

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE MONTE CARMELO/MG, A PARTIR DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO**

Alife de Aguiar Rodrigues<sup>1</sup>  
Emiliano Silva Costa<sup>2</sup>  
Jaqueline Vicente Matsuoka<sup>3</sup>

**RESUMO**

O abastecimento de água possui sérios problemas de gestão no Brasil e no mundo. A prestação do serviço de forma inadequada gera impactos na área da saúde, economia e meio ambiente. Para uma melhor compreensão da situação do abastecimento de água tanto por gestores quanto por consumidores, foram criados ao redor do mundo planos de saneamento básico. Dentre os dados existentes para análise, alguns se destacam pela fácil interpretação e grande utilidade para a gestão pública, são eles: índice de perdas, atendimento à população e consumo per capita. O objetivo deste trabalho foi avaliar o sistema de abastecimento de água da cidade de Monte Carmelo a fim de criar subsídios técnicos para a melhor gestão do abastecimento de água na cidade. Avaliou-se os índices: consumo per capita, volume consumido nas residências, número médio de economias e índice de perda. Os dados utilizados como base para a avaliação foram disponibilizados pela Lei Federal nº 11.445, PMSB, DMAE, SNIS e pela Prefeitura Municipal. Foram comparadas as variações dos índices nos últimos anos e a variação mensal no último ano do estudo. O município teve uma melhora considerável, reduzindo seus índices de perdas, mas ainda tem muito a ser feito para chegar na universalização do serviço de abastecimento de água urbana. São necessárias algumas melhorias, principalmente no que se refere à sustentabilidade socioeconômica da concessionária.

**Palavras-chave:** Abastecimento Público; Monte Carmelo; Saneamento Básico.

**EVALUATION OF THE WATER SUPPLY SYSTEM OF MONTE CARMELO CITY IN MINAS GERAIS STATE, FROM THE MUNICIPAL BASIC SANITATION PLAN**

**ABSTRACT**

The water supply presents serious management problems in Brazil and around the world. The provision of the service inappropriately generates negative impacts on health, economy and environment. Basic sanitation plans have been created in the world to help managers and consumers better understand the water supply situation. Among the available data for analysis, some stand out for easy interpretation and great utility for the public management, they are: loss rates, attendance to the population and consumption per capita. The purpose of this paper/study was to evaluate the water supply system of Monte Carmelo city, in order to create technical subsidies for the better management of water supply in the city. The following indexes was evaluated:

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia Civil pela Fundação Carmelitana Mário Palmério - FUCAMP

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU

<sup>3</sup> Mestre em Ciências Cartográficas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP

consumption per capita, volume consumed in homes, average number of savings and loss rates. The data used as basis for evaluation were provided by the Federal Law nº 11.445, PMSB, DMAE, SNIS and by the City hall. It was compared the variations of the indices in the last years and the monthly variation in the last year of the study. The municipality had a considerable improvement reducing its loss rates, but still has much to be done to reach the universalization of the urban water supply service. Some improvements are needed, mainly with regard to the socioeconomic sustainability of the concessionaire.

**Key-words:** Public supply, Monte Carmelo, Basic Sanitation.

## 1 INTRODUÇÃO

O Saneamento Básico se apresenta como um grande problema a ser enfrentado pelos brasileiros. Apesar de ser um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei nº 11.445/2007, os dados comprovam que o país ainda está longe de ter uma saúde pública adequada. Segundo SNIS (2017), metade da população brasileira continua sem acesso a sistemas de esgotamento sanitário. Isso significa que cerca de 100 milhões de pessoas adotam medidas alternativas para lidar com os dejetos urbanos. Outro pilar do saneamento é o abastecimento de água, que também apresenta baixo índice de atendimento no Brasil. Cerca de 35 milhões de brasileiros não possuem acesso a água tratada em suas residências, estando em situação de vulnerabilidade. Uma outra problemática encontrada pela população no aspecto de abastecimento de água, são os racionamentos de água e interrupções constantes em seu abastecimento. Estima-se que 70 milhões de brasileiros não têm acesso frequente a água potável.

De acordo com Sartori (2016), outra característica observada nos sistemas de distribuição de água nos municípios brasileiros é a elevada perda de água existente no sistema. Cerca de 40% da água que é produzida pelas concessionárias de abastecimento público não chega às torneiras da população, devido às falhas existentes nos sistemas de distribuição. Ou seja, a cada 100 litros de água coletados e tratados, em média, apenas 60 litros são consumidos. O restante da água é perdida, seja com vazamentos, roubos e ligações clandestinas, falta de medição ou medições incorretas.

Diante da necessidade de um planejamento mais contundente dos departamentos e/ou companhias de saneamento estaduais ou municipais, o Governo Federal criou a Lei 11.445/2007 que estabeleceu a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) no país. A referida Lei criou a obrigatoriedade da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) que é um instrumento estratégico de gestão participativa,

Avaliação do sistema de abastecimento de água...

que permite a continuidade administrativa no setor de saneamento, bem como a sustentabilidade e perenidade dos projetos de saneamento (BRASIL, 2007).

Nesse sentido, a cidade mineira de Monte Carmelo, situada na região do Triângulo Mineiro concluiu seu PMSB em dezembro de 2013. O atual planejamento foi desenvolvido pela companhia de saneamento Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) de Monte Carmelo, abordando as quatro áreas de saneamento, a saber: Abastecimento de água tratada, esgotamento sanitário, drenagem pluvial e limpeza urbana. O diagnóstico desenvolvido serviu como ponto de partida para a elaboração das medidas corretivas nas áreas do saneamento municipal (PMSB, 2013).

Diante do exposto, o presente trabalho aborda um dos principais pilares de saneamento básico da cidade de Monte Carmelo, o sistema de abastecimento de água. Esse sistema se baseia nas bacias dos córregos Mumbuca e Santa Barbara, onde é feita a captação superficial; além de contar com diversos poços de captação profunda.

Devido a importância do saneamento básico e da sua influência para diversos componentes da qualidade de vida da população, o presente estudo apresenta grande importância para as companhias de saneamento, principalmente para o DMAE de Monte Carmelo. Este diagnóstico contido no PMSB enriquece o acervo da companhia de saneamento básico, uma vez que o conhecimento dessas redes e unidades de tratamento e armazenamento estavam contidos somente na memória dos funcionários antigos.

## **1.1 Objetivo geral**

Considerando o contexto apresentado, o presente trabalho objetiva avaliar o sistema de abastecimento de água da zona urbana de Monte Carmelo – MG, a partir dos dados exibidos no Plano Municipal de Saneamento Básico.

### **1.1.1 *Objetivos específicos***

- Apresentar os componentes de todo o sistema de abastecimento de água da cidade de Monte Carmelo;
- Realizar um diagnóstico dos indicadores do sistema de abastecimento de água;
- Relatar os principais problemas encontrados no abastecimento de água da cidade.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Saneamento Básico

O saneamento básico consiste em atividades exercidas geralmente pelo poder público, relacionados ao controle e distribuição de recursos básicos para possibilitar a população obter uma coleta e destino adequado do lixo, abastecimento, tratamento e distribuição de água, esgoto sanitário e limpeza pública, melhorando a qualidade de vida em questão de saúde, bem-estar físico, mental e social da população. No Brasil, tem como um direito assegurado pela Constituição a todo cidadão ter acesso ao saneamento básico, conforme definido pela Lei nº. 11.445/2007, que regulamenta este setor (VOW SPERLIN, 2014).

Segundo o Instituto Trata Brasil (2012), o saneamento básico é de grande importância para a vida humana, ao evitar a contaminação direta e indireta por doenças, que prejudicam não apenas na saúde, mas que influenciam na produtividade do indivíduo, na evolução do crescimento populacional e nas atividades econômicas. Entretanto, a oferta de saneamento básico ainda apresenta índices preocupantes no Brasil, com altas taxas de mortalidade ocasionadas por indivíduos presentes aos locais mediante a escassez de saneamento básico.

A Figura 1 apresenta a falta de saneamento básico em uma das grandes cidades do Brasil, seguindo o já comentado neste texto.

Figura 1 – Esgoto a céu aberto em uma rua de da cidade de Brasília-DF



Fonte: Instituto Trata Brasil (2012).

### 2.2 A Lei nº 11.445 e os Planos Municipais de Saneamento Básico

Segundo dados do Instituto Trata Brasil (2012), um dos princípios fundamentais da Lei nº. 11.445/2007 é exercer os serviços correlacionados com saneamento básico, para que todo cidadão tenha acesso a quantidades suficientes de Abastecimento de

Avaliação do sistema de abastecimento de água...

Água, Esgotamento Sanitário, Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos e Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) é estabelecido pela a Lei nº. 11.445/2007, como uma ferramenta de planejamento e realização de serviços no setor público de saneamento básico. De acordo com a legislação, todo município deve abordar a elaboração do PMSB, acolhendo por objetivo fazer a demonstração do presente diagnóstico do saneamento básico no território do município e determinar o planejamento para o setor, tomando como responsabilidade o compromisso com as infraestruturas a serem implantadas ao longo do tempo determinado pelo PMSB (PMSB, 2013).

O referido Plano é baseado em quatro pilares: Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos e Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas. O PMSB define as finalidades e estratégias das etapas a serem atingidas de curto, médio e longo prazo, concluindo com o vasto acesso da população aos serviços de saneamento básico. Contendo todos os programas de planejamento, processos implantados, atividades benéficas a população, inclusive as emergências e conseqüentemente os projetos a serem realizados ao longo do plano elaborado, que o mesmo, foi desenvolvido com prosseguimento de cada etapa embasada na Lei nº 11.445/2007, também conhecida como Lei do Saneamento Básico (PMSB, 2013).

### **2.3 Plano Municipal de Saneamento Básico de Monte Carmelo – MG**

A elaboração do PMSB do município de Monte Carmelo estabelece a constituir-se em uma atividade de planejamento e gestão, para avançar no crescimento e no aperfeiçoamento das condições de vida, para cada um dos seus habitantes na questão sanitária e ambiental do seu município, promovendo maior qualidade de vida da população (PMSB, 2013).

“O PMSB de Monte Carmelo iniciou-se com a portaria de nomeação do Comitê Gestor do Plano constituído por representantes do DMAE, e da Secretaria do Meio Ambiente” (PMSB, 2013, p. 8). Conseqüentemente, a metodologia foi realizada a partir da verificação de elementos cadastrais do DMAE, da colaboração técnica em conjunto com o pessoal da Prefeitura Municipal, levantamentos realizados em campo para atualizar as informações e dados, correlacionados com os representantes da sociedade

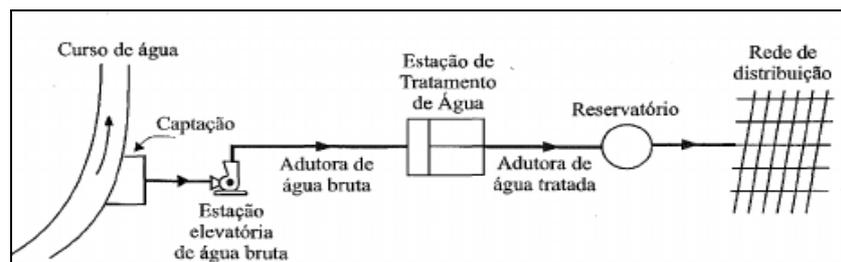
civil, os quais visam demonstrar e discutir propostas e planejamentos obtidos ao longo da ampliação do trabalho (PMSB, 2013).

Segundo o PMSB (2013), o Plano contempla, uma estimativa na qual apresenta as quantidades de recursos hídricos e o licenciamento ambiental para fins de executar atividades entre elas especificamente – água, esgoto, resíduos sólidos, entre outros. Assim, a partir dos conceitos de informações baseadas no conjunto de elementos, diagnósticos, objetivos, meta e ferramentas, programas, planejamentos, execução, avaliação e controle social. Resumidamente, foi desenvolvido o planejamento a ser executado no plano de saneamento destinado ao município de Monte Carmelo, levando o mesmo a ser apreciado pela a sociedade civil.

## 2.4 Componentes do Sistema de Abastecimento de Água

O sistema de abastecimento de água é composto por manancial, captação, estação elevatória, adutora, estação de tratamento de água, reservatório e rede de distribuição, como mostra a Figura 2. O manancial é considerado corpo de água superficial ou subterrâneo, onde é captado a água para o abastecimento da cidade; a captação consiste em diversos equipamentos que pode ser instalados na fonte de água do manancial e a destina no sistema de abastecimento de água; estação elevatória são obras e equipamentos responsável em recalcar a água para uma unidade seguinte; a adução é a canalização que faz o ligamento entre a captação e o tratamento da água; a estação de tratamento de água depende da qualidade de água retirada do manancial a ser tratada, desse modo buscando adequar aos padrões de potabilidade; o reservatório tem como principal finalidade o armazenamento de água, seu objetivo é conseguir atender toda a demanda pelos hábitos da cidade e a rede de distribuição é o sistema de abastecimento de água responsável por destinar água potável à disposição dos consumidores (TSUTIYA, 2006, p. 9).

Figura 2 – Esquema representativo de um Sistema de Abastecimento de Água.



Fonte: TSUTIYA (2006).

A importância de um sistema de abastecimento de água é a qualidade técnica, sendo como objetivo de principal valor para a rede de distribuição é a vazão, que deve ser medida a partir da demanda de água em horário de maior consumo da população; a velocidade e a vazão limite, relacionadas com o sistema em situação de funcionamento adequado; os diâmetros das canalizações devem ser verificados a partir de cada etapa do funcionamento em função da vazão e das perdas de carga e as alturas piezométricas, ou seja, o sistema de abastecimento de água deve ter uma manutenção acima do valor mínimo sobre a pressão da água na rede para um funcionamento de utilização adequado (TERASSAKA *et al.*, 2014).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na cidade de Monte Carmelo, localizada na região do Triângulo Mineiro, Estado de Minas Gerais, como mostra a Figura 3. O município possui uma área de 1.343 km<sup>2</sup> e de acordo com o último censo realizado Pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) o município conta com 45.799 habitantes. Situado a 890 m de altitude, nas coordenadas geográficas: Latitude: 18° 44' 5" Sul, Longitude: 47° 29' 47" Oeste. Tendo como divisas os municípios de Romaria, Abadia dos Dourados e Iraí de Minas. Monte Carmelo está situado a 58 km ao Norte-Oeste de Patrocínio a maior cidade da região.

Figura 3 – Localização da cidade de Monte Carmelo MG.



Fonte: PMSB (2013).

### **3.2 Levantamento de Dados**

O levantamento de dados se deu como a caracterização do abastecimento de água existente na cidade, volume consumido nas residências, número médio de economias, índice de perda, número de dias da medição por hidrômetros, quantidade de habitantes por ligação. Esses dados foram obtidos através da Lei nº 11.445, PMSB, DMAE, SNIS, Prefeitura Municipal e artigos científicos. Além disso, utilizou-se também uma pesquisa de campo de caráter exploratório, constituída de levantamentos de dados no local de estudo.

#### ***3.2.1 Pesquisa Documental***

Além de dados tabulares, foram levantados os relatórios de indicadores primários, operacionais e comerciais do abastecimento de água, provenientes do DMAE de Monte Carmelo. Consultou-se também outras fontes de dados, como PMSB da cidade para complementar melhor a pesquisa.

#### ***3.2.2 Pesquisa de Campo***

Foram realizadas visitas *in loco* no sistema de abastecimento de água da cidade de Monte Carmelo, como mostra a Figura 4, o que permitiu a coleta de dados em campo, através de registros fotográficos e observação direta, buscando a melhor descrição da estrutura física do sistema. Dessa maneira, procurou-se avaliar as condições de distribuição de água ao consumidor.

Figura 4 – Estação de Tratamento de Água de Monte



Fonte: Autor (2018).

### **3.3 Indicadores do Sistema de Abastecimento de Água**

Avaliação do sistema de abastecimento de água...

Os dados utilizados nos cálculos dos índices de consumo efetivo *per capita* de água e consumo *per capita*, para melhor atendimento da concessionária, foram: dados anuais e mensais de volume produzido de água, volume consumido de água, volume faturado de água, população urbana atendida com abastecimento, extensão da rede de distribuição, material da rede e densidade domiciliar.

### 3.3.1 Consumo Efetivo Per Capita

A partir das informações disponibilizadas pelo DMAE avaliou-se o consumo médio de água por habitante, englobando o consumo doméstico, industrial, comercial e público. A população beneficiada com o sistema de abastecimento de água é um valor estimado fornecido pelo DMAE, que procede com resolução da Equação 1 (TSUTIYA, 2006):

$$q_e = \frac{Vc}{NE \times ND \times \frac{NH}{L}}$$

(1)

Onde:

$q_e$  = consumo efetivo *per capita* de água;

$Vc$  = volume consumido medido pelos hidrômetros;

$NE$  = número médio de economias;

$ND$  = número de dias da medição pelos hidrômetros;

$\frac{NH}{L}$  = número de habitantes por ligação.

### 3.3.2 Consumo Per Capita

Segundo Tsutiya (2006) para obter o consumo *per capita* deve-se considerar o índice de perdas do sistema de abastecimento de água ao consumo efetivo *per capita*, conforme a Equação 2. Foi adotado o índice de perdas do sistema através de dados disponibilizados pelo DMAE.

$$q = \frac{q_e}{1 - I}$$

(2)

Onde:

$q$  = consumo *per capita* de água;

$q_e$  = consumo efetivo *per capita* de água;

$I$  = índice de perdas.

### 3.4 Análise da Estrutura Operacional

Para análise da estrutura operacional do sistema de abastecimento de água, foram avaliadas as condições normais de desempenho, que deverá assegurar o fornecimento de água demandada pelas ligações do sistema, garantido o padrão de potabilidade estabelecido pelos órgãos competentes. Buscando-se de forma consistente, a capacidade de oferta dos serviços prestados, seus principais problemas, planos e projetos elaborados para seu aperfeiçoamento, abrangendo todas as unidades físicas que os compõem a partir dos dados apresentados no PMSB.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Sistema de Abastecimento de Água existente na cidade

O abastecimento de água na cidade de Monte Carmelo consiste na captação essencialmente realizada nos mananciais do Córrego Santa Barbara e Córrego Mumbuca, os quais representam 52% do volume aduzido à cidade. O restante é fornecido por 26 poços e pela pequena captação do Córrego Lambari em sua nascente, conforme dados da Tabela 1.

Tabela 1 – Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Monte Carmelo.

MANANCIAL	VAZÃO MÉDIA (l/s)	% SOBRE A VAZÃO TOTAL
Corrego Santa Barbara	23	14
Córrego Mumbuca	60	38
Córrego Lambari	5	3
26 Poços Profundos	72	45
<b>Total</b>	<b>160</b>	<b>100</b>

## **4.2 Descrição do Sistema de Abastecimento de Água existente na cidade**

O abastecimento de água da cidade de Monte Carmelo é composto pelos seguintes sistemas:

- Sistema Santa Bárbara/Mumbuca
- Sistema Catulina
- Sistema Jardim Oriente
- Sistema Santa Rita
- Sistema Lagoinha/Planalto
- Sistema Lambari

### **4.2.1 Sistema Santa Bárbara/Mumbuca**

Segundo DMAE (2018), o sistema Santa Bárbara/Mumbuca, somente consegue realizar o fornecimento de água aos bairros mais antigos da cidade. Para atender a expansão urbana, foram implantados os demais sistemas de captação de água que tem como principal fonte a produção através de poços profundos. Este sistema possui duas captações que transporta diretamente para o reservatório central da cidade, o mesmo abastece apenas os bairros arredores com cotas inferiores a sua elevação, a saber:

- Bairro Centro
- Bairro Boa Vista
- Bairro Dona Quita
- Bairro Recanto do Arari
- Bairro do Carmo
- Bairro Belo Horizonte (parte baixa)
- Bairro Belvedere
- Bairro Tamboril
- Bairro Batuque
- Bairro Batuque Novo
- Bairro Langoni
- Bairro Virgílio Rosa
- Bairro Triângulo
- Bairro Jardim dos Ipês
- Bairro Jardim Zeny
- Bairros Campo Elíseos
- Bairro Mansões Fidalgas
- Bairro Costa Sul
- Bairro Bougainville
- Bairro Jardim Montreal

O sistema de reservação é composto pelos sete reservatórios apresentados na

Tabela 2, com capacidade total de 2.145 m<sup>3</sup>.

Tabela 2 – Reservatórios do Sistema Santa Bárbara/Mumbuca.

Nº	TIPO	LOCALIZAÇÃO	MATERIAL	CAPAC. (m <sup>3</sup> )
R1	Elevado	Av. Olegário Maciel	Concreto	275
R2	Elevado	Rua Bananal	Concreto	242
R7	Elevado	Bairro Triângulo	Metálico	33
R9	Enterrado	Av. João Pinheiro	Concreto	363
R10	Enterrado	ETA Mumbuca	Concreto	1.100
R24	Elevado	Jardim Zeny	Metálico	110
R25	Elevado	Jardim Bouganville	Metálico	22
<b>TOTAL</b>				<b>2.145</b>

Fonte: Autor (2018).

A rede de distribuição do sistema Santa Bárbara/Mumbuca, compõe 02 (dois) anéis principais, sendo alimentado um deles pelo reservatório denominado R1, localizado no centro da cidade e o outro pelo reservatório denominado R2, localizado no bairro Lagoinha. Parte da rede do centro da cidade é construída de tubos de ferro galvanizado mais antigos e já encontram-se em estado de deterioração. Possui também 5.175 m de tubos de cimento amianto que constitui os anéis da rede do sistema (DMAE, 2018).

#### 4.2.2 Sistema Catulina

De acordo com DMAE (2018), o Sistema Catulina é composto por 06 (seis) poços profundos que introduz a água até um reservatório semienterrado localizado na Rua A, do bairro Catulina, o mesmo tem sua água recalcada até outro reservatório elevado no mesmo local. Uma estação elevatória situada na Av. João Pinheiro, bairro Boa Vista, reforça o abastecimento dos bairros com água do Sistema Santa Bárbara/Mumbuca. Os bairros citados a seguir, são supridos pelo Sistema Catulina:

Avaliação do sistema de abastecimento de água...

- Bairro Catulina I, II e III.
- Bairro do Trevo.
- Bairro Morada Nova.
- Bairro Cidade Jardim.

A reservação de água deste sistema é composta pelos reservatórios descritos na Tabela 3, sistema este com capacidade de reservação de 369 m<sup>3</sup>.

Tabela 3 – Reservatórios do Sistema Catulina.

Nº	TIPO	LOCALIZAÇÃO	MATERIAL	CAPAC. (m <sup>3</sup> )
R4	Elevado	Rua A. Bairro Catulina.	Concreto	149
R21	Semienterrado	Rua A. Bairro Catulina.	Concreto	220
<b>TOTAL</b>				<b>369</b>

Fonte: Autor (2018).

O Sistema Catulina possui a rede de distribuição composta por um anel com tubos PVC DN 100 mm alimentado pelo reservatório R4, o qual é um reservatório elevado da Catulina representado na Figura 4, com extensão de 680 m, localizado no bairro do Trevo e o restante do sistema é suprido por redes ramificadas de PVC com diâmetros entre DN 40 mm e DN 75 mm alimentado pelo mesmo reservatório R4 (DMAE, 2018).

Figura 5 – Reservatório Elevado da Catulina.



Fonte: Autor (2018).

#### 4.2.3 Sistema Jardim Oriente

O Sistema Jardim Oriente é constituído pelos bairros descritos a seguir, estão situados no setor nordeste da cidade, sendo abastecidos por dois poços profundos:

- Bairro Jardim Oriente
- Bairro São Sebastião

Os reservatórios apresentados na Tabela 4, e que compõem o Sistema Jardim Oriente apresentam um volume total de 299 m<sup>3</sup> de armazenagem de água.

Tabela 4 – Reservatórios do Sistema Jardim Oriente.

Nº	TIPO	LOCALIZAÇÃO	MATERIAL	CAPAC. (m <sup>3</sup> )
R11	Elevado	Rua Marieta Honorato	Metálico	44
R12	Elevado	Rua Sete	Metálico	35
R20	Semienterrado	Rua Marieta Honorato	Concreto	220
<b>TOTAL</b>				<b>299</b>

Fonte: Autor (2018).

O Bairro Jardim Oriente é abastecido por uma rede ramificada de PVC com diâmetros entre 32 mm e 110 mm, suprido pelo reservatório R11, reservatório elevado do bairro Jardim Oriente. O bairro São Sebastião também é abastecido por uma rede ramificada de PVC com diâmetros entre 50 mm e 110 mm, alimentada pelo reservatório R12, reservatório elevado do Bairro São Sebastião. Este sistema, no período de seca, é reforçado pelo Sistema Lambari por meio de manobras na adutora que interliga a EEAT (Estação Elevatória de Água Tratada) do Jardim Oriente ao reservatório R17, reservatório elevado do Bairro Nossa Senhora de Fátima. Esta manobra inverte o fluxo desta adutora fazendo com que a água do Sistema Lambari injeta no reservatório R20, reservatório semienterrado com capacidade de 200 m<sup>3</sup> do Jardim Oriente (DMAE, 2018).

#### 4.2.4 Sistema Santa Rita

O Sistema Santa Rita é composto pelos bairros periféricos descritos a seguir, e estão situados no setor noroeste da cidade e são abastecidos por cinco poços profundos.

- Bairro Santa Rita
- Bairro Santo Agostinho
- Bairro Sidônio Cardoso
- Bairro Jardim União Carmelitana
- Bairro Jardim Américo (em implantação)

Os reservatórios que compõem o Sistema Santa Rita estão apresentados na Tabela 5, e possui um total de 523 m<sup>3</sup> de água armazenada.

Tabela 5 – Reservatórios do Sistema Santa Rita.

Nº	TIPO	LOCALIZAÇÃO	MATERIAL	CAPAC. (m <sup>3</sup> )
R5	Elevado	Rua Madre Clara, Bairro St <sup>a</sup> Rita	Metálico	45
R13	Apoiado	Rua Neném Hilário, Bairro St <sup>a</sup> Rita	Concreto	225
R18	Elevado	Rua Madre Clara, Bairro St <sup>a</sup> Rita	Concreto	165
R24	Elevado	Bairro Jardim Américo	Metálico	88
<b>TOTAL</b>				<b>523</b>

Fonte: Autor (2018).

A rede de distribuição do bairro Santa Rita, Santo Agostinho e Jardim União são interligados e alimentados por uma rede de PVC ramificada que sai do reservatório elevado R18 com diâmetros entre DN 40 mm a DN 100 mm. O bairro Sidônio Cardoso possui um anel com comprimento de 825 m localizado no centro do bairro, constituído de tubos de PVC, com DN 75 mm que alimenta uma rede secundária de PVC com 2.105 m de extensão com diâmetros variando entre 40 mm e 50 mm (DMAE, 2018).

#### **4.2.5 Sistema Lagoinha/Planalto**

O Sistema Lagoinha/Planalto abrange o setor oeste da cidade, é abastecida por 03 (três) poços profundos e é também reforçada pelo Sistema Santa Bárbara/Mumbuca por meio da estação elevatória João Pinheiro, a qual recalca água para o reservatório R2, reservatório elevado do bairro Lagoinha (DMAE, 2018).

São os seguintes os bairros abastecidos por este sistema Lagoinha/Planalto:

- Distrito Industrial
- Alto da Lagoinha
- Lagoinha
- Planalto
- Bela Vista
- Alto do Boa Vista
- Residencial Lambari

- Condomínio Gomes Aguiar

A Tabela 6 representa os reservatórios que compõem este sistema, perfazendo um volume de reservação total de 330 m<sup>3</sup>.

Tabela 6 – Reservatórios do Sistema Lagoinha/Planalto.

Nº	TIPO	LOCALIZAÇÃO	MATERIA L	CAPAC. (m <sup>3</sup> )
R2	Elevado	Rua Bananal, Bairro Lagoinha	Concreto	245
R15	Elevado	Alto da Lagoinha	Metálico	50
R25	Elevado	Condomínio Gomes de Aguiar	Metálico	35
<b>TOTAL</b>				<b>330 m<sup>3</sup></b>

Fonte: Autor (2018).

Segundo DMAE (2018) a rede de distribuição dos bairros Alto da Lagoinha e Parte Alta da Lagoinha são abastecidos através do reservatório elevado Alto da Lagoinha R15, que alimenta uma rede ramificada de PVC com diâmetros de compreendidos entre 50 e 75 mm. O Distrito Industrial possui rede de PVC de diâmetro variando entre 50 e 75 mm que é suprida por meio do poço profundo denominado P11, localizado no mesmo local. Os demais bairros são abastecidos por uma rede principal de cimento amianto DN 100 mm que parte do reservatório R2, reservatório elevado da Lagoinha.

#### 4.2.6 Sistema Lambari

O Sistema Lambari tem como fontes de produção as águas da nascente do Córrego Lambari, com captação superficial, por meio de uma pequena barragem de nível, e sub superficialmente, por meio de drenos. Este sistema abastece os seguintes bairros da zona leste da cidade:

- Alto da Vila Nova
- Nossa Senhora de Fátima
- Alto do bairro Belo Horizonte
- Aeroporto
- Vila Dourada
- Campestre

## Avaliação do sistema de abastecimento de água...

- Jardim Ipiranga

O Sistema Lambari conta com 2.130 m<sup>3</sup> de reservação de água distribuídos nos reservatórios apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Reservatórios do Sistema Lambari.

Nº	TIPO	LOCALIZAÇÃO	MATERIAL	CAPACIDADE (m <sup>3</sup> )
R3	Enterrado	Av. Belo Horizonte	Concreto	330
R6	Elevado	Av. R. Rezende	Concreto	140
R14	Apoiado	Av. Belo Horizonte	Concreto	1.100
R15	Elevado	Bairro Aeroporto	Metálico	150
R17	Elevado	Bairro N <sup>a</sup> . S <sup>a</sup> Fátima	Concreto	170
R22	Enterrado	Bairro Aeroporto	Concreto	220
R23	Elevado	Bairro Jardim Ipiranga	Metálico	20
<b>TOTAL</b>				<b>2.130</b>

Fonte: Autor (2018).

A rede de distribuição do Sistema Lambari é composta de dois anéis independentes, um anel para os bairros Aeroporto e Vila Dourada, alimentado pelo reservatório R15 (Reservatório Aeroporto) e o outro para os bairros Belo Horizonte e Nossa Senhora de Fátima, alimentado pelo reservatório R17 (Reservatório Nossa Senhora de Fátima). Estes anéis foram projetados no ano de 2000 e somente uma parte desta rede projetada, aproximadamente 50% (cinquenta por cento) está concluída. No bairro Jardim Ipiranga, foi construída uma rede principal (anel) no passeio em tubos de PVC, diâmetro de 110 mm alimentada pelo reservatório R23 (DMAE, 2018).

### 4.3 Levantamento de dados no DMAE

Para análise da estrutura operacional do sistema de abastecimento de água, foram fornecidos pelo DMAE os seguintes dados do abastecimento de água entre o ano de 2016 até julho de 2018, os quais possibilitaram abranger mais o estudo:

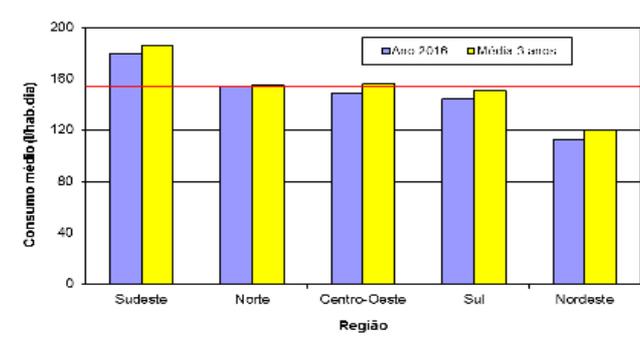
- índices de consumo efetivo: valor estimado de 4.320.000 m<sup>3</sup>/ano;
- volume consumido nas residências medido pelos hidrômetros: com valor de 3.590.000 m<sup>3</sup>/ano;

- número médio de economias: 18.150 residências;
- número de dias da medição pelos hidrômetros: este número varia entre 29 a 31; número de habitantes por ligação: 03 habitantes/residência, dado recomendado pelo IBGE.
- índice de perda: atualmente 35%.

#### 4.4 Resultado do consumo médio *per capita*

Segundo o SNIS (2016) o valor do consumo *per capita* de água do país em 2016 equivale a 154 L/hab.dia, considera-se o Rio de Janeiro como estado de maior consumo de água com o valor de 248,3 L/hab.dia, influenciando a região sudeste representar a maior consumidora de água do Brasil, de acordo com dados apresentados na Figura 6. Minas Gerais contabiliza o consumo *per capita* de água de 155,2 L/hab.dia.

Figura 6 – Valores do consumo médio *per capita* de água no Brasil.



Fonte: SNIS (2016).

O consumo efetivo *per capita* ( $q_e$ ) foi obtido por meio da Equação 1, utilizando os dados fornecidos pelo DMAE. O cálculo consistiu em, implantar o volume consumido nas residências medido pelos hidrômetros com valor de 3.590.000 m<sup>3</sup>/ano multiplicado por 1.000 para chegar no valor de 3.590.000.000 L/ano, posteriormente dividiu-se pelos valores: número médio de economias que equivale 18.150 residências; número de dias da medição pelos hidrômetros que varia entre 29 a 31, o qual foi adotado a média de 30 e o número de habitantes por ligação utilizando o valor 03 habitantes/residência de acordo com normas do IBGE, contabilizando o resultado de  $q_e = 2.197,73$  L/res.mês.

$$q_e = \frac{3.590.000 \frac{\text{m}^3}{\text{ano}} \times 1.000 \text{ L}}{18.150 \text{ res} \times 30 \times 03 \frac{\text{h}}{\text{res}}} = 2.197,73 \text{ L/res.mês.}$$

O consumo *per capita* da segmento na resolução anterior, com a Equação 2 que agora utiliza o valor de  $q_s = 2.197,73 \text{ L/res.mês}$  dividido pelo índice de perdas do sistema de abastecimento de água com valor de 35% menos 1. Foram contabilizado o resultado representando o consumo *per capita* de  $q = 3.381,12 \text{ L/res.mês}$ , sendo o mesmo dividido por 30, correspondente a quantidade dias do mês, resultando em um valor de consumo de água de  $q = 112,70 \text{ L/hab.dia}$ . Assim, o consumo da cidade de Monte Carmelo está bem abaixo do consumo médio do estado, que atingiu 155,2 L/hab.dia no ano de 2016/2017.

$$q = \frac{2.197,73 \frac{\text{L}}{\text{res}} \cdot \text{mês}}{1 - 35\%} = 3.381,12 \text{ L/res.mês}$$

#### 4.5 Proposta de solução para o Sistema de Abastecimento de Água

Após análise do sistema de abastecimento de água da cidade de Monte Carmelo, verifica-se que o mesmo apresentou muitos avanços nos últimos tempos. O grau de universalização na distribuição de água da cidade é adequado, e provavelmente vai atingir os 100% nos próximos anos. O maior problema que se nota é a situação referente ao índice de perdas do sistema, que compreende um valor de 35%, possivelmente até mais. Uma possível solução para diminuir esse déficit crescente no consumo de água seria um controle de perdas, o qual poderia ser feito com uma manutenção regular dos hidrômetros e com a reposição dos mesmos, com a troca das tubulações mais antigas que compõem o sistema da cidade por canos de PVC e aumentando a fiscalização das ligações clandestinas. Com essas medidas propostas, espera-se que haja uma redução de pelo menos 50% nas perdas de distribuição. Além disso, seria necessário um reajuste das tarifas cobradas, uma vez que seria impossível a concessionária ser auto-sustentável, mesmo que as perdas fossem reduzidas a valores insignificantes.

## 5 CONCLUSÃO

Após realização deste trabalho conclui-se que os índices de perdas na distribuição e faturamento de água mostraram uma melhoria considerável nos últimos anos e ainda um grande potencial de aperfeiçoamento. O índice de perda era de 37%,

RODRIGUES, A. de A.; COSTA, E. S.; MATSUOKA, J. V.

reduziu para 35%. Os índices de produção e consumo *per capita* se mostraram constantes durante os últimos anos e abaixo do consumo recomendado pela organização mundial da saúde. O nível de universalização dos serviços de abastecimento foi o índice que mais avançou na cidade chegando muito perto da situação ideal de 100% de cobertura. Sendo que a cobertura do abastecimento de água tratada é de 99,9%, o restante das residências são abastecidas por poços. A concessionária, responsável pelo serviço de abastecimento de água da cidade de Monte Carmelo, se encontra funcionando conforme apresentado no plano diretor da cidade, o problema mais agravante que foi encontrado foram as perdas de água na distribuição do sistema de abastecimento da cidade. Diante disso, recomenda-se a elaboração de um plano de controle de perdas no sistema e o reajuste das tarifas para que se aperfeiçoe ainda mais os serviços da concessionária.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de Janeiro de 2007**. Institui as diretrizes nacionais para o saneamento básico e a Política Federal de Saneamento Básico no Brasil. Brasília: Diário Oficial da União, 2007.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO. PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico. Monte Carmelo, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo, 2010.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do Saneamento Básico**. 2012. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa16/manual-imprensa.pdf>>. Acesso em: 09 maio 2018.

PMSB - **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Prefeitura Municipal de Monte Carmelo, 2013. 252 p.

SARTORI, H. **O Saneamento Básico no Brasil**. Disponível em: <<https://www.saneamentobasico.com.br/o-saneamento-basico-no-brasil-por-hiram-sartori/>>. Acesso em: 03 mar 2018.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO. **Ranking do Saneamento das 100 Maiores Cidades**. 2017. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-das-100-maiores-cidades-2017>>. Acesso em: 03 mar 2018.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. 2016. Disponível em: <[http://etes-sustentaveis.org/wp-content/uploads/2018/03/Diagnostico\\_AE2016.pdf](http://etes-sustentaveis.org/wp-content/uploads/2018/03/Diagnostico_AE2016.pdf)>. Acesso em: 30 out 2018.

Avaliação do sistema de abastecimento de água...

TERASSAKA, C.; SALES, I. V.; LOPES, J.; FATTORI, P. **Sistema de abastecimento de água**. Araçatuba: Universidade Paulista, 2014.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 4. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitário da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

VOW SPERLIN, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgoto**. v.1, 4 ed. Belo Horizonte: EDUFMG, 2014.