

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

IELENA VELOSO REIS

**Mapeamento do consumo per capita e perdas de água nos setores abastecidos por
mananciais superficiais de Monte Carmelo - MG**

Monte Carmelo 2020

IELENA VELOSO REIS

Mapeamento do consumo per capita e perdas de água nos setores abastecidos por mananciais superficiais de Monte Carmelo - MG

Trabalho de conclusão de Curso apresentada como pré-requisito para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Uberlândia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Lyda Bolanos Rojas.

Monte Carmelo 2020

Mapeamento do consumo per capita e perdas de água nos setores abastecidos por mananciais superficiais de Monte Carmelo - MG

Trabalho de conclusão de curso aprovado para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica pela Universidade Federal de Uberlândia pela banca examinadora formada por:

Monte Carmelo, 04 de dezembro de 2020

Prof.^a. Dr.^a Maria Lyda Bolanos Rojas, FECIV/UFU

Prof.^a. Dr.^a Luziane dos Santos Ribeiro, IG/UFU

Me. Leticia Cristina Ribeiro, UNB

AGRADECIMENTOS

Sou grata à minha família pelo apoio e amor incondicional que sempre me deram durante toda a minha vida.

E agradeço também Leticia e Kaique que estiveram comigo e me ajudaram durante todo o curso e se tornaram meus grandes amigos.

Eu sou o que me cerca, se eu não preservar o que me cerca, eu não preservo a mim mesmo.

(ORTEGA Y GASSET,[1914]).

RESUMO

Sabe-se que a quantidade de água disponível para o consumo humano corresponde a uma porcentagem de 2,5, pequena em comparação com a quantidade de água em todo planeta. Esse consumo (uso da água para ingestão, higiene pessoal e limpeza em geral) muitas vezes é feito de forma inapropriada provocando desperdícios, que em conjunto com as perdas decorrente de problemas na rede de distribuição, correspondem entre 20% e 60% do total da água que é fornecida à população. Estes fatores impulsionaram o desenvolvimento deste trabalho, que visou mapear os mananciais superficiais, o consumo e calcular as perdas de água no município de Monte Carmelo, em Minas Gerais, onde há captação de água proveniente de mananciais subterrâneos e superficiais. O mapeamento foi realizado tendo como base dados de mananciais superficiais, o qual corresponde à 55% do abastecimento do município. Tais dados foram obtidos pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) e foram manipulados em um ambiente GIS, possibilitando a criação dos mapas de setores e de consumo, bem como o mapa de hidrografia, extraído por meio de um MDT com as ferramentas do *software*, além da quantificação das perdas, calculada com base no índice de perda. O mapa de hidrografia possibilitou a identificação dos mananciais superficiais que abastecem a cidade. O mapa de consumo mostrou o setor de maior demanda de água, que consumiu em média 23.810 l/mês por ligação e o setor de menor consumo que apresentou 9.900 l/mês por ligação. A média desse consumo foi de 177,31 l/hab. dia. O índice de perdas de água, cujo valor foi de 57,3%, está dentro da média nacional, porém é maior que a média total do município, de 39,28%. O estudo permitiu observar que mais da metade dos setores mapeados do município apresenta um alto consumo, uma vez que o valor de referência é de 80 l/hab. dia. As perdas também ultrapassaram o índice médio do país que é de 40%. Estes valores revelam a necessidade de ações do município que visem mitigar a situação.

Palavras-chave: Manancial Superficial, Consumo de água, Índice de perdas.

ABSTRACT

It is known that the amount of water available for human consumption corresponds to a percentage of 2,5, small compared to the amount of water on the entire planet. This consumption (use of water for ingestion, personal hygiene and cleaning in general) is often done inappropriately causing waste, which together with the losses resulting from problems in the distribution network, correspond between 20% and 60% of the total water that is provided to the population. These factors drove the development of this work, which aimed to map surface water sources, consumption and calculate water losses in municipality of Monte Carmelo, in Minas Gerais, where water is collected from underground and surface water sources. The mapping was carried out based on data from shallow springs, which corresponds to 55% of the municipality's supply. Such data were obtained by "Departamento Municipal de Água e Esgoto"(DMAE) and were manipulated in a GIS environment, enabling the creation of sector and consumption maps, as well as the hydrography map that was extracted using an MDT with software tools, in addition to the quantification of losses, calculated based on the index. The hydrography map made it possible to identify the shallow springs that supply the city. The consumption map showed the sector with the highest water demand, which consumed an average of 23.810 l/ month per connection and the sector with the lowest consumption, which presented 9.900 l/month per connection. The daily average of this consumption was 177,31 l/inhab.day The water loss index, whose value was 57,3%, is within the national average, but it is higher than the total average of the municipality, 39,28%. The study made it possible to observe that more than half of the mapped sectors of the municipality have a high consumption, since the reference value is 80 l/inhab.day. The losses also exceeded the country's average index, which is 40%. These figures reveal the need for actions by the municipality to mitigate the situation.

Key Words: Surface stock, Water consumption, Loss index

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	OBJETIVO.....	11
2.1.	Objetivo Geral.....	11
2.2.	Objetivos Específicos.....	11
3.	JUSTIFICATIVA.....	12
4.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
4.1.	Disponibilidade Hídrica.....	12
4.2.	Mananciais Superficiais.....	14
4.3.	Consumo de água.....	14
4.4.	Perdas de água.....	16
4.5.	Abastecimento de água em Monte Carmelo.....	17
4.6.	Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG).....	18
5.	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
5.1.	Caracterização e Localização da área.....	20
5.2.	Material.....	22
5.3.	Métodos.....	22
5.3.1.	MAPEAMENTO DOS MANANCIAIS SUPERFICIAIS.....	22
5.3.2.	MAPEAMENTO DOS SETORES ABASTECIDOS POR MANANCIAIS SUPERFICIAIS.....	23
5.3.3.	MAPEAMENTO DA QUANTIDADE DE ÁGUA CONSUMIDA POR SETORES.....	24
5.3.4.	CÁLCULO DA QUANTIDADE DE ÁGUA DISTRIBUÍDA.....	24
5.3.5.	CÁLCULO DA PERDA.....	24
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
7.	CONCLUSÃO.....	27
8.	REFERÊNCIAS.....	29
	Apêndice A – Bacias hidrográficas de Monte Carmelo.....	33

Apêndice B - Setores abastecidos pelos mananciais superficiais.....	34
Apêndice C – Mapa de consumo dos Setores abastecidos pelos mananciais superficiais ...	35

1. INTRODUÇÃO

De toda massa do planeta Terra, cerca de 70 por cento é constituída por água. Todavia, deste total, apenas 2,5 por cento é composto de água doce, ou seja, a quantidade de água própria para o consumo humano é ínfima. À medida que as comunidades humanas foram se modernizando, passaram a exigir mais e mais quantidades de água para garantirem seu conforto. Deste modo, isto equivale a dizer que o Brasil é um dos países com maior disponibilidade de água doce no mundo, atingindo a porcentagem de 12. Essa água é destinada a diversas atividades, que se tratam de atividade agrícola, a industrial e a doméstica, cujo consumo correspondem a 69%, 21% e 10% respectivamente.

O consumo doméstico é caracterizado pelo uso de água tratada na ingestão, higiene pessoal e limpeza em geral. Para que a água possa chegar a cada residência, é necessário, uma sequência de ações, desde a captação até o tratamento. Esta captação pode ser tanto de mananciais superficiais quanto subterrâneos. Os mananciais superficiais referem-se à água disponível em rios, lagos, represas, poços, açudes, enquanto os subterrâneos são as águas que se encontram em reservas abaixo da superfície.

No Brasil ocorre grande desperdício da água de uso doméstico, verificando-se perdas entre 20% e 60%, durante o trajeto de distribuição da água, ou seja, desde a estação de tratamento até as residências. Além disto, há o próprio desperdício dentro das residências, ou ainda as ligações clandestinas, que consomem uma quantidade de água não contabilizada, de difícil quantificação, uma vez que essas ligações não são registradas pelo hidrômetro. O Instituto Trata Brasil publicou em 2020 (TRATA BRASIL, 2020) mostrando resultados de um estudo realizado em 2018 a partir de dados do Ministério das Cidades sobre perdas de água no Brasil. Este estudo buscou avaliar, por meio de índices de perdas de faturamento, a quantidade de água produzida pelo sistema de abastecimento, não contabilizada pelas empresas responsáveis. Tais perdas se referiam ao volume de água que não é cobrado, isto é, tanto a água desperdiçada na tubulação, quanto a utilizada de forma irregular através de ligações clandestinas e fraudes.

O Brasil perdeu 38,45% de volume de água na distribuição. Ou seja, para cada 100 litros de água produzida no Brasil, 38 foram perdidos diariamente, o que equivale a 7,1 mil piscinas olímpicas de água perdidas todos os dias. A menor média nas perdas de distribuição total no país foi de 36,7% nos anos de 2014 e 2015. Em 2010, no ano mais elevado, a média chegou a 39%. Tais dados mostram que mesmo com o passar dos anos, não há melhora no indicador. Quando falamos de perdas no faturamento, o índice no ano de 2018 foi de 37,06%, sendo que desde 2010 esse índice variou no máximo 2 pontos percentuais entre os anos. (TRATA BRASIL, 2020)

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o valor de referência para o consumo por pessoa em um dia (consumo *per capita*), é de 80 litros por habitante. Porém a média de consumo na Europa é 150 l/hab. dia e no Brasil é de 108,4 l/hab. dia, com destaque para o Rio de Janeiro onde a média é 253,1 l/hab. dia, mostrando assim a discrepância entre o valor de referência para o consumido (IBGE, 2018).

No município de Monte Carmelo - MG, alvo de estudo neste trabalho, o consumo per capita atinge a média de 160 l/hab. dia (DMAE, 2013). Este dado provoca questões acerca das formas em que este consumo ocorre dentro do município e acaba por sugerir a necessidade de um mapeamento que detecte as áreas de maior consumo abastecidas por mananciais superficiais e a quantidade de perdas no sistema. De posse destes dados e após uma criteriosa análise, poder-se-á contribuir com a instituição responsável pela distribuição da água, no sentido de dar subsídios para um possível planejamento que vise a otimização dos recursos hídricos da região.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

Como objetivo geral, este trabalho visou mapear os setores do município de Monte Carmelo que são abastecidos por água de mananciais superficiais, bem como espacializar o valor do consumo nestas áreas e ainda as perdas.

2.2. Objetivos Específicos

- Mapeamento dos mananciais superficiais;
- Mapeamento dos setores abastecidos por mananciais superficiais;
- Mapeamento da quantidade de água distribuída para tais setores;
- Mapeamento da quantidade de água consumida nos setores;
- Quantificar as perdas;
- Analisar a relação do consumo e a perda ocorrida nesse processo.

3. JUSTIFICATIVA

O projeto se justifica uma vez que a disponibilidade de água vem se alterando nos últimos anos, de modo a dificultar o acesso de todos a este bem essencial. O problema se torna mais grave quando se sabe que o consumo de água nem sempre ocorre de forma consciente por parte da população, gerando muitas vezes sua falta, justamente devido ao desperdício, além das perdas geradas no próprio sistema durante o processo de distribuição da água.

Assim espera-se que os mapas dos setores abastecidos por mananciais superficiais, de consumo e distribuição de água e o valor das perdas, que serão os produtos gerados deste trabalho possam contribuir para um entendimento, melhor da dinâmica da captação e distribuição no serviço de água do município. Já que fornecerão subsídios para um melhor planejamento por parte do órgão público responsável com relação ao consumo da população e ao gerenciamento das perdas, buscando criar estratégias para garantir a disponibilidade hídrica no município, de forma igualitária.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1. Disponibilidade Hídrica

O Planeta Terra é conhecido como Planeta Água devido à grande quantidade deste elemento presente. Porém em quase toda sua totalidade essa água forma os oceanos, correspondendo 97,5%, restando assim apenas 2,5% de água doce.

Desta água doce, 68,9% encontra-se nas geleiras e calotas polares, 29,9% nas águas subterrâneas, 0,9% em pântanos e 0,3% águas superficiais (rios e lagos) (BRANCO, 2006; ANA, 2020), como apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Porcentagem de água doce no mundo.



Fonte: A autora.

O Brasil é um país privilegiado, pois detêm cerca de 12% da água doce disponível em todo o mundo. Porém essa quantidade de água não é distribuída uniformemente em seu território. A região Norte guarda apenas 5% da população de todo o país, mas concentra 80% da água, enquanto o restante do país, ou seja, 95% da população vive com apenas 20%; destaca-se também o fato de que as regiões próximas ao Oceano Atlântico possuem mais de 45% da população, detendo, porém, menos de 3% dos recursos hídricos do país (ANA, 2019).

A água doce está presente em mananciais superficiais e subterrâneos. Estes compõem um ciclo que passa por três fases diferentes, a água presente na atmosfera, na superfície e no interior do solo. A água na atmosfera corresponde à evapotranspiração, precipitação e condensação; as águas de superfície são aquelas que estão sujeitas ao ar atmosférico, que são os rios, lagos, etc. Já as águas subterrâneas são as águas presentes no subsolo, que preenchem os poros, formando os aquíferos (BNDES, 2016; RENNÓ; BORMA, 2017).

A forma como essa água é distribuída varia de acordo com sua disposição, vindo de mananciais superficiais ou subterrâneos. Os subterrâneos, de acordo com Heller e Pádua (2010), são principalmente recarregados pela parcela da água da chuva que se infiltra no subsolo e percola pelas camadas mais profundas, essas recargas ocasionalmente são aumentadas por lagos e cursos de água influentes cujos níveis são superiores à superfície do lençol freático, e ainda podem ocorrer estas recargas em função de vazamentos em canais e adutoras utilizadas para irrigação etc.

4.2. Mananciais Superficiais

O ciclo hidrológico corresponde à circulação e à distribuição da água na superfície terrestre. Existem seis processos básicos no ciclo hidrológico: evaporação, precipitação, infiltração, evapotranspiração, escoamentos superficial e subterrâneo.

A evaporação corresponde à água dos rios que devido a radiação solar passa do estado líquido para o gasoso e fica retida na atmosfera, a condensação desse vapor é a precipitação, ou seja, transforma o vapor em estado líquido devolvendo a água para o solo. Assim, a água retida na vegetação evapora novamente, caracterizando o processo de evapotranspiração. Quando a água atinge o solo, ocorre a infiltração, que corresponde à água que fica abaixo da superfície. Quando essa água preenche todos os espaços vazios, indicando que o solo está saturado, acontece o escoamento superficial que resultará nos mananciais superficiais, indicando que os mananciais subterrâneos também são responsáveis pelo abastecimento dos mananciais superficiais.

De acordo com Brasil (2007),

Manancial superficial é toda parte de um manancial que escoar na superfície terrestre, compreendendo os córregos, ribeirões, rios, lagos e reservatórios artificiais. As precipitações atmosféricas, logo que atingem o solo, podem se armazenar nas depressões do terreno, nos lagos e represas, ou alimentar os cursos d'água de uma bacia hidrográfica, se transformando em escoamento superficial. Outra parcela se infiltra no solo.

As águas superficiais são consideradas de fácil captação, porém desse tipo de manancial existe apenas 0,3% da água doce no mundo, além de estar mais suscetível a contaminação, por estar exposta à atmosfera.

4.3. Consumo de água

O consumo de água por dia varia de acordo com a disponibilidade, a condição econômica do país e ainda com o nível de renda da população. O consumo de água no mundo divide-se basicamente em industrial, agrícola e doméstico, correspondendo respectivamente à 21%, 69% e 10% do total da água doce (GOMES, 2011).

Já o consumo industrial é um setor que utiliza a água como matéria-prima, que é consumida em processos industriais, como de resfriamento, entre outros, e também usada nas instalações da indústria.

No caso do consumo agrícola é responsável pelo consumo da maior parte da água doce no mundo, devido ao processo de irrigação.

O consumo doméstico de água diz respeito à ingestão, às atividades higiênicas e de limpeza, o preparo de alimentos, além de outros usos (HELLER; PÁDUA, 2010). Um indivíduo precisa de pelo menos 80 litros de água por dia para satisfazer suas necessidades (IBGE, 2018). Segundo o MMA (2005).

No Brasil a média de consumo per capita é de 108,4 litros por habitante ao dia, vale destacar que esse valor varia de acordo com as regiões, no Sudeste a média é de 195 l/hab. dia e no Nordeste a média é 125,8 l/hab. dia (SNSA, 2014).

Segundo essa mesma referência também existe relação entre o padrão socioeconômico mais alto da população e o maior consumo de água, observado em atividades relacionadas a mais conforto e lazer, por exemplo.

O uso do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) permite identificar o nível socioeconômico da população que se abastece de água e é considerado segundo Heller e Pádua (2010), um indicador do nível de atendimento das necessidades humanas, em uma dada sociedade, sendo calculado pela Organização das Nações Unidas (ONU) para um extenso grupo de países desde 1990. Com base no estabelecido, alguns ajustes foram feitos, permitindo o desenvolvimento do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDH-M, cujo objetivo é adequá-lo à caracterização e comparação do desenvolvimento humano entre municípios.

Algumas características do município influenciam fortemente o consumo hídrico. Tanto o porte, relacionado ao número de habitantes da cidade, quanto seu grau de industrialização ou seu potencial turístico induzem ao aumento do consumo e as perdas de água físicas e não físicas, caracterizadas na seção 4.4. Além disso, a própria topografia do município pode favorecer o aumento do consumo devido a eventuais perdas físicas, por condicionar a rede de distribuição de água a pressões extremas que dificulta a concepção do projeto do sistema de abastecimento de água, uma vez que sistemas de bombeamento exercem uma pressão na tubulação levando a maiores vazamentos do que o sistema de queda livre.

O consumo de água pode ser influenciado de várias formas pela administração do sistema de abastecimento, isto é, algumas ações funcionam como sanções e podem exercer pressão sobre o consumidor de forma a limitar o consumo ou o desperdício.

4.4. Perdas de água

Em um sistema de abastecimento é importante ressaltar que as perdas também são contabilizadas nos valores de consumo e apresenta uma relevante parcela da demanda de água. Tais perdas são a diferença entre o volume de água produzido e o volume entregue nas ligações domiciliares.

As perdas de água que ocorrem nos sistemas públicos de abastecimento referem-se aos volumes não contabilizados, podendo ser divididas em perdas físicas e perdas não físicas ou também podem ser chamadas perdas reais e perdas aparentes. Perdas físicas ou reais são os vazamentos nas tubulações de distribuição e das ligações prediais, extravasamento de reservatórios e operações de descargas nas redes de distribuição e limpeza de reservatórios, já as perdas não físicas ou aparentes são as ligações clandestinas, *by-pass* irregular no ramal de ligação, popularmente conhecido como “gato” e ainda problemas de micromedição (HELLER; PÁDUA, 2010).

Um método para quantificação das perdas no sistema é o índice de perdas dado em porcentagem. O seu cálculo é feito através da expressão 1.

$$IP = \frac{V_p - V_m}{V_p} \times 100 \quad (1)$$

Onde,

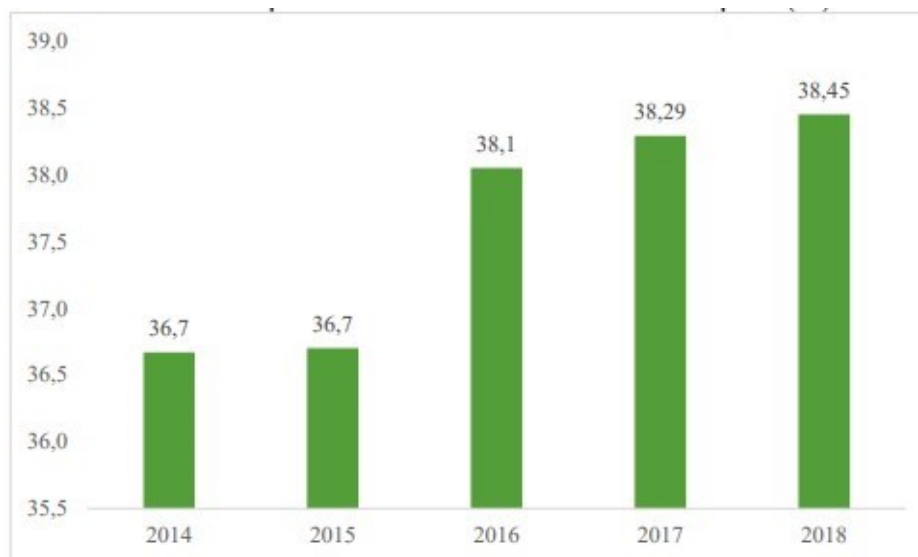
IP: índice de perdas (%);

V_m : volume de água micromedido ou faturado (m^3);

V_p : volume de água macromedido, produzido ou disponibilizado para distribuição (m^3).

No Brasil as perdas de água são consideradas muito altas, dados de 2018 mostram que estas perdas giravam em torno de 38,45%, enquanto que em países desenvolvidos este percentual é de 15% (SNIS, 2020). Analisando SNIS (2020) é possível verificar que houve um aumento na evolução de perdas de água uma vez que, em 2014 o índice era de 36,7%, em outras palavras, em 5 anos o aumento foi de 1,75% no Brasil, com destaque para o ano de 2015 que se manteve com o mesmo índice de 2014 (Figura 1).

Figura 1 – Evolução Perdas de água no Brasil



Fonte: Adaptado de SNIS (2020).

4.5. Abastecimento de água em Monte Carmelo

O município de estudo possui de acordo com o CENSO 2010 uma população de 45.772 habitantes e ainda de acordo com o DMAE (Departamento Municipal de Água e Esgoto) o consumo *per capita* do município é 160 l/hab. dia, ou seja, por dia são distribuídos 7.323.520 litros de água (DMAE, 2013).

Os mananciais superficiais abastecem 55% da população urbana do município, através do Córrego Santa Barbara e o Córrego Mumbuca. O volume médio de água bombeado pelos sistemas gira em torno de 199.294 m³ por mês, porém é importante ressaltar que nos períodos de seca a maior parte da população é abastecida pelos mananciais subterrâneos, uma vez que no período de seca os mananciais superficiais não conseguem suprir a demanda de água da população e com isso o volume de captação dos poços subterrâneos aumenta.

O abastecimento de água por mananciais superficiais é feito pelos sistemas Santa Barbara/Mumbuca e Lambari. O primeiro abastece basicamente a área mais antiga da cidade, que constitui os bairros, Centro, Boa Vista, Dona Quita, Recanto do Arari, Bairro do Carmo, Belo Horizonte (parte baixa), Belvedere, Tamboril, Batuque, Batuque Novo, Langoni, Virgílio Rosa, Triângulo, Jardim dos Ipês, Jardim Zeny, Campo Elíseos, Mansões Fidalgas, Costa Sul, Bouganville e Jardim Montreal. Tal sistema compreende dois subsistemas denominados Santa Barbara, onde a captação é feita na nascente do Córrego Santa Bárbara a aproximadamente 7,2 km ao sul da cidade, em uma área pertencente ao DMAE, com 53,94

Ha de vegetação nativa do cerrado. E ainda o subsistema Mumbuca, cuja nascente está localizada dentro do município (DMAE, 2013).

O sistema Lambari consiste na captação de água do Córrego Lambari, abastecendo os bairros, Alto da Vila Nova, Nossa Senhora de Fátima, Alto do bairro Belo Horizonte, Aeroporto, Vila Dourada, Campestre, Jardim Ipiranga, porém para atingir a vazão necessária para abastecimento de água, é necessário a soma de três mananciais subterrâneos, os poços Lambari I, II e III, que contribuem com uma vazão média de 37,2 m³/hora (DMAE, 2013).

4.6. Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG)

O grande desenvolvimento do sensoriamento remoto se deu após o lançamento do primeiro satélite pela Rússia em 1957, que serviu de impulso para a criação e o desenvolvimento de diversos sensores e satélites. Antes disso, o sensoriamento remoto já era utilizado, mas limitava-se às técnicas de fotografia aérea (LIU, 2007).

Até a primeira grande guerra o planejamento de missões utilizava apenas as fotografias aéreas, que eram tomadas a partir de altitudes médias e baixas (ROSA, 2005). Só a partir das duas guerras mundiais é que o sensoriamento remoto passou a ser bastante utilizado para tal fim. Desenvolvido pelos Estados Unidos o primeiro satélite de sensoriamento remoto com finalidade civil foi colocado em órbita em 1972, com o objetivo de se obter de forma rápida e confiável diversos alvos de interesse do plano. A partir disso houve uma evolução no setor tecnológico e conseqüentemente nos sensores orbitais que revolucionaram as formas de obter informações de forma mais rápida e fidedigna acerca do meio em que vivemos.

Sendo uma ferramenta muito utilizada para o mapeamento e monitoramento dos recursos naturais o sensoriamento remoto pode ser compreendido como,

[...] utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações (NOVO, 1998).

Florenzano (2002) compreendeu que as imagens oriundas dos sensores remotos, independente do seu processo de formação registram a energia que advém da superfície analisada, independente da escala e resolução, assim as imagens apresentam elementos

básicos que permitem análise e interpretação, com isso possibilitando a extração de informações de objetos, áreas ou fenômenos.

Nesse sentido o sensoriamento se apresenta como uma ferramenta que possibilita estudos referentes à disponibilidade hídrica em bacias hidrográficas e de mananciais subterrâneos e superficiais, sendo seus dados segundo Chaves et al. (2009) incorporados em aplicações hídricas de três maneiras: análise qualitativa das imagens e fotografias aéreas, que possibilitam a identificação de alterações na cor, volume e determinação da localidade dos mananciais, reservatórios etc.; mapeamento da superfície líquida, identificação de sistemas de falhas, perdas e consumo; e, modelos que correlacionam medidas pontuais e características espectrais da água. Por esses conceitos e possibilidades que o sensoriamento remoto pode ser muito utilizado em trabalhos que envolvam recursos hídricos.

Outra técnica que vem sendo muito utilizada em estudos hídricos é o Sistema de Informação Geográfica (SIG), que apresenta grande evolução mediante a necessidade do homem de representar os problemas do mundo real, segundo Rohm (2003), as primeiras aplicações da técnica ocorreram no ano de 1960 com a finalidade de gerenciar dados espaciais com referência geográfica referentes a dados sobre uso da terra, recursos naturais e análises ambientais (SILVA, 2006).

A partir de 1990 com o avanço da informática em processamento e armazenamento o uso do SIG se difundiu e se consolidou, com isso a técnica foi compreendida por Rohm (2003) apud Calkins e Tomlinson (1970) como sendo “sequências ordenadas de operações, desenvolvidas para auxiliar o usuário nas tarefas de observar, coletar, armazenar e analisar dados, com a finalidade de dar apoio aos processos de decisões”.

Já Câmara (2005) compreendeu o sistema de informação geográfica como:

Sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. A principal diferença de um SIG para um sistema de informação convencional é sua capacidade de armazenar tanto os atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos.

Pode-se perceber a partir das definições apresentadas que o SIG possui características que demonstram sua vasta aplicação e finalidade, assim podendo destacar duas características consideradas primordiais para Silva (2006) sobre o sistema que consiste na possibilidade de integração em um único banco de dados as informações geográficas oriundas de diversas fontes (dados cartográficos, censitários, cadastro urbano, imagens de satélite, etc.) e no

conjunto de ferramentas que o SIG possui que possibilitam a recuperação, manipulação e a visualização das informações armazenadas.

Assim em estudos hidrológicos principalmente aqueles aplicados no planejamento, gerenciamento e operacionalização dos Sistemas de Abastecimentos de Água e Esgoto (SAAE) que Pinto e Gripp (2009), compreenderam que é irrefutável para maioria dos SAAE a necessidade da utilização de ferramentas computacionais. Pelo fato de a escassez de água ser um problema cada vez mais recorrente e pela necessidade do combate às perdas no processo de distribuição.

Nesse sentido dentre as ferramentas computacionais que podem colaborar na gestão das perdas e no mapeamento do consumo se destaca o SIG, pois a ferramenta facilita a gestão dos SAAE (PINTO; GRIPP, 2009), assim permitindo a obtenção de informações georreferenciadas sobre consumo, pontos de captação, características das adutoras e da rede de distribuição, cadastro de equipamentos dentre outras informações que são pertinentes a um banco de dados de uma concessionária de água.

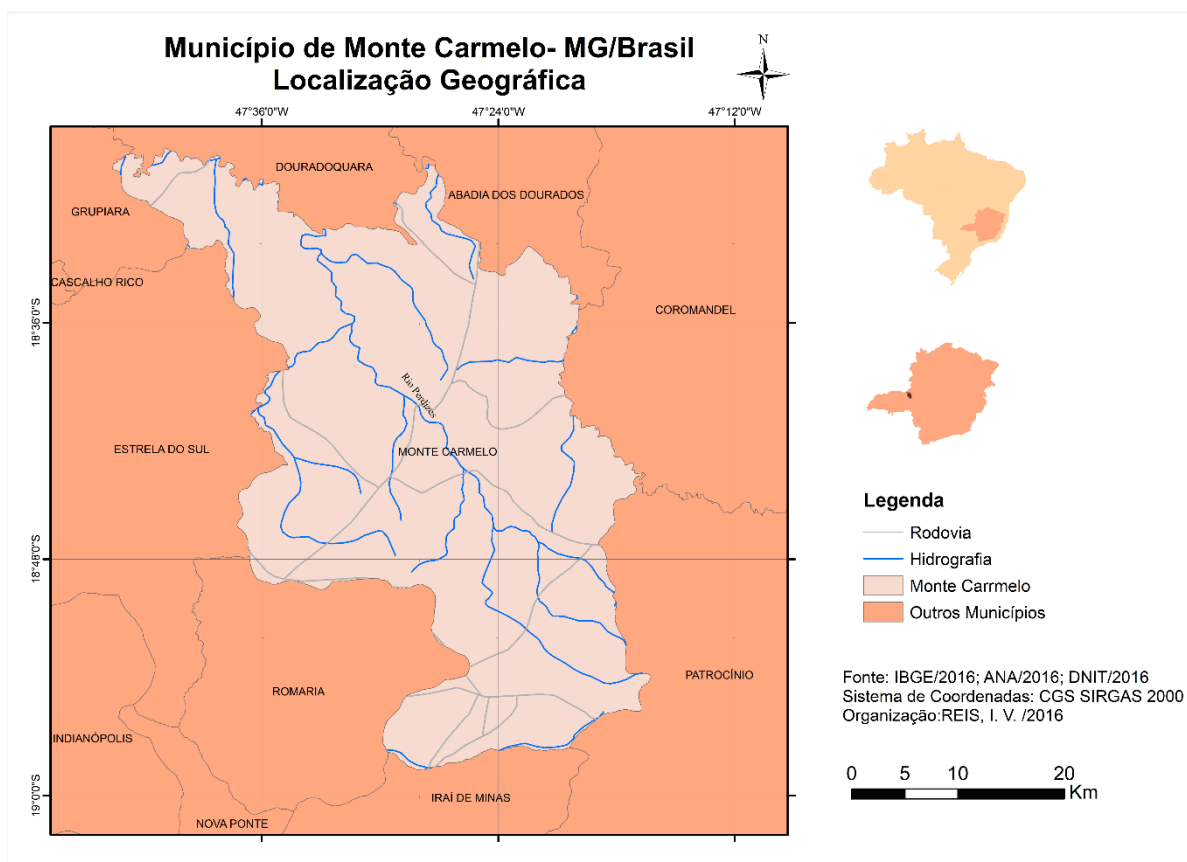
5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Caracterização e Localização da área

As informações da localização geográfica, bem como uma breve caracterização da área de estudo, são importantes para compreensão do objeto de estudo.

Monte Carmelo, município de estudo deste trabalho, encontra-se no estado de Minas Gerais, região Alto Paranaíba, a 484 km de distância da capital Belo Horizonte, fazendo fronteira com os municípios Abadia dos Dourados, Douradoquara, Grupiara, Estrela do Sul, Romaria, Irai de Minas, Patrocínio e Coromandel (Figura 1). Suas coordenadas de localização são 18°43'30" S e 47°29'56" O, no sistema de referência SIRGAS 2000.

Figura 1 – Mapa de Localização da área de estudo.



Fonte: A autora.

A região onde hoje está situado o município de Monte Carmelo havia sido ocupada por duas tribos indígenas, os "Caiapós" e "Araxás". A partir de 1840 iniciou-se a ocupação da região por garimpeiros vindos de São João Del-Rei e Itapeçerica, em busca de garimpos diamantíferos em "Bagagem", atual Estrela do Sul.

Graças ao clima ameno, à excelente água da região e devido ao ambiente grosseiro do garimpo, os migrantes optaram por manter suas famílias a uma distância segura, instalando-as às margens do "Córrego Mumbuca", onde hoje é o bairro Tamboril.

D. Clara Chaves, uma fazendeira da região, ofereceu, de suas terras, seis léguas quadradas aos novos habitantes, em troca da construção de uma capela para N. S. do Carmo. Feita a capela e em torno à atual Praça da Matriz, iniciou-se a ocupação a sua volta, construindo-se casas residenciais e comerciais, formando-se o "Arraial do Carmo da Bagagem" que em 1892 elevou-se ao grau de cidade passando a chamar-se "Monte Carmelo" (IBGE, 2016).

Conforme o Atlas (2013) o município apresenta, em 2016, uma população estimada em 48.096 habitantes, distribuída por uma área de 1.343.035 km², perfazendo uma densidade

populacional de 34,08 habitantes por km² e IDH bastante próximo ao do território brasileiro, em torno de 0,728. A área urbana possui 40.100 habitantes, enquanto 5.672 hab. residem na área rural. Estes números totalizam, segundo o CENSO (2010), 45.772 habitantes, dos quais 23.066 são homens e 22.706 são mulheres. A renda *per capita* do município fica em torno de R\$689,45, sendo considerada baixa, levando-se em conta a média brasileira de R\$793,87. No município 97,93% dos domicílios possuem água encanada, 99,83% contam com energia elétrica e 98,64% com coleta de lixo e 96% da população possui sistema de esgotamento sanitário (DMAE, 2013).

5.2. Material

Para a execução deste trabalho foram utilizados dados e programas para a produção e análise dos mapas. Os dados utilizados foram:

- Base cartográfica do Brasil e do município de estudo (IBGE, 2016);
- Hidrografia (ANA, 2016);
- Rodovia (DNIT, 2016);
- Setores abastecidos (DMAE, 2013);
- Consumo de água (DMAE, 2013)

Para o processamento, produção e análise dos mapas foram utilizados os seguintes *softwares*:

- ArcGis (ESRI, 2010);
- Excel (MICROSOFT, 2016).

5.3. Métodos

5.3.1. MAPEAMENTO DOS MANANCIAS SUPERFICIAIS

Para o mapeamento foi utilizado um Modelo Digital de Elevação (MDE) que é um produto derivado da Missão Topográfica Radar Shuttle (*Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM) levantado por sensoriamento remoto no início do século XXI. O MDE utilizado neste estudo possui resolução espacial de 90 m e foi obtido por meio do sitio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (EMBRAPA, 2019), onde a região estudada localiza-se na carta SE-23-Y-A.

A partir do MDE foi realizada a extração da hidrografia da área de interesse, através do *software* ArcGis. Isso ocorreu através de uma ferramenta de análise espacial *hidrology*, que extrai de forma automática os rios da área estudada. Posterior a esta extração, foi realizado o mapeamento das bacias hidrográficas pertencentes ao município.

Para tanto, utilizou-se da mesma ferramenta de análise espacial *hidrology* onde foi corrigido o MDE, depois gerados arquivos de direção de fluxo e com isso feita a delimitação das bacias e a sua extração para a área de interesse. Para finalização do mapa foi feito o layout também no *software* ArcGis, bem como o mapa de localização da área elaborado no mesmo *software*.

5.3.2. MAPEAMENTO DOS SETORES ABASTECIDOS POR MANANCIAS SUPERFICIAIS

A caracterização e definição de quais setores são abastecidos por mananciais superficiais ocorreram através de dados disponibilizados pelo DMAE do município. Os setores diferem das divisões dos bairros, uma vez que o município não possui uma lei municipal que delimita essa separação.

Os mananciais superficiais são responsáveis pelo abastecimento dos bairros mais antigos da cidade, isto porque inicialmente o abastecimento era feito somente pelos mananciais superficiais, porém com a expansão da cidade foram surgindo os poços para abastecer o restante da cidade.

Para localizar, identificar e caracterizar os mananciais criou-se um banco de dados, para organizar esses dados (tabulação, análise, correções) utilizou-se o *software* Excel, o que permitiu a importação posterior para a tabela de atributos da base cartográfica do município dos dados dos setores abastecidos por tais mananciais.

A partir disso foi possível a espacialização desses setores no *software* ArcGis. Primeiramente foram verificados no Plano Municipal de Saneamento Básico os bairros aos quais se destinam as águas superficiais, assim foi adicionado ao SIG informações que possibilitaram a divisão dos setores, criando assim o mapa. Para a concepção desse mapa criou-se uma tabela de atributos que definiu cada setor, com isso possibilitando a criação de um mapa coroplético.

5.3.3. MAPEAMENTO DA QUANTIDADE DE ÁGUA CONSUMIDA POR SETORES

A partir do relatório fornecido pelo DMAE (DMAE, 2013) que contém a média da vazão dos dados de consumo da população agrupados por setores, foi realizada a tabulação no Excel e importada ao SIG por meio da ferramenta *Join* disponível na tabela de atributos da base cartográfica.

Desta forma foram determinadas quais rotas abrangem todos os setores abastecidos por mananciais superficiais e feita uma média de dados obtidos durante um ano, que foi acrescentada ao mapa de setores de abastecimento, complementando o SIG, possibilitando assim, o mapeamento do consumo pela população. Posteriormente associou-se este mapa de consumo com o nível social e educacional da população, cujos dados foram obtidos no IBGE, gerando uma análise e discussão sobre o uso consciente da água pelos diferentes índices sociais apresentados no município, fornecendo subsídios para gestão do DMAE.

5.3.4. CÁLCULO DA QUANTIDADE DE ÁGUA DISTRIBUÍDA

Os dados de água distribuída foram fornecidos pelo DMAE e reuni dados de todos os setores abastecidos por mananciais superficiais em conjunto, em outras palavras, os dados não estavam separados por setores e sim por sistema de captação (dois sistemas), durante o período de um ano caracterizado mês a mês.

Por meio do *software* Excel foram tabulados dados resultantes da soma da quantidade de água distribuída pelos sistemas de captação, separados pelo mês de referência. Possibilitando, assim, a criação do gráfico da quantidade de água distribuída em litros para todos os setores abastecidos por mananciais superficiais. Foi realizada também a média destes valores, com a ferramenta média presente na caixa de ferramenta de funções do *software*. Como não foi possível a obtenção de dados da água distribuída separados por setores, para o cálculo da perda foi utilizada a média de água distribuída durante todo o ano de 2016, portanto, não foi possível calcular a quantidade de perdas por setores separadamente.

5.3.5. CÁLCULO DA PERDA

As perdas correspondem à água que é distribuída e que não é consumida pela população. Como dito anteriormente a perda foi calculada através do índice de perda, o qual

determina as perdas no sistema. Para isso foi necessário realizar as etapas anteriores obtendo o valor de água distribuído e o valor consumido, os quais foram posteriormente aplicados na expressão 1.

O cálculo foi realizado com o auxílio do *software* Excel. Nele foram inseridos o valor da média de água distribuída para todos os setores e a soma da quantidade de água consumida por todos os setores. Possibilitando a aplicação da expressão.

Como resultado obteve-se aproximadamente a porcentagem de perdas que há no município relativa aos mananciais superficiais. Com isso, foi realizada a análise deste valor verificando se está dentro da média do Brasil ou se cabem medidas públicas para tentar diminuir este índice.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa serão mostrados os resultados obtidos neste trabalho, bem como uma análise e discussão acerca destes resultados.

Ao todo foram mapeadas três bacias hidrográficas no município de Monte Carmelo. O mapa das bacias hidrográficas segue em Apêndice A. A principal, de maior abrangência no município e na qual está situada a área urbana de Monte Carmelo, denomina-se Bacia do Rio Perdizes, dentro desta bacia se localizam os mananciais superficiais que abastecem o município.

Os setores abastecidos pelos mananciais superficiais seguem dispostos no mapa apresentado em Apêndice B. Ao todo foram mapeados 6 setores, que foram divididos de acordo com as rotas de leitura de hidrômetros do DMAE. O maior setor é o setor 3, que abrange os bairros Batuque, Triângulo, Jardim Zeny, Bouganville, Jardim dos Ipês e Costa Sul e também possui a maior renda per capita entre os setores analisados. Já o menor setor é o setor 4, que abrange as mansões fidalga.

A quantidade de água distribuída aos setores foi separada por mês durante todo o ano de 2016 e dispostas no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Quantidade de água distribuída por mês para todos os setores.



Fonte: A autora

Pela análise do gráfico percebe-se que os meses de janeiro, abril e julho foram os meses que apresentaram maior quantidade de água fornecida à população. Em contrapartida, percebe-se que a partir do mês de agosto, há uma diminuição na quantidade de água distribuída, com destaque para o mês de dezembro, o que pode ser ocasionado pelo período de seca. Período este, onde a maior quantidade de água é distribuída pelos mananciais subterrâneos. Sendo assim, observa-se que a partir do mês de janeiro, quando se finda o período de seca, há um aumento na distribuição de água pelos mananciais superficiais.

Foi realizada também a média destes valores dispostos no gráfico, visando a sua utilização posteriormente no cálculo do índice de perda. O valor da média é de 166.078.588,3 litros.

Em Apêndice C, segue o mapa de consumo de água pelos setores de estudo. O mapa está ordenado por cores, onde o tom mais escuro representa o maior consumo e o menor consumo está representado na cor mais clara. Por meio da análise do mapa nota-se que o setor 4 apresentou o maior consumo, assumindo o valor médio de 23.810 l/mês por ligação residencial, ou seja, a quantidade de água consumida por mês foi dividida pela quantidade de ligações. Destaca-se que ele apresenta o menor número de ligações dentre os setores, totalizando 26 ligações, onde a média, por ligação, é de 2,8 pessoas, segundo IBGE (2010). Sendo assim, o consumo per capita nesse setor é de 283 l/hab. dia. Na tabela 1 estão esquematizados os valores de consumo per capita separados por setores.

Tabela 1 – Consumo em l/hab. dia por setores.

Setores	Consumo	N° de habitantes
4	283,45	73
5	185,95	3020
3	178,45	4248
2	150,83	3724
1	147,26	2052
6	117,85	1691
Média	177,30	

Fonte: A autora.

O segundo setor que mais consome água é o setor 5, que abrange o centro do município, onde está concentrado grande parte do comércio da cidade. Nele, o consumo per capita é de 185,9 l/hab. dia. Já o setor que consome menor quantidade de água é o setor 6, que possui o consumo per capita 117 l/hab. dia, o qual corresponde ao setor que se localiza na periferia da cidade e apresenta um padrão socioeconômico baixo em relação aos demais setores analisados no trabalho, que segundo SNSA (2014) está relacionado, o consumo baixo de água com esse baixo padrão socioeconômico.

O índice de perda calculado foi de 57,31%. Este é um valor alto em relação à média do país e principalmente quando comparados com o índice de perda de países desenvolvidos. Este índice ficou acima da média do município, que é de 39,28%. Isso pode ser explicado devido ao fato de que o sistema de distribuição (tubulações, curvas, entre outros) de água para os setores analisados sofre uma maior perda de água do que os setores abastecidos por mananciais subterrâneos que compõem o restante do sistema da cidade; uma vez que grande parte deste sistema utiliza uma rede com tubulações antigas, constituídas de tubos de ferro galvanizado que encontram-se em deterioração (DMAE, 2013). Nesta porcentagem de perda, também estão inseridas as ligações residenciais clandestinas que também são consideradas como perdas devido a sua não quantificação.

7. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi realizado o mapeamento dos setores abastecidos por mananciais superficiais do município de Monte Carmelo, também a quantidade de água distribuída, bem como o consumo e o índice de perda de água nestes setores que foi de 57,31%. Também

abordou um tema importante nos dias atuais, que é o desperdício, perda e utilização inadequada da água.

O município possui três bacias hidrográficas, onde os mananciais superficiais que fornecem água para o município estão localizados na Bacia do Rio Perdizes, a qual ocupa a maior parte do município. Dentro desta bacia, estão localizados os mananciais que abastecem o município, que são o córrego Mumbuca e o Santa Bárbara.

O mapa de consumo evidencia que o município apresenta um alto valor de consumo, que foi em média 177 l/hab. dia, uma vez que o consumo em todos os setores ultrapassou o valor de referência do IBGE que é de 80 l/hab. dia (IBGE, 2018).

A metade dos setores apresentou consumo per capita acima da média do Brasil e do município.

Observou-se também que no setor 4 ocorre um grande consumo de água (283 l/hab. dia) destinado a poucas ligações. Ressalta-se que se trata de um bairro cujos terrenos são chácaras e são localizadas em uma área mais afastada do centro urbano. Com isso surge a necessidade de conscientização da população em relação ao uso consciente da água.

A análise das perdas revela um alto índice de perda de água, que ultrapassa substancialmente o índice do país que é de 40% enquanto que o da área de estudo é de 57,31%, o que pode ser justificado pelo fato de que os mananciais superficiais são responsáveis pelo abastecimento das regiões mais antigas do município. Ainda assim se mostra um fato alarmante devido às condições hídricas atuais, onde devem ser destacadas a importância do racionamento e a utilização consciente da água. Este alto índice revela necessidade de ações públicas no quesito de manutenção da tubulação do sistema de distribuição, bem como fiscalização de ligações clandestinas.

Portanto, a análise conjunta dos resultados revela uma grande quantidade de água utilizada inadequadamente ou inutilizada devido às perdas, cabendo assim, ações por parte do município visando a mitigação dessa situação. Ações que podem ser desde a uma maior fiscalização por parte do DMAE de residências que utilizam água de forma clandestinas, como também manutenção regular da rede de distribuição para evitar vazamentos e ainda até gerar pequenas multas para gastos abusivos de água em algumas residências. O DMAE e a Prefeitura podem ainda promover campanhas de conscientização do uso de água. Mostrando a população a importância da água e como deve-se utilizá-la com sabedoria para que não falte a ninguém.

8. REFERÊNCIAS

- ANA – Agência Nacional de Águas. **Quantidade de água.** Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: ago. 2019.
- ANA – Agência Nacional de Águas. **Situação da água no mundo.** Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/agua-no-mundo>> Acesso em: set. 2020.
- ATLAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>. Acesso em: 11 nov. 2016.
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Informe Infraestrutura.** Área de projetos de infraestrutura. N° 28. Jan. 2002. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/infra/g7428.pdf>. Acesso em: 28 out. 2016.
- BRANCO, O. E. A. **Avaliação da disponibilidade hídrica: Conceitos e aplicabilidade.** Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Juiz de Fora/MG. 2006. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/04/DisponibilidadeH%C3%ADrica.pdf>. Acesso em: 28 out. 2016.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento.** 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p.
- CÂMARA, G. **Representação computacional de dados geográficos.** In: CASANOVA, M. A. et al. Banco de dados geográficos. Curitiba: Mundogeo, 2005, p. 11-52.
- CHAVES, MB.; SANTOS, J. C.; LIMA, J. T.; MOREIRA FILHO, J. C. C.; NOBRE, R. C. M.; NOBRE, M. M. M. **Classificação de imagem CBERS para mapeamento de áreas de recarga de mananciais subterrâneos.** Anais XIV Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal. INPE, 2009. p. 4679-4686.
- DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Vol. II. 218 p. Monte Carmelo, out. 2013. Disponível em: <<http://dmae.montecarmelo.mg.gov.br/legislacao/plano-municipal-de-saneamento-basico/>>. Acesso em: 14 nov. 2016.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Brasil em relevo.** Disponível em: <<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/mg/mg.htm>>. Acesso em: 10 de jun. 2019.
- ESRI - *Environmental Systems Research Institute.* **ArcMap 10.0.** 2010.
- FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.
- GOMES. M. A. F. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã.** 2011. Disponível em: <http://webmail.cnpma.embrapa.br/down_hp/464.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2016.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2ª ed. ver. e atual. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contas econômicas ambientais da água : Brasil : 2013 – 2015. 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101555_informativo.pdf>. Acesso em: ago. 2019.

IBGE. **Monte Carmelo**: Minas Gerais – MG. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=314310&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: Editora UNIDERP, 2007. 881 p.

MICROSOFT – Microsoft Corporation. **Excel**. 2016.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Água um recurso cada vez mais ameaçado**. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf>. Acesso em: 28 out. 2016.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1998. 308 p.

PINTO, S. F.; GRIPP JUNIOR, J. **Utilização do sistema de informação geográfica no sistema de abastecimento de água (SAAE) do município de Viçosa – MG**. 2009.. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/6/255/CT0626_1404416249.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2016.

RENNÓ, C. D.; BORMA, L. S. **Processos Hidrológicos**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2017. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/~camilo/prochidr/pdf/00introducao.pdf>> Acesso em: 23 set. 2020.

RÖHM, S.A. **O que é Sistemas de informações geográficas**. Universidade Federal de São Carlos. Departamento de Engenharia Civil, 2003 (Apostila).

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 6. ed. Uberlândia: EDUFU, 2007. 248 p.

SILVA, M. S. **Sistemas de Informações Geográficas: elementos para o desenvolvimento de bibliotecas digitais geográficas distribuídas**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Faculdade de Filosofia e Ciências – Universidade Estadual Paulista, Campus de Marília, 2006.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Perdas de água 2018 (SNIS 2016): desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico.** Trata Brasil Saneamento é Saúde. São Paulo, 2018.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Perdas de água 2020 (SNIS 2018): Desafios para disponibilidade hídrica e avanço de eficiência do saneamento básico.** Set. 2020. Disponível em: <
http://tratabrasil.org.br/images/estudos/Relat%C3%B3rio_Final_-_Estudo_de_Perdas_2020__JUNHO_2020.pdf>. Acesso em: 23 set. 2020.

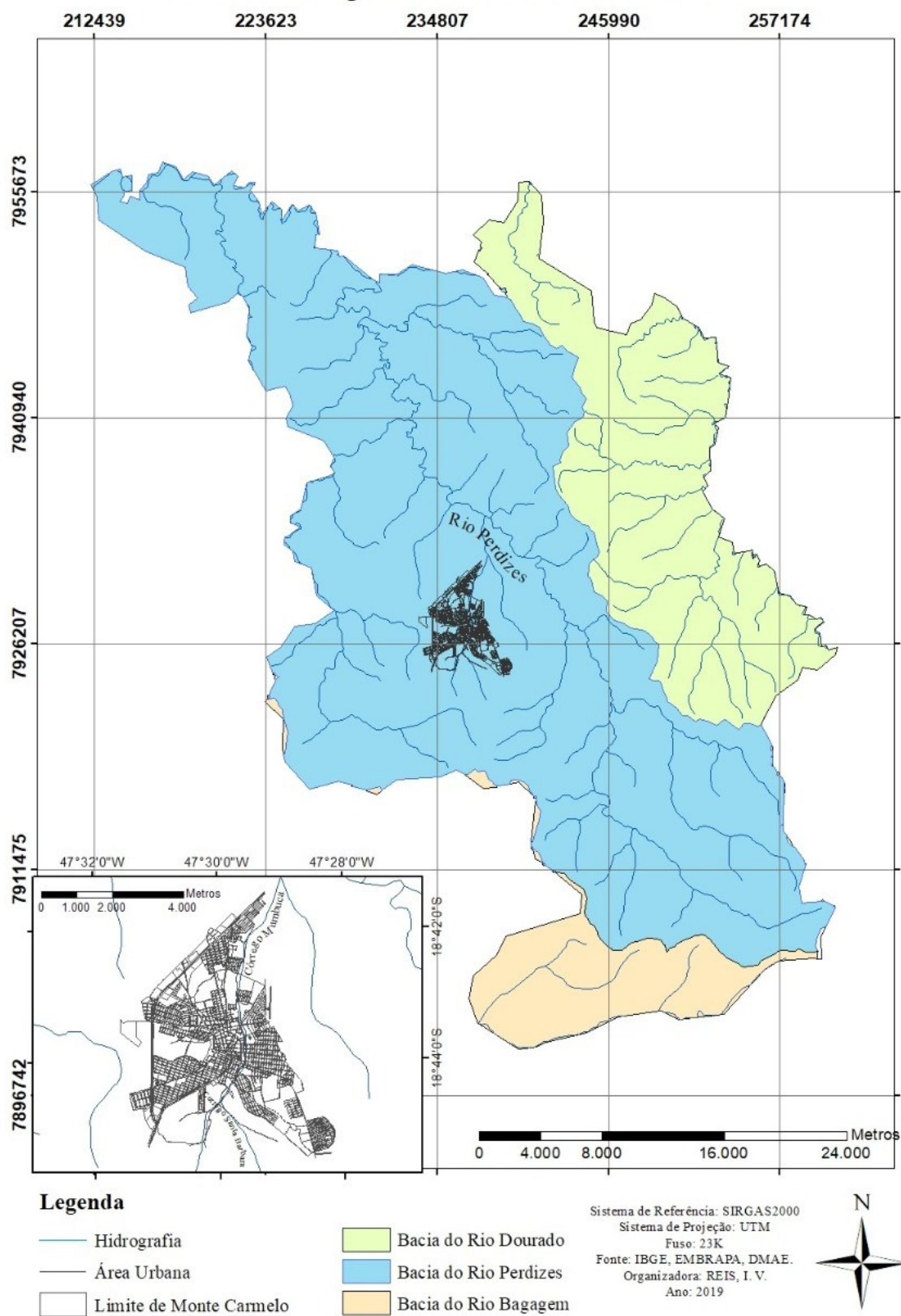
SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013.** Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 181 p.

TRATA BRASIL – Saneamento é saúde. **Instituto trata Brasil lança mais um estudo de perdas de água.** Jun. 2020. Disponível em: <
<http://www.tratabrasil.org.br/blog/2020/06/08/instituto-trata-brasil-lanca-mais-um-estudo-deperdas-deagua/#:~:text=Ou%20seja%2C%20para%20cada%20100,anos%20de%202014%20e%202015.>>> Acesso em: 23 set. 2020.

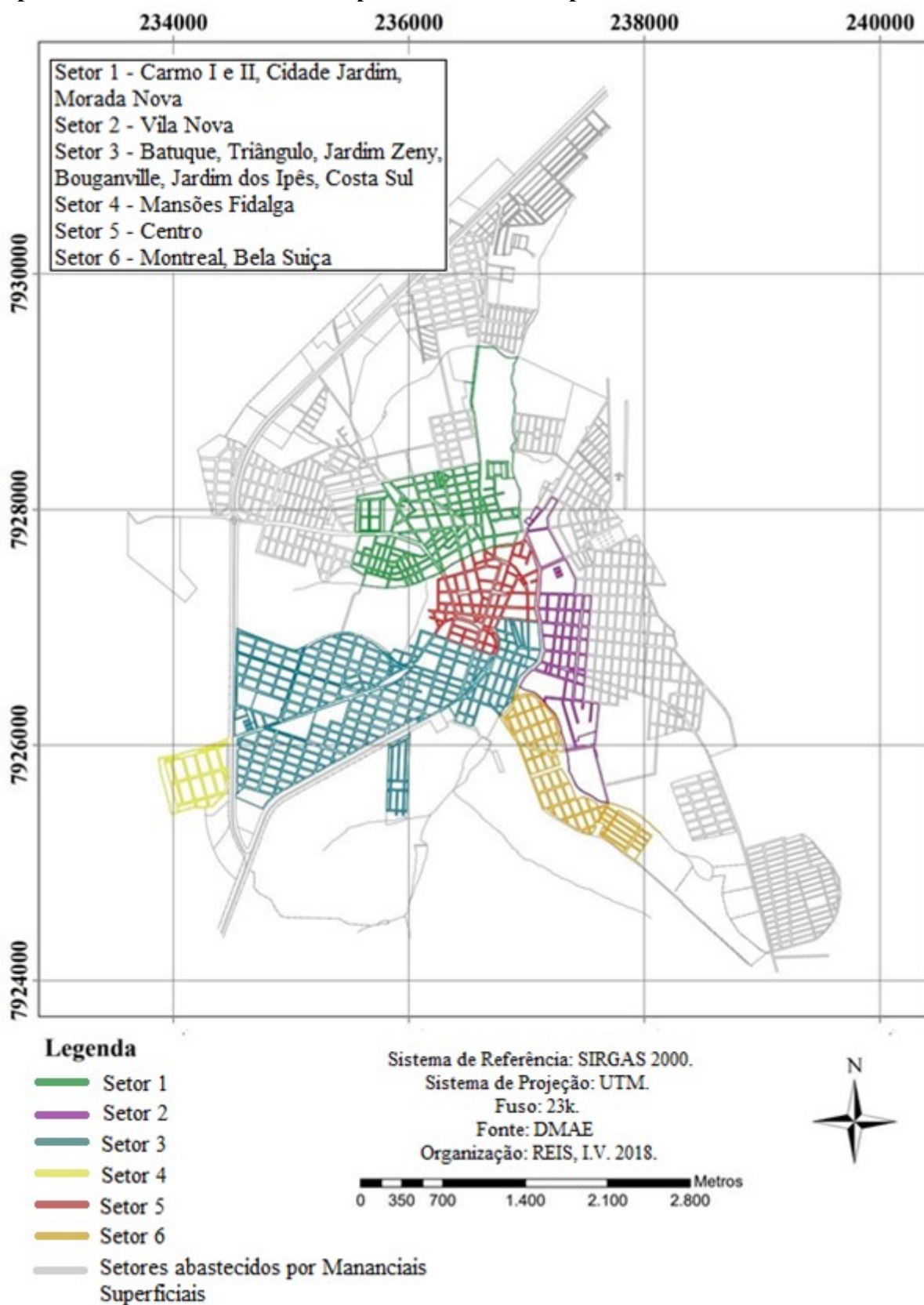
APÊNDICE

Apêndice A – Bacias hidrográficas de Monte Carmelo

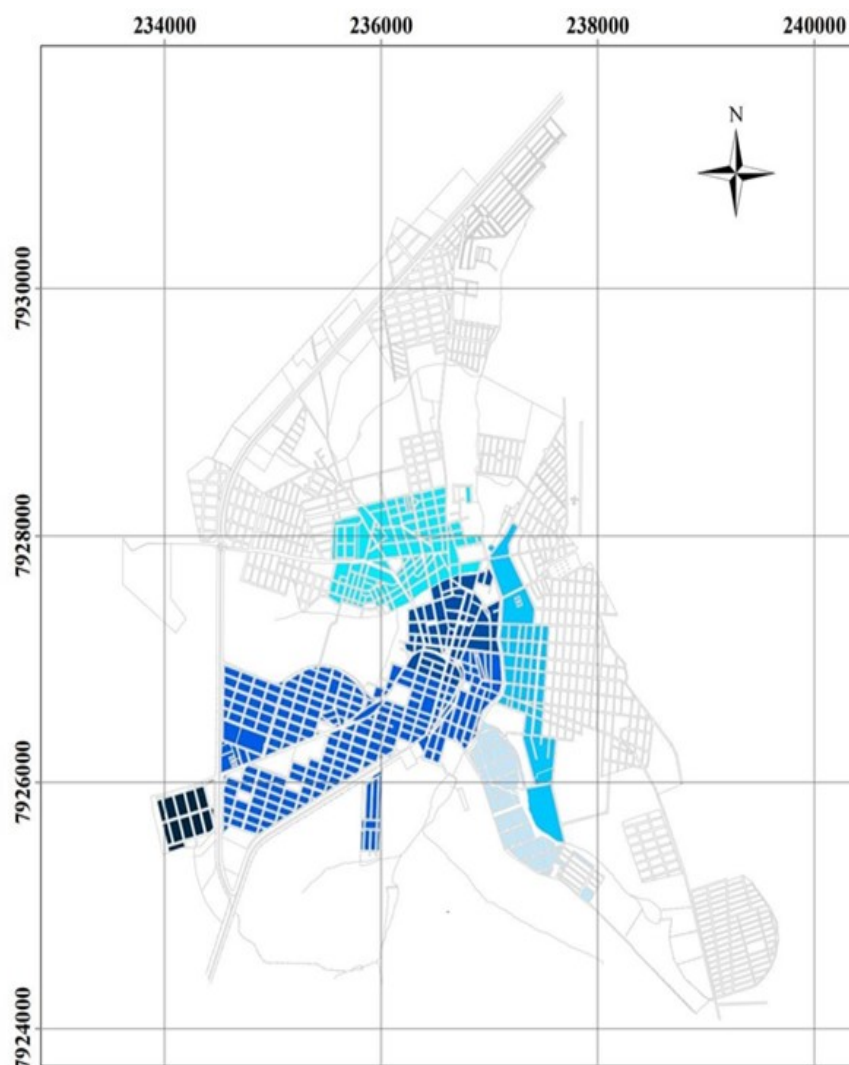
Bacia hidrográfica de Monte Carmelo



Apêndice B - Setores abastecidos pelos mananciais superficiais



Apêndice C – Mapa de consumo dos Setores abastecidos pelos mananciais superficiais



Setor	Nº Ligações	Bairros
1	732	Carmo I e II, C. Jardim, Morada Nova
2	1330	Vila Nova
3	1517	Batuque, Triângulo, J. Zeny, Bouganville, J. Ipês, Costa Sul
4	26	Mansões Fidalga
5	1078	Centro
6	603	Montreal, Bela Suíça

Legenda

Consumo por ligação em L/mês

- 23.810 Setor 4
- 15.620 Setor 5
- 14.990 Setor 3
- 12.670 Setor 2
- 12.370 Setor 1
- 9.900 Setor 6
- Setores abastecidos por mananciais Superficiais

Sistema de Referência: SIRGAS 2000.

Sistema de Projeção: UTM.

Fuso: 23k.

Fonte: DMAE

Organização: REIS, I.V. 2018.

