 5 da Rua Campo Grande, cuja vazão de 22 m<sup>3</sup>/h permite abastecer o maior bairro da cidade: o Jardim Popular D), com apoio de um novo poço perfurado em setembro do ano de 2018 no bairro São Francisco, próximo ao cemitério Campo Belo.

Estes problemas levaram à necessidade de fazer um estudo de oferta-demanda de água na cidade, resultando na decisão de construir uma nova fonte de captação de água bruta, a qual foi implantada em 2013 no córrego Corgão (o qual foi desviado para fazer o reservatório onde se localiza a bomba flutuante).

Assim, atualmente a cidade possui duas fontes de abastecimento de água: a captação superficial (córrego Corgão) é a subterrânea (os dois poços tubulares, cuja água não recebe nenhum tipo de tratamento). Porém, segundo dados do Plano de Abastecimento de Água, a

vazão média do córrego Corgão ( $11,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ) é suficiente para abastecer a cidade, tendo em vista que na ETA pode ser tratada uma vazão de  $0,052 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Segundo o PMSB (2014), na análise realizada sobre a qualidade da água bruta captada no córrego Corgão (Fig. 8), apenas o ferro dissolvido não satisfazia o limite permitido na Resolução do CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), o que no próprio documento é associado à degradação ambiental na sub-bacia, especialmente a erosão dos solos nas margens deste corpo d'água.

A água captada recebe uma primeira limpeza (gradeamento) para reter impurezas maiores na entrada dos motores de sucção. Após a captação superficial da água do córrego, uma adutora de água bruta de 14.8 Km de extensão, constituída por uma tubulação de 300 mm (com vazão de  $52,06 \text{ l/s}$ ) transfere essa água até a ETA. Porém, pelo fato da altitude na área de captação ser 66 m. menor à da ETA, foi necessário construir duas Elevatórias de Água Bruta, distantes 07 e 10 km da zona urbana, respectivamente (Fig. 9).

**Figura 8** – Captação de água bruta no córrego Corgão



**Fonte:** A Autora (2018).

**Figura 9** – Estação elevatória de água bruta



**Fonte:** A Autora (2018).

O método de tratamento usado na ETA é o convencional (compreendendo as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, correção de pH, desinfecção e fluoretação da água). Porém, não se realiza a fluoretação da água tratada (método mais efetivo, simples e econômico de prevenção da cárie dental).

Para o tratamento, a estação dispõe dos seguintes componentes: dois filtros do tipo lento com brita, carvão e areia (um em concreto armado e o outro em estrutura metálica) com capacidade de  $90 \text{ m}^3/\text{h}$ , cada; Casa de bombas; Casa de desinfecção e Minilaboratório, onde apenas são monitorados parâmetros microbiológicos (Coliformes totais, *C. termotolerantes* e *Escherichia coli*) e físico-químicos (turbidez e pH).

Segundo diagnóstico PMSB (2014) a ETA tem capacidade para tratar  $52 \text{ l/s}$ , o que equivale a um volume diário de  $4.493 \text{ m}^3$  de água tratada; porém está tratando neste momento um volume de  $38 \text{ l/s}$ , o que equivale a  $3.283 \text{ m}^3$  (um 73,06% da sua capacidade).

A água tratada é conduzida, por gravidade, para dois reservatórios apoiados, com capacidade de  $500 \text{ mil m}^3$  cada (Fig. 10) e depois para um reservatório elevado de  $220 \text{ m}^3$  localizado junto à ETA, de onde a água sai para a rede de distribuição (existe outro reservatório metálico no bairro Jardim Popular, com capacidade de  $160 \text{ m}^3$ , mais as suas condições de manutenção não permitem o enchimento total desta capacidade). O transporte

entre reservatórios é realizado por uma estação elevatória de água tratada (Fig. 11) composta por dois conjuntos de bombas com vazão de 260,0 m<sup>3</sup>/h (72,22 l/s).

**Figura 10** – Reservatório de água tratada com capacidade para 500 mil litros



Fonte: A Autora (2017).

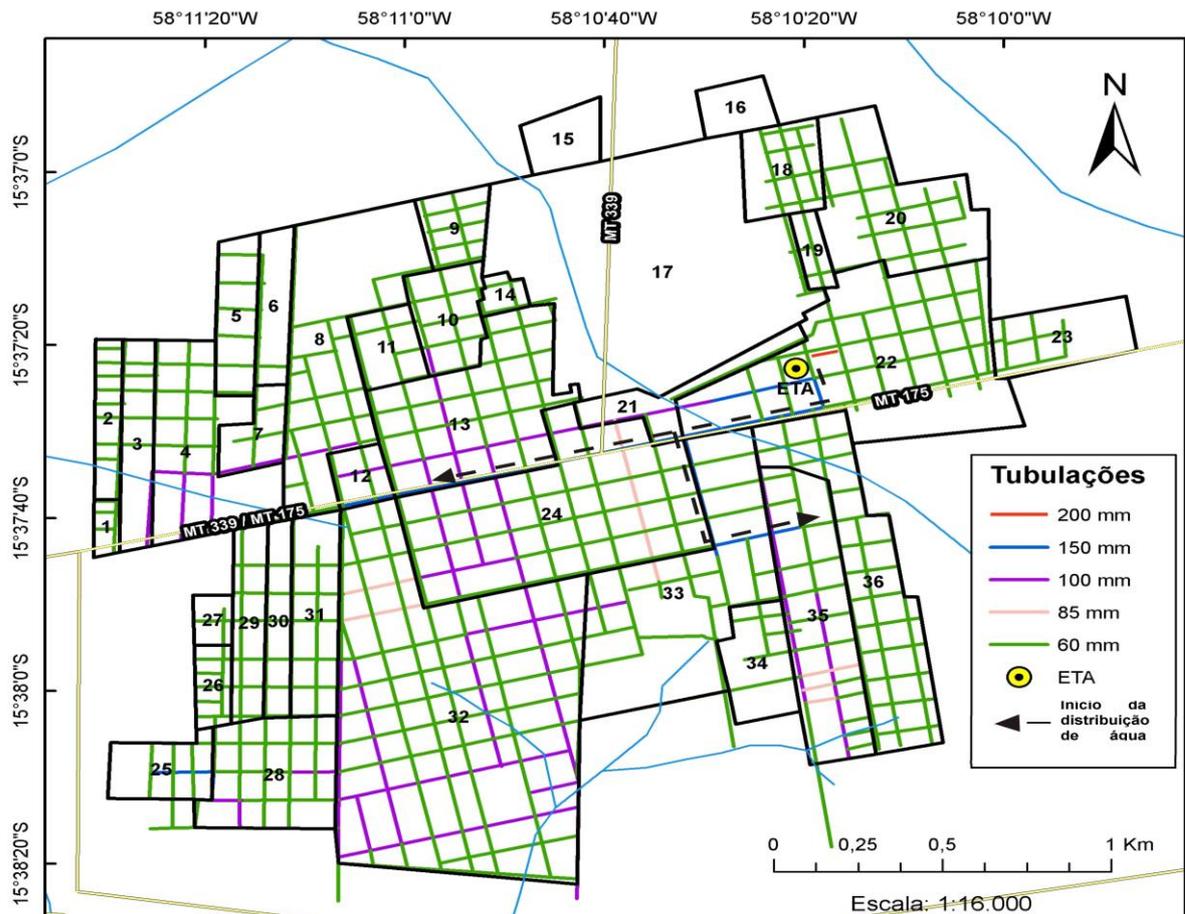
**Figura 11** – Estação elevatória de água tratada



Fonte: A Autora (2017).

Finalmente, uma **rede de distribuição** constituída por tubulações conexas, instaladas ao longo das vias públicas, leva a água até os usuários. Esta rede, mesmo sendo considerada adequada pelo Plano de Abastecimento, vem sofrendo modificações e ampliações desde a sua implantação (Fig. 12).

**Figura 12** – Rede de distribuição de água potável da cidade.



- |                               |                                    |                        |
|-------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| 1, Loteamento Bandeirantes I  | 15, Jardim Planalto                | 29, Jardim Pacaembu    |
| 2, Loteamento Bandeirantes II | 16, Jardim Itália                  | 30, Jardim Morada Sol  |
| 3, Jardim São José            | 17, Área Verde                     | 31, Jardim Popular II  |
| 4, Jardim Bela Vista          | 18, Jardim Arataka                 | 32, Jardim Popular     |
| 5, Residencial Solares        | 19, Jardim Americas                | 33, Jardim Santa Maria |
| 6, Residencial Santiago       | 20, Jardim Vista Alegre            | 34, Jardim da Paz      |
| 7, Residencial Escobar        | 21, Zef III                        | 35, Zef II             |
| 8, Jardim Oliveiras II        | 22, Zef I                          | 36, Jardim Rodon       |
| 9, Jardim Universitário       | 23, Jardim Alvorada                |                        |
| 10, Jardim Santa Rosa II      | 24, Centro                         |                        |
| 11, Residencial Arantes       | 25, Jardim São Francisco           |                        |
| 12, Jardim Oliveiras          | 26, Residencial Placido das Flores |                        |
| 13, Jardim Santa Rosa         | 27, Residencial Bertini            |                        |
| 14, Chácara Santo Reis        | 28, Jardim Peruchi                 |                        |
- Rodovias  
— Rede de drenagem
- Produzido por: Thales E. Lima  
Organizado por: Cleia Vieira  
Elaborado com base Fundação Nacional de Saúde (2013)  
Sistema de Coordenadas Geográficas  
Projeção equirretangular  
Datum: SIRGAS 2000

Fonte: A Autora, (2018).

Por exemplo, em 2006 foram adequadas/ampliadas 21,63 Km de rede, implantação e substituição de 3.550 hidrômetros. A extensão da rede de distribuição é de 71,0 Km, segundo SNIS (2011).

Segundo a classificação das redes de distribuição de água potável, a cidade possui uma rede Mista, que combina, simultaneamente, os tipos: Ramificada (um escoamento unidirecional com um duto principal que se ramifica para ambos os lados) e Malhada (escoamento bidirecional em que o conjunto de tubulações forma um circuito fechado).

#### **4.3.2. O gerenciamento do sistema de abastecimento de água na cidade**

A análise do gerenciamento foi realizada a partir dos resultados da realização de uma entrevista qualitativa (ao diretor do DAE) e de observações de campo. Em ambos os casos se utilizaram roteiros específicos.

##### **4.3.2.1. Resultados da entrevista na entidade gestora**

Pelo fato de o DAE ser a entidade gestora do abastecimento de água potável na cidade de São José dos Quatro Marcos, foi realizada entrevista ao seu diretor, seguindo o roteiro mostrado no Anexo II, elaborado com base na Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004).

No seu depoimento inicial, o diretor admitiu que o sistema de abastecimento de água da cidade foi ampliado em 2008, buscando suprir as necessidades de, pelo menos, 14 mil pessoas; porém, depois dessa data não tem sido realizado praticamente nenhum tipo de investimento ou modernização no sistema.

A primeira pergunta visava conhecer se o DAE opera o sistema de abastecimento de água em conformidade com as normas técnicas da ABNT, como indicado no art. 9º, inciso I, da citada Portaria. O entrevistado respondeu afirmativamente, evidenciando que existe conformidade com esse documento por parte da entidade gestora.

A seguir foi perguntado se a água captada das fontes de abastecimento público é objeto de análises prévias mensais sobre a sua composição físico-química e bacteriológica, como previsto na citada Portaria. Na resposta, o entrevistado afirmou que essas análises são realizadas “pela vigilância sanitária do município”, mostrando não conformidade com o art. 8º, inciso IV dessa Portaria, que orienta ao responsável pela operação de sistema de

abastecimento de água, encaminhar relatórios mensais à autoridade de saúde pública contendo informações sobre o controle da qualidade da água.

Nesta mesma pergunta se questionava se a forma de tratamento depende dos resultados dessas análises. O entrevistado apenas respondeu que a água é “captada conforme o regulamento anterior”.

A terceira pergunta buscava conhecer, com base no art. 5º (inciso IV), da Portaria, se o DAE possui um plano de amostragem do sistema de tratamento de água a ser implementado pelo município, e se esse plano foi aprovado pela autoridade de saúde pública. Segundo o entrevistado, existe o plano e foi aprovado por essa autoridade; porém, não ofereceu nenhum detalhe sobre o conteúdo desse plano de amostragem.

Em relação com o controle da qualidade da água, foi perguntado ao funcionário se o DAE controla, mediante análises laboratoriais, a qualidade da água produzida e distribuída. Neste caso, também a resposta foi afirmativa. Entretanto, buscando aprofundar na forma em que tal controle é realizado, perguntou-se (com base no art. 9º, inciso II, alínea “a” da Portaria), se ele ocorre em todas as unidades do sistema de abastecimento (captação, adução, tratamento, reservatórios e rede de distribuição). Nesse caso também respondeu afirmativamente, mostrando conformidade com o conteúdo desse artigo.

Porém, quando comparada esta resposta com as observações de campo realizadas e com a opinião dos operadores do sistema de abastecimento, notamos desconhecimento técnico do entrevistado sobre os detalhes desse controle, pois isso apenas ocorre no tratamento.

A seguir foi perguntado ao diretor se o departamento controla a qualidade dos produtos químicos utilizados no tratamento da água. Segundo ele, esse controle que se realiza (não especificou por quem) garante que os produtos estejam “[...] dentro das normas estabelecidas pelo padrão de potabilidade da água”. Visto desta forma, se cumpre com o estabelecido no art. 9º, inciso II, alínea “b” da Portaria nº 518.

Porém, além de não saber explicar como é feita a fiscalização da qualidade dos produtos (cuja sanidade é essencial para a qualidade da água produzida e a saúde da população, conforme a ABNT, 2009), foi constatado que a ETA não conta com a infraestrutura apropriada para produzir água de boa qualidade, mostrando indícios de insalubridade nas instalações (que serão explicados no item 4.2.2.2).

A seguinte pergunta buscava conhecer se a entidade tem estabelecido adicionar uma porcentagem residual de cloro após a desinfecção da água e, em caso afirmativo, qual é essa porcentagem. O entrevistado apenas respondeu que “após o tratamento é feito a desinfecção

da água e disponibilizada ao povo”, sem especificar qual seria a concentração de cloro residual que possui, a qual deve ser de, no mínimo, 0,5 mg/L “[...] sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição”, segundo estabelecido na Portaria nº 1.469 de 2000, Art. 13º (BRASIL, 2000).

Quando perguntado se os resíduos oriundos do processo de tratamento da água são tratados ou reutilizados para alguma outra finalidade por parte do DAE, o entrevistado respondeu que nenhum tipo de resíduo gerado recebe tratamento e que são descartados (em um córrego próximo à ETA).

Assim, quando esses resíduos sem tratamento são lançados em um corpo hídrico, como é o caso estudado, podem provocar a diminuição da demanda de oxigênio na água, bem como alterações na sua cor e turbidez, e inibir atividades biológicas no corpo d'água (REALI, 1999).

Na resposta à seguinte pergunta: O DAE oferece capacitação e atualização técnica aos funcionários que operam o sistema de abastecimento e controlam a qualidade da água? (Ação prevista no art. 9º, inciso II, alínea “c” da citada Portaria nº 518/2004), o entrevistado respondeu que não oferece, mas que no momento “[...] estão sendo providenciados cursos de tratamento de água e esgoto”.

Isto indica que a entidade não cumpre o estabelecido neste aspecto, o que pode estar relacionado à falta de planejamento para garantir que os seus funcionários desenvolvam as atividades com a qualidade e qualidade e eficiência necessários.

Em relação com a existência, no DAE, de algum programa ambiental de preservação dos mananciais de onde a água é captada (conforme estabelece o art. 9º, inciso V da portaria ministerial) o entrevistado respondeu afirmativamente, acrescentando que “Em conjunto com a secretaria de agricultura, está sendo feito esse processo”.

Porém, em nenhuma das duas fontes principais de captação de água bruta se confirmou este trabalho. No caso da fonte principal de captação (o córrego Corgão), o entrevistado se contradiz quando afirmou que não têm sido adotadas ações para preservar a qualidade da sua água porque “Ação não tem jeito, é um longo trajeto o percurso do córrego”.

Neste ponto cabe destacar que as observações de campo não evidenciaram a existência de algum programa para a preservação do córrego Corgão e a sua sub-bacia. Apenas por iniciativa da Secretaria de Agricultura (e não do DAE) se trabalha no reflorestamento a partir das mudas obtidas no viveiro criado para essa finalidade.

Particularizando nos poços, perguntou-se se tem sido implementadas ações para preservar a qualidade da água deles. A resposta confirmou que os poços também não são

objeto de ações de preservação da qualidade da água, em uma cidade onde a cobertura de coleta e tratamento de esgoto sanitário é muito baixa, como explicado no Capítulo III, facilitando a contaminação do lençol freático. Ressalta-se que ele admitiu que “fomos notificados para fazer”.

Na seguinte pergunta questionou-se se a entidade gestora envia à autoridade de saúde pública, relatórios mensais com informações sobre o controle da qualidade da água. Na resposta o entrevistado admitiu que sim, mostrando conformidade com o art. 9º, inciso IV, da citada Portaria, que estabelece o encaminhamento desse relatório à Vigilância Sanitária e Ambiental do município.

Outra pergunta dirigida ao entrevistado era: Se fornecem informações mensalmente aos consumidores sobre a qualidade da água distribuída (ex. nas contas de água)?. Na resposta, o diretor admitiu que são enviadas essas informações. Portanto existe conformidade com o art. 9º, inciso VI, alíneas “a”, “b” e “c” da Portaria nº 518.

Porém, quando revisadas as contas de água que os consumidores recebem mensalmente, percebeu-se que nelas não são encontrados os resultados relativos aos teores de cloro, flúor, turbidez, cor, pH, coliformes totais e termotolerantes. Também não aparecem informações sobre o manancial de abastecimento, sua proteção, a disponibilidade e qualidade da água (exigidas na alínea “a”) e sobre a ocorrência de não conformidades com o padrão de potabilidade e com as medidas corretivas providenciadas (exigida na alínea “c” do Art. 9º inciso VI).

A seguir foi perguntado ao entrevistado se o DAE comunica de forma imediata à autoridade de saúde pública e à população sobre a existência de qualquer anomalia operacional no sistema e sobre a não conformidade na qualidade da água tratada. Nas respostas à primeira questão ele afirmou que “Se tiver qualquer problema, é feita a comunicação”, sem especificar quais os meios utilizados para essa finalidade (por exemplo, rádio, imprensa ou outros).

No segundo, também respondeu afirmativamente, acrescentando que “[...] são tomadas as providencias o mais rápido possível para que o problema seja resolvido”. Isto mostra que se cumpre apenas parcialmente o estipulado no art. 9º, inciso VIII da Portaria em análise.

Outras duas perguntas buscavam conhecer, com base no art. 9º, inciso IX da Portaria, se o DAE possui mecanismos para informar e sensibilizar os usuários e quais são os mecanismos existentes para receber queixas e reclamações dos usuários sobre a qualidade da água distribuída.

A resposta do entrevistado neste caso também foi afirmativa, especificando que esses mecanismos são “WhatsApp e a ouvidoria do município” (via telefone). Cabe a pergunta então: de que forma o aplicativo citado poderia ser utilizado para essa finalidade, sendo que outras opções disponíveis são utilizadas em outras cidades, como é o caso da internet e os estudos de opinião pública, pois as reclamações, sugestões e desejos dos clientes são de grande importância para o aperfeiçoamento do serviço (COBRA, 1992, *apud* RODRIGUES et. al. 2012).

Finalmente, foi perguntado se o DAE possui um plano de emergência ou de racionamento de distribuição de água para o período de seca/estiagem e, se existir, quais as medidas que contem. O entrevistado respondeu que não existe esse plano.

Ressalta-se que, quando se pensa nas causas, além dos problemas de planejamento percebidos, a implementação de medidas para direcionar o abastecimento para bairros específicos mediante rodizio da distribuição (durante épocas de escassa disponibilidade de água por causa da seca) resulta quase impossível na cidade, tendo em vista as diferenças de diâmetro das tubulações que integram a rede.

#### **4.3.2.2. Resultados das observações de campo**

Como consequência da falta de investimentos, diversos problemas afetam ao sistema de abastecimento de água da cidade, segundo foi constatado durante as observações de campo realizadas pela autora desta dissertação, utilizando roteiro específico (Anexo I). Os principais problemas identificados no sistema foram agrupados por componentes, como mostrado a seguir:

Em relação com a **captação** desde o córrego Corgão, este não possui nenhuma APP à montante da área de captação (Fig. 13), o que influencia na baixa qualidade da água bruta captada, a qual se acentua durante a época das chuvas por efeito da carga de sedimentos transportados para o corpo d'água desde a sua sub-bacia (que apresenta um elevado índice de desmatamento e uma ocupação desordenada do solo).

**Figura 13** – Situação atual das margens do córrego Corgão



**Fonte:** A Autora (2018).

No **tratamento** as observações de campo corroboraram que as condições de infraestrutura e funcionamento da ETA não são apropriadas para produzir água de boa qualidade, pois a estação funciona permanentemente devido à alta demanda, impossibilitando o controle operacional (trabalhos de manutenção e limpeza adequados); além disto, percebe-se uma grande deterioração do Minilaboratório (que também não possui equipamentos de dosagens e vidrarias) e da Casa de química. Em ambos os casos, as paredes, o chão e o teto estão sujos e deteriorados.

Na Casa de química não existem condições para trabalhar, pelas razões seguintes: (1) os tanques onde se misturam os produtos químicos estão muito deteriorados (por causa da corrosão dos próprios produtos e a falta de manutenção geral); (2) não existem meios de proteção para os operadores (apenas mascarás, deterioradas pelo prolongado uso) e também não se lhes exige o seu uso; (3) os operadores não dispõem dos equipamentos necessários para a mistura dos produtos químicos (o que os obriga a realizar todo o trabalho de forma improvisada, manualmente); (4) o controle de cloro e da turbidez, que antes era realizado semanalmente, atualmente não ocorre porque o dosador de solução está estragado, sendo que “O último feito foi no mês de novembro de 2015”, segundo os operadores.

Por esse motivo a dosagem dos produtos se faz com base na observação da água realizada pelos operadores, os quais colocam a quantidade que julgam necessária para trata-la:

“geralmente 25 kg para um tanque de 1200 l no período da seca e 50 kg no período chuvoso, quando a água se encontra mais suja e com maior quantidade de matéria orgânica”.

No caso da porcentagem residual de cloro, após a desinfecção da água, mesmo o diretor do DAE tenha afirmado que nos últimos dois anos foram analisadas 30 amostras por mês e que nenhuma delas apresentou-se fora do padrão (mantendo uma média de cloro residual livre de 0,21 mg/l) observou-se em visitas de campo à ETA que ela se determina visualmente pelos operadores do sistema por não contar com dosador de cloro em funcionamento.

Cabe salientar que na Guia do Profissional em Treinamento (SNSA, 2007) está estabelecido que os equipamentos de medição de turbidez e vazão devem ser objeto de limpeza frequente, de forma a garantir sempre o contato elétrico, dar manutenção às válvulas, registros e compressores (no caso de se utilizar ar para lavar os filtros) e todos os equipamentos utilizados na ETA.

Paralelamente, a forma geométrica dos tanques de decantação é quadrada, o que facilita a acumulação de flocos nos cantos (Fig. 14); ao mesmo tempo sua limpeza, que se deve realizar com uma periodicidade definida, somente ocorre em situações de emergência (utilizando uma mangueira com jato d'água) “porque a demanda por água é muito alta, além dos bairros altos serem prejudicados com falta de água, principalmente na seca, não permitindo estabelecer datas para limpeza dos decantadores”.

Mesmo que os filtros que recebem a água da aeração destinada à decantação devam ser verificados constantemente, o seu monitoramento ocorre “a cada 30 dias na época das chuvas” e, na estiagem, “só quando for de caráter urgente”.

Também o destino final do lodo de decantação (advindo do processo de coagulação), é incorreto, pois é transferido para um córrego que passa nas proximidades da ETA, contribuindo para a sua poluição, com redução da demanda de oxigênio e alterações na cor e turbidez, o que pode inibir a atividade biológica nele (REALI, 1999). Neste sentido, esses lodos poderiam ser reaproveitados na fabricação de tijolos, telhas e gesso, ou ainda na agricultura, como fertilizante e recompositor da camada superficial do solo (IBGE-PNSB, 2008).

Finalmente, no tratamento não se realiza a fluoretação da água tratada (algo exigido pelo Ministério da Saúde, para proteger os dentes contra as cáries), antes de ser enviada para os reservatórios (Fig. 15).

**Figura 14** – Tanques de decantação e filtros da ETA da cidade



**Fonte:** A Autora, (2018).

**Figura 15** – Reservatórios de água tratada da ETA da cidade



**Fonte:** A Autora, (2018).

Na **rede de distribuição**, o insuficiente planejamento das ampliações e ramificações praticadas (sob a pressão derivada do crescimento da cidade e a criação de novos bairros) fez com que as tubulações fossem colocadas de maneira inadequada, com tubos de dimensões variadas interligados desordenadamente, o que não permite o revezamento na distribuição da água por bairro: se fechar o fornecimento para um bairro, outro é atingido por causa das interligações, o que provoca que os bairros distantes ou mais altos, muitas vezes sofram com a falta de água.

Paralelamente, o fato de não ter instrumentos para medir a pressão ao longo dos diferentes trechos da rede, faz com que a água que circula na distribuição tenha pouca **pressão**. Assim, apenas os consumidores que moram perto da ETA ou em áreas mais baixas da cidade recebem o serviço com a pressão mínima necessária para que a água possa encher as caixas d'água. Para aqueles que moram mais afastados, a água não sobe nas caixas e os que moram em áreas mais altas, ficam sem água (tendo que ser abastecidos com caminhão pipa ou buscar água dos poços, a qual não recebe nenhum tipo de tratamento).

Neste sentido, no ano de 2003 o diretor do DAE enviou um ofício para a prefeitura, destacando a situação de falta de água experimentada todos os anos (especialmente durante o período da estiagem) por 1.100 famílias em diferentes bairros da cidade, particularmente aqueles situados nos pontos mais altos da mesma.

Em relação com as **perdas** na distribuição por problemas técnicos e falta de monitoramento (típicas de qualquer sistema de abastecimento de água, segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto–2016), seus custos são repassados ao consumidor (BRASIL, 2018), sendo que no Brasil apresentaram uma média de 38,1% no ano de 2016 (um valor 3,7% superior ao valor de 2015, segundo o SNIS, 2018).

As perdas representam aquele volume de água que é captada, tratada e disponibilizada, mas que não faturado nem utilizado (ALEGRE et al. 2005, *apud* FAVRETTO et. al. 2016). Essas perdas de água podem ser *físicas* (por vazamentos na rede) e *aparentes* ou não físicas (devido à ligações clandestinas, hidrômetros parados ou com deficiente funcionamento, fraudes em hidrômetros, entre outras causas). Segundo o IBGE-PNSB (2008), trata-se de água que, mesmo usada pelos consumidores, não é medida pela empresa de abastecimento.

Na cidade em análise, estes dois problemas provocam perdas reais no sistema cuja média é de 46%, tendo como causas: falta de micromedições (hidrômetros, cavaletes), ausência de manutenção do sistema, falta de cadastro de rede e fiscalização das ligações existentes, não detecção de ligações clandestinas, vazamentos (Fig. 16) e inadequações no

processo de execução das redes (execução das mesmas sem projetos e nem padrões construtivos).

**Figura 16** – Vazamento na rede de distribuição de água potável



**Fonte:** A Autora, (2018).

Algumas das consequências observadas desta situação são: alto custo do sistema e balanço financeiro negativo; redução da pressão na rede, e dificuldades para realizar novos investimentos e ampliações.

No diagnóstico do PMSB (2014) se conclui que é preciso reduzir o índice de perdas em todo o sistema de abastecimento, especialmente na rede de distribuição, por ser esta uma causa fundamental do excessivo consumo per capita de água na cidade. O documento reconhece, como causas dessas perdas: limpeza do poço de sucção, lavagem dos filtros, descarga do lodo e vazamentos estruturais que reduzem a pressão da água nelas.

Outro aspecto observado foi a **qualidade da água distribuída** a qual chega às residências com cheiro e gosto fortes de cloro, fazendo com que os moradores optem por pegar água de poços artesianos (sem nenhum tipo de tratamento) como os existentes nos bairros Jardim das Oliveiras, Jardim Bela Vista e Jardim São Francisco, e no posto de gasolina da saída para Araputanga (MT-175), com o risco de surtos de doenças. Entretanto, aqueles moradores que tem possibilidades financeiras, compram a água a utilizar para beber.

Em relação com a **intermitência** (interrupção, normalmente prolongada, do fornecimento de água da rede por causas diversas, de acordo com SNIS, 2016) ela constitui outro problema que persiste ainda hoje na cidade, devido à falta de planejamento, vazamentos nas tubulações e vazamentos estruturais.

Tais vazamentos facilitam a entrada de contaminantes na água que circula pelas tubulações, especialmente quando existe uma redução de pressão na rede; paralelamente, este problema estimula a inadimplência e o conseqüente aumento no número de poços caseiros cuja água, por não receber tratamento, não cumpre os padrões de potabilidade para ser consumida, aumentando o risco de doenças de veiculação hídrica.

Quando analisada a **política de pagamento** do serviço, verificamos que o mesmo pode ser realizado através da tarifação, ou a partir de taxas. A tarifa é o preço cobrado do usuário pelo serviço que recebe; ou seja, o valor da tarifa a pagar pelo usuário dependerá do consumo de água no período mensurado. A tarifa não tem natureza tributária, estando relacionada à quantidade do serviço efetivamente prestado e à possibilidade de rescisão, segundo IBGE-PNSB (2008). No Brasil, a cobrança da água é feita através de tarifas estabelecidas por cada estado, variando o seu valor entre R\$ 1,62 e R\$ 4,18 por metro cúbico.

Na cidade estudada, a tarifação sobre o fornecimento de água é regulamentada pelo Decreto nº 027 de 10 de junho de 2009. Assim, segundo informações obtidas no DAE, os valores da tarifa de água para o setor residencial são os seguintes (em \$R): 1,19 (se for até 10 m<sup>3</sup>); 1,78 (entre 11 e 20 m<sup>3</sup>); 2,97 (entre 21 e 30 m<sup>3</sup>); 3,91 (entre 31 e 40 m<sup>3</sup>) e 6,29 (acima de 40 m<sup>3</sup>).

Porém, com base no Código Tributário Municipal, o que se paga é apenas uma taxa (tributo pago pelo contribuinte pelo serviço disponibilizado a ele, mesmo que não o utilize diretamente) e como não há punição para quem não paga (não é cortado o fornecimento de água) o índice de inadimplência tem aumentado significativamente nos últimos anos; por exemplo, em 2011 era de 17%, e em 2017 atingiu 75%.

Neste ano de 2018, segundo informações do DAE, a renegociação proposta pela prefeitura permitiu que a inadimplência caísse para 35% até o mês de junho. Ao entrevistar ao atual prefeito sobre o tema, ele disse que: “Com a inadimplência, o DAE não consegue investir em melhorias no sistema. Os moradores têm reclamado quanto a falta de água e a coloração das águas que chegam até as residências e isso acontece em função da inadimplência, que impede que sejam feitas melhorias no Departamento de Água”.

Para reverter este problema, o diretor do DAE destacou que deverão se adotar medidas como: ”intensificar a cobrança dos devedores (até o corte do abastecimento de água nas

residências que não quitarem seus débitos); fiscalizar as canalizações irregulares; trocar os hidrômetros das residências; modernizar o sistema de abastecimento de água” em geral.

Assim, a expectativa é que o montante de recursos arrecadados possa equilibrar as receitas do departamento, como evidenciado nas palavras do diretor: “Hoje a despesa de manutenção do DAE equivale a R\$ 125.000 e o município arrecada R\$ 25.000. A partir de agora [...] tudo o que o DAE arrecadar deverá ser investido na engrenagem do abastecimento de água”.

Para o diretor do DAE, é necessário estancar a inadimplência, pois “[...] caso contrário não dá para fazer investimentos em captação e distribuição da água”. Nesse sentido, em entrevista com o atual prefeito, o mesmo reconheceu que “esta situação se arrasta há anos e mesmo sendo um tema polêmico, é preciso tomar decisões em benefício da população, mesmo que no início estas sejam medidas impopulares”.

Outro problema constatado é a **insuficiência de hidrômetros**: No ano de 2013, segundo o diagnóstico do PMSB (2014), apenas 60% das residências da cidade possuíam hidrômetro. Além disto, o relatório apontava que existe uma tendência da população a danificá-los, toda vez que a hidrometragem não atende a todos e que não ocorrem cortes quando o consumo de água realizado não é pago pelo usuário.

Também se verificou um custo elevado por conceito de **energia elétrica consumida**, devido à falta de modernização do sistema. Neste sentido, cabe destacar que, no mundo, segundo James et. al. (2002, p. 2) a maioria dos sistemas de abastecimento de água poderia reduzir o consumo de energia “[...] em pelo menos 25 por cento, por meio de ações de eficiência com melhor desempenho”.

Em relação com a **capacitação**, segundo os operadores do sistema, não são oferecidos cursos ou treinamentos para a operação da ETA, sendo que a capacitação ocorre só mediante a troca de informações advindas da experiência no serviço (tanto entre os técnicos do próprio município, como com os de municípios vizinhos).

Finalmente, o **consumo de água sem tratamento**, obtida de poços tubulares cuja água bruta é bombeada diretamente para a rede de distribuição (onde se mistura com a água tratada), constitui outro grave problema na cidade, mostrando o descumprimento do estipulado pela Resolução CONAMA n. 357 de 17 de 2005 (BRASIL, 2005) sobre o consumo de água doce.

Portanto, a rede de distribuição da cidade não cumpre o estabelecido na NBR ISO 12218 (BRASIL, 1994) que regulamenta os projetos de rede de distribuição para abastecimento público, pois não coloca água potável à disposição dos consumidores, de forma

contínua, em quantidade e pressão recomendadas. Isto justifica a necessidade de reabilitar o sistema de abastecimento de água (VENTURINI, et. al., 2001).

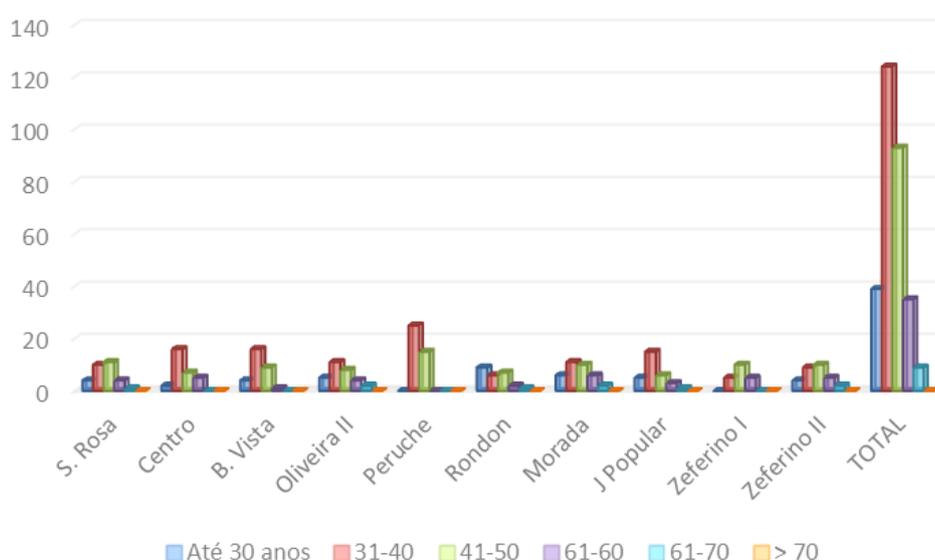
#### 4.4. Percepção dos usuários sobre o uso da água fornecida

O questionário orientado a conhecer a percepção da população foi aplicado a uma amostra de 300 chefes de família, selecionados aleatoriamente nos 10 maiores bairros da cidade, como explicado no Capítulo III. Os resultados obtidos são discutidos a seguir:

O primeiro bloco de questões foi dedicado a obter informações para traçar o perfil pessoal e familiar das pessoas integrantes da amostra. Nas respostas à primeira pergunta, relacionada com o sexo dessas pessoas, confirmou-se o predomínio do feminino, com 186 mulheres, que representam 62,0 % do total amostrado. Os restantes 114 são homens (38,0 % do total).

Quanto à idade dessas pessoas existe um relativo equilíbrio entre aqueles com menos de 41 anos (que representam 54,3 % do total) e aqueles compreendidos na faixa etária de 41 a 60 anos (42,7 % do total). Nota-se que esse comportamento aparece praticamente em todos os bairros e que apenas 09 das pessoas amostradas tem uma idade superior a 60 anos (Fig. 17).

**Figura 17** – Faixa etária das pessoas amostradas, por bairro



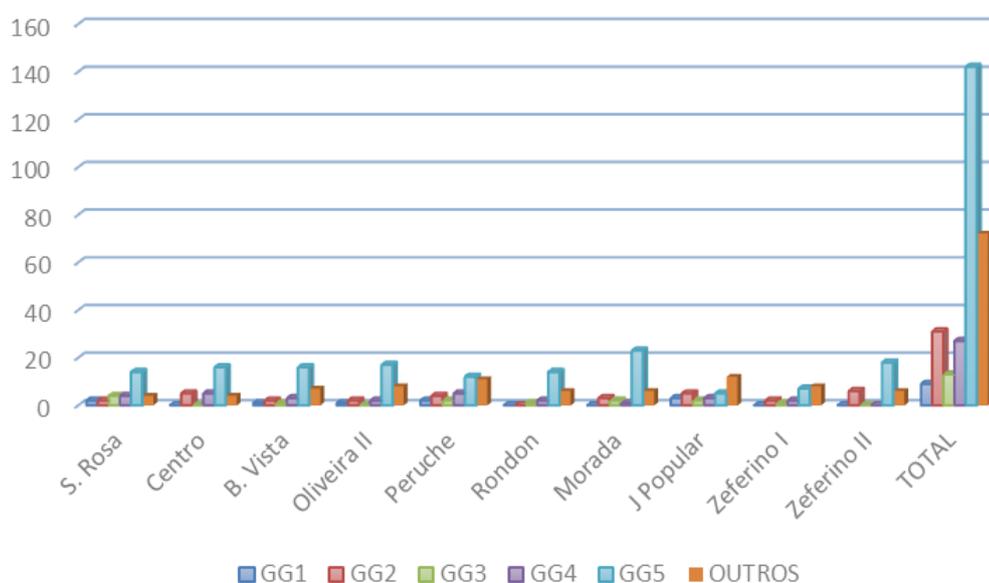
**Fonte:** A Autora, (2018).<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Elaborado a partir do levantamento de campo.

O estado civil predominante da amostra é de pessoas casadas (74,7 % do total), seguido de longe pelos solteiros (que representam 11,7% do total). Ao mesmo tempo, percebe-se um relativo equilíbrio entre as pessoas divorciadas e viúvas (os quais representam 7,0% e 6,7% do total amostrado, respectivamente).

Em relação com a profissão, determinada a partir da Classificação Brasileira de Ocupações (BRASIL, 2010), uma significativa parcela de 210 pessoas (70,0 % do total amostrado) pertence ao Grande Grupo 5-GG5, integrado por trabalhadores dos serviços e vendedores do comércio em lojas e mercados (Fig. 18). Isto se explica porque são essas as principais fontes de trabalho da cidade: lojas, supermercados, serviços domésticos, e cuidadores de crianças e idosos.

**Figura 18** – Distribuição por bairros dos grupos ocupacionais das pessoas



**Fonte:** A Autora, (2018).<sup>4</sup>

A seguir aparecem os grupos GG2 (profissionais das ciências e das artes, com 10,3 % do total) e GG4 (trabalhadores de serviços administrativos, com 9,0 %). Na categoria *Outros*, foram incluídos os aposentados, estudantes e donas de casa.

Nota-se que não aparecem pessoas integrantes daqueles grupos formados por trabalhadores do campo (agropecuários, florestais, da caça e da pesca), bem como aqueles

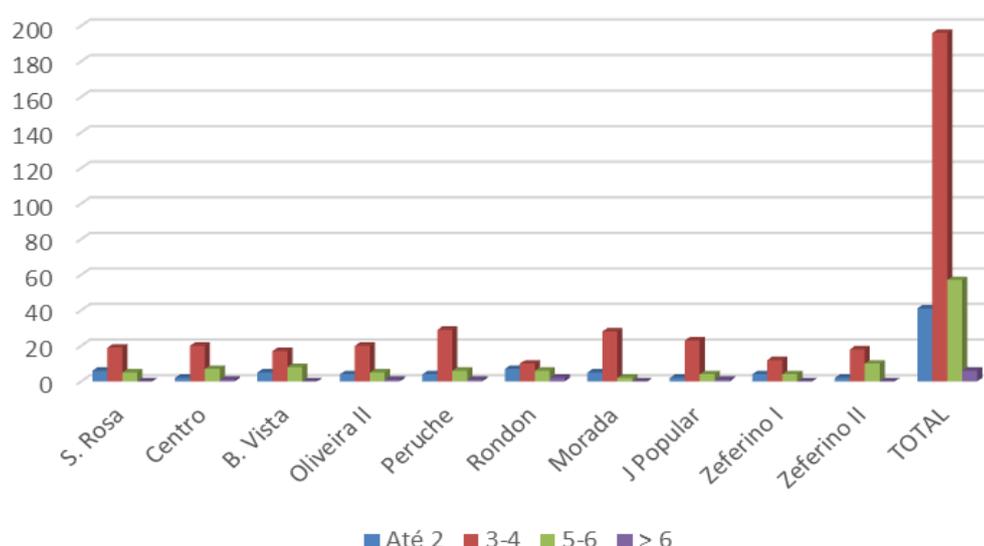
<sup>4</sup> Elaborado a partir do levantamento de campo.

vinculados à manutenção e reparação, ou à indústria. Nos dois primeiros casos a causa pode ser que a pessoa não estava em casa no momento e no caso dos vinculados à indústria, a existência de uma única instalação industrial na cidade.

Em relação com o total de pessoas residentes nos domicílios, predominam aqueles com 3 a 4 moradores (196 dos amostrados, ou seja, 65,4% do total). Porém, em um significativo 19,0 % dos domicílios moram entre 5 e 6 pessoas, o que pode estar relacionado com a falta de recursos para ter casa própria, ou à quantidade de filhos, tendo em vista que apenas recentemente começou a diminuir no Brasil o número de filhos por família.

Finalmente, foram identificados 41 domicílios com apenas duas pessoas, um dado que se relaciona com as faixas etárias analisadas, onde predominam as pessoas com menos de 41 anos (Fig. 19).

**Figura 19** – Distribuição do número de residentes nos domicílios dos bairros amostrados



**Fonte:** A Autora, (2018).<sup>5</sup>

Tendo em vista a influência das crianças, idosos e descapacitados na vulnerabilidade das famílias frente aos problemas de abastecimento de água e à qualidade da mesma, foram colocadas questões nestes quesitos.

No primeiro caso corroborou-se que em 254 dos domicílios moram 315 crianças (uma média de 1,2 crianças por domicílio, a que pode ser considerada baixa, tendo em vista os índices do Brasil). A idade predominante dessas crianças é entre 10 e 14 anos (47,3% do total

<sup>5</sup> Elaborado a partir do levantamento de campo.

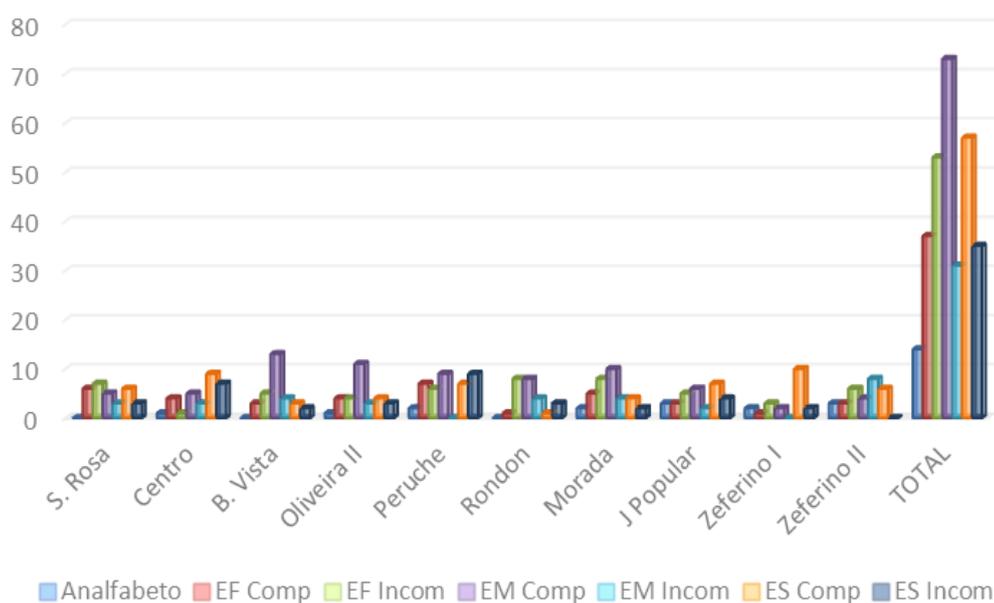
de crianças identificadas), seguido por aqueles domicílios com crianças entre 5 e 9 anos (29,8 %) e entre 1 e 4 anos (19,4 %). Cabe perguntar se isto indica uma tendência de diminuição do número de filhos por família nos últimos anos, ou se seria outra a causa.

Em relação com a presença de pessoas idosas e incapacitadas nos domicílios pesquisados, apenas em 37 deles mora ao menos um idoso (12,3 % do total amostrado) e em 22, ao menos uma pessoa incapacitada (7,3 % do total).

Quando analisado o nível de escolaridade das pessoas integrantes da amostra pesquisada, confirmou-se que apenas 14 são analfabetos, enquanto que a maioria (165 pessoas, ou seja, 55,0 % do total) tem concluído o Ensino Médio (24,3% desse subtotal) ou tem sido participante de cursos do ensino superior. Neste último caso, um significativo 30,7% dessas 165 pessoas concluíram (ou estão cursando) esse nível de escolaridade.

Porem, ainda existem 163 pessoas (54,4% do total amostrado) que não concluíram o Ensino Fundamental, ou o Ensino Médio (Fig. 20).

**Figura 20** – Nível de escolaridade das pessoas amostradas nos diferentes bairros

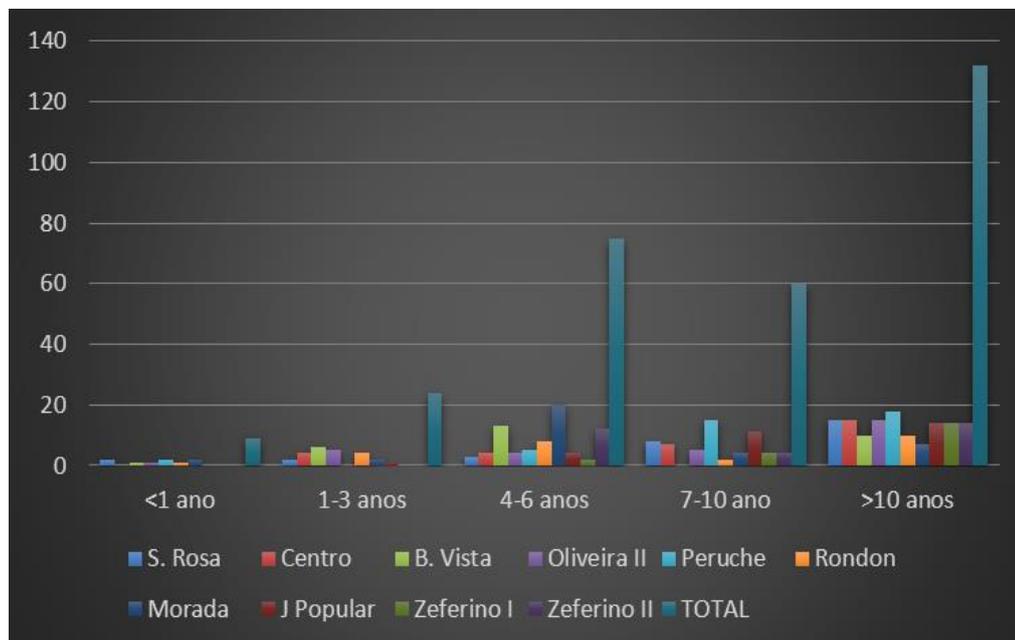


**Fonte:** A Autora, (2018).<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Elaborado a partir do levantamento de campo.

Quando questionados sobre o tempo de residência no domicílio atual, uma parte significativa da população pesquisada (64,0% da amostra) respondeu que mora há mais de seis anos em suas residências (Fig. 21).

**Figura 21** – Tempo de residência no bairro das pessoas amostradas



Fonte: A Autora, (2018).<sup>7</sup>

Obviamente, este fato lhes tem permitido vivenciar por mais tempo os problemas relacionados com o abastecimento público de água potável na cidade (o que resulta de interesse para a presente pesquisa).

Os motivos que levam às pessoas a morarem nos respectivos bairros são diversos: nas 299 respostas válidas perceberam-se razões diversas, como o fácil acesso aos serviços que a cidade oferece, normalmente concentrados na parte central da mesma (29,7 % das respostas); a proximidade do trabalho ou da escola (26,3 %); o fato de não possuir recursos financeiros para morar em outro lugar (24,3 %), e a proximidade de parentes (19,3 %).

O segundo bloco de perguntas buscava obter dados sobre os imóveis ocupados pelas pessoas amostradas e os serviços que recebem. Nas respostas à primeira pergunta deste bloco, confirmou-se que o uso que essas pessoas fazem do imóvel que ocupam é apenas residencial em 89,0 % dos casos (apenas 25 dos imóveis são usados para residência e para atividades de comércio ou serviço, simultaneamente).

<sup>7</sup> Elaborado a partir do levantamento de campo.

Como características construtivas, 267 desses imóveis (89,0 % do total) foram construídos com paredes de alvenaria e teto de telha, sendo que apenas 18 (6,0 %) possuem paredes de madeira e teto de telha (concentrados principalmente nos bairros Jardim Popular e Jardim Peruche) e outras 14 (4,7 %) de alvenaria com teto de Eternit. Apenas um dos imóveis amostrados possui paredes de madeira e teto de palha.

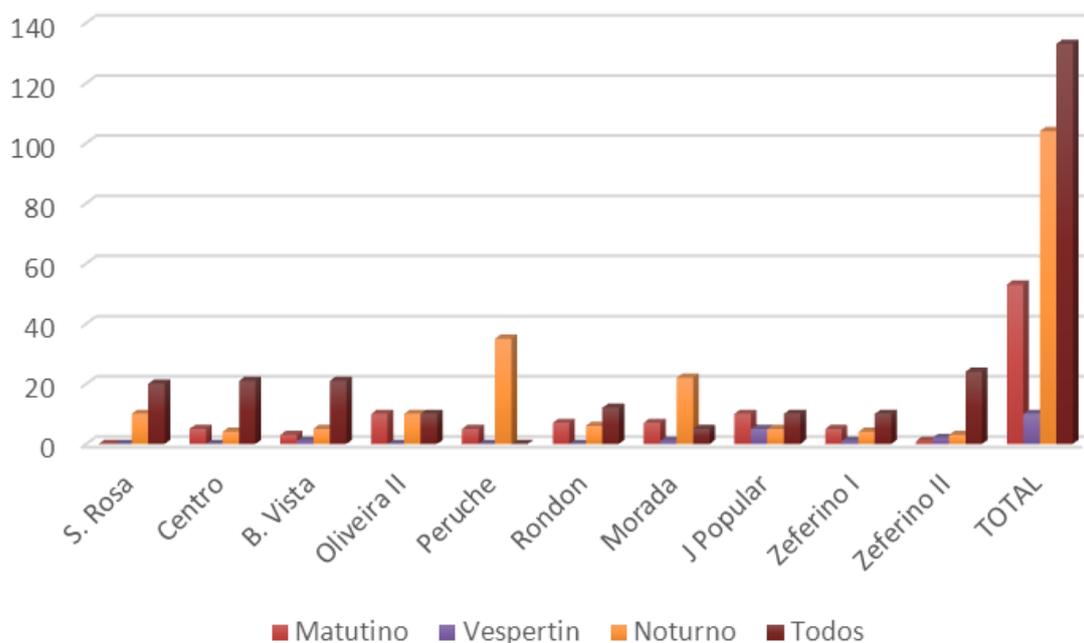
Quando questionados sobre o material utilizado no piso das residências, em 89,3 % dos casos amostrados ele é de cerâmica, sendo que apenas 27 moradias possuem piso de cimento (9,0 % do total) e somente 05, piso de aterro. Em relação com o revestimento, 262 dessas residências estão revestidas (a grande maioria totalmente) sendo que todas aquelas que têm revestimento total, estão pintadas.

A rede de esgotamento sanitário existente beneficia apenas 32 dos domicílios pesquisados (10,7 % do total), situação típica da cidade estudada, como explicitado anteriormente neste trabalho. Assim, outros 156 utilizam fossa séptica (52,0 %) e 112, fossa rudimentar (37,3 %). Cabe destacar que o caráter “séptico” das fossas muitas vezes não é real porque elas são construídas sem rebocar os tijolos para facilitar a infiltração do líquido do esgoto, pensando economizar por conceito de pagamento de limpeza de fossa. Em contraposição, a coleta de lixo é realizada regularmente em 99,7 % das residências.

O terceiro bloco de perguntas do questionário buscava informações sobre o fornecimento domiciliar de água. Nas respostas à primeira questão, que visava conhecer a origem da água que abastece os domicílios, confirmou-se que em 92,0 % deles procede da rede pública de distribuição. Porém, 15 residências obtêm a água que necessitam de poço e rede (simultaneamente), e apenas seis de poços tubulares, unicamente. Salienta-se que em três residências a água é obtida de um poço comum.

Quando perguntados com que frequência chega a água às residências (se isso ocorre no período matutino, vespertino, noturno, ou em todos os períodos) a grande maioria respondeu que somente chega em casa no período noturno (34,7 % das pessoas amostradas) ou simplesmente acostuma a faltar em qualquer momento do dia, como admitido por 44,3 % da amostra (Fig. 22).

**Figura 22** – Frequência de chegada da água às residências dos bairros estudados



**Fonte:** A Autora, (2018).<sup>8</sup>

A intermitência no fornecimento de água atinge com maior frequência às residências dos bairros mais altos da cidade, como Jardim Peruche e Morada do Sol, especialmente durante o período da estiagem. Essa falta de água deve-se a fatores como vazamentos nas canalizações (por serem muito antigas) e desconformidade nos diâmetros das tubulações, que ocasionam variações da pressão (quando é baixa, não sobe até a caixa d'água das residências dos bairros situados em posição topográfica alta). Além disto, ao ser liberada a água para os bairros, passa inicialmente por bairros mais baixos.

Isso explica o porquê, quando solicitado aos componentes da amostra que avaliassem o fornecimento de água no bairro, 79,0 % deles opinaram que é Ótimo ou Bom, sendo que apenas 63 pessoas (21,0 %) o consideram Ruim ou Péssimo.

A seguir foi perguntado às pessoas amostradas se costuma faltar água nas suas residências em alguma época do ano, sendo que as respostas divergem entre os que responderam positivamente (41,3 % da amostra, possivelmente aqueles que moram em

<sup>8</sup> Elaborado a partir do levantamento de campo.

posição topográfica mais alta, explicado anteriormente) e os que a água nunca falta nas suas residências (58,7 %).

Para aqueles que responderem positivamente, foi acrescentado outra pergunta visando conhecer em qual época do ano a água costuma faltar com mais frequência na residência. As respostas a esta questão são bem interessantes, toda vez que: 40 pessoas (32,26 %) disseram que a intermitência no fornecimento ocorre o ano todo nas suas residências, outras 41 (33,06 %) responderam que falta a água no inverno (época da seca) e 17 (13,7 %) que a água costuma a faltar no verão (período entre janeiro e março, quando estamos na estação chuvosa).

Sobre as possíveis causas dessa falta de água, 37,66% das pessoas amostradas atribui o problema à falta de investimento público no sistema de abastecimento, o que faz com que outras causas associadas fossem colocadas, como a antiguidade das canalizações (respondida por 30,0% da amostra). Porém, 13,0% das pessoas disseram que a falta de água se deve ao grande desperdício do recurso.

Chamam a atenção duas razões colocadas para explicar a falta de água: a primeira, que atualmente chove menos do que antes, por causa das alterações climáticas, argumentado por 9,66% das pessoas amostradas; a segunda, a falta de conservação das nascentes do córrego (Corgão) colocada por 8,66% das pessoas.

Finalmente, outras duas razões foram colocadas: a posição topográfica alta das residências (6,66 % da amostra colocou esta causa) e a falta de pagamento das contas pelos usuários (destacada por 3,0% das pessoas).

Buscando complementar as respostas acima explicitadas, questionou-se a seguir como se poderia resolver o problema da falta de água? Nas respostas, a maior parte das pessoas (37,0% da amostra) propôs construir outras estações de tratamento de água, enquanto 18,3% deles disseram que as bombas devem-se manter ligadas por mais tempo (evidenciando que não sabem que neste momento as bombas funcionam durante as 24 horas do dia).

Outras propostas sugeridas pela população amostrada são: distribuir mais equitativamente a água entre os bairros da cidade (feita por 16,33% das pessoas, mostrando que não conhecem as limitações derivadas das diferenças de diâmetro das tubulações); criar programas de incentivo ao baixo consumo e de recuperação de nascentes (sugerido por 13,66% e 10,33% da amostra, respectivamente); aumentar o volume de água captada diariamente das fontes de abasto (4,0% das pessoas, que não sabem que a ETA esta trabalhando acima da sua capacidade).

Finalmente algumas pessoas sugeriram privatizar o Departamento de Água e Esgoto, ou diversificar as fontes de abasto (3,33% e 2,0% das pessoas amostradas, respectivamente).

Quando questionadas sobre a qualidade da água fornecida a eles, a resposta maioritária das pessoas foi negativa (87,7 % da amostra), o que demonstra o grau de rejeição existente. Dentre as possíveis causas pode estar o odor e sabor desagradáveis advindos do excesso de cloro, como apontara Sousa (2013), as pessoas muitas vezes rejeitam utilizar a água por esta causa, consumindo aquela obtida de fontes poluídas, sem saber do risco que isto implica para a sua saúde.

Essa rejeição é confirmada nas respostas à seguinte questão: “Os residentes do domicilio costumam beber água da torneira?” onde 86,3 % das pessoas amostradas disseram que não (as observações realizadas sobre o tema na cidade indicam que para aqueles que responderam que sim, não existe outra alternativa, como comprar água ou busca-la em sítios próximos à cidade).

Por causa disto foi perguntado a seguir se algum dos moradores do domicilio já sofreu algum tipo de doença associada ao consumo da água, sendo que apenas 18 pessoas responderam positivamente (em todos os casos, a diarreia).

A última questão deste bloco perguntava se já realizou algum tipo de análise da qualidade da água utilizada para consumo, sendo que quase a totalidade das pessoas amostradas (97,7 %) respondeu que não fizeram nunca essa análise.

O ultimo bloco de perguntas do questionário estava dedicado a obter dados sobre a utilização domiciliar da água. A primeira pergunta buscava saber a quantidade média de água consumida diariamente nas residências. As respostas obtidas permitiram verificar que a existência de quatro grupos de consumo, sendo o maior o composto pelas residências que consumem entre 250 e 500 litros por dia (42,0 % do total amostrado), seguido por aquelas pertencentes aos dois grupos imediatos: as que consumem entre 500 e 1000 litros diariamente, e aquelas cujo consumo é menor a 250 litros por dia (com 27,0 % e 23,3 %, respectivamente). Cabe destacar que apenas 23 residências (7,7 % do total) se consumem mais de 1000 litros por dia, conforme as respostas.

A segunda pergunta visava conhecer os tipos de uso da água nas residências (além das necessidades básicas). Nas respostas se corroborou que os tipos de uso mais comuns são: para aguar as plantas (com 107 respostas, representando 35,7% do total); para lavar as varandas, com 99 pessoas (33,0 %) indicando este uso, e para lavar a calçada (21,0% das respostas).

Em menor proporção a água é utilizada para lavar os veículos (9,0% das respostas) e para apagar a poeira da rua (apenas 4,0% do total de respostas obtidas).

Na terceira questão deste bloco buscou-se saber se a população amostrada tem utilizado das águas do córrego Corgão para alguma finalidade. Neste sentido, essa utilização se concentra na pesca fluvial (17,7% dos entrevistados declarou ter pescado pelo menos uma vez no córrego) e no turismo e lazer, atividade declarada por 11,0% da amostra. Outros usos reportados são a irrigação de culturas e a dessedentação de animais, identificados por 1,3% e 1,0% das pessoas amostradas, respectivamente.

A última pergunta do questionário estava dedicada a conhecer a opinião das pessoas amostradas sobre a política de pagamento da água na cidade (sendo que as opções oferecidas eram: Ótima, Boa e Ruim). Nas respostas obtidas, evidenciou-se que a grande maioria das pessoas (86,0%) a considera como *Boa* e outro 4,0% acha que é *Ótima*.

Ou seja, 90 de cada 100 pessoas pesquisadas aprova essa política (o que pode estar relacionado, em alguns casos, com o fato de que a água não paga, não é cortada). Os que consideram que essa política é *Ruim* representam 10,0% da amostra; para essa avaliação eles utilizaram argumentos diversos, os quais foram agrupados para a sua melhor compreensão, como mostrado a seguir:

Em relação com o preço cobrado, em 60,0% dos bairros estudados (Centro, Jardim das Oliveiras, Jardim Bela Vista, Jardim Popular, Jardim Peruche e Jardim Rondon) as pessoas manifestaram que o uso de uma taxa provoca que quem usa pouca água, pague o mesmo que quem usa muita (o correto é pagar pelo uso e não pela taxa); alias, pensam que o valor da água é caro e está desatualizado (se cobram contas atrasadas), e que não se corta o fornecimento a quem não paga.

Sobre a qualidade da água fornecida, em 30,0% dos bairros amostrados (Jardim Peruche, Zeferino II e Morada do Sol) as pessoas opinaram que não recebem a água da forma como deveria ser: boa e barata.

Sobre o gerenciamento do abastecimento de água potável, também em 60,0% dos bairros (Bela Vista, Centro, J. Peruche, Morada do Sol, J. das Oliveiras e J. Popular) existem critérios negativos como os seguintes: problemas de administração pública (evidenciados na “falta de controle sobre o pagamento” e na situação da ETA, que “está em decadência, sem condição de fazer a manutenção”); a água falta em alguns bairros o ano todo (especialmente aqueles mais altos), e “as pessoas tem que pagar o serviço da mesma forma que aqueles outros que não pagam e possuem água”; portanto “seria bom uma campanha para que todos paguem com desconto, um valor justo”.

Finalmente, sobre o consumo de água, apenas no bairro Jardim Popular foi registrada a opinião de que “A população gasta muita água”.

#### **4.5. Proposta de ações como subsídio à tomada de decisões**

Tendo em vista a situação atual do sistema de abastecimento de água potável da cidade (que não fazem possível novos investimentos), bem como as experiências publicadas sobre o gerenciamento de sistemas de abastecimento de água potável e o uso e reúso domiciliar dessa água, se propõe um conjunto de ações como subsídio à tomada de decisões por parte do poder público e os usuários da água potável na cidade estudada. Essas ações são as seguintes:

**a)** Criar as correspondentes APP's da sub-bacia (exigidas por lei) e reflorestar essas áreas usando espécies nativas da região;

**b)** Fiscalizar as atividades agrícolas e pecuárias nas proximidades do leito do córrego e das suas nascentes, pela sua influencia negativa na qualidade da água;

**c)** Criar um programa de incentivo ao não assoreamento e ao reflorestamento das nascentes, para aumentar a produção de água e contribuir para a sua preservação;

**d)** Divulgar a boa prática existente em algumas famílias de armazenar o óleo de cozinha e disponibilizar para reciclagem (na cooperativa de reciclagem) permitindo o seu reúso na produção de sabão por famílias carentes que usam este óleo para essa finalidade.

**e)** Executar periodicamente a análise da água captada, para identificar possíveis mudanças na sua qualidade que permitam ajustar, em cada momento, o tratamento prévio estabelecido para a água bruta.

**f)** Desenvolver, em parceria com as universidades, pesquisas na rede de distribuição para identificar problemas como vazamentos, gambiarras e canalizações incorretas, para retificação;

**g)** Estimular o uso de cobertura nas piscinas domiciliares para evitar a perda de água por evaporação, advinda dos raios solares ou do vento;

**h)** Oportunizar, através de parcerias público-privadas, dispositivos para economizar água nas residências, como os que aparecem no Quadro 2:

**Quadro 2** – Alguns dispositivos para a economia de água nas residências

APLICAÇÃO	DISPOSITIVO PARA ECONOMIZAR ÁGUA	FUNÇÃO	ECONOMIA DE ÁGUA	ECONOMIA DE ÁGUA ESTIMADA (EM LPDC) *
Sanitário	Duas garrafas pet de refrigerante dentro da caixa acoplada	Reduzir o volume de água para descarga	5.7 l/descarga	7,6
Sanitário	Retenção da caixa de descarga		08 l/descarga	15.1
Sanitário	Caixa acoplada	Reduzir a descarga	2.6 l/descarga	10.6
Sanitário	Bóias, válvulas flapper	Parar vazamentos	9.1 l/descarga	18.2
Chuveiro	Válvula redutora de vazão	Limitar a vazão para 10.4 l/min	5.7 l/min	13.2
Chuveiro	Redutor de vazão para chuveiros	Limitar a vazão para 10.4 l/min	5.7 l/min	27.2
Torneira	Aerados com controle de vazão	Reduzir respingos dando um aspecto de maior vazão	4.5-9.5 l/min	1.9

**Legenda:** LPDC\*\* - litros per capita por dia.

**Fonte:** Adaptado de James et al., (2002).

No caso dos chuveiros, cabe salientar que o desperdício de água neles pode chegar à metade de toda água consumida por uma casa (MOTA, et al, 2002), existindo a alternativa de um tratamento simples para reutilizar essa água para os vasos sanitários ou outras finalidades (FIORI, et al, 2006).

i) Implementação pelo DAE de opções de desconto no pagamento do serviço de água potável, que estimulem a redução da demanda (seja com recursos próprios, ou através de parcerias público-privadas).

j) Oferecer aos consumidores kits de eficiência (a preço de custo) contendo aparelhos baratos para economizar água. Por exemplo: retenção na caixa de descarga (ou na caixa acoplada); pastilhas para detectar vazamentos; aerados de baixa vazão para torneiras; chuveiros de baixa vazão, dentre outros.

k) Utilizar a Educação Ambiental formal e os eventos culturais realizados na cidade para conscientizar à população sobre a atual situação da oferta de água potável e a

necessidade de fazer um uso e reúso sustentável da água (tendo em vista que o comportamento dos consumidores tem um efeito significativo na demanda).

I) Fomentar a minimização do consumo através do estímulo à adoção de melhoras tecnológicas como os sistemas reguladores de pressão (implantados nas máquinas de lavar roupa e louça europeias, onde contribuíram na redução significativa da quantidade de água consumida pelos agregados familiares, que consomem entre 60 e 80% da água abastecida em toda a Europa) (AEA, 2017).

Neste sentido, cabe destacar que, segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos (BRASIL, 2018), a média de consumo *per capita* diário de MT no triênio 2013 a 2015 foi de 163,5 l/hab./dia. Porém, no ano de 2016 esse consumo foi de 167,4 l/hab./dia (um aumento de 2,4%), sendo superior à média de consumo *per capita* do país, que era de 154,1 l/hab./dia.

m) Fomentar o reúso municipal da água na proteção contra incêndios, controle de poeira em estradas, construção civil, lavagem de ruas e dos ônibus da Prefeitura, limpeza do barracão da feira, irrigação de áreas verdes (que representa a principal reutilização nos municípios, onde a água é usada – prévia desinfecção com cloro ou raios ultravioleta - em canteiros de estradas, gramados residenciais, campos de golfe e irrigação de parques (Fig. 23).

**Figura 23** – Exemplo de reúso municipal em parque urbano dos Estados Unidos



**Fonte:** California Water Plan Update 2013, Highlights, *apud* KUBLER et al., (2015).

**n)** Estabelecer uma política de reúso domiciliar da água, especialmente as águas cinza claras (aquelas procedentes de banheiros, chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar roupa), utilizando tratamento biológico, pois essas águas possuem “[...] melhor qualidade em relação às águas negras (vasos sanitários) e às águas cinza escuras (pias de cozinha)”, como colocado por Moreno (2013, p. 8).

**o)** Realizar a limpeza do lodo gerado na ETA para ser reintegrado ao canal hídrico (córrego Queixada) situado na sua proximidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bibliografia consultada mostra que tanto o desmatamento para implantar atividades agropecuárias como a desenfreada urbanização, sem a infraestrutura urbana básica, geraram graves conflitos na prestação de serviços como os relacionados com a água potável. Paralelamente, o reúso da água é incipiente em países como Brasil, onde também o tratamento da água bruta nem sempre abrange as etapas estabelecidas, por falta de um adequado gerenciamento do abastecimento de água para consumo humano.

Os resultados obtidos nesta pesquisa mostram uma crescente interferência antrópica na sub-bacia hidrográfica do córrego Corgão, que fornece a maior parte da água utilizada para abastecer a cidade de São José dos Quatro Marcos. Essa interferência iniciou-se como o desmatamento para implantar culturas como café e algodão, que posteriormente foram substituídas pelas atuais pastagens. Dessa forma, a intensificação provocada nos processos erosivos e no assoreamento do leito do córrego prejudicou a qualidade da água bruta captada.

Paralelamente, essa água bruta não é objeto de todas as etapas do tratamento convencional e, além disto, é misturada com água não tratada procedente de poços tubulares conectados diretamente à rede de distribuição. Neste sentido, a entrevista na entidade gestora indicou não conformidade com a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde em diversos itens e as observações de campo evidenciaram descumprimento das disposições legais tanto na sub-bacia de captação como no tratamento da água bruta e na sua distribuição na rede. Todo isso provoca um balanço financeiro negativo do sistema, que não permite novos investimentos e ampliações.

Os resultados do estudo da percepção dos usuários sobre o uso da água fornecida mostraram vulnerabilidade das famílias frente aos problemas de abastecimento, associada a causas como: presença de crianças nos domicílios; baixo nível de escolaridade; escasso acesso ao esgotamento sanitário; uso de água de poços sem tratamento; intermitência no fornecimento para os bairros mais altos; insuficiente qualidade da água fornecida e falta de investimento no sistema de abastecimento. Neste sentido, muitas soluções propostas pela população indicam desconhecimento da real situação existente.

Em relação com o consumo domiciliar a água é usada, além das necessidades básicas, para regar as plantas; lavar as varandas, a calçada e os veículos, bem como para apagar a poeira da rua. A grande maioria das pessoas considera adequada a política de pagamento (o que pode estar relacionado com o fato de que a água não paga, não é cortada).

As ações propostas a partir desses resultados estão orientadas à criação e reflorestamento das Áreas de Proteção Permanente na sub-bacia; o desassoreamento e reflorestação das nascentes; a redução da contaminação das águas do córrego; a fiscalização das atividades humanas na sub-bacia; o melhoramento do processo de tratamento da água bruta captada; o estímulo à economia da água fornecida, redução da demanda e reúso pelos usuários; e a conscientização da população sobre a atual situação da oferta de água potável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE (AEA). **A água na cidade**. Artigo publicado em 18/12/2012 modificado pela última vez 20/02/2017. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/pt/articles/a-agua-na-cidade>. Acesso em: 15 set. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água. panorama nacional**. Brasília: Engecrops/Coprabe, v. 1, 2010. 69 p. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>. Acesso: em 13 fev. 2018.

BARROS, L. G. M. **O uso dos sistemas na geografia: esboço metodológico**. Revista Geonorte, Edição Especial, v. 1, n. 4, 2012. p. 59-68.

BARRENECHEA, M. **Coagulación en el Tratamiento de Águas de Consumo**. Disponível em: <http://cdam.minam.gob.pe:8080/cendoam/bitstream/123456789/109/5/CDAM0000012-5.pdf>. Acesso em: 15 set. 2017.

BARTRAM, J.; CORRALES, L.; DAVISON, A.; DEERE, D.; GORDON, B.; HOWARD, G.; RINEHOLD, A.; STEVENS, M. **Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers**. World Health Organization. Geneva, Suíça, 2009.

BEREZUK, A. G.; IORIS A. A. R. Água, geopolítica e valores implícitos. *In: Água, recurso hídrico: bem social transformado em mercadoria*. Eduardo Salinas Chávez, Cláudio Antônio Di Mauro e Edvaldo Cesar Moretti (Orgs.); Leonice Seolin Dias (Colaboradora). Tupã: ANAP, 2017. 260 p.

BEZERRA, L. M. C. **O Desenvolvimento Agrícola da Região Centro-Oeste e as Transformações no Espaço Agrário do Estado de Goiás**. Caminhos de Geografia - Revista on-line. 2004. 31 p. Disponível em: [livrozilla.com/doc/573805/o-desenvolvimento-da-agricultura-na](http://livrozilla.com/doc/573805/o-desenvolvimento-da-agricultura-na). Acesso em: 26 jul. 2017.

BISPO, E. G. **Sistema de tratamento de água para o consumo humano**. Minicursos; Conselho Regional de Química. IV Região, 2008. Disponível em: [https://www.crq4.org.br/downloads/sistema\\_trat\\_agua.pdf](https://www.crq4.org.br/downloads/sistema_trat_agua.pdf). Acesso em: 26 jul. 2017.

BÓLOS, M. I. C. **Problemática actual de los estudios de paisaje integrado**. Revista de Geografía, Barcelona, v. 15, n. 1-2, ene./dic., 1981. p. 45-68.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. *In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. 1. ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 153-157.

BORDALO, C. A. L. Novos olhares da crise hídrica mundial. *In: Água, recurso hídrico: bem social transformado em mercadoria* / Eduardo Salinas Chávez, Cláudio Antônio Di Mauro e Edvaldo Cesar Moretti (Organizadores); Leonice Seolin Dias (Colaboradora). Tupã: ANAP, 2017. 260 p.

BOTERO, W. G. **Caracterização de lodo gerado em estações de tratamento de água: perspectivas de aplicação agrícola**. Quim. Nova, vol. 32, n. 8, 2018-2022, 2009.

BRANCO, A. J. C. L. **Novos paradigmas para a gestão da água e dos serviços de água e saneamento: o caso de Portugal** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa, Portugal, 2007, 220 p.

BRASIL. Senado Federal. **Constituição da República Federativa do Brasil de 5 de outubro de 1988**, 1988. Disponível em: <http://www.stf.jus.br/arquivo/cms/legislacaoConstituicao/anexo/CF.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. Palácio do Planalto. **Decreto nº 79.367 de 09 de março de 1977**. Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências. Palácio do Planalto. Brasília, DF, 1977. Disponível em: <https://dajundiai.com.br/wp-content/uploads/2013/10/Decreto-Federal-79367-1977.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. Palácio do Planalto. **Lei Federal nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico e a outras providências. Palácio do Planalto. Brasília, DF, 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm). Acesso em: 13 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde. Brasília, DF, 2011. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: 13 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. Palácio do Planalto. **Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Palácio do Planalto. Brasília, DF, 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm). Acesso em: 15 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR nº 10.004/2004**: Classificação de Resíduos Sólidos. Apresentação, São Paulo: ABNT, ago., 2006. Disponível em: <http://www.abetre.org.br/estudos-e-publicacoes/publicacoes/publicacoes-abetre/classificacao-de-residuos>. Acesso em: 18 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **Norma NBR ISO nº 14.001: 2004**. Sistemas da gestão ambiental Requisitos com orientações para uso. ABNT, 2004. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasghislaine/iso-14001-2004.pdf> Acesso em: 25 ago. 2018.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **Norma NBR nº 12.218 de 1994**. Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Disponível em: <http://www.emiliaweb.com.br/site/wp-content/uploads/2012/10/Nbr-12218-Projeto-De-Rede-De-Distribuicao-De-Agua-Para-Abastecimento-Publico.pdf> Acesso em: 23 ago. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005**. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável

de água, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2018/02/Resolu%C3%A7%C3%A3o-n%C2%BA-54-de-28-de-Novembro-de-2005-CNRH.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria n° 518, de 25 de março de 2004**. Brasília, DF, 2004.

\_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SE. 21 – Corumbá: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra**. Secretaria Geral. Rio de Janeiro, 544p., 1982.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 218p., 2018.

\_\_\_\_\_. Instituto Trata Brasil. Agência Brasil. **Avanço em Saneamento é Insuficiente para Attingir Meta**. Disponível em: <http://www.ebc.com.br/noticias/2015/04/avanco-em-saneamento-e-insuficiente-para-atingir-meta-diz-instituto-trata-brasil>. Acesso em: 10 fev. de 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. Emprega Brasil. **Classificação Brasileira de Ocupações**. CBO – 3. ed., v. 1, Brasília: MTE, SPPE, 2010. 828 p. Disponível em: <http://empregabrasil.mte.gov.br/76/cbo/>. Acesso em: 10 fev. de 2018.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). **Resolução n° 54, de 28 de novembro de 2005**. Estabelece critérios gerais para reúso de água potável. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direito não potável de água, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF; nov. 2005.

BURCH, G. J. et al. Comparative Hydrological behaviour of forested and cleared catchments in southern Australia. *Jornal of Hydrology*, 1987. p. 19-42.

CAMPOS, R. A. **Estudos ambientais no espaço geográfico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Marrecas**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2006.

CAMARGO, L. (Org.) **Atlas de Mato Grosso: abordagem socioeconômica-ecológica**. Secretaria de estado de Planejamento de Coordenação Geral do Estado de Mato Grosso (SEPLAN). Cuiabá: Entrelinhas, 2011.

CASTRO. **Direito à Água como Política Pública na América Latina: uma exploração teórica e empírica**. Editores: José Esteban Castro, Léo Heller, Maria da Piedade Morais. – Brasília: Ipea, 2015.

CARVALHO, N. L.; HENTZ, P.; SILVA, J. M.; BARCELLOS, A. L. **Reutilização de águas residuária**. Revista Monografias Ambientais – REMOA, v. 14, n. 2, mar., 2014. p. 3164-3171.

CETESB. **Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental**. São Paulo, SP; 2012. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 14 set. 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Editora Edgar Blücher-LTDA, 1999. 236 p.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia**. 2. ed., São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COSTA, M. R. N.; MESSIAS, A. **Água fonte de vida**. São Paulo: Série Encontro das Águas, v. 1., UNIPAC, 2006.

CUSTODIO M. L. **Os marcos de Zeferino**. RDM, Supursecretaria: como funcionará a Sinfra Cuiabá, n. 53, abr., 2004. p. 16-18.

CUNHA, A. H. N.; OLIVEIRA, T. H.; FERREIRA, R. B.; MILHARDES, A. L. M.; SILVA, S. M. C. **O reúso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país**. Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 7, n. 13, 2011. p. 1225-1248. Disponível em: [http://www.conhecer.org.br/en\\_ciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reuso.pdf](http://www.conhecer.org.br/en_ciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reuso.pdf) Acesso em: 11 dez. 2017.

DEMATTEIS, G. Suburbanización y periurbanización. Ciudades anglosajonas y ciudades latinas. MOCLÚS, F. J. (ed.), La ciudad dispersa. Barcelona: Centro de Cultura Contemporânea de Barcelona, 1998. p. 17-33.

DUARTE, J.; CASTRO, A. M. G. **Comunicação e tecnologia na cadeia produtiva da soja em Mato Grosso**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

ELIADE, M. **Sagrado e Profano**: a essência das religiões. São Paulo: Martins Fontes, 1992.

ESPÍNDOLA, E. L. G. **A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho**: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar. São Carlos: Rima Editora, 2000. 188 p.

FARIAS, L. M.; SELBITTO, M. A. **Uso da Energia ao Longo da História**: Evolução e Perspectivas Futuras. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 12, n. 17, jan./jun., 2011. p. 101-106.

FAVRETTO, C. R.; SCHUMANN, C.; DALL'AGNOL, A. L. B.; NAZARI, M. T.; ARAÚJO, M. M. F. DE; QUADRO, M. S. **Análise do sistema de abastecimento de água do município de Arroio do Padre/RS**. Anais do XIV ENEEAmb, II Fórum Latino-americano de Engenharia e Sustentabilidade e I SBEA – Centro-Oeste, Brasília, 2016.

FERNÁNDEZ, R. **Gestión Ambiental de Ciudades. Teoría crítica y aportes metodológicos**. 1. ed., Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. México, ISBN: 968-7913-12-6, 2000.

FINKLER, R. **A bacia hidrográfica: planejamento, manejo e gestão de bacia**. Brainly, 2004. p. 1-5. Disponível em: <https://brainly.com.br>. Acesso em: 12. nov. 2017.

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações**. Ambiente Construído, v. 6, n. 1, jan./mar., 2006. p. 19-30.

FRANCISCO, C. N. **Subsídios à gestão sustentável dos recursos hídricos no âmbito municipal: o caso de Angra dos Reis**. Tese (Doutorado). RJ-UFF/CEG, 2004. 36 p.

FRANCISCO, A. A.; POHLMANN, P. H. M.; FERREIRA, M. A. **Tratamento convencional de águas para abastecimento humano: uma abordagem teórica dos processos envolvidos e dos indicadores de referência**. Anais do II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Londrina, PR; 05 a 09 de nov., 2011.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. Ministério da Saúde. Brasília, 2007. Disponível em: [www.funasa.gov.br](http://www.funasa.gov.br). Acesso em: 11 abr. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed., São Paulo: Atlas, 2008.

GLÓRIA, L. P.; HORN, B. C.; HILGEMANN, M. H. **Avaliação da qualidade da água de bacias hidrográficas através da ferramenta do Índice de Qualidade da Água (IQA)**. Revista Caderno Pedagógico, Lajeado, v. 14, n. 1, ISSN: 1983-0882, 2017. Disponível em: <file:///home/usuario/Downloads/1421-3066-1-PB.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2019.

GRANELL-PÉREZ, M. D. C. **Trabalhando geografia com as cartas topográficas**. Ijuí, RS: UNIJUÍ, 2004.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

GUERRA, A. J. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1987. 446 p.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos**. São Paulo: Ed. BCD União S.A., 1999.

HIGA, T. C. S.; MORENO, G. **Geografia de Mato Grosso: Território, Sociedade, Ambiente**. Cuiabá: Entrelinhas, 2005.

HORTA, I. M. F. **Levantamento dos Solos e Ocupação da superfície do Município de Nazareno/MG**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras. Lavras/MG, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Diretoria de Pesquisas – DPE/IBGE. Coordenação de População e Indicadores Sociais – COPIS, RJ, 2008.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000105.pdf>. Acesso em: 15 out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil**. Ranking Todo o Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/ranking>. Acesso em: 01 abr. 2019.

JAMES, K.; CAMPBELL, S. L.; GODLOVE, C. E. (Orgs.). **Água e Energia**. Aproveitando as oportunidades de eficiência de água e energia não exploradas nos sistemas de água municipais. Aliança para Conservação de Energia. Washington, DC, 2002. 173 p.

KELLNER, E. **Introdução aos sistemas de saneamento**. Coleção UAB-UFSCar. Engenharia Ambiental. São Carlos, 2014. p. 33-34.

KUBLER, H.; FORTIN, A.; MOLLETA, L. **Reúso de Água nas Crises Hídricas e Oportunidades no Brasil**. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, out., 2015.

LAMER, V. K. **Coagulation Symposium Introduction**. J. Colloid Sci. 19: 291, 1964.

LAKATOS, E. M. MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed., São Paulo, SP: Atlas, 2007. 315 p.

MATO GROSSO. **Lei nº 4.154 de 14 de dezembro de 1979**. Eleva à categoria de município, com o nome de Quatro Marcos, o Distrito de São José dos Quatro Marcos, no município de Mirassol D'Oeste. Diário Oficial [do] Governo do Estado de Mato Grosso, Poder Legislativo, Cuiabá, MT. Seção 1, 1979. p. 3.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 4.637 de 10 de janeiro de 1984**. Altera a denominação do município de Quatro Marcos para “São José dos Quatro Marcos”. Diário Oficial [do] Governo do Estado de Mato Grosso, Poder Legislativo, Cuiabá, MT. Seção 1, p. 1.

\_\_\_\_\_. **Lei Estadual nº 7.359 de 13 de dezembro de 2000**. Autoriza o Estado de Mato Grosso a conceder incentivos à municipalização dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário e dá outras providências. 2000. Disponível em: <http://app1.sefaz.mt.gov.br/Sistema/Legislacao/legislacaoing.nsf/9469828df5578175842567160014c894/d5d7faa0e0888dd904256b6f0052c781?OpenDocument>. Acesso em: 15 mai. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei Estadual nº 7.535 de 06 de novembro de 2001**. Altera dispositivos da Lei nº 7.359, de 13 de dezembro de 2000, e dá outras providências. 2001. Disponível em: [http://www.ager.mt.gov.br/legislacao1?p\\_p\\_id=Legislacao\\_WAR\\_ouvidoriaportlet&p\\_p\\_lifecycle=2&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_cacheability=cacheLevelPage&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_Legislacao\\_WAR\\_ouvidoriaportlet\\_javax.faces.resource=legislacaoDownload&\\_Legislacao\\_WAR\\_ouvidoriaportlet\\_in=legislacaoResources&\\_Legislacao\\_WAR\\_ouvidoriaportlet\\_legislacaoId=128](http://www.ager.mt.gov.br/legislacao1?p_p_id=Legislacao_WAR_ouvidoriaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_Legislacao_WAR_ouvidoriaportlet_javax.faces.resource=legislacaoDownload&_Legislacao_WAR_ouvidoriaportlet_in=legislacaoResources&_Legislacao_WAR_ouvidoriaportlet_legislacaoId=128). Acesso em: 15 mai. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 7.638 de janeiro de 2002.** Dispõe sobre a política estadual de abastecimento de água e esgotamento sanitário, cria o Conselho e o Fundo Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário e dá outras providências. Disponível em: <http://app1.sefaz.mt.gov.br/Sistema/Legislacao/legfinan.nsf/07fa81bed2760c6b84256710004d3940/5b53d87763e79f0004256dac0053508f?OpenDocument>. Acesso em: 15 mai. 2018.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado de Planejamento (SEPLAN). **Regiões de planejamento de Mato Grosso 2017.** Disponível em: <http://www.seplan.mt.gov.br/-/8000351-seplan-atualiza-estudo-regionalizado-sobre-os-141-municipios-de-mt>. Acesso em: 18 fev. 2019.

MARINHO, V. L. F.; MORETTI, E. C. A água e a gestão de recursos hídricos: construções conceituais e repercussões práticas no Brasil. *In: Água, recurso hídrico: bem social transformado em mercadoria.* Eduardo Salinas Chávez, Cláudio Antônio Di Mauro e Edvaldo Cesar Moretti (Organizadores); Leonice Seolin Dias (Colaboradora). Tupã: ANAP, 2017. 260 p.

MARCHETTO M.; FERREIRA FILHO, S. S. Interferência do processo de coagulação na remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor em águas de abastecimento mediante a aplicação de carvão ativado em pó. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, n. 3, v. 10, 2005, p. 243-252.

MARTINS, T. J. C. **Sistemas de Abastecimento de Água para Consumo Humano:** desenvolvimento e aplicação de ferramenta informática para a sua gestão integrada. Dissertação (Mestrado). Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico de Bragança. Bragança, Portugal, 2014, 113 p.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino:** estudo de caso em Florianópolis – SC. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MENDES, C. G. N. Tratamento de água para consumo humano: panorama mundial e ações do PROSAB. *In: PÁDUA, V. L. (Org.). Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de águas para consumo humano.* Rio de Janeiro: ABES, 2006, p. 1-22.

MENDES, B.; OLIVEIRA, J. **Qualidade da Água para Consumo Humano.** Lisboa-Porto: Lidel, 2004.

MENDONÇA, F. **Geografia Física: ciência humana?** 7. ed., São Paulo: Contexto, 2001.

MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A. T. **Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água.** *Pesquisa Operacional*, v. 26, n. 3, set./dez., 2006. p. 567-584.

MOTA, M. B. R.; MANZANARES, M. D.; SILVA, R. A. L. **Viabilidade de reutilização de água para vasos sanitários.** *Revista Ciências do Ambiente on-line*, v. 2, n. 2, ago., 2006. Disponível em: <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/issue/view/3> Acesso em: 15 jun. 2017.

MORENO, P. **Reúso de águas no setor residencial e aproveitamento de água de chuva.** Dissertação (Mestrado) UNESP-Faculdade de Engenharia de Bauru Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, 2013.

NOVAES, D. V.; COUTINHO, C. Q. S. Quartis: uma análise didática de alguns dos diferentes métodos para sua determinação. *In:* LOPES, C. A. E.; COUTINHO, C. Q. S.; ALMOULOUD, S. A. (Orgs.). **Estudos e reflexões em educação estatística.** Campinas: M. Letras, 2010. p. 261-282.

OLIVEIRA, I. Y. Q.; RONDON, O. C. **Diagnóstico da gestão de lodo de estação de tratamento de água em Mato Grosso do Sul.** INTERAÇÕES, Campo Grande, MS, v. 17, n. 4, out./dez., 2016. p. 687-698.

OLIVEIRA, F. R. G. **Consumo de água e percepção dos usuários para o uso racional da água em escolas estaduais de Minas Gerais.** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Federal de Uberlândia, 2013. 193 p.

OLIVEIRA, T. F. **Tratamento de água de abastecimento público por separação por membrana de ultrafiltração: estudo de caso na ETA Alto da Boa Vista (São Paulo-SP).** Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP; 2010. 95 p.

OLIVEIRA, L. H. D. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios.** Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 1999. 193 p.

OLIVEIRA, J. C.M. **Nômades e Sedentários, Pastores e a Agricultores na África do norte antiga: da historiografia colonial às perspectivas contemporâneas.** Revista E. F. e H. da Antiguidade, Campinas, n. 28, jul./dez., 2014. p. 29.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento de Recursos Hídricos: Água para um mundo sustentável.** 2015. Disponível em: [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary\\_POR\\_web.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf). Acesso em: 17 mar. 2017.

ORTIZ, V. J.; ARAVENA A. E. **Migraciones intraurbanas y nuevas periferias en Santiago de Chile:** Efectos en la sociogeografía de la ciudad, GeoFocus, n. 2, 2002. p. 49-60.

ORTIZ, J.; MORALES, S. **Impacto socioespacial de las migraciones intraurbanas en entidades de centro y de nuevas periferias del Gran Santiago.** EURE (Santiago) v. 28, n. 85, Santiago de Chile, 2002. ISSN 0250-7161.

PARRALES, E. P. **Impacto ambiental del nuevo proyecto de captación, conducción y tratamiento de agua cruda de la ciudad de Jipijapa, Manabí, Ecuador.** Dissertação (Mestrado). Universidad de Pinar del Río, Cuba, 2011.

PETRELLA, R. **Água: Desafio del Bien Comum.** Coleção Humanitas. Ed. Unisinos. São Leopoldo. 2001.

PINSKY, J. **As primeiras civilizações**. São Paulo: Contexto, 2007.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. **Bacias Hidrográficas: Integração entre meio ambiente e desenvolvimento**. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v. 19, n. 110, 1995. p. 40- 45.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE SÃO JOSÉ DOS QUATROS MARCOS – MT (PMSB). **Diagnóstico Geral dos Serviços de Saneamento Básico**. São José dos Quatros Marcos – MT, v. 2, 2014.

POHLMANN, P. H. M.; FRANCISCO, A. A.; FERREIRA, M. A.; JABBOUR, C. J. C. **Tratamento de água para abastecimento humano: contribuições da metodologia Seis Sigma**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 20, n. 3, jul./set., 2015. p. 485-492.

PREFEITURA MUNICIPAL. Prefeitura Municipal de São José dos Quatros Marcos. **História de fundação de São José dos Quatro Marcos**. Disponível em: [www.saojosedosquatromarcos.mt.gov.br](http://www.saojosedosquatromarcos.mt.gov.br). Acesso em: 26 jun. 2018.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed., São Paulo: Escrituras, 2006.

REBOUÇAS, A. C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. *In: Revista Estudos Avançados*. 11(29). São Paulo: Edusp, 1997. p. 127-152.

REZENDE, A. T. **Reúso urbano de água para fins não potáveis no Brasil**. (TCC) de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2016. 106 p. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TFC-AMANDA-REZENDE-FINAL.pdf>. Acesso em: 22 out. 2018.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: UFSM, 1991. 181 p.

ROSS, J. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

RODRIGUES, A. S. L.; CARVALHO, F. F.; CASTRO, A. L. S., VEIGA, B. G. A.; PINTO, G. M. **Gerenciamento do tratamento de água e esgoto realizados pela companhia de saneamento básico de Pires do Rio – GO: um estudo de caso**. Global Science and Technology. Rio Verde, v. 5, n. 1, jan./abr., 2012. p. 40-51.

SANTOS, F. C.; PEREIRA FILHO, W. Sensoriamento remoto aplicado aos estudos de ambientes aquáticos continentais. *In: Reflexões sobre a Geografia do Rio Grande do Sul: Temas em Debate*. Santa Maria: UFSM, 2010. p. 209-222. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppggeo/files/ebook01/Art.12.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2017.

SANTOS, M. **Pensando o espaço do homem**. São Paulo: Hucitec, 1982.

\_\_\_\_\_. **Técnica, Espaço, Tempo: Globalização e meio técnico-científico informacional**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. 46 p.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO (SAAE). **Sistemas de Tratamento de Água**. Aracruz, jun., 2006. Disponível em: [https://www.saaeara.com.br/arquivos/outros/Tratamento\\_de\\_Agua.pdf](https://www.saaeara.com.br/arquivos/outros/Tratamento_de_Agua.pdf). Acesso em: 25 jul. 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO DE MATO GROSSO (SEPLAN). Plano de Longo Prazo de Mato Grosso: macro objetivos, metas globais, eixos estratégicos e linhas estruturantes. *In*: PRADO, J. G. B., BERTCHIELI, R., OLIVEIRA, L. G. (Orgs.). **Plano de Longo Prazo de Mato Grosso**. Cuiabá/MT: Central de Texto, 2012. 108 p.

SENDRA, J. B.; CASTILLO, C. D.; MUÑOZ, M. A. D.; DELGADO, M. G.; FERREIRO, D. G.; ESPINOSA, V. M. R.; GARCÍA, M. J. S. **Propuesta metodológica para caracterizar las áreas expuestas a riesgos tecnológicos mediante SIG**. Aplicación en la Comunidad de Madrid, *GeoFocus*, n. 4, 2004, p. 44-78.

SHIVA, V. **Guerras por Água: Privatização, Poluição e Lucro**. São Paulo: Radical Livros, 2011.

SIQUEIRA, E. M. **História de Mato Grosso: Da ancestralidade aos dias atuais**. Cuiabá: Entrelinhas, 2002.

SINGLEY, J. E. **Revisión de la teoría de la coagulación**. Departamento de Engenharia Ambiental. Universidade da Florida, Gainesville, Florida, EEUU, 2010. Disponível em: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/scan/02554-coagulacion.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2017.

SILVA, C. A. **Las políticas de intervención en cuencas hidrógráficas como estrategia de desarrollo territorial: un modelo de evaluación aplicado a Brasil**. Tese (Doutorado). Universidade de Barcelona, Espanha, 2000. 357 p.

SILVA, M. A.; SANTANA, C. G. **Reúso de Água: possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas**. Revista do CEDS – Periódico do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB, n. 1, ago./dez., 2014. Disponível em: <http://www.undb.edu.br/ceds/revistadoceds>. Acesso em: 12 dez. 2017.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (SNSA) (Org.). **Operação e manutenção de estações de abastecimento de água: guia do profissional em treinamento: nível 1 – Belo Horizonte**: ReCESA, 2007, 80 p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Ministério das Cidades. **Diagnostico dos serviços de água e esgoto**. 2016. Ministério das Cidades, Brasília, fev. 2018. Disponível em: [www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br). Acesso em: 05 ago. 2018.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (SNSA). **Abastecimento de água: Operação e manutenção de estações de abastecimento de água**. Guia do profissional em treinamento: nível 1. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (Org.). Belo Horizonte: ReCESA, 2007, 80 p.

SOUSA J. C. L. **Recursos hídricos: breves considerações sobre o sistema de abastecimento de água no município de Montes Claros/MG e a percepção dos cidadãos em relação ao uso da água**. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade. v. 3, n. 2, jan./jun., 2013.

SOUZA, C. A.; RITELA, A.; PERETTO, A.; SOUSA, J.; SILVA, L.; SOUZA, M.; ARAÚJO, R.; MEIRELES, W.; SANTOS, Z. Bacia Hidrográfica do Rio Jauru e seus Afluentes. *In*: SOUSA, SOUSA e SILVA (Orgs.) **Bacia hidrográfica do rio Jauru-MT: dinâmica espacial e impactos associados**. São Carlos: RiMa Editora, 2012.

SOUZA, R. B. **Sensoriamento Remoto**: conceitos fundamentais e plataformas. IV GEOS WGEdu Workshop. Geotechnologies for Natural Disaster Monitoring in Latin America. Santa Maria, RS, Brasil, mar. 2010. Disponível em: [http://www3.inpe.br/crs/crectalc/pdf/ronald\\_ceos.pdf](http://www3.inpe.br/crs/crectalc/pdf/ronald_ceos.pdf). Acesso em: 20 fev. 2019.

TARIFA, J. R. Clima: análise e representação cartográfica. *In*: MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento (SEPLAN). **Recursos naturais e estudos ambientais**. Cuiabá-MT: Entrelinhas, 2011. 102 p.

TAKEDA, T. **A evolução histórica do uso da água**. 2009. Disponível em [https://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?pagina=22&idarea=2&id\\_dh=1447](https://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?pagina=22&idarea=2&id_dh=1447). Acesso em: 18 mar. 2017.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). (2006) Human Development Report. **Sustainability and Equity**: a better future for all. New York. Disponível em: [www.hdr.undp.org/en/reports](http://www.hdr.undp.org/en/reports). Acesso em: 24 mai. 2012.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede**: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

VITTE, A. C. **O desenvolvimento do conceito de paisagem e sua inserção na Geografia Física**. Revista Mercator, ano 6, n. 11, 2007.

VENTURINI, M. A. A. G.; BARBOSA, P.S. F.; LUVIZOTTO, J. E. Estudo de Alternativas de Reabilitação para Sistemas de Abastecimento de Água. *In*: **XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Aracajú, SE, Brasil, 2001.

WWDR1. Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Mundo. **Água para todos, água para vida**. UNESCO. Paris, 2003.

WWDR. Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Mundo. **Água e Emprego**. UNESCO. Paris, 2016.

## ANEXOS

### ANEXO I

#### ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO SOBRE O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM SÃO JOSÉ DOS QUATRO MARCOS

##### I – OBSERVAÇÕES SOBRE O TRATAMENTO INICIAL DA ÁGUA CAPTADA:

**I.1.** – É realizado o controle dos parâmetros básicos (pH, ferro residual e turbidez)?

\_\_\_SIM \_\_\_NÃO.

a) Em caso afirmativo, como se faz esse controle? (tipo de coagulante e tipo de aparelho utilizado) \_\_\_\_\_.

b) Qual a frequência do controle? \_\_\_\_\_.

**I.2.** Além dos parâmetros anteriores, se controlam outros, como por exemplo:

PARÂMETROS									
Manganês		Nitratos		Azoto amoniacal		Fosfatos		Cloretos	
SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO

**Em caso de observar que SIM se faz, especifique o como se faz:**

Manganês \_\_\_\_\_.

Nitratos \_\_\_\_\_.

Azoto amoniacal \_\_\_\_\_.

Fosfatos \_\_\_\_\_.

Cloretos \_\_\_\_\_.

**I.3.** Se realiza a Pré-Oxidação? \_\_\_NÃO \_\_\_SIM. Se observou que SIM, especifique:

a) Equipamento de oxidação utilizado (e seu estado): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

b) Produtos químicos utilizados: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

c) Dosagens aplicadas: \_\_\_\_\_.

d) Como são monitoradas:

- A Oxidabilidade: \_\_\_\_\_.
- A Turbidez: \_\_\_\_\_.
- O pH: \_\_\_\_\_.
- O Residual de Oxidante: \_\_\_\_\_.

## II. OBSERVAÇÕES SOBRE OS PROCESSOS DE CLARIFICAÇÃO:

### II.1. Processos de Coagulação/Floculação:

- a) Coagulantes utilizados: \_\_\_\_\_.
- b) Dosagens aplicadas: \_\_\_\_\_.
- c) Equipamento de dosagem: \_\_\_\_\_.
- d) Verificar os agitadores (se aplicável): \_\_\_\_\_.
- e) Qual a forma geométrica dos tanques: \_\_\_\_\_.

### II.2. Processo de Decantação (Sedimentação):

- a) Quais as características do decantador? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
- b) Há monitoramento de parâmetros: \_\_\_\_ NÃO \_\_\_\_SIM. Em caso positivo, observe quais parâmetros: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
- c) É realizada a manutenção dos decantadores (purga de lamas)?  
\_\_\_\_SIM \_\_\_\_NÃO.
- Em caso positivo, com qual frequência se faz? \_\_\_\_\_.

### II.3. Processo de Filtração:

a) São verificadas as pressões nos filtros? \_\_\_\_\_SIM \_\_\_\_\_NÃO.

b) Como se faz a lavagem dos filtros: \_\_\_\_\_, Manual, ou \_\_\_\_\_, Automática?

c) Como é monitorada a qualidade da água? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

d) Com qual frequência se realiza a manutenção dos filtros? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

### **III. OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA DE DESINFEÇÃO (ACONDICIONAMENTO QUÍMICO)**

a) Qual o equipamento de dosagem utilizado? \_\_\_\_\_

b) Como determinam a concentração ideal do produto?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

c) São avaliados os valores de cloro residual nos reservatórios?

\_\_\_\_\_NÃO \_\_\_\_\_SIM.

Em caso que sejam avaliados, verificar de que forma são avaliados: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

d) Se realiza a fluoretação?

\_\_\_\_\_NÃO; \_\_\_\_\_SIM. Qual é o agente fluoretante \_\_\_\_\_.

### **IV. OBSERVAÇÕES SOBRE O ARMAZENAMENTO DA ÁGUA TRATADA:**

a) Se realiza o controle de volumes e caudais?

\_\_\_\_\_NÃO; \_\_\_\_\_SIM.

b) Como se realiza a manutenção e limpeza dos reservatórios? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

c) Qual a periodicidade dessa manutenção e limpeza? \_\_\_\_\_.

**V. SOBRE O SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA TRATADA:**

a) E monitorada a qualidade da água que circula nas tubulações?

\_\_\_\_NÃO \_\_\_\_SIM.

b) Como se realiza o controle de pressões? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

c) Como se controlam as perdas de água que ocorrem na distribuição? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

## **ANEXO II**

### **ROTEIRO DE ENTREVISTA NA ENTIDADE GESTORA**

- 1.** O DAE opera o sistema de abastecimento de água de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)?
- 2.** Se realizam análises prévias mensais (físico-químicas e biológicas) da água captada das fontes de abastecimento público?
  - a)** A forma de tratamento depende dos resultados dessas análises?
- 3.** O DAE possui um plano de amostragem do sistema de tratamento de água? Esse plano foi aprovado pela autoridade de saúde pública?
- 4.** O DAE controla, mediante análises laboratoriais, a qualidade da água produzida e distribuída?
  - a)** Esse controle se realiza em todas as unidades do sistema de abastecimento (captação, adução, tratamento, reservatórios e rede de distribuição)?
- 5.** O DAE tem controle da qualidade dos produtos químicos utilizados no tratamento da água?
- 6.** Está estabelecida a adição de uma porcentagem residual de cloro após a desinfecção da água? Qual é essa porcentagem?
- 7.** Os resíduos oriundos do processo de tratamento da água são tratados ou reutilizados para alguma outra finalidade?
- 8.** Se oferece capacitação e atualização técnica aos funcionários que operam o sistema e controlam a qualidade da água?
- 9.** O DAE tem algum programa ambiental de preservação dos mananciais de onde a água é captada?
  - a)** Tem sido adotadas ações para preservar a qualidade da água do córrego Corgão?
  - b)** Tem sido adotadas ações para preservar a qualidade da água dos poços?

- 10.** São enviados relatórios mensais com informações sobre o controle da qualidade da água à autoridade de saúde pública?
- 11.** Se fornecem informações mensalmente aos consumidores sobre a qualidade da água distribuída (ex. nas contas de água).
- 12.** Se comunica de forma imediata à autoridade de saúde pública e à população:
- a) A existência de qualquer anomalia operacional no sistema?
  - b) A não-conformidade na qualidade da água tratada?
- 13.** O DAE possui mecanismos para informar e sensibilizar os usuários?
- 14.** Quais são os mecanismos existentes para receber queixas e reclamações dos usuários sobre a qualidade da água distribuída?
- 15.** O DAE possui um plano de emergência ou de racionamento de distribuição de água para o período de seca/estiagem? Quais as medidas que contem?

**ANEXO III****QUESTIONÁRIO PARA A POPULAÇÃO DA CIDADE****Bairro:**

---

**BLOCO A – DADOS PESSOAIS E FAMILIARES:****1. Sexo:** \_\_\_ Masc. \_\_\_ Fem.      **Idade (anos)**\_\_\_\_\_.**2. Estado Civil:**

\_\_\_ Solteiro;

\_\_\_ Casado;

\_\_\_ Desquitado;

\_\_\_ Divorciado.

**3. Profissão:**\_\_\_\_\_.**4. Total de pessoas residentes no domicílio.**

\_\_\_ Até 2 pessoas;

\_\_\_ Entre 3 e 4 pessoas;

\_\_\_ Entre 5 e 6 pessoas;

\_\_\_ Mais de 6 pessoas.

**5. Tem crianças morando no domicílio?** \_\_\_NÃO; \_\_\_SIM. Quantas? \_\_\_\_\_.**a) Se tiver, indique a faixa etária das crianças:**

\_\_\_ Entre 0 e 1 ano;

\_\_\_ Entre 1 e 4 anos;

\_\_\_ Entre 5 e 9 anos;

\_\_\_ Entre 10 e 14 anos.

**6. Dentre os moradores do domicílio há algum idoso?**

\_\_\_\_\_ NÃO; \_\_\_\_\_ SIM. Quantos? \_\_\_\_\_.

**7. Existe algum morador descapacitado no domicílio?**

\_\_\_ NÃO; \_\_\_ SIM. Quantos? \_\_\_\_\_.

**8. Qual é o nível de escolaridade do(a) senhor(a):**

a) Analfabeto: \_\_\_\_\_;

b) Ensino Fundamental: \_\_\_\_\_, Completo: \_\_\_\_\_, Incompleto;

c) Ensino Médio: \_\_\_\_\_, Completo; \_\_\_\_\_, Incompleto;

d) Ensino Superior: \_\_\_\_\_, Completo; \_\_\_\_\_, Incompleto.

**9. Quanto tempo o(a) senhor(a) leva morando neste domicílio?**

\_\_\_ Menos de um ano;

\_\_\_ Entre 1 e 3 anos;

\_\_\_ Entre 4 e 6 anos;

\_\_\_ Entre 7 e 10 anos;

\_\_\_ Mais de 10 anos.

**10. O motivo da moradia neste lugar é:**

\_\_\_ Os rendimentos não dão para morar em outro local;

\_\_\_ Porque ficamos próximos de parentes;

\_\_\_ Pela proximidade do trabalho/escola;

\_\_\_ Devido ao fácil acesso aos centros de comércio e serviços da cidade.

**BLOCO B – DADOS SOBRE O IMÓVEL****11. O uso do imóvel que o(a) senhor(a) ocupa é:**

- Apenas residencial;  
 Apenas comercial e/ou de serviços; \_\_\_\_\_, Misto.

**12. Características do imóvel:**

- Paredes de madeira com teto de telha;  
 Paredes de madeira com teto de palha;  
 Paredes de alvenaria com teto de telha;  
 Paredes de alvenaria com teto de amianto (eternit);  
 Paredes de alvenaria com teto de concreto armado;  
 Parede de barro com cobertura de cavaco;  
 Parede com outro material. Qual? \_\_\_\_\_;  
 Teto com outro material. Qual? \_\_\_\_\_;  
 Piso de cerâmica;  
 Piso de cimento ou lajota;  
 Piso de aterro batido.

**13. Revestimento do imóvel:** \_\_\_\_\_; Total \_\_\_\_\_. Parcial; \_\_\_\_\_. Não possui.**a) Se possuir algum revestimento, especifique se ele é:**

- Rebocado;  
 Rebocado e pintado.

**14. Tipo de esgotamento sanitário:**

- Rede de esgoto;  
 Fossa séptica;  
 Fossa rudimentar;  
 Sem banheiro.

**15. Forma de abastecimento de água:**

- Rede de distribuição;  
 Poço de boca;  
 Poço artesiano;

- \_\_\_ Carro pipa;
- \_\_\_ Gambiarra;
- \_\_\_ Outra:\_\_\_\_\_.

**16. Destino do lixo gerado no imóvel:**

- \_\_\_ . É coletado regularmente;
- \_\_\_ . É queimado;
- \_\_\_ . É enterrado;
- \_\_\_ . É jogado em terreno baldio.

**BLOCO C – DADOS SOBRE O FORNECIMENTO DOMICILIAR DE ÁGUA:****17. Qual a origem da água utilizada para o abastecimento do seu domicílio?:**

- Cisterna;  
 Rede pública;  
 Poço artesiano;  
 Poço comum (cacimba);  
 Poço e rede pública;  
 Outro:\_\_\_\_\_.

**18. Com que frequência a água chega na sua residência?**

- Período matutino;  
 Período vespertino;  
 Período noturno;  
 Todas os períodos.

**19. Sobre o fornecimento de água no bairro, o(a) senhor(a) acha que ele é:**

\_\_\_ . Ótimo; \_\_\_ . Bom; \_\_\_ . Ruim; \_\_\_ . Péssimo.

**20. Costuma faltar água na sua residência em alguma época do ano?**

- Sim;  
 Não.

**a)** Se responder SIM, indique qual a época (trimestre) do ano em que a água costuma faltar com mais frequência?

- Verão (janeiro a março);  
 Outono (abril a janeiro);  
 Inverno (julho a setembro);  
 Primavera (outubro a dezembro).

**21. Do seu ponto de vista, quais são as principais razões da falta de água?**

- Atualmente chove menos do que antes (alterações climáticas);  
 Ocorre muito desperdício de água;  
 As canalizações são muito antigas;  
 A minha casa está localizada em uma parte alta da cidade;

- Falta de investimento público;
- Falta de pagamento das contas pelos usuários;
- Falta de conservação das nascentes do córrego;
- Sobre-exploração dos poços artesianos;
- Outros. Quais? \_\_\_\_\_.

**22. Como se poderia resolver o problema da falta de água?**

- Aumentar o volume de água captada diariamente das fontes de abasto;
- Diversificar as fontes de abasto;
- Distribuir mais equitativamente a água entre os bairros da cidade;
- Deixar ligadas as bombas por mais tempo;
- Construir outras estações de tratamento de água;
- Criar um Programa de incentivo ao baixo consumo;
- Criar um Programa de Recuperação das Nascentes;
- Privatizar o Departamento de Água e Esgoto;
- Outra opção. Qual? \_\_\_\_\_.

**23. O(a) senhor(a) acha que a água que recebe em casa é de boa qualidade?**

- Sim;
- Não.

**24. Os residentes do domicílio costumam beber água da torneira?**

- Não;
- Sim.

Por que? \_\_\_\_\_.

**25. Já teve algum tipo de doença entre os moradores da casa por causa da água?**

- NÃO;
- SIM.

a) Em caso afirmativo, qual ou quais foram essas doenças?

- Diarreia;
- Gripe;
- Problemas respiratórios (asma, sinusite, etc.);
- Dengue;

Zica vírus;

Leptospirose;

Outra. Qual? \_\_\_\_\_.

**26. Já realizou alguma forma de análise da qualidade da água utilizada para consumo?**

Não;

Sim.

**BLOCO D – DADOS SOBRE A UTILIZAÇÃO DOMICILIAR DA ÁGUA**

**27. Em média, qual a quantidade de água consumida diariamente em sua residência?**

- Até 250 litros;
- Entre 250 e 500;
- Entre 500 e 1000;
- Mais de 1000 litros.

**28. Além das necessidades básicas, o(a) senhor(a) utiliza a água na residência para:**

- Lavar a calçada;
- Aguar as plantas;
- Apagar a poeira da rua;
- Lavar as varandas;
- Lavar o veículo;
- Outros usos;

Quais? \_\_\_\_\_.

**29. Você já utilizou da água do córrego Corgão para:**

- Para turismo e lazer
- Para criar peixes (tanque rede)
- Para pescar
- Para irrigar culturas
- Para o abastecimento de animais
- Como meio de transporte (navegação fluvial)
- Outras finalidades. Quais? \_\_\_\_\_.

**30. Em relação à política de pagamento da água, o(a) senhor(a) acha que é:**

- Ótima;
- Boa;
- Ruim.

a) Se respondeu RUIM, explique o por quê \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.