

**FUNDAÇÃO CARMELITANA MÁRIO PALMÉRIO
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

ALIFE DE AGUIAR RODRIGUES

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

**MONTE CARMELO – MG
DEZEMBRO / 2018**

ALIFE DE AGUIAR RODRIGUES

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

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Civil, da Faculdade de Ciências
Humanas e Sociais da Fundação
Carmelitana Mário Palmério –
FUCAMP, para obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Emiliano
Silva Costa

**MONTE CARMELO – MG
DEZEMBRO / 2018**

Página reservada para a Folha de Aprovação

DEDICATÓRIA

Dedico a minha família, que sempre me apoiou e incentivou para que prosseguisse e alcançasse esta vitória. Em especial aos meus pais, que foram verdadeiros guerreiros, para compartilhar comigo este momento tão especial na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

À instituição FUCAMP e a seus funcionários, que oportunizaram a janela de onde vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Ao meu orientador e coordenador Me. Emiliano, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Agradeço à todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas na manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, pelo tanto que se dedicaram à mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me convencido à aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Agradeço à minha mãe Maria Amélia que sempre esteve ao meu lado e foi a minha maior incentivadora. Ao meu pai Miguel que batalhou por anos para proporcionar a melhor educação aos seus filhos. Ao meu irmão Anderson que acreditou no meu sonho e me deu força todos os dias.

Meus agradecimentos aos amigos Bárbara, Camila, Cássio, Dário, Daniela, Gabriel, Elton, Jonathan, Larissa, Natália, Railson, Viviane e Weverton, companheiros de trabalhos e irmão na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Obrigado! Primos e tias pela contribuição valiosa.

EPÍGRAFE

*“O mais corajoso dos atos ainda
é pensar com a própria cabeça.”*
(Coco Chanel)

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, econômica e ambiental. Foram criados no mundo planos de saneamento básico para auxiliar os gestores e consumidores à compreender melhor a situação do abastecimento de água. Dentre os dados existentes, estão os índices de perdas, de atendimento à população e de consumo *per capita*, largamente utilizados pela fácil interpretação e utilidade para a gestão pública. 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, índice de perda. Os dados utilizados foram disponibilizados pela Lei nº 11.445, PMSB, DMAE, SNIS, 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, mais ainda tem muito a melhorar 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.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esgoto a céu aberto em uma rua de da cidade de Brasília-DF.....	16
Figura 2 – Esquema representativo de um Sistema de Abastecimento de Água.....	21
Figura 3 – Localização da cidade de Monte Carmelo MG.....	22
Figura 4 – Estação de Tratamento de Água de Monte Carmelo.....	23
Figura 5 – Reservatório Elevado da Catulina.....	29
Figura 6 – Valores do consumo médio <i>per capita</i> de água no Brasil.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Monte Carmelo.....	25
Tabela 2 – Reservatórios do Sistema Santa Bárbara/Mumbuca.....	27
Tabela 3 – Reservatórios do Sistema Catulina.....	28
Tabela 4 – Reservatórios do Sistema Jardim Oriente.....	29
Tabela 5 – Reservatórios do Sistema Santa Rita.....	30
Tabela 6 – Reservatórios do Sistema Lagoinha/Planalto.....	31
Tabela 7 – Reservatórios do Sistema Lambari.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABREVIATURAS

Km	Quilômetros
m	Metro
mm	Milímetro
R	Reservatório
l	Litros
s	Segundos
P	Poço
hab	Habitante
res	Residência

SIGLAS

BNH	Banco Nacional de Habitação
DMAE	Departamento Municipal de Água e Esgoto
EEAT	Estação Elevatória de Água Tratada
FAE	Fundo de Água e Esgotos
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FUCAMP	Fundação Carmelitana Mário Palmério
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
SNIS	Sistema Nacional de Informações de Saneamento
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNSB	Política Nacional de Saneamento Básico
PVC	Policloreto de vinil

LISTA DE SÍMBOLOS

DN	Diâmetro
q_e	Consumo efetivo <i>per capita</i> de água
V_c	Volume consumido medido pelos hidrômetros
NE	Número médio de economias
ND	Número de dias da medição pelos hidrômetros
NH/L	Número de habitantes por ligação
q	Consumo <i>per capita</i> de água
I	Índice de perdas.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivo geral	14
1.1.1	<i>Objetivos específicos</i>	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Saneamento Básico	15
2.2	Breve histórico do Saneamento Básico no Brasil.....	16
2.3	A Lei nº 11.445 e os Planos Municipais de Saneamento Básico.....	17
2.4	Plano Municipal de Saneamento Básico de Monte Carmelo – MG	20
2.5	Componentes do Sistema de Abastecimento de Água	21
3	METODOLOGIA.....	22
3.1	Caracterização da área de estudo.....	22
3.2	Levantamento de Dados	22
3.2.1	<i>Pesquisa Documental</i>	23
3.2.2	<i>Pesquisa de Campo</i>	23
3.3	Indicadores do Sistema de Abastecimento de Água	24
3.3.1	<i>Consumo Efetivo Per Capita</i>	24
3.3.2	<i>Consumo Per Capita</i>	24
3.4	Análise da Estrutura Operacional.....	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1	Sistema de Abastecimento de Água existente na cidade	25
4.2	Descrição do Sistema de Abastecimento de Água existente na cidade.....	26
4.2.1	<i>Sistema Santa Bárbara/Mumbuca</i>	26
4.2.2	<i>Sistema Catulina</i>	28
4.2.3	<i>Sistema Jardim Oriente</i>	29
4.2.4	<i>Sistema Santa Rita</i>	30
4.2.5	<i>Sistema Lagoinha/Planalto</i>	31
4.2.6	<i>Sistema Lambari</i>	32
4.3	Levantamento de dados no DMAE	33
4.4	Resultado do consumo médio <i>per capita</i>	33
4.5	Proposta de solução para o Sistema de Abastecimento de Água.....	35
5	CONCLUSÃO.....	35
	REFERÊNCIAS	37

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

O Plano de Investimentos do PMSB tem o objetivo de determinar quais são as prioridades do município e distribuí-las, ao longo do período de planejamento compreendido em 20 anos, além de determinar o custo envolvido para cada ação. Considerando que, o PMSB

identifica as carências de saneamento básico nos domicílios do município, entende-se que este seja uma importante ferramenta para o planejamento, inclusive financeiro, no que diz respeito aos serviços de saneamento básico (PMSB, 2013).

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 do município 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 Breve histórico do Saneamento Básico no Brasil

O grande crescimento das cidades fez com que na década de 1950 até o final do século passado, desenvolvesse um investimento em Saneamento Básico no Brasil, que ocorreu em alguns períodos específicos, com maior destaque nas décadas de 1970 e 1980. No período desta implementação, foi criado o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), que apresentou um avanço nos índices de atendimento dentro do sistema de abastecimento de água, mas que, não teve benefícios significativos para a diminuição no déficit de coleta e tratamento de esgoto. Conseqüentemente, o Brasil ainda apresenta uma grande desigualdade, com relação ao acesso de uma água potável tratada e, principalmente, a falta de coleta e tratamento de esgoto (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

O PLANASA lançado no início dos anos 1970, estabeleceu como presente a participação dos estados no fornecimento e na realização da infraestrutura do saneamento básico no Brasil. Com a enorme demanda por saneamento, foi destinado, em 1967, ao Banco Nacional de Habitação (BNH), examinar a situação no setor, onde foram criados

programas de Fundo de Água e Esgotos estaduais (FAE). O financiamento habitacional dos municípios começou a ser executado pelo BNH e pelos governos estaduais, com intuito de um serviço organizado e investimentos iguais no setor. Entretanto, de 1968 a 1984, tal financiamento não originou resultados como o previsto, sendo que as proporções de investimento foram nada iguais. Os governos estaduais forneceram apenas 35% de recursos e coube o BNH fornecer os outros 65% restantes ao setor (GALVÃO JUNIOR *et al.*, 2009).

Ainda, segundo Galvão Junior e colaboradores (2009), com a demanda crescente por saneamento no Brasil pelo processo de urbanização, o PLANASA mesmo não sendo suficiente, teve como uma experiência bem-sucedida na geração de uma rápida execução da ampliação na cobertura dos serviços de saneamento básico. A operação feita pelo PLANASA funcionou bem enquanto havia a geração de recursos positivos para fins no financiamento habitacional, especialmente os oriundos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS). Entretanto, em virtude das crises econômicas da década de 1980 e com o aumento do desemprego ao decorrer dos anos, o esgotamento da execução do PLANASA veio com a redução consideravelmente destas fontes, que gravam os recursos para operação desse Plano fazendo com que as companhias estaduais de água e esgoto fossem sentenciadas com a obrigação de arcar com as dívidas criadas pelo desfecho insatisfatório do PLANASA.

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

O texto da Lei Brasil (2007, p. 2), em seu artigo 3º, define saneamento básico como:

Conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais de:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas 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 consequentemente 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).

O presente conteúdo das atividades públicas de saneamento básico destaca os Planos, a Lei nº 11.445/2007 demanda, em seu artigo 19º, para cada um dos tópicos de serviços de saneamento básico, representado pelo seguinte texto (BRASIL, 2007, p. 8):

I - diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida, utilizando sistema de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos e apontando as causas das deficiências detectadas;

II - objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para a universalização, admitidas soluções graduais e progressivas, observando a compatibilidade com os demais planos setoriais;

III - programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas, de modo compatível com os respectivos planos plurianuais e com outros planos governamentais correlatos, identificando possíveis fontes de financiamento;

IV - ações para emergências e contingências;

V - mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas.

Assim, é necessário a divisão da elaboração do PMSB em diferentes etapas, facilitando o segmento aos requisitos previsto em lei. A primeira fase tem como objetivo formar grupos de trabalho com a população, tomando em conta o conhecimento e a identificação sobre as questões diversas e as soluções cabíveis. Todos os dados levantados em pesquisas são armazenados no sistema para assistência sobre as decisões quando tomadas pelo município (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2013).

Segundo o Instituto Trata Brasil (2013), na segunda etapa, concretiza um diagnóstico socioeconômico, da parte estrutural e das atividades de saneamento básico. Nessa etapa, elaboram-se o planejamento de necessidades a serem corrigidas, aonde é realizado a elaboração do Plano de Execução. Nele, adotam-se metas e projetos a serem alcançados considerando a exigência da população. Consistindo em: Imediatos ou emergências – até 3 anos; Curto prazo – de 4 a 8 anos; Médio prazo – de 9 a 12 anos; Longo prazo – de 13 a 20 anos. Levando em conta a necessidade caso um possível crescimento do município ao decorrer dos anos e o custo para execução do Plano.

O texto presente no Instituto Trata Brasil (2013), define a terceira etapa da elaboração do PMSB como:

A terceira parte consiste em elaborar o Relatório Final e Minuta do Projeto de Lei do Plano Municipal de Saneamento Básico. Ambos são submetidos à

audiência pública (com a participação social) e à Câmara de Vereadores para a aprovação. Caso aprovado, o plano deve ser executado e revisado, no mínimo, a cada quatro anos.

Prazos para implementação do Plano de Saneamento Básico. O Decreto n. 7.217/2010, que regulamentou a Lei n. 11.445/2007, prorrogou o prazo de entrega dos PMSB's de 2010 para dezembro de 2013 ao estabelecer que a partir do exercício financeiro de 2014 a existência do plano seria condição para o acesso a recursos orçamentários da União (§2º, art. 26). Este prazo, porém, foi novamente prorrogado para o exercício financeiro de 2016 (Decreto Federal n. 8.211 de 21/03/14), passando valer a data final de entrega dos planos para 31 de dezembro de 2015. O Decreto vinculou ainda o acesso a recursos da União à existência de organismos de controle social até dezembro de 2014.

Após isso, ocorreram mais três postergações da legislação, uma que determinava as entregas para dezembro de 2016, outra, que definiu o prazo para o final de 2017 e a última que regulamentada pelo Decreto nº 9.254/2017 que postergou o prazo para 31 de dezembro de 2019.

2.4 Plano Municipal de Saneamento Básico de Monte Carmelo – MG

A elaboração do PMSB do município de Monte Carmelo – MG 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). Consequentemente, 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).

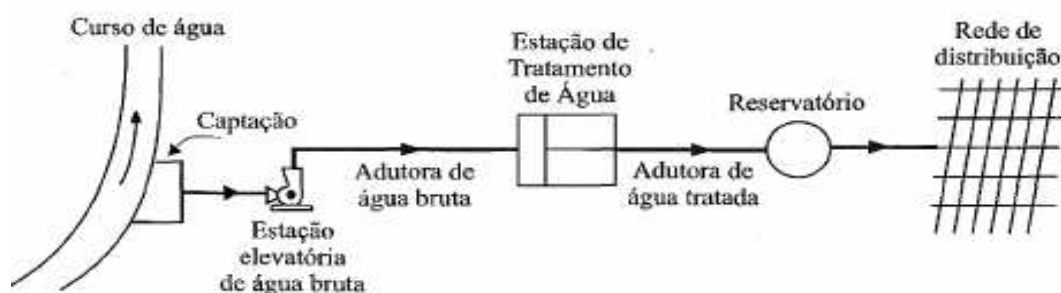
Segundo o PMSB (2013), o Plano contempla, uma estimativa na qual apresenta as quantidades de recursos hídricos e o licenciamento ambiental para fins de executar atividades entre elas especificamente – água, esgoto, resíduos sólidos, entre outros. Assim, a partir dos conceitos de informações baseadas 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 - MG, levando o mesmo a ser apreciado pela a sociedade civil.

2.5 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, p. 15).

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 km² 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 a 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 Carmelo.



Fonte: Autor (2018).

3.3 Indicadores 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):

$$q_e = \frac{V_c}{NE \times ND \times NH/L} \quad (1)$$

Onde:

q_e = consumo efetivo *per capita* de água;

V_c = volume consumido medido pelos hidrômetros;

NE = número médio de economias;

ND = número de dias da medição pelos hidrômetros;

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.

$$q = \frac{q_e}{1-I} \quad (2)$$

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
Total	160	100

Fonte: Autor (2018).

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 m³.

Tabela 2 – Reservatórios do Sistema Santa Bárbara/Mumbuca.

Nº	TIPO	LOCALIZAÇÃO	MATERIAL	CAPAC. (m ³)
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 Bougainville	Metálico	22
TOTAL				2.145

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 recalçada 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:

- 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 m³.

Tabela 3 – Reservatórios do Sistema Catulina.

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

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 m³ de armazenagem de água.

Tabela 4 – Reservatórios do Sistema Jardim Oriente.

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

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 m³ 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 m³ de água armazenada.

Tabela 5 – Reservatórios do Sistema Santa Rita.

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

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 m³.

Tabela 6 – Reservatórios do Sistema Lagoinha/Planalto.

Nº	TIPO	LOCALIZAÇÃO	MATERIA L	CAPAC. (m ³)
R2	Elevado	Rua Bananal, Bairro Lagoinha	Concreto	245
R15	Elevado	Alto da Lagoinha	Metálico	50
R25	Elevado	Condomínio Gomes de Aguiar	Metálico	35
TOTAL				330 m³

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
- Jardim Ipiranga

O Sistema Lambari conta com 2.130 m³ de reservação de água distribuídos nos reservatórios apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Reservatórios do Sistema Lambari.

Nº	TIPO	LOCALIZAÇÃO	MATERIAL	CAPACIDADE (m ³)
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 ^a . S ^a Fátima	Concreto	170
R22	Enterrado	Bairro Aeroporto	Concreto	220
R23	Elevado	Bairro Jardim Ipiranga	Metálico	20
TOTAL				2.130

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).

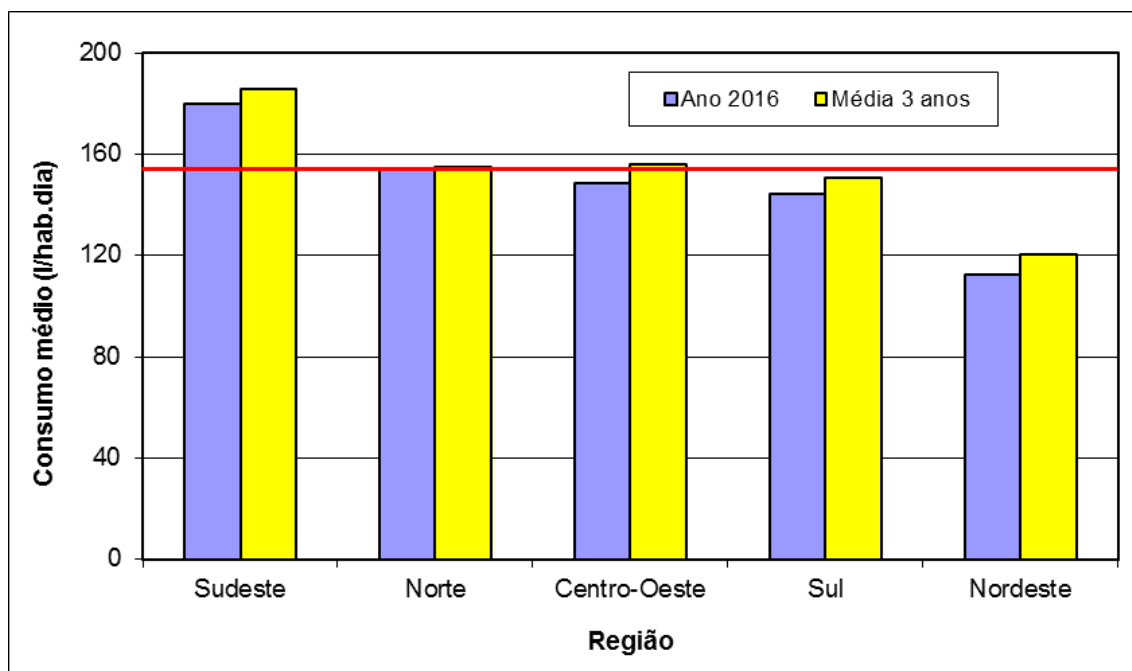
4.3 Levantamento de dados no DMAE

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 m³/ano;
- volume consumido nas residências medido pelos hidrômetros: com valor de 3.590.000 m³/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 m³/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.

$$q_e = \frac{3.590.000 \frac{\text{m}^3}{\text{ano}} \times 1.000 \text{ L}}{18.150 \text{ res} \times 30 \times 03 \text{ h/res}} = 2.197,73 \text{ L/res.mês.} \quad (1)$$

O consumo *per capita* da segmento na resolução anterior, com a Equação 2 que agora utiliza o valor de $q_e = 2.197,73$ 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 $q = 3.381,12$ L/res.mês, sendo o mesmo dividido por 30, correspondente a quantidade dias do mês, resultando em um valor de consumo de

água de $q = 112,70$ 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.

$$q = \frac{2.197,73 \text{ L/res.mês}}{1-35\%} = 3.381,12 \text{ L/res.mês} \quad (2)$$

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%, 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.

GALVÃO JUNIOR, A. C.; NISHIO, S. R.; BOUVIER, B. B.; TUROLLA, F. A. Marcos regulatórios estaduais em saneamento básico no Brasil. Rio de Janeiro: **Revista de Administração Pública**, Jan./Fev. 2009.

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-impressa.pdf>>. Acesso em: 09 maio 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Tudo o que você precisa saber sobre Planos Municipais de Saneamento Básico**. 2013. Disponível em: <<http://m.tratabrasil.org.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-planos-municipais-de-saneamento-basico>>. Acesso em: 24 maio 2018.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. Rio de Janeiro: **Revista de Administração Pública**, Mar./Abr. 2011.

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>. Acesso em: 30 out 2018.

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**. V1, 4 ed. Belo Horizonte: EDUFMG, 2014.