



VANESSA FABIANA COSTA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE
ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CARRANCAS-MG**

**Lavras- MG
2022**

VANESSA FABIANA COSTA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO
DE CARRANCAS-MG**

Monografia apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do curso
de Engenharia Ambiental e Sanitária, para
obtenção do título de Bacharel.

Dra. Camila Silva Franco
Orientadora

**LAVRAS- MG
2022**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus e a minha família, meus pais Ronei Azevedo Costa e Maria Lúcia Fabiana, minha irmã Fernanda Fabiana Costa, que sempre estiveram ao meu lado nesses 6 anos, especialmente a meu pai pelo apoio incondicional.

Meu namorado Bruno Guimarães Fonlyme que me acompanhou e contribuiu nessa trajetória.

A todos meus amigos e colegas de graduação, especialmente às minhas amigas Thaís Caroline da Cruz e Jaqueline Fagundes Costa e também meu colega Wesley Gonçalo Silveira, por todo companheirismo e suporte.

A minha madrinha Vera Rezende, que sempre me incentivou nos estudos desde criança, na graduação não foi diferente.

A professora Camila Silva Franco pela orientação, aprendizado e suporte.

A todos os professores do Departamento de Engenharia Ambiental.

E a UFLA por me proporcionar essa experiência.

Sou eternamente grata a todos!

Muito obrigada!

RESUMO

A água é um bem universal imprescindível para a manutenção da vida, sendo utilizada em diversas aplicações. O abastecimento público é um dos setores que demanda um elevado consumo de recursos hídricos para atender as necessidades básicas e o bem-estar da população. Para tanto, deve seguir critérios físicos, químicos e microbiológicos obedecendo ao padrão de potabilidade para que não cause prejuízos à saúde. Desse modo, objetivou-se avaliar a qualidade da água utilizada para abastecimento no município de Carrancas-MG é adequada para consumo humano, considerando os critérios definidos pela Portaria da Potabilidade nº 888 /2021. Para tal, foram realizadas análises de variáveis físicas, químicas e microbiológicas ao longo do mês de março em 3 pontos de amostragem diferentes distribuídos na área de estudo. As metodologias analíticas utilizadas foram embasadas no Standard Methods. A partir dos resultados obtidos foi possível identificar uma relação da variação da qualidade da água com a ocorrência de chuvas, bem como observar os baixos valores de turbidez, em todos os pontos coletados, sendo o maior valor igual a 0,2475 NTU do Bairro Bela Vista, enquanto a média dos demais pontos foi de 0,1 NTU. De maneira geral, o ponto de captação apresentou, na maioria das variáveis analisadas, um padrão inferior aos demais pontos avaliados, em que os resultados se apresentaram fora dos critérios estabelecidos pela Portaria da Potabilidade 888/21 do Ministério da Saúde, no qual apresentou um maior número de coliformes totais, 970000 NMP/100 mL, e coliformes termotolerantes, 105, 95 NMP/100 mL. Essa condição permite sugerir a ocorrência de poluição hídrica na área em que o manancial está localizado, uma vez que a presença deste grupo de bactérias é um bioindicador de contaminação fecal. Portanto, a fim de preservar a saúde da população, se faz necessário à implantação de um sistema de tratamento simplificado composto pelo processo de filtração, através de um filtro de camada dupla, seguido de desinfecção, por meio da cloração, por se tratar de um manancial com baixa turbidez.

Palavras- chaves: Abastecimento, qualidade da água, padrões de potabilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Municípios Brasileiros atendidos pela rede de abastecimento de água no período de 1989- 2017	10
Figura 2- Número de internações em 2019 devido a falta de saneamento básico	11
Figura 3- Localização do município de Carrancas no estado de Minas Gerais	23
Figura 4- Localização dos pontos de coleta ao longo do município	25
Figura 5- Esquema representativo da rede de distribuição de água	27
Figura 6- Reservatório localizado no final da Avenida Brasil.....	28
Figura 7- Estrutura de captação de água do município	28
Figura 8-Resultados das análises de pH da água de abastecimento em Carrancas, MG.....	32
Figura 9- Resultados dos valores de turbidez da água de abastecimento de Carrancas, MG..	33
Figura 10- Precipitação na área de estudo no mês de março	34
Figura 11- Concentração de sólidos totais dissolvidos da água de abastecimento em Carrancas, MG	35
Figura 12- Concentração de Nitrato em cada ponto de amostragem	36
Figura 13- NMP de coliformes totais na água de abastecimento de Carrancas, MG.....	37
Figura 14- NMP de coliformes termotolerantes na água de abastecimento de Carrancas, MG	38
Figura 15- Área de drenagem do ponto de captação	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Índice de abastecimento municípios vizinhos da área de estudo.....	13
Tabela 2. Valores Máximos Permitidos pela legislação vigente das variáveis física e química da água.	20
Tabela 3. Resultados das análises de qualidade de água de abastecimento em Carrancas, MG	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Doenças de veiculação hídrica.....	16
Quadro 2. Variáveis analisadas e métodos analíticos.....	29

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
1.1. Objetivos.....	8
1.1.1.Objetivos específicos	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1 Saneamento Básico: acesso água potável	9
2.1.1. Abastecimento de água em pequenos municípios.....	11
2.2.Contaminação da água	13
2.2.1. Saúde Única.....	14
2.2.2 Variáveis Físicas e Químicas da água	17
2.3. Tratamento de água.....	20
2.4.Área de Estudo.....	23
3. METODOLOGIA.....	26
3.1.Coleta	26
3.2. Análises químicas	29
3.3. Tratamento dos dados	29
3.4. Delimitação da área de drenagem da captação.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1. Qualidade da água de abastecimento em Carrancas, MG	31
4.2. Propostas para melhorias no sistema de abastecimento do município.....	40
5. CONCLUSÃO	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem universal imprescindível para a manutenção da vida, sendo utilizada em diversos setores, como agricultura, indústria, produção de energia elétrica, mineração, abastecimento público. No entanto, a disponibilidade de água doce é pequena, bem como está distribuída de forma irregular pelo globo, na qual Brasil dispõe de cerca de 12,0%, apesar da tentativa de reduzir seu consumo, o provimento deste recurso está se tornando cada vez mais escasso, bem como sua qualidade diretamente afetada (ANA, 2019).

O abastecimento público é um dos setores que demanda um elevado consumo de recursos hídricos para atender as necessidades básicas e o bem-estar de uma população. A água destinada ao consumo humano é denominada de água potável e suas características devem atender aos padrões de potabilidade definidos Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, na qual dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2021).

Nos últimos anos o crescimento populacional somado a massiva intervenção antrópica sobre os recursos naturais tem causado degradação ambiental. O lançamento de efluentes domésticos e industriais sem o devido tratamento, descarte resíduos sólidos, fertilizantes agrícolas, manejo inadequado do solo, restos de material orgânico são as principais fontes de poluição hídrica, tornando água imprópria para consumo na qual prejudica seu provimento (CARVALHO et al., 2000; VENDRAMEL e KÖHLER, 2002).

O consumo de água contaminada por agentes biológicos, físicos ou químicos possui uma estreita relação com problemas de saúde, causando diversas epidemias e doenças no trato gastrointestinal, tais como febre tifóide, febre paratifóide, ancilostomíase, ascaridíase, amebíase, cólera, diarreia infecciosa, disenteria bacilar, esquistossomose, estrogiloidíase, salmonelose, teníase e cisticercose. Essas enfermidades de veiculação hídrica correspondem a aproximadamente 85% da ocorrência das doenças no país, frutos do processo de urbanização e precário sistema de saneamento básico. Embora a tentativa do processo de universalização ao acesso de água e esgoto no Brasil, até então, há mais de 100 milhões de pessoas sem cobertura no sistema de esgoto e 35 milhões sem acesso ao tratamento e abastecimento de água (INBEC, 2019).

Um instrumento imprescindível para manutenção das deficiências no sistema de abastecimento público é a vigilância e o controle, que se dá através do monitoramento da

qualidade da água, visto que o ponto de partida para o tratamento da água é preservar a saúde pública.

Entretanto, a prestação de serviços de saneamento básico, especialmente tratamento de água e esgoto, em municípios pequenos, é marcada pela falta de investimentos e planejamento da gestão pública e a reduzida participação do setor privado (LEONETI et al. 2011). Não distante da realidade de inúmeros municípios de pequeno porte do país, Carrancas, pequena cidade do sul de Minas de Gerais, não é atendida por companhias de saneamento do setor privado, sendo a gestão pública municipal a responsável pela prestação destes serviços, em que o tratamento de água é negligenciado. A carência deste setor causa não somente danos ambientais bem como prejuízos à saúde da população, em função da ingestão de água de qualidade duvidosa.

1.1. Objetivos

O presente trabalho tem por objetivo avaliar se a qualidade da água utilizada para abastecimento público no município de Carrancas é adequada para consumo humano, considerando os critérios definidos pela PORTARIA GM/MS Nº 888, de 4 de maio 2021.

1.1.1. Objetivos específicos

-Avaliar variáveis físicas, químicas e microbiológicas da água de abastecimento de Carrancas- MG.

- Indicar melhorias na proposta de tratamento da água do município embasado nos resultados das análises.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Saneamento Básico: acesso água potável

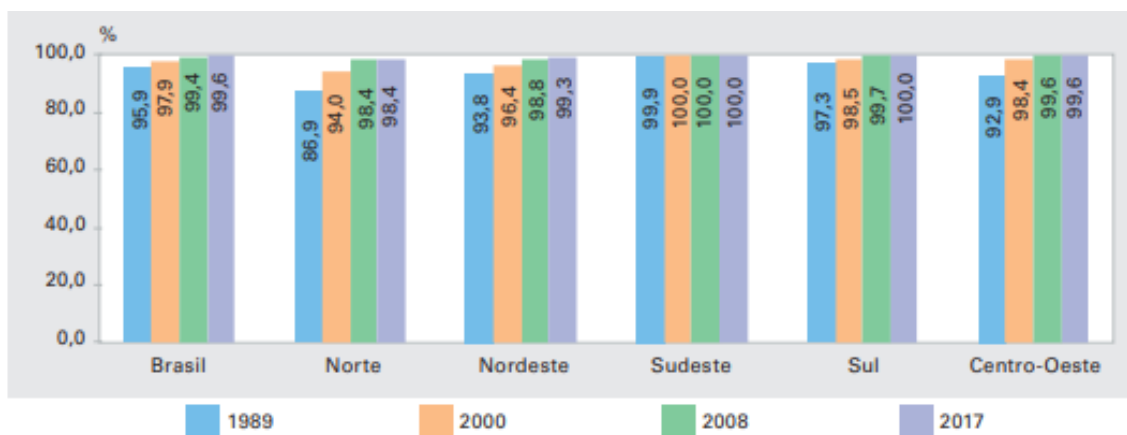
A água é um recurso indispensável para o funcionamento da vida. De acordo com Ministério da Saúde, que estabelece critérios de potabilidade, a água potável é aquela destinada ao consumo humano e deve seguir padrões de qualidade, nos quais os parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e radioativos não prejudiquem a saúde humana, objeto de controle e vigilância da qualidade da água (BRASIL, 2005). O provimento de água potável em quantidade e qualidade adequada é imprescindível para as condições de saúde e de bem-estar da população, resultando em diversos benefícios, como controle e prevenção de doenças (RAZZOLINI et al, 2008).

Os gargalos no gerenciamento de sistema de abastecimento público no país é uma questão recorrente, visto que não é necessário somente ampliar a rede de tratamento e fornecimento de água à população, bem como é preciso considerar o monitoramento de sua qualidade como uma ferramenta de defesa à contaminação no processo de tratamento, garantindo os critérios de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente. Segundo Deininger (1992), na rede de abastecimento, a qualidade da água pode sofrer variações biológicas e químicas devido a perda da integridade da rede, diferenciando a qualidade da água na saída da estação de tratamento com aquela que chega à torneira das residências.

Em locais que não são atendidos pela rede básica de saneamento, a falta de acesso a fontes adequadas de água é fator agravante das condições precárias de vida, causando uma série de problemas, como transmissão de doenças. A tentativa de ter acesso adequado para suprir a demanda das necessidades básicas pode levar ao consumo de água com qualidade sanitária duvidosa e em volume insuficiente (RAZZOLINI et al, 2008).

Atualmente no Brasil, o índice de atendimento de abastecimento de água à população total, na qual compreende a parcela urbana e rural, é em média de 87%, nos quais deste 91% representa a parcela urbana, como é possível observar na figura 1 a seguir (IBGE, 2017).

Figura 1- Municípios Brasileiros atendidos pela rede de abastecimento de água no período de 1989- 2017



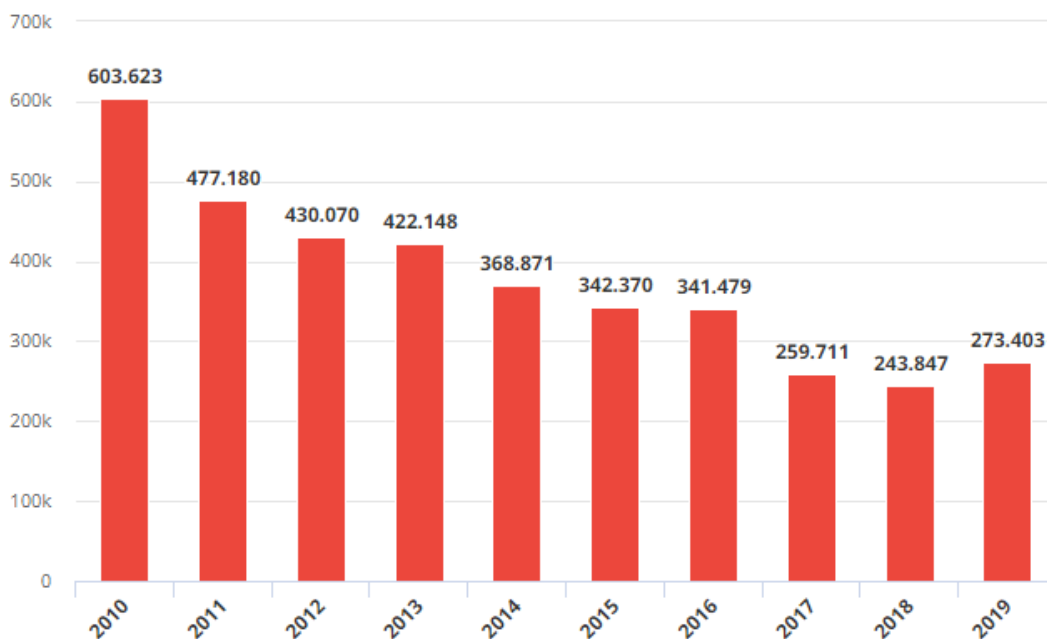
Fonte: IBGE (2017).

Segundo Augusto (2012) o país possui sérios problemas relacionados à distribuição e ao abastecimento de água que variam desde situações de carência absoluta até o desperdício franco; incluindo questões de baixa qualidade devido à contaminação orgânica e química, falta de consciência para o reuso, entre outras.

A nível global, no ano de 2017 aproximadamente 3 bilhões de pessoas não tinham acesso a instalações básicas para uso de higiene pessoal. Em países menos desenvolvidos, aproximadamente 75% da população não tinham acesso a instalações básicas de abastecimento de água. Enquanto que em países europeus mais de 80% da população total é atendida pelo sistema público de abastecimento de água (AEA, 2014).

Os problemas sanitários que acometem a população mundial são, em sua maioria, causados por condições inadequadas de saneamento, uma vez que são registrados cerca de quatro bilhões de casos de diarreia por ano, a enfermidade que mais afeta a humanidade. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004). No Brasil, o custo gerado para o tratamento de doenças transmitidas ou causadas por águas contaminadas, segundo o Ministério da Saúde, é equivalente a US\$ 2,7 bilhões por ano. De acordo com Instituto Trata Brasil (2019) a falta de acesso ao sistema de saneamento básico adequado afetou o sistema de saúde com 273.403 internações decorrentes de veiculação hídrica, no ano anterior à pandemia da Covid-19, como representado na figura 2 abaixo. Apresentando ocorrência de 13,01 casos a cada 10 mil habitantes, produzindo gastos de R\$ 108 milhões ao país.

Figura 2- Número de internações em 2019 devido a falta de saneamento básico



Fonte: Instituto Trata Brasil (2019).

O saneamento básico é um instrumento fundamental na garantia da qualidade de vida e bem estar da população. O acesso à água potável, tratamento adequado de efluentes, boa gestão dos resíduos sólidos evita a ocorrência de transmissão de doenças infecciosas e parasitárias (Brasil, 2004). No entanto, a realidade da universalização ao acesso à água potável é um dos grandes dos agravantes ao atual cenário do saneamento básico no Brasil, devido à sua atuação em diferentes setores em uma ampla rede, gerando impactos em todas as esferas sociais, especialmente na educação, saúde, qualidade vida e desenvolvimento econômico (Leoneti, Prado & Oliveira, 2010).

2.1.1. Abastecimento de água em pequenos municípios

O abastecimento de água é um serviço imprescindível na garantia da qualidade de vida, desenvolvimento econômico e social e preservação da saúde pública como também da qualidade ambiental. (HELLER; DE PÁDUA, 2006; LIMA et al., 2017; TSUTIYA, 2006)

O Sistema de Abastecimento de água potável é composto por infraestruturas, atividades e instalações, que variam desde a unidade de captação, até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição, passando pelo tratamento e reservação (BRASIL, 2006; BRASIL, 2007).

De acordo com Índices do Sistema de Informações de Saneamento (SNIS, 2015) o abastecimento de água na região Sudeste é próximo de 100%. Enquanto, em outras regiões, como por exemplo, estados do Norte do país, menos da metade da população não tem acesso ao sistema de abastecimento de água. Segundo Batista (2008), em regiões semi áridas, dirigidas no interior do nordeste, os períodos de longa estiagem prejudicam a oferta de água de boa qualidade para consumo humano.

Segundo a Companhia Riograndense de Saneamento, CORSAN (2018), apenas 63,9% dos municípios brasileiros possuem acesso ao abastecimento de água através da rede de distribuição. Segundo IBGE (2017) 11,7% dos municípios apresentaram ausência de tratamento de água. Essas deficiências no sistema de saneamento do Brasil estão diretamente relacionadas com a falta de investimento das organizações estatais e pouca participação do setor privado (LEONETI et al. 2011).

Municípios de pequeno porte apresentam uma infraestrutura urbana precária, principalmente no que diz respeito ao saneamento básico, essa condição está associada à deficiência na gestão pública em realizar investimentos voltados à universalização do fornecimento de água, do tratamento do esgoto urbano, da coleta de lixo e da drenagem urbana. (CORREIA et al, 2019)

Com o novo marco legal do saneamento, Lei Federal nº 14.026 de 2020, os pequenos municípios não são favorecidos, uma vez que ele estimula uma lógica mercantilista na gestão dos serviços de saneamento e que as empresas privadas possuem um planejamento de investimento, no qual prioriza o lucro (LEITE, 2021).

Municípios de até 50.000 habitantes e densidade demográfica inferior a 80hab./km², são mais afetados pela deficiência na prestação de serviços de saneamento básico, principalmente no que se refere ao abastecimento de água (IBGE, 2011). No estado de Minas Gerais o índice de abastecimento de água da população varia entre 50 a 80% (IDE SISEMA, 2020), como é possível observar na tabela 1 a seguir, na qual representa uma caracterização de informações relacionadas aos pequenos municípios do sul de Minas, próximo da área de estudo. Conforme o SNIS (2021) a região Sudeste possui um maior índice de atendimento às redes públicas de abastecimento de água, 91,3%.

Tabela 1. Índice de abastecimento municípios vizinhos da área de estudo

Município	População (hab)	Possui abastecimento de água?	Possui tratamento de água?	População atendida (hab)	Índice de Atendimento total da água
Cruzília	13.380	Sim	Sim	13.380	86,47%
Ijaci	6.323	Sim	Não	6323	95,66%
Itumirim	4.761	Sim	Sim	4.597	79,35 % a
Itutinga	2.580	Sim	Sim	2.580	68,47%
Lavras	94.334	Sim	Sim	94.33	90,03
Luminárias	4.178	Sim	Sim	4.178	76,83%
Minduri	3.137	Sim	Sim	3.137	80,58%
Nazareno	5.533	Sim	Sim	5.533	63,89%
Nepomuceno	25.000	Sim	Sim	20.783	93,19%
Perdões	17.939	Sim	Sim	17.939	83,5%
São Thomé das Letras	4.119	Sim	Sim	4.118	57,84%
São Vicente	6.063	Sim	Sim	6.063	77,58%

Fonte: SNIS (2020).

2.2. Contaminação da água

A qualidade da água superficial é em função do ecossistema aquático, clima, vegetação, uso e ocupação do solo, e especialmente atividades antrópicas, que é a principal responsável pela deterioração da água superficial (Branco et al.,1991). O lançamento de efluentes domésticos e industriais que possuem compostos sintéticos e elementos químicos potencialmente tóxicos, águas residuárias provenientes de atividades pecuárias, na qual apresenta elevadas cargas orgânicas; agricultura com a contaminação por pesticidas e fertilizantes que possuem elevado teor de sais minerais, são principais fontes de poluição que causa degradação da qualidade da água (NETO & FERREIRA, 2007).

A poluição da água por detritos, compostos orgânicos, elementos químicos tóxicos, ou microrganismos patogênicos tem sido identificada em diferentes partes do globo (ONGLEY, 2002). Anteriormente no século XIX a qualidade da água estava diretamente relacionada aos padrões estéticos e sensoriais, como cor, gosto e sabor. Ao longo dos anos a expansão

demográfica e industrial é outro fator que contribui para a contaminação da água, em especial a superficial (QUEIROZ et al., 2012).

O esgoto bruto pode causar a deterioração de ambientes aquáticos através do do aporte de compostos antropogênicos ou por meio de alterações na especiação de uma série de substâncias e elementos químicos presentes na coluna de água, devido misturas tóxicas, como pesticidas, metais pesados, produtos industriais e uma variedade de outras substâncias (SODRÉ e GRASSI, 2007).

O manejo inadequado do solo somado ao escoamento superficial da drenagem de águas pluviais pode causar a lixiviação de compostos do solo, aumentando as taxas de eutrofização, especialmente em ambientes lênticos, em consequência a redução na qualidade da água dos corpos receptores à jusante (MITCHELL, 2005; TAEBI e DROSTE, 2004).

O nitrogênio e o fósforo presentes nos rios e lagos são nutrientes de essenciais à cadeia alimentar, no entanto, uma vez descarregados em concentrações elevadas em águas superficiais e associados às boas condições de luminosidade causam o enriquecimento do meio, resultando no processo de eutrofização, na qual provoca boom no crescimento de plantas aquáticas. Esse fenômeno pode causar alteração na turbidez, no odor, na sabor e na cor da água, provocando mortandade de peixes e outras espécies aquáticas (SMITH & SCHINDLER, 2009)

O processo de eutrofização também favorece a proliferação de algas, especialmente as cianobactérias potencialmente tóxicas, as quais comprometem a qualidade das águas, sobretudo no que tange ao abastecimento público (BARRETO et al, 2013).

Os efeitos das atividades antrópicas comprometem a qualidade da água para os organismos aquáticos bem como para a saúde humana, em função de sua contaminação (BRAGA et al., 2005).

2.2.1. Saúde Única

As interações entre humanos e animais são amplas, ocorrendo de diversas formas em ambientes diferentes. Sendo responsáveis pela transmissão de agentes infecciosos, acarretando à ocorrência de zoonoses. Considerando a indissociabilidade entre saúde humana, saúde animal e saúde ambiental têm-se o conceito de Saúde, no qual determina políticas,

legislação, pesquisa e implementação de programas para redução de riscos e manutenção da Saúde (CFMV, 2020).

Aumento da densidade demográfica, processo de urbanização somado aos desastres ambientais são fatores que apresentam um maior risco de transmissão de doenças bem como configuração de epidemias. Relacionado a este contexto, mudanças climáticas é outro aspecto que proporciona o aparecimento de novas doenças, uma vez que favorecem risco de transmissão de agentes infecciosos (CFMV, 2022)

O desequilíbrio entre essas interações está intimamente relacionado com emergência de doenças infecciosas que afeta diversas esferas, entre elas a qualidade dos recursos hídricos, que pode ser fonte de transmissão de diferentes agentes químicos e biológicos, causando prejuízos à saúde da população. Segundo Muller (2014), aproximadamente 80% de todas as doenças de veiculação hídrica ocorrem em função da contaminação da água.

A propagação de patologias por meio da água ocorre devido a contaminação desse recurso, fruto do desequilíbrio na relação homem, animal e ambiente, o que representam fontes de infecção de diversas epidemias e doenças no trato gastrointestinal, devido a presença de bactérias do grupo coliforme, vírus e vermes, nos quais são patógenos de etiologia entérica, aqueles provenientes do intestino de humanos ou animais, transmitidos por via fecal-oral (SILVA et al., 2014). A contaminação fecal é a principal fonte de microrganismos patogênicos, que causam diversas enfermidades como cólera, esquistossomose, disenteria, giardíase, oxiurose e ascaridíase (DOS SANTOS et al., 2015).

Em águas contaminadas os agentes biológicos são representados pelo do grupo coliforme totais, que compreende bacilos gram-negativos pertencentes à família Enterobacteriaceae, não esporulados, fermentadores de lactose com formação de gás quando incubados a uma temperatura de 37°C por um período de 24-48 horas, as principais bactérias desse grupo são os gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*. Bactérias identificadas como coliformes termotolerantes integram o grupo dos totais, porém possuem a capacidade de continuar a fermentação da lactose em temperaturas maiores, que variam de 44-45°C por período de 24 horas, com produção de gás. Neste grupo, destaca-se a bactéria *Escherichia coli* no qual é bioindicador de contaminação fecal, visto que encontrada na flora intestinal de animais (SCHUROFF et al., 2014).

A entrada de microrganismos patogênicos no indivíduo ocorre através da via cutânea ou por meio da ingestão direta da água contaminada, seja no preparo de alimentos ou se dá através de atividades de recreação (YAMAGUCHI, 2013). De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2004) a contaminação ambiental causa uma série de prejuízos não somente ao meio, como também a saúde do homem, pois a quantidade de enfermidades relacionadas com o descarte inadequado de dejetos, seja no solo ou na água, é elevada. Podendo transmitir doenças como febre tifóide, febre paratifóide, ancilostomíase, ascaridíase, amebíase, cólera, diarreia infecciosa, disenteria bacilar, esquistossomose, estrogiloidíase, salmonelose, teníase e cisticercose, representadas no quadro 1. Sendo válido destacar que a imunidade do hospedeiro somado ao aspecto de infectividade e produção de toxinas são fatores determinantes na capacidade dos microrganismos causarem doenças (YAMAGUCHI et al, 2013).

De modo geral, os principais sintomas causados pela ingestão de água contaminada, especialmente por bactérias, são febre, náuseas, vômitos, diarreia, perda do apetite, dor abdominal e fraqueza.

Quadro 1. Doenças de veiculação hídrica

Classe	Microrganismos patogênicos	Doenças
Bactérias	Víbrio cholerae Salmonella Shigella Bacilo Desinterico Legionella Campilobacter Yersinia S. typhi Coliformes totais e fecais	Diarreia Febre Tifóide Febre paratifóide Desinteria bacilar
Vírus	Hepatite A Enterovírus Poliovírus Echovírus Coxsackievírus Rotavírus Reovírus Adenovírus Norwalk Astrovírus	Hepatite Infecciosa Diarreia

Vermes intestinais e parasitas (Helmintos)	Nematoides Schistosoma haematobium	Ancilostomíase, ascaridíase, amebíase
Algas	Anabaena flosaquae Microcystis aeruginosa Aphanizomenon	Danos ao sistema neurológico ou no fígado
Protozoários	Giardia lambia Entamoeba histolytica Cryptosporidium Naegleria fowleri Isospora	Giardiose Diarreia

Fonte: adaptado YAMAGUCHI et al. 2013; Richter et al. 1991

Na esteira desse processo, a água é um veículo potencial de transmissão de doenças, onde se faz necessário o monitoramento regular da sua qualidade, em especial em locais onde há ausência de tratamento ou não possui acesso a um sistema de saneamento adequado. (CASALI, 2008). Especialmente, como forma de prevenção de doenças transmissíveis ao ser humano (CFMV, 2020).

Uma forma de remover microrganismos patogênicos e reduzir a ocorrência de enfermidades é submeter água a um processo de desinfecção, no qual pode ser realizado através de diferentes formas: cloração, ozônio, raio ultravioleta. A cloração é um método simples, barato e confiável amplamente utilizado no mundo, em que consiste na aplicação de cloro, gás ou hipoclorito, na água com intuito de inativar ou destruir determinados organismos (YAMAGUCHI et al, 2013).

O uso do cloro como agente de desinfecção pode causar problemas, devido sua capacidade de reagir com substâncias orgânicas, que ocorrem naturalmente na água, resultando na produção de compostos cancerígenos, como os trihalometanos (THM). Para evitar que condições como essas ocorram, é necessário garantir ausência de matéria orgânica na água (YAMAGUCHI et al, 2013).

2.2.2 Variáveis Físicas e Químicas da água

As variáveis físico-químicas são essenciais na avaliação da qualidade da água, uma vez que encontrados fora dos padrões estabelecidos pela legislação vigente podem causar prejuízos à saúde pública e ao sistema de tratamento e abastecimento de água.

Um composto inorgânico nocivo à saúde identificado com muita frequência em águas naturais, especialmente subterrâneas que tendem apresentar maiores teores, é o nitrato (NO_3^-), o qual compõe a forma de maior ocorrência e mais problemática de nitrogênio no ambiente, encontrado naturalmente na água, carnes, solo e plantas (AZEVEDO et. al, 2005).

A presença de nitrato na água é um indicativo de poluição remota, uma vez que este composto é produto final da oxidação do nitrogênio. Sendo válido destacar que este produto também pode ser de origem mineral (RICHTER al, 1991). A concentração acima de 50 mg/L desta substância em águas destinadas ao consumo humano podem provocar efeitos nocivos à saúde, tais como formação potencial de nitrosamidas e nitrosaminas cancerígenas, e o estímulo à metahemoglobinemia, principalmente em crianças. (BOUCHARD et al., 1992). Aquelas com idade inferior a três meses são ainda mais suscetíveis ao desenvolvimento da doença, devido à alcalinidade mais elevada do seu sistema gastrointestinal, bem como mulheres grávidas e em adultos que possuem enfermidades como anemia, gastroenterites, redução de estômago. A ocorrência da metahemoglobinemia, devido à presença de nitrato nas águas de abastecimento se dá em função da conversão do íon para nitrito durante o processo de digestão, que pode decorrer na saliva ou no trato gastrointestinal, o que leva a ocorrência dispneia, cianose leve, náuseas, vômitos, sintomas como dor de cabeça, tontura, fadiga, irritabilidade, letargia, de maneira geral. Em condições mais graves há alterações neurológicas, choque, depressão respiratória grave, convulsões e coma, em função da hipóxia dos tecidos, que levam a óbito (FREITAS, 2001).

A Resolução CONAMA 357/05, referente classificação de corpos de água, determina como valor máximo permitido para íon nitrato 10 mg/L, para águas de classe 1 (BRASIL, 2005). Sendo válido destacar que os valores orientadores para este composto variam de acordo com a origem da água no que se refere a legislação vigente.

Outra variável física importante e de fácil medição é a turbidez, a qual ocorre em função da presença de partículas em suspensão, causando a dispersão de um feixe luminoso. Sendo referenciada como a transparência da água, pode ocorrer naturalmente ou sofrer influência da ação antrópica (PÁDUA & FERREIRA, 2006). Quanto maior a presença de compostos orgânicos e inorgânicos em suspensão, mais turva é a água, sendo válido destacar que tais partículas podem conter microrganismos que afetam diretamente a eficiência do processo de tratamento da água (SPERLING, 2005). Desta forma, esta variável é considerada

como um indicador no que se refere à ocorrência de doenças de veiculação hídrica (PÁDUA & FERREIRA, 2006).

A portaria da potabilidade 888/21 do Ministério da Saúde define como valor máximo permitido de turbidez 5,0 UNT para águas destinadas ao abastecimento público (reservatórios e redes), considerando o processo de tratamento na qual foi submetida.

O pH (potencial hidrogeniônico) é a variável química representada pela concentração de íons hidrogênio (H^+) no meio, o que indica as condições alcalinas ou ácidas e influência em diferentes processos, como: processos de adsorção, sedimentação de metais e outros compostos na água, solubilidade de sais metálicos e ocorrência de determinadas espécies (GOMES, 2012).

Segundo o Ministério da Saúde (2021) para águas destinadas ao consumo humano os valores de pH devem variar entre 6,0 a 9,0, valores acima deste intervalo pode comprometer o sabor da água, promove formação de incrustações na rede e reduzem a eficiência do processo de desinfecção por cloração, enquanto que pH abaixo deste intervalo favorecem a corrosão da rede de abastecimento e afetam palatabilidade (SPERLING, 2005). No que se refere a prejuízos à saúde, água com pH ácido podem resultar em danos ao sistema digestivo, bem como pH ácido e muito alcalino pode acarretar irritações na pele e nos olhos .

Os sólidos totais, dissolvidos e em suspensão, são outra variável física importante na avaliação e monitoramento da qualidade da água, está diretamente relacionado com a cor e a turbidez (SABESP,2011). Os sólidos totais dissolvidos são compostos por materiais dissolvidos e substâncias orgânicas, representados por sais que são formados por ânions, como os cloretos, carbonatos, nitratos e sulfatos, e cátions como, por exemplo, potássio, magnésio, sódio e o cálcio, que tendem a conferir sabor salino água e características laxativas. Sendo esta variável estritamente influenciada pela formação geológica na qual o curso de água se encontra, bem como se apresentando em teores elevados é um indicativo de poluição. De modo geral, concentração elevada de sólidos dissolvidos prejudica a qualidade da água, que conseqüentemente causa danos à saúde humana (GOMES, 2012).

É possível observar os valores máximos permitidos para cada variável, de acordo Resolução Conama 357/05 e a Portaria da potabilidade 888/21 MS, na tabela 3 representada abaixo:

Tabela 2. Valores Máximos Permitidos pela legislação vigente das variáveis física e química da água.

Variável	VMP CONAMA 357/2005	VMP Portaria de potabilidade 888/2021
pH	6,0- 9,0	6,0- 9,0
Turbidez	5 NTU	5 NTU
Nitrato	10 mg/ L	10 mg/ L
Sólidos Dissolvidos	500 mg/ L*	500 mg/ L

**para águas de classe 1*

2.3. Tratamento de água

O tratamento da água possui como intuito atender a demanda de diferentes finalidades: higiênicas, estéticas, econômicas (RICHTER et al, 1991), bem como e seguir os critérios de qualidade definidos pela legislação e não causar prejuízos à saúde humana. No qual o processo de tratamento se dá em função das suas características físicas, químicas e biológicas. (RICHTER et al, 1991)

As estações de tratamento têm por objetivo a redução e remoção de variáveis presentes nas águas que causem riscos à saúde humana, na qual utilizam-se de diferentes processos e operação de tratamento. Um sistema de abastecimento é formado por: manancial, captação, adutora, estação elevatória, estação de tratamento, reservatório, rede de distribuição. (CORSAN, 2018)

O sistema de tratamento pode ser de ciclo completo ou simplificado. A seleção das tecnologias de tratamento é feita em função de diferentes fatores, tais como: características da água a ser purificada, do tipo de fonte de captação, qualidade a ser obtida e fator econômico (RICHTER et al, 1991).

Águas brutas que possuem elevada turbidez e cor, presença de material coloidal, demandam um processo de tratamento de ciclo completo, o qual é formado por diferentes etapas consecutivas: mistura rápida, floculação, decantação, filtração e desinfecção (RICHTER et al, 1991).

Na fase da mistura rápida existe diferentes dispositivos práticos que podem ser utilizados, tais como grelha difusora, calha Parshall, vertedores, ou até mesmo formação de um ressalto hidráulico (RICHTER et al, 1991). Nessa etapa de tratamento ocorre o processo

de coagulação, pois permite a rápida dispersão de um coagulante, o qual é carregado positivamente, e causa desestabilização das partículas coloidais e em suspensão presentes na água sem tratamento, possibilitando o processo seguinte de floculação. (HELLER; PÁDUA, 2010)

O processo subsequente de mistura lenta é a floculação, na qual as partículas desestabilizadas chocam entre si e formam flocos, que se agregam até ganharem peso suficiente para serem passíveis de sedimentação (HELLER; PÁDUA, 2010). Existem diferentes tipos de flocoadores em que podem ser hidráulicos ou mecânicos de fluxo vertical ou horizontal, como também de fluxo helicoidal. Os modelos mais utilizados são flocoadores de canais com cortinas ou chicanas, que possuem o fluxo do tipo êmbolo ou em pistão (RICHTER et al, 1991).

A decantação é a etapa do sistema de tratamento que tem por função a remoção de partículas presentes na água, pela ação da gravidade, onde realiza sedimentação dos flocos formados no processo de floculação. Essas unidades podem ser classificadas em função do escoamento da água (horizontal ou vertical) ou conforme seu funcionamento (convencionais ou de alta taxa, entre outros) (HELLER; PÁDUA, 2010).

A filtração é imprescindível no processo de tratamento, pois remove partículas remanescentes em suspensão que não foram decantadas. Ocorre por meio da separação sólido- líquido, na qual há passagem da água por um meio poroso para remover o material particulado. Nesse contexto, os filtros podem ser de filtração lenta ou rápida e ascendente ou descendente, de camada simples ou dupla. (HELLER; PÁDUA, 2010). Os filtros de camada dupla apresentam um melhor custo benefício, pois são mais seguros, possuem uma eficiência maior e demandam um menor consumo de água na lavagem. (RICHTER et al, 1991).

Um processo importante no sistema de tratamento é a desinfecção que promove a remoção ou inativação de organismos patogênicos que venham a oferecer riscos à saúde pública. Sendo válido destacar que nos processos anteriores de clarificação da água há também uma boa eficiência quanto a remoção de patógenos. As diferentes formas de desinfecção mais usadas são cloro, radiação UV ou ozônio (HELLER; PÁDUA, 2010). A cloração é a técnica que apresenta maior custo benefício, a utilização de compostos com cloro é mais econômica em pequenas unidades de tratamento (RICHTER et al). Nessa etapa deve-se

garantir o tempo de contato da água filtrada com cloro, na qual depende do pH e da temperatura da água (RICHTER et al, 1991).

O sistema convencional de tratamento de água apresenta eficiência na remoção da cor e turbidez bem como na remoção de microrganismos patogênicos presentes na água. Atendendo aos critérios estabelecidos pela legislação vigente quanto aos padrões de potabilidade da água. (SANTOS et al, 2015).

No que diz respeito a águas oriundas de manancial subterrâneo ou bacia de infiltração que apresentam um valor máximo de turbidez de 5 NTU, qualidade bacteriológica, reduzidos teores de ferro e outros compostos prejudiciais à saúde, não necessitam de processo de tratamento de ciclo completo. Em condições como essas se faz necessário apenas processo de desinfecção (RICHTER et al, 1991).

A necessidade de tratamento e a definição dos processos de tratamento são embasadas nos resultados de análises realizadas ao longo de um período de monitoramento (Richter et al, 1991)

2.4.Área de Estudo

A área de estudo do presente trabalho é localizada no município de Carrancas, situado no estado Minas Gerais, na mesorregião do Campos das Vertentes, como é possível observar na figura 3, a seguir

Figura 3- Localização do município de Carrancas no estado de Minas Gerais



Fonte: IDE SISEMA (2022)

De acordo com IBGE, Carrancas apresenta uma área territorial de 727,894 km² e uma população de 4.052 habitantes. O clima predominante é o Cwb, quente e temperado com inverno seco, segundo a classificação climática de Köppen e Greiger, com verões amenos e úmidos com média máxima anual de 26,20°C e os invernos frios e secos, com média mínima de 13,90°C.

A precipitação média anual é de 1.059 mm, distribuídas em duas estações, na qual 80% do índice pluviométrico se concentra entre os meses de setembro e abril, em contrapartida o período de estiagem a representado entre maio e agosto (INMET, 2022).

O sistema fluvial do município é composto pelo Rio Grande, nascente do Rio Capivari e Ribeirão Carrancas, no qual estão inseridos na Bacia hidrográfica do Alto do Rio Grande.

A vegetação local é representada pela zona de transição entre Cerrado e Mata Atlântica (IDE SISEMA, 2022).

A geologia do município composta por gnaisses da Megasseqüência Andrelândia em conjunto com filitos, quartzitos xistos, anfibolitos, rochas ultramáficas e metacalcários. Os tipos de solos presentes na área são os Cambissolos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelho-Escuros e Neossolos Litólicos, estes predominantes em áreas de maior declividade. O relevo é caracterizado pela presença de colinas de topo arredondado, vertentes côncavo-convexas e planícies aluvionares abertas, que apresentam elevações entre 1.000 e 1.100m (LOPES, 2010).

Carrancas é um município que possui inúmeros atrativos naturais, onde se destaca pela quantidade de cachoeiras, desse modo, o turismo é a principal atividade geradora de renda e movimentada a economia local, esse fator consolida a conservação dos recursos naturais e proteção ambiental no município.

No que se refere ao sistema de abastecimento, atualmente o próprio município é responsável pela prestação deste serviço, ou seja, não há concessão ou privatização, no entanto, ressalta-se que a água destinada consumo humano não é submetida a nenhum tipo de tratamento.

A água utilizada para abastecimento público é captada nas coordenadas geográficas - 21,471730 e -44,635490, no manancial superficial localizado a montante do Complexo de Cachoeiras da Tira Prosa, situado a 1,6 km da cidade, conforme representado na figura 4.

Figura 4- Localização dos pontos de coleta ao longo do município.



Fonte: Google Earth (2022)

Após a captação a água segue para o reservatório localizado na cota mais alta do município, situado no final da Avenida Brasil, e posteriormente é distribuída ao longo dos demais reservatórios da cidade.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2020) 2.670 pessoas são atendidas pela rede de abastecimento de água no município, apresentando um índice de atendimento urbano de 99,7%, onde o consumo per capita de água é de 95,9 L/hab/dia.

O volume de água produzido pelo manancial subterrâneo é de 112 (1000 m³/ ano), na medida em que o volume consumido pela população é de 97 (1000 m³/ ano) representando um consumo de água de 86,61%(SNIS, 2020).

Considerando o manancial a montante do complexo da Tira Prosa como ponto de partida, a rede de abastecimento de água possui extensão de 20Km e um total de 1385 ligações ativas na rede e a extensão da rede por ligação é de 14,4 metros/ligação. Desse modo, o sistema apresenta um índice de perdas por ligação de 29,67 % e um índice de perdas na distribuição de 13,39% (SNIS, 2020).

O monitoramento da qualidade da água foi realizado em apenas duas amostragens ao longo do ano 2020, para avaliar a turbidez, no qual os resultados se apresentaram fora dos padrões estabelecidos, bem como, no mesmo período foram analisadas um total de 36 amostras distribuídas pela rede de distribuição do município para análises de coliformes totais, na qual todas apresentaram fora dos padrões de qualidade. (SNIS, 2020).

No que se refere a saúde pública, de acordo com IBGE (2016), a taxa de internações em função de diarreia são de 0.2 para cada 1.000 habitantes. Enquanto que a taxa de mortalidade infantil média é de - para 1.000 nascidos vivos.

De acordo com Datasus (2022) no mês de fevereiro o município teve um total de 11 internações. Sendo válido destacar que não apresentou nenhuma ocorrência morbidades de veiculação hídrica, como de cólera, diarreia e gastroenterite infecciosa presumível, amebíase, febre tifoide e paratifoide, amebíase, febre amarela, hepatite virais, esquistossomose, ancilostomíase, leptospirose, outras doenças infecciosas intestinais.

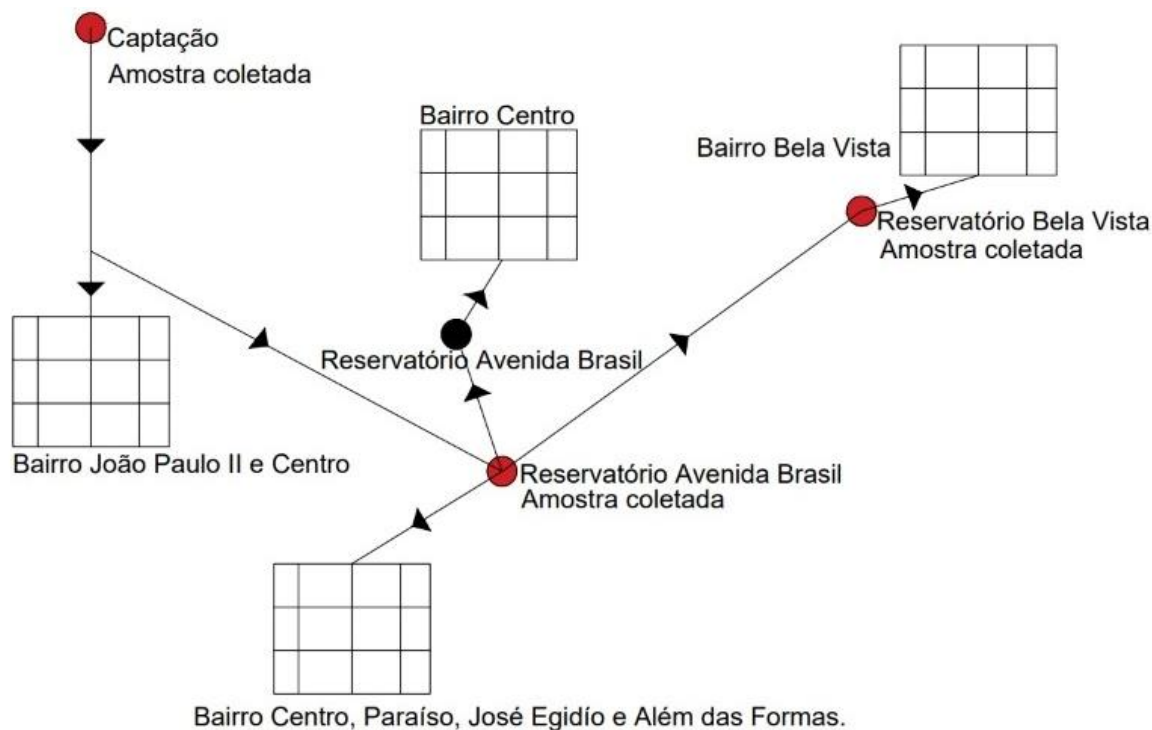
3. METODOLOGIA

3.1.Coleta

As coletas e as análises foram realizadas no mês de março de 2022, semanalmente, totalizando quatro amostragens, em 3 pontos diferentes do município de Carrancas, sendo eles o manancial superficial, representado pela figura 7, onde água é captada para abastecimento público, enquanto o restante foram realizadas nas residências, situadas próximas a cada reservatório, distribuídos ao longo da cidade: uma amostra foi coletada na residência localizado no Bairro Bela Vista, outra em domicílio ao lado do reservatório localizado no

final Avenida Brasil, situado próximo ao cemitério, representado na figura 6. É válido destacar que a água captada na nascente é encaminhada diretamente para este reservatório, localizado na cota mais alta da cidade, posteriormente distribuída aos dois reservatórios restantes da cidade, conforme o esquema apresentado na figura 5, a seguir.

Figura 5- Esquema representativo da rede de distribuição de água



Fonte: Autora (2022).

Os pontos sinalizados em vermelho foram os locais onde ocorreram as coletas. Sendo válido destacar que ambos reservatórios da Avenida Brasil têm uma distância de aproximadamente 250 metros.

Figura 6- Reservatório localizado no final da Avenida Brasil



Fonte: Autora (2022)

Figura 7- Estrutura de captação de água do município



Fonte: Autora (2022)

Para realização das coletas foram utilizadas garrafas plásticas de 500 ml e recipientes plásticos esterilizados, exclusivo para análises de coliformes. Na coleta residencial a amostra foi realizada em torneira sem passagem pelo reservatório domiciliar, na qual o registro foi aberto por cerca de 3 minutos, a fim de limpar a tubulação. Posteriormente os recipientes de coleta foram ambientados com a água e em seguida realizou-se a coleta. Para conservação, as amostras foram armazenadas em bolsas térmicas e refrigeradas imediatamente, as análises foram realizadas em, no máximo, 48 horas após a coleta.

3.2. Análises químicas

Foram realizadas análises da qualidade da água coletada conforme variáveis e métodos apresentados no quadro 2.

Quadro 2. Variáveis analisadas e métodos analíticos

Variável	Método (APHA, 2005)
Coliformes Totais e Termotolerantes	Método dos Tubos Múltiplos (Standard Methods 9221B p.9-48 20aed)
Nitrato	Método Espectrofotométrico, Yang et al. (1998) citado em Matos, 2012
pH	Concentração do íon hidrogenio (Standard Methods 4500H+ B p.4-87 20aed)
Sólidos Totais e Dissolvidos	Método Gravimétrico (Standard Methods 2540 p.2-54 a 2-59 20aed)
Turbidez	Método nefelométrico 2130B (Standard Methods p.2-9 20aed)

Fonte: Autora (2022)

As análises de sólidos totais, sólidos dissolvidos e nitrato foram feitas em triplicata, diferentemente de coliformes totais que foram realizadas em quintuplicata, considerando 5 diluições.

3.3. Tratamento dos dados

Os resultados foram tratados em software Microsoft Excel® 2010, fazendo o uso do comando média, média geométrica e desvio padrão. Em seguida os dados experimentais foram organizados em tabelas e gráficos, devidamente ajustados, em função de cada coleta realizada para apresentação dos resultados, sendo assim possível fazer um comparativo com os padrões estabelecidos pela legislação.

3.4. Delimitação da área de drenagem da captação

Para delimitação da área de drenagem utilizou a plataforma de infraestrutura de dados espaciais (IDE SISEMA, 2022) disponibilizada pelo governo de Minas Gerais.

Inicialmente utilizou a camada dos ortotuchos que compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Grande, disponibilizada na plataforma pelo IGAM (2021), no qual possível identificar

todas as nascentes e mananciais que formam o curso hídrico responsável pelo abastecimento do município.

Em seguida, para verificação da cota na qual está inserida a estrutura de captação, utilizou a camada de curva de nível de 30 metros (INPE). Desse modo, considerando como um raio de influência todas as nascentes e os cursos hídricos que formam o manancial de captação, na qual equivale um distância de, aproximadamente, 2,5 km, foi possível determinar a área de drenagem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Qualidade da água de abastecimento em Carrancas, MG

Os resultados obtidos por meio das análises realizadas estão apresentados na tabela 3 a seguir:

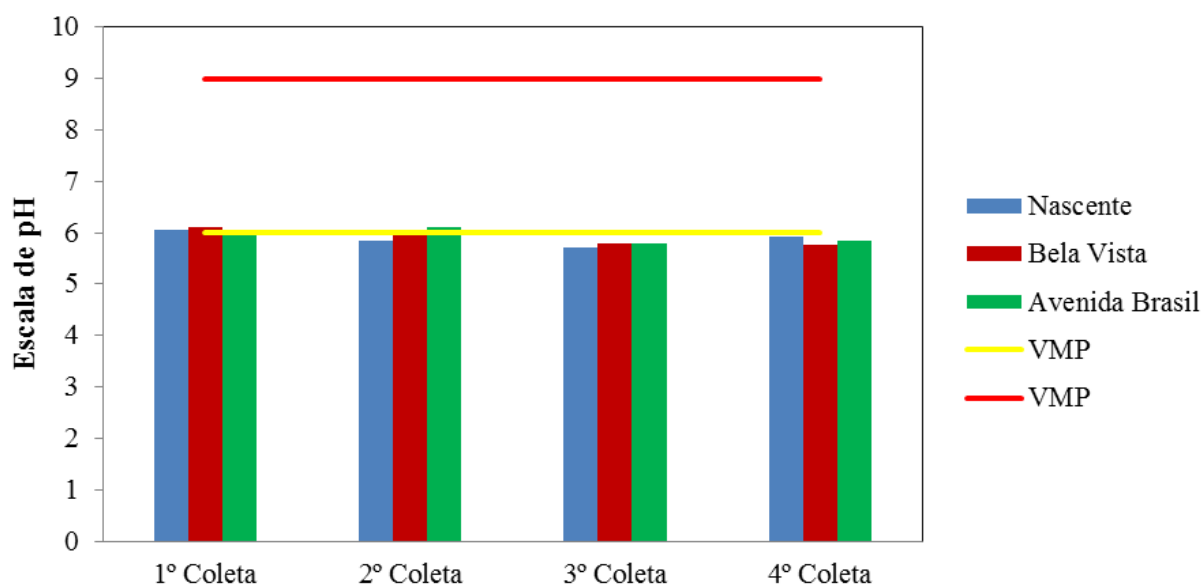
Tabela 3. Resultados das análises de qualidade de água de abastecimento em Carrancas, MG

Variável	Manancial	Bela Vista	Avenida Brasil	VMP
pH	5,89 ± 0,146	5,92 ± 0,174	5,96 ± 0,153	6-9
Turbidez (NTU)	0,1 ± 0	0,2475 ± 0,295	0,1 ± 0	5
Sólidos Totais (mg/ L)	24,425 ± 9,57	23,35 ± 12,71	22,075 ± 11,89	500
Sólidos Dissolvidos (mg/ L)	47,09 ± 28,94	48,32 ± 30,48	29,57 ± 18,63	500
Nitrato (mg/ L)	0,553 ± 0,146	0,721 ± 0,208	0,702 ± 0,123	10
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	9,7 x 10 ⁵	1,28 x 10 ⁴	1,28 x 10 ³	0
Coliformes Termotolerantes (NMP/ 100 mL)	105,95	56,71	15,4	0

Fonte: Autora (2022)

Tomando como ponto de partida a avaliação do pH, considera-se a figura 8, apresentada a seguir, na qual observa-se que somente na primeira coleta, todos os pontos apresentaram valores de pH de acordo com o padrão estabelecido pela Portaria 888/21 do Ministério da Saúde. Na segunda coleta apenas as amostras dos reservatórios do Bairro Bela Vista e aquele situado no final da Avenida Brasil apresentaram o pH dentro do intervalo definido pela legislação. O pH abaixo de 6,0 favorecem a corrosão da rede de abastecimento e afetam palatabilidade da água (SPERLING, 2005), como também pode causar prejuízos ao sistema digestivo e irritações na pele.

Figura 8-Resultados das análises de pH da água de abastecimento em Carrancas, MG



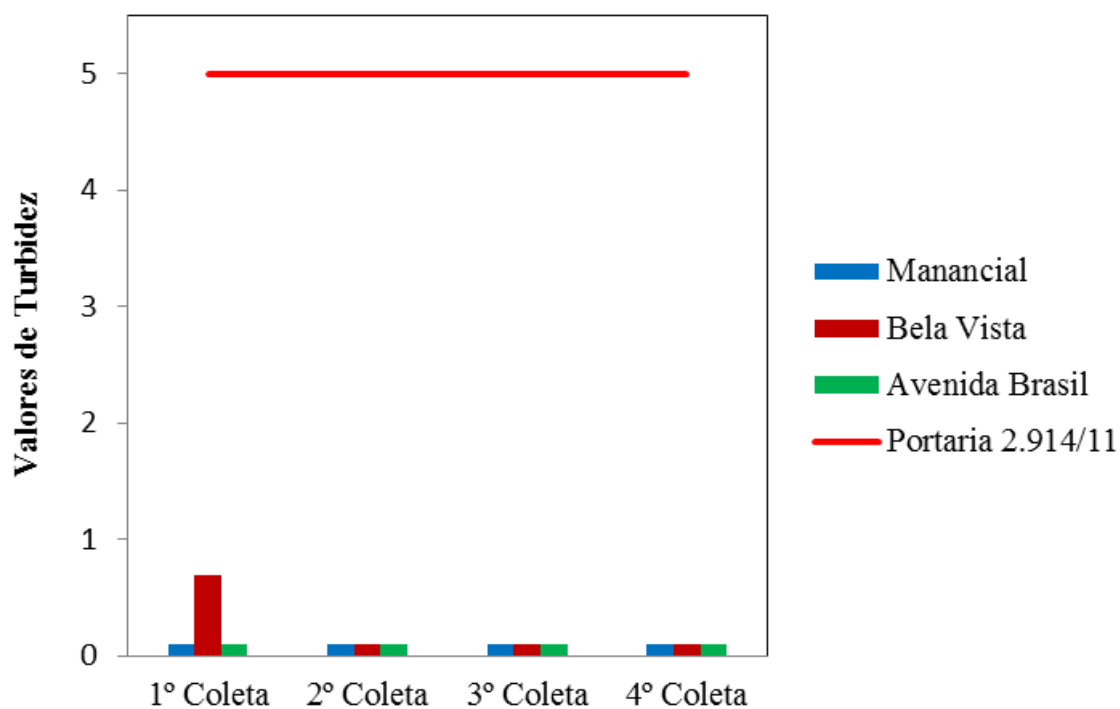
Fonte: Autora (2022)

Por meio dos resultados contempla-se que o pH já se apresenta mais ácido desde o ponto de captação e se mantém com valores semelhantes nos demais pontos analisados. Esse fator não está relacionado com a integridade do sistema de abastecimento, mas sim com a composição da área de drenagem do ponto de captação.

O principal fator que pode influenciar nas variações no pH no ponto de captação é a formação geológica onde a nascente está localizada. Outro aspecto que influencia é a decomposição da matéria orgânica, oriunda da mata ciliar localizada no entorno da estrutura de captação. A degradação da matéria orgânica libera ácidos orgânicos fracos, compostos reduzidos de N e S e CO₂, nos quais causam uma redução do pH (LOPES, 2010).

No que se refere aos resultados das análises de turbidez do município, representados pela Figura 9, os valores se apresentaram dentro do intervalo estabelecido pela Portaria 888/21 MS, o qual permite como valor máximo para água de abastecimento público de 5 NTU.

Figura 9- Resultados dos valores de turbidez da água de abastecimento de Carrancas, MG



Fonte: Autora (2022)

Os valores de turbidez do manancial de captação estiveram próximos aos valores obtidos nos demais reservatórios. Esta variável não sofreu variações ao longo da rede de abastecimento, exceto o reservatório do Bairro Bela Vista na primeira coleta, o que pode ser um indicativo na necessidade de manutenção e limpeza do reservatório.

Os baixos valores se dão em função da água de captação estar próxima a nascente, nas quais tendem a apresentar turbidez reduzida e demandam um tratamento simplificado, em alguns casos apenas a desinfecção, considerando que este parâmetro é o ponto de partida para determinar o tipo de tratamento da água. (RICHTER et. Al, 1991)

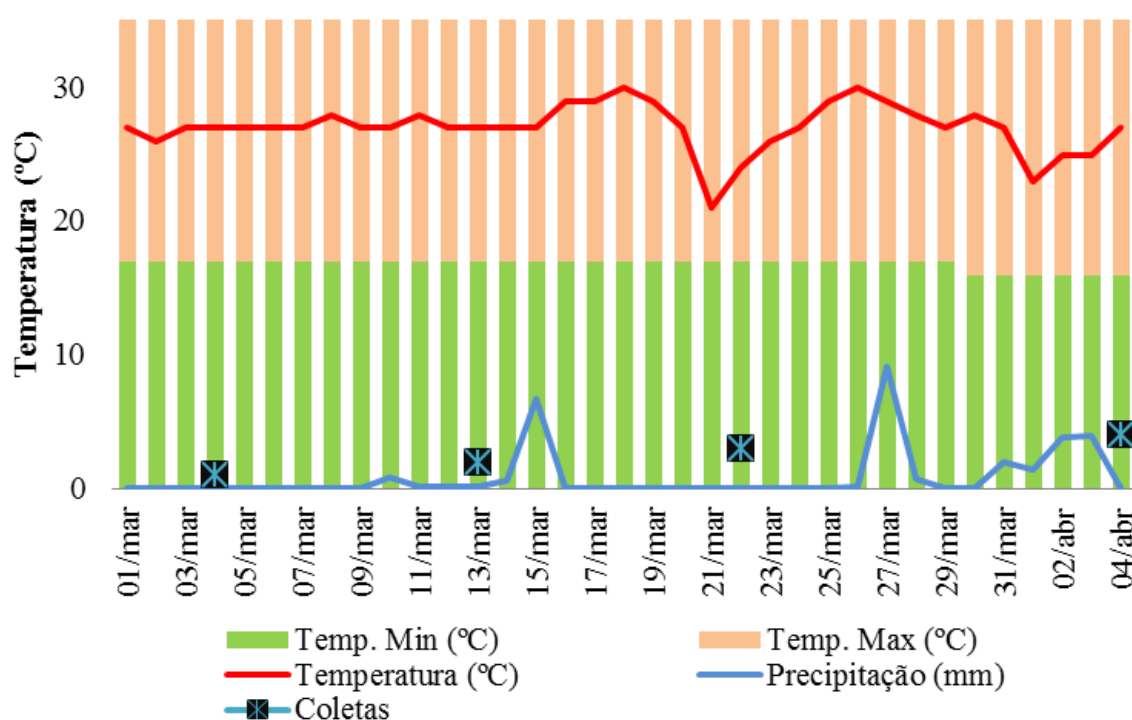
De acordo com a NBR 12216 (ABNT 1992) águas com turbidez menor que 40 UNT desconsideram-se os processos de clarificação, sendo apenas obrigatório o processo de filtração, seguido de desinfecção para captação de mananciais superficiais.

Nessas condições, embasado nos valores de turbidez apresentados, o sistema de tratamento da água de Carrancas pode ser composto pelo processo de filtração seguido de desinfecção. Os filtros de camada dupla são recomendados, pois são mais seguros, apresentam uma eficiência maior e demandam um menor consumo de água na lavagem. (RICHTER et al, 1991).

No que diz respeito à etapa de desinfecção, a cloração é uma técnica que apresenta um melhor custo benefício, sendo fase mais econômica, em unidades de tratamento pequenas, na qual utiliza utilização de compostos com cloro (RICHTER et al, 1991).

Um fator que afeta diretamente a qualidade da água, especialmente a turbidez, é a ocorrência de chuvas. Desse modo, observa-se na figura 10 a ocorrência de chuvas no município referente ao período das coletas, na qual nota-se que, mesmo após eventos de chuva, a turbidez se manteve baixa e dentro do padrão de potabilidade.

Figura 10- Precipitação na área de estudo no mês de março

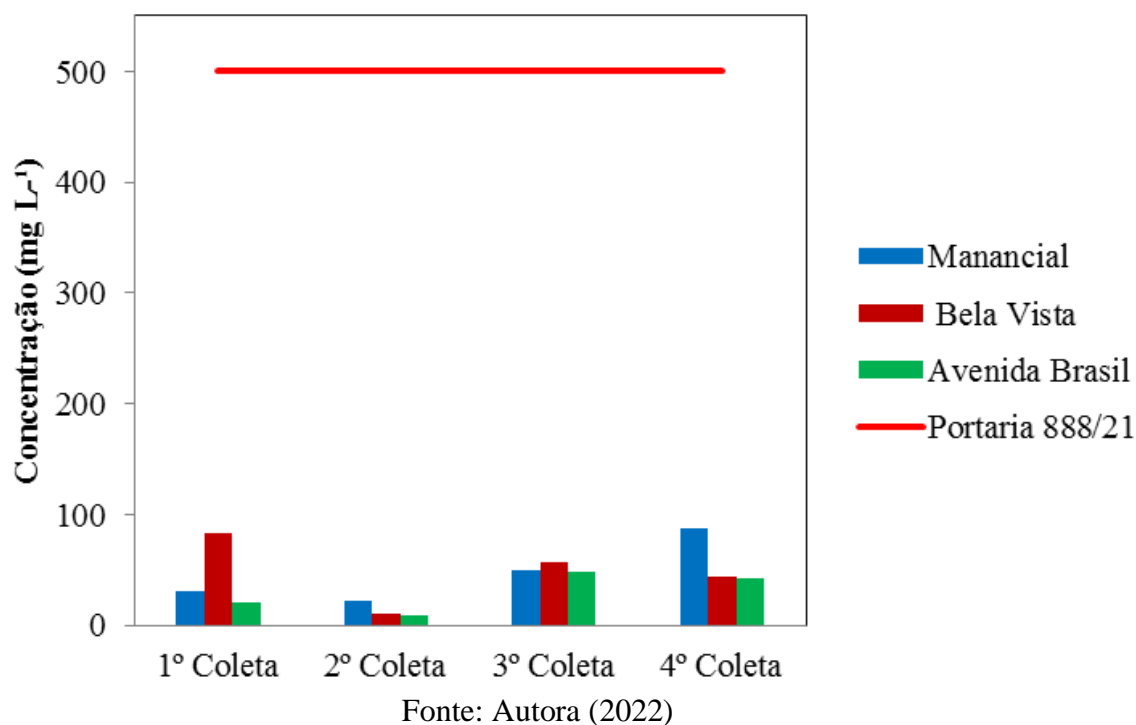


Fonte: Autora (2022).

Outra variável intimamente relacionada com índice pluviométrico é a concentração de sólidos totais. Por meio da Figura 10 é possível observar que nas últimas semanas do mês de março o índice pluviométrico é maior na área de estudo, o que implica em uma maior concentração de sólidos totais presentes na água, mas não o suficiente para violar o padrão de potabilidade.

Através figura 11, apresentada a seguir, é possível analisar que, nas últimas coletas, também houve aumento na concentração de sólidos dissolvidos, essa condição pode estar relacionada com a ocorrência de chuvas no período da última coleta, como representado na

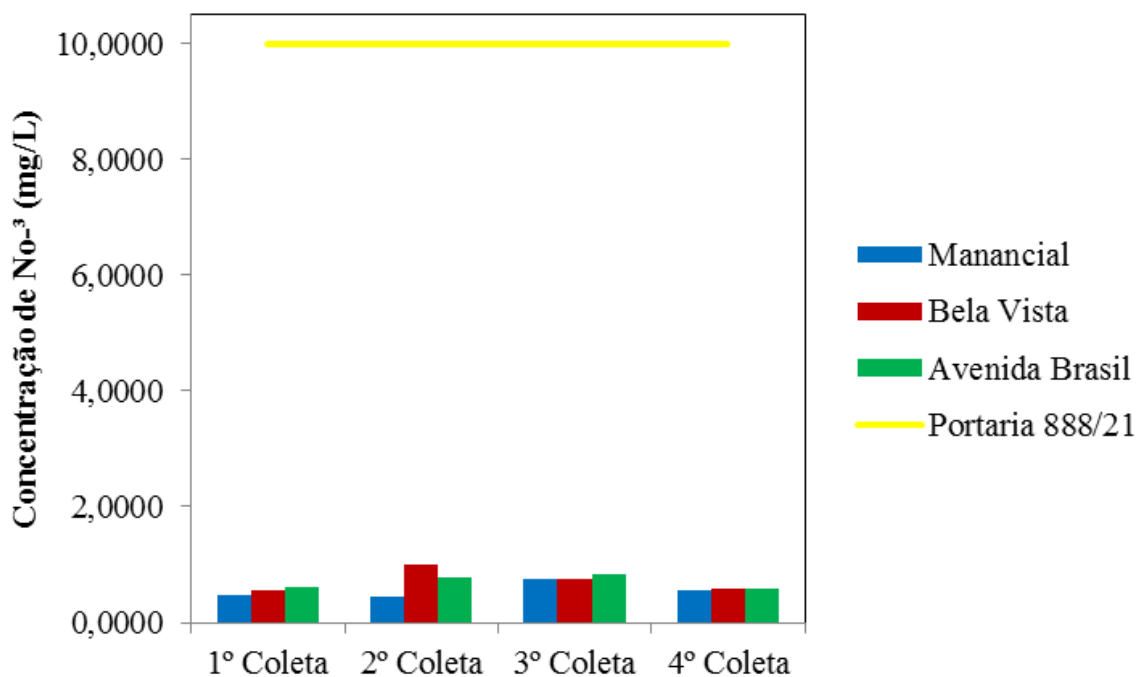
Figura 11- Concentração de sólidos totais dissolvidos da água de abastecimento em Carrancas, MG



Nota-se que na primeira amostragem, o bairro Bela Vista apresentou um teor elevado de sólidos totais dissolvidos, assim como a turbidez, desse modo, reforça a necessidade de manutenção de limpeza no reservatório deste ponto, visto que o índice pluviométrico no período desta coleta é baixo.

Considerando outra variável química na avaliação da qualidade da água do município de Carrancas têm-se o nitrato, no qual a concentração em cada ponto está representada a seguir, pela figura 12:

Figura 12- Concentração de Nitrato em cada ponto de amostragem



Fonte: Autora (2002)

Observa-se que em todos pontos analisados a concentração de nitrato se apresentou de forma semelhante, respeitando os limites estabelecidos pela Portaria potabilidade 888/2021 e Resolução CONAMA 357/05, que refere-se classificação de corpos de água, e da na qual ambas determina como valor máximo permitido para este íon 10 mg/L.

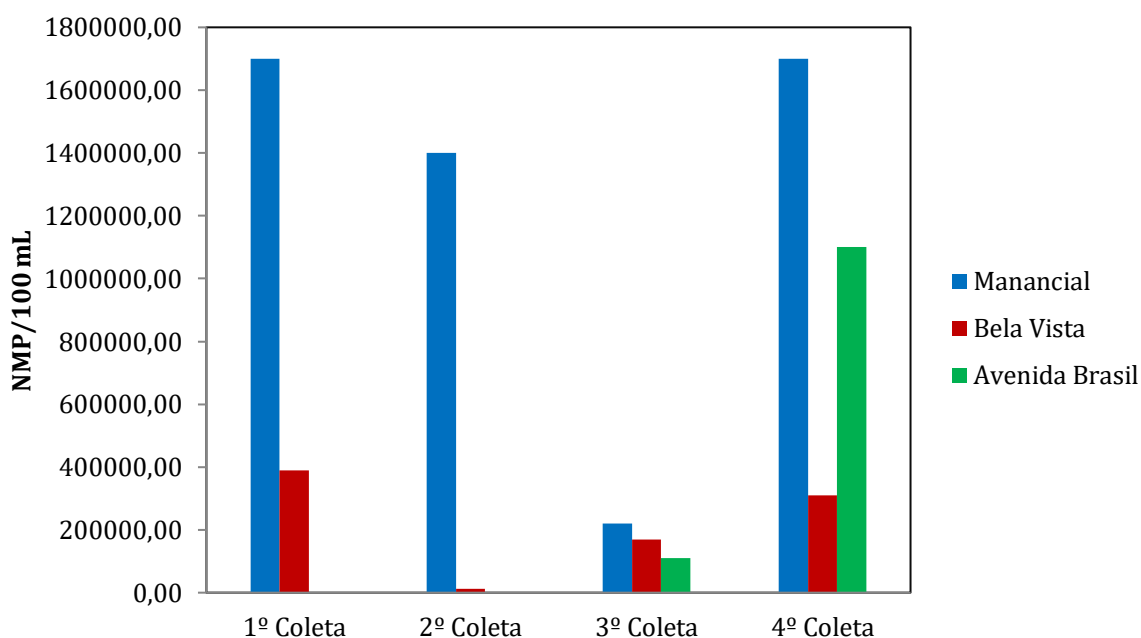
Embasado na resolução CONAMA 357/05 em conjunto com os resultados das análises é possível notar que água de abastecimento de enquadra como classe 1, pois atende a qualidade requerida para os seus usos preponderantes. Águas definidas como classe 1, são destinadas: ao abastecimento público, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças e frutas que são consumidas cruas e de frutas; à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas (Brasil, 2005).

Ademais verifica-se uma variação da concentração entre o ponto de captação e os reservatórios situados no Bairro Bela Vista e final da Avenida Brasil. Essa variação pode estar relacionada com a integridade da rede de distribuição de água e falta de manutenção e limpeza, visto que ao longo do sistema de abastecimento ocorre a deposição de sedimentos de diferentes naturezas.

Uma vez que a água pode ser contaminada no ponto de origem, ao longo da rede de distribuição e, especialmente, nos reservatórios, nos quais as causas frequentes da contaminação da água são a vedação incorreta das caixas d'água e cisternas e falta de limpeza e desinfecção regular e periódica (YAMAGUCHI, 2013).

No que tange os resultados da variável microbiológica, a partir da Figura 13, é possível constatar que na quarta coleta, o ponto de captação e representado pelo reservatório da Avenida Brasil apresentou um número de coliformes totais elevados, essa condição pode estar associada com aumento no índice pluviométrico no período em que ocorreram as últimas coletas, representado na figura 10. De acordo com Geldreich (1998) a água originada pelo escoamento superficial, durante o período de chuva, é o fato que possui maior contribuição na variação da qualidade da água.

Figura 13- NMP de coliformes totais na água de abastecimento de Carrancas, MG..



Fonte: Autora (2022)

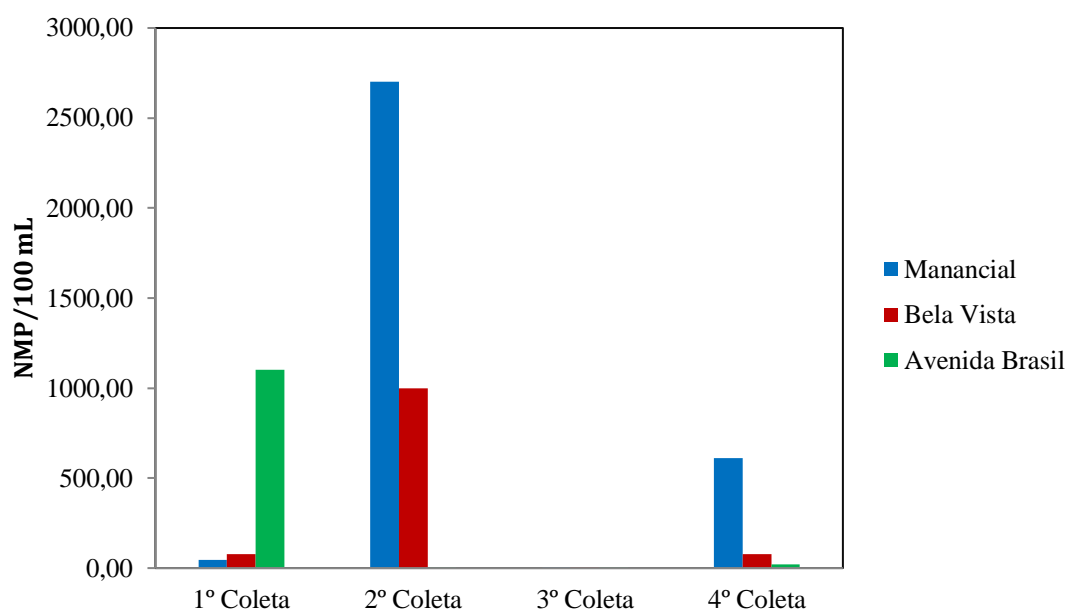
Na segunda coleta a presença de coliformes totais na amostragem do Bairro Bela Vista e próximo do reservatório da Avenida Brasil foi muito baixa.

Entre todos os pontos coletados, o manancial superficial foi o que apresentou um maior número mais provável de coliformes totais a cada 100 mL. Esse fato pode ser um indicativo que a contaminação da água está ocorrendo no ponto de captação, condição na qual pode está correlacionada com o uso e ocupação do solo nas regiões ao entorno da nascente,

no entanto, a presença de coliformes totais é natural nas águas e não indica, necessariamente, contaminação fecal.

Na esteira deste processo têm-se os coliformes termotolerantes, que fazem parte do grupo de bactérias coliformes totais. A presença destes microrganismos na água é um indicador de contaminação fecal-oral, pois são patógenos de etiologia entérica, ou seja, provenientes do intestino de humanos ou animais (SILVA et al., 2014), o que pode causar uma série de prejuízos à saúde humana. Por meio da figura 14 é possível observar a presença deste grupo de microrganismo na água nos diferentes pontos de coleta analisados.

Figura 14- NMP de coliformes termotolerantes na água de abastecimento de Carrancas, MG



Fonte: Autora (2022)

Os pontos de coleta representados pelos reservatórios apresentaram um número reduzido deste grupo de bactérias, esse aspecto pode ser associado à reservação da água nestas estruturas, na qual são submetidas ao processo de sedimentação de sólidos, partículas, e até mesmo de microrganismos, devido à ação da gravidade.

Nota-se, novamente, que o ponto de captação foi que apresentou maior ocorrência de coliformes termotolerantes, obteve um comportamento semelhante ao se comparado com valores definidos para concentração de coliformes totais na água, representados pela figura 13. Observa-se que apenas na terceira coleta houve ausência de microrganismos patogênicos em todos os pontos de amostragem. Em contrapartida a segunda coleta apresentou um alto valor no número de coliformes tolerantes no ponto de captação.

Por meio da Figura 15, apresentada a seguir, é possível notar a presença de residências situadas na cota mais alta a montante do ponto de captação. Segundo Medeiros (2016), a contaminação da água por atividades antrópicas, lançamentos de efluentes, resíduos sólidos, resto de material orgânico, prejudicam o provimento de água com quantidades e qualidades adequadas.

Figura 15- Área de drenagem do ponto de captação.



Fonte: IDE SISEMA (2022)

A Portaria da potabilidade de 888/2021 do MS estabelece a ausência de VMP/100 mL de *Escherichia coli*. Embasado na figura 15 conjuntamente com resultados analisados de coliformes termotolerantes, representados na figura 14, a alta presença deste grupo de bactérias pode estar diretamente relacionada ao uso e ocupação do solo nas regiões ao entorno da nascente. Visto que, através da figura 15 é possível observar a presença de residências, destacada, sendo uma delas, casa de campo para temporada, na área a montante do ponto de captação, nas cotas mais elevadas. Tais moradias fazem do uso de fosse séptica/ fossa negra como forma de tratamento de efluentes. Essa condição aumenta a chances de contaminação às águas subterrâneas por meio da infiltração por fossas negras do escoamento superficial e pelo vazamento de redes de esgoto, que lixivia pelo solo (ANA, 2005).

Sendo válido destacar que o índice pluviométrico é outro fator que pode estar associado com a variação da qualidade microbiológica da água. O manejo inadequado do solo somado ao escoamento superficial da drenagem de águas pluviais pode causar a lixiviação dos compostos presente nas camadas superficiais solo, para água aumentando riscos de contaminação, visto que a descarga derivada de um grande evento de chuva pode impactar um corpo de água tanto quanto uma carga normal de esgoto doméstico bruto (TAEBI E DROSTE, 2004).

Em entrevista realizada no posto de saúde municipal no mês de março foram registrados quatro casos de diarreia. No entanto é válido salientar que é difícil mensurar de forma isolada a ocorrência de doenças causadas pelo contato com água contaminada, pois diferentes fatores, como prestação de serviços de saúde, imunidade e estado nutricional individuais, influenciam para estabelecer uma relação direta com a qualidade da água. Especialmente por que atualmente a diarreia é um dos sintomas da COVID-19.

4.2. Propostas para melhorias no sistema de abastecimento do município

A partir dos resultados apresentados é possível identificar quais são deficiências no sistema de abastecimento de água do município.

Fazendo uma comparação da qualidade da água entre o ponto de captação e os reservatórios distribuídos ao longo da cidade, observa-se que houve aumento nas concentrações de variáveis físicas. Esse fato pode ser associado à falta de limpeza e manutenção da rede e dos reservatórios, o que compromete a integridade do sistema de abastecimento. Sugere-se, portanto, limpeza periódica dos reservatórios e manutenção constante nas instalações já construídas da estação de tratamento de água, como retirada do excesso do material orgânico, originado da mata ciliar, que se deposita no fundo do desarenador, com intuito de reduzir as variações do pH.

Analisando os resultados constata-se que as variáveis em sua maioria, exceto o pH e coliformes totais e termotolerantes, se apresentaram dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria da potabilidade 888/21 do Ministério da Saúde e Resolução CONAMA 357/05, o que demonstra para utilizar água para consumo humano há a necessidade de implantação de um sistema de tratamento e a manutenção regular da rede de abastecimento. A fim de não causar danos à saúde humana.

Considerando os bons resultados das análises de turbidez, reduzida concentração de nitrato, sólidos totais e dissolvidos é necessário o uso de um sistema de tratamento simplificado, composto por processo de filtração, utilizando filtro lento com intuito de remover partículas em suspensão, nessa condição a cor mais a turbidez da água devem ser inferior a 50 ou 60 (RICHTER et al,1991), seguido de um processo de desinfecção, por cloração, utilizando o tanque de contato, para remoção ou inativação de microrganismos patogênicos que venham causar danos a saúde humana.

Sugere-se também o monitoramento regular da qualidade da água, em diferentes períodos ao longo do ano, em suma, manutenções periódicas na rede de abastecimento, assegurando a limpeza e integridade do sistema.

Outra sugestão é quanto à proteção ambiental do ponto de captação, especialmente no local onde está inserido a nascente, a fim de evitar riscos de contaminação da água, devido às atividades antrópicas.

5. CONCLUSÃO

A qualidade da água no município de Carrancas não atende os critérios definidos pela Portaria da potabilidade 888/21, no que diz respeito aos resultados de pH e coliformes termotolerantes. No entanto, apresenta baixos valores de nitrato, turbidez e sólidos, em concordância com a legislação.

Nessa condição o ideal é finalizar a implantação da estação de tratamento no município, principalmente do processo de desinfecção, garantindo uma maior segurança no consumo da água, reduzindo surtos de viroses. Em conjunto, reforçar a proteção ambiental da área em que está inserido o manancial de captação, uma vez que se observa influência das precipitações na qualidade da água.

A vigilância e o monitoramento são instrumentos essenciais na avaliação da qualidade deste recurso, no qual contribuem na identificação de deficiências do sistema de abastecimento por completo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE- AEA. **O grande plano: a água na cidade.** 2018. Disponível em: < <https://www.eea.europa.eu/pt/sinais-da-aea/sinais-2018/artigos/grande-plano-2014-a-agua>>. Acesso em:10 de abril de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Caderno de Recursos Hídricos: Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil.** Brasília/DF:ANA, maio 2005. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20Qualidade%20AguasSubterraneas.pdf>>. Acesso em 17 de abril 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Água no mundo.** Brasília/DF:ANA, 2019. Disponível em: < <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo>>. Acesso em: 22 de jan. 2022.

APHA (American Public Health Association), 1992. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** Washington, DC: APHA.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12226: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público.** Rio de Janeiro. 1992.

AUGUSTO, Lia Giraldo Silva et al. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Revista Ciência e saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17,n. 6, Jun. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141381232012000600015&lng=en&nrm=iso>.Acesso em: 28 de fev. de 2022.

AZEVEDO, E. M.; OLIVEIRA, A. C. G.; BRÍGIDO, B. M.; FREITAS, V. P. S. Estudo comparativo de métodos para determinação de nitrato em águas para consumo humano. **Rev Inst Adolfo Lutz**, 64(1):110-6, 2005.

BATISTA, Carlos Henrique. **Estudo do processo de desinfecção de água via energia solar utilizando um reator experimental.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Processos – Universidade Tiradentes, 2008.

BARRETO, Luciano Vieira et al. **Eutrofização em rios brasileiros.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia,2013, v.9, N.16; p. 2165- 2179. ok

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental.** São Paulo: Prentice Hall, 2005.

Branco, S.M., de Luca, S.J. e Porto, M.F.A. (1991). "Caracterização da Qualidade da Água". In: Porto, R.L.L. (Org) Hidrologia Ambiental. **Coleção ABRH de Recursos Hídricos**, Editora da Universidade de S.Paulo, S.P., p.27-66.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914 de Dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 12 Dez. 2011. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 15 janeiro de 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n. 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União, Brasília, DF 17 de mar 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi =459>> Acesso em: 10 março de 2022.

BRASIL. Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Lei de saneamento**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso: 01 março. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 888 de 04 de Maio de 2021**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF 04 de mar 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>> Acesso em: 10 abril de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Saneamento: orientações técnicas**. Brasília, 2006

BOUCHARD D.C.;Williams M.D.;Surampalli R.Y. Nitrate contamination of ground water sources and potencial health effects. J Ame Water Works Assoc 1992; 84: 85-90.

CARVALHO, Therezinha Travassos Ribeiro. Estado atual do conhecimento de Cryptosporidium e Giardia. **Rev Patol Trop**. v.38, p.1-16, 2009.

CASALI, Carlos Alberto. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado em Ciências do Solo – UFSM/RS , 2008.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **SABESP Ensina**. Intermediário. Poços Artesianos. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=sabesp&pub=T&db=&docid=525EF64B81536513832571C6006B651E>>. Acesso: 18 março de 2022.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA- CFMV. **Saúde Única**. Disponível em: <<https://www.cfmv.gov.br/wp-content/uploads/2020/01/folder-saude-unica.pdf>>. Acesso: 01 de maio de 2022.

DAMKE, Taiara; PASINI, Fernando. A importância da potabilidade da água no saneamento básico para a promoção da saúde pública no Brasil. **Revista Teccen**. 2020 Jan./Jun.; 13 (1): 08-15.

DEININGER, R. A.; CLARK, R. M.; HESS, A. F. & BERNSTAM, E. V., 1992. Animation and visualization of water quality in distribution systems. *Journal of the American Water Works Association*, 84:48-52.

DOS SANTOS, Daniel Jung et al. Análise físico-química e microbiológica da água de poços superficiais, caixas d'água e do sistema de tratamento, em residências no município de Nova Xavantina-MT. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 1, n. 13, p. 31-6. 2015.

EZZATI, Majid; UTZINGER, Jurg; CAIRNCROSS, Sandy; COHEN, Aaron J.; SINGER, Burton H. Environmental Risks in the Developing World: exposure indicators for evaluating interventions, programmes, and policies. **Epidemiological Community Health**, v. 59, p. 15-22.2. 2005. ok

FREITAS, Marcelo Bessa; BRILHANTE, Ogenis Magno; ALMEIDA, Liz Maria. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 17(3):651-660, mai-jun, 2001 ok

GOMES, Adely Suelma et al. **Estudo Qualitativo da Água no Município de Picuí-PB, Enfocando os Parâmetros Cor, Turbidez e pH**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. Campus de Picuí. João Pessoa, 2012. ok

GELDREICH EE. The bacteriology of water. **In: Microbiology and microbial infections**. 9th ed. London: Arnold; 1998

IDE SISEMA. **Infraestrutura de Dados Espaciais**. Minas Gerais, 2022.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Água**: principais estatísticas no mundo. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-mundo/agua>. Acesso: 10 mar. 2019. Acesso em: 30 janeiro de 2022.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Relatório**. Acesso à água nas regiões Norte e Nordeste do Brasil: desafios e perspectivas, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO CONTINUADA- **INBEC**. Mais de 35 milhões de brasileiros não possuem abastecimento de água tratada e quase 100 milhões não têm acesso à coleta de esgoto. 2019. Disponível em: < <https://www.inbec.com.br/blog/mais-35-milhoes-brasileiros-nao-possuem-abastecimento-agua-tratada-quase-100-milhoes-nao-tem-acesso-coleta-esgoto>>. Acesso em: 28 de abril de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017**: abastecimento de água e esgotamento sanitário, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas do Saneamento**. Rio de Janeiro, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos**. Minas Gerais, 2022.

LEITE, Michael Douglas Sousa et al. O Novo Marco do Saneamento (Lei Federal nº 14.026 de 2020) e os possíveis acidentes nos pequenos municípios brasileiros. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 9, pág. e37910918258-e37910918258, 2021.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua; PRADO, Eliana Leão do; OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011.

LOPES, Frederico Wagner de Azevedo; MAGALHÃES Jr, Antônio Pereira. Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH): análise dos estudos recentes sobre recursos hídricos e suas conexões com a geografia física**, Belo Horizonte 06(2): pág. 134-147, Julho-dezembro de 2010.

MEDEIROS, Adaelson Campelo; LIMA, Marcelo Oliveira; GUIMARÃES, RAFHAEL MEDONÇA. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena, no estado do Pará, Brasil. **Rev. Ciência & Saúde Coletiva**, 21(3): pág. 695-708, 2016.

Mitchell, Gordon. **Mapping hazard from urban non-point pollution: a screening model to support sustainable urban drainage planning**; J. Environ. Manage. 2005; 74; 1-9.

Ministério da Saúde. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 mar 2004; Seção 1: 266. Acesso em : 05 fev 2022

MULLER, Luana Riguete. PARUSSOLO, Leandro. Qualidade microbiológica da água utilizada para consumo em escolas municipais de Mamborê, Paraná. **Sabios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 9, n. 1, p. 95-99, jan./abr. 2014.

NETO, Maria de Lourdes Fernandes; FERREIRA, Aldo Pacheco. **Perspectivas da Sustentabilidade Ambiental Diante da Contaminação Química da Água: Desafios Normativos** - Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente, v.2, n.4, Seção 1, ago 2007.

ODEIGAH, P. G. C.; NURUDEEN, O.; AMUND, O. O. **Genotoxicity of oil field wastewater in Nigeria**. Hereditas 1997;126:pág. 161-7.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: [https://www.undp.org/content/dam/brazil/Agenda2030-completo-site%20\(1\).pdf](https://www.undp.org/content/dam/brazil/Agenda2030-completo-site%20(1).pdf). Acesso: 25 março de 2022.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE- OPAS. **A saúde e o meio ambiente no desenvolvimento sustentável**. Publicação Científica nº. 572. OPAS, Washington, D.C., 2000.

PÁDUA & FERREIRA. Pesticide impacts in the microbial soil activity and on farmers healthy. **Revista Baiana de Saúde Pública**, Salvador, v. 30, n. 2, p. 309- 321, jul./dez. 2006.

PERETTO, Anderson. **Índice de qualidade da água no Córrego André**. Universidade Estadual do Mato Grosso, 2002, p. 1-5.

SILVA, Claudio Carvalho et al. Análises do Perfil Bacteriológico das Águas do Ribeirão das Antas, no Município de Cambuí-MG, Como Indicador de Saúde e Impacto Ambiental. *Revista Agrogeambiental*, 2014.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. 2021. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2021.pdf>. Acesso em: 08 abril de 2022.

QUEIROZ, Ana Carolina. et al. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua): lacunas entre a formulação do programa e sua implantação na instância municipal. **Saúde e Sociedade**, v. 21, n. 2, p. 465-478. 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-12902012000200019>>. Acesso: 10 de março de 2022

RICHTER, Carlos A.; DE AZEVEDO NETTO, José Martiniano. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. Editora Blucher, 1991.

RAZZOLINI, Maria Teresa Pepe. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água Impactos na Saúde das Deficiências de Acesso a Água. **Biblioteca Digital da Produção Intelectual** - BDPI da Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 17, n1, p. 21-32, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/sausoc/article/view/7557/9077>>. Acesso em: 05 de fev. 2022.

SCHUROFF, Paulo Alonso et al. Qualidade microbiológica da água do Lago Igapó de Londrina-PR e caracterização genotípica de fatores de virulência associados a *Escherichia coli* enteropatogênica (EPEC) e *E. coli* produtora de toxina Shiga (STEC). **Seminário: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 11-20, jul./dez. 2014. <https://doi.org/10.5433/1679-0367.2014v35n2p11>. Acesso em: 01 de fev. de 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico Temático dos Serviços de Água e Esgotos**. 2020. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnosticos/agua-e-esgotos>>. Acesso em: 05 abril de 2022.

SMITH, Val. H.; SCHINDLER, David. W. **Eutrophication science: where do we go from here?** *Trends in Ecology and Evolution*. 24: p. 201-207, 2009.

SODRÉ, Fernando Fabríz. **Changes in copper speciation and geochemical fate in freshwaters following sewage discharges**; *Water Air Soil Poll*; 178; 103-112.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3º ed. DESA. UFMG, Belo Horizonte, 2005. 452p.

SPOSITO, Garrison. **The chemistry of soils**. New York, Oxford University Press, 1989. 304p. ok

VENDRAMEL, Elza; KOHLER, Vera Beatriz. **A história do abastecimento de água em Maringá, Estado do Paraná**. Acta Scientiarum. 2002;24(1):253-60.

TAEBI, Amir, DROSTE, Ronald L. **Pollution loads in urban runoff and sanitary wastewater**. Sci. Total Environ. 327; pg. 175-184. 2004.

YAMAGUCHI, Mirian Ueda et al. Microbiological quality of human consumption water in a school in Maringa-PR. **Rev. O Mundo da Saúde**, São Paulo, 2013; 37(3):pág. 312-320.