



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

ALESSANDRO LIMA SILVA

**ANÁLISE DA ÁGUA BRUTA DA BACIA DO RIO MONTES CLAROS, MANANCIAL
DA CIDADE DE CAMPOS BELOS (GO) DE 2010 À 2024.**

Goiânia-GO
2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Alessandro Lima Silva

3. Título do trabalho

Análise da água bruta da Bacia do Rio Montes Claros, manancial da cidade de Campos Belos (GO) de 2010 a 2024

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Maximiliano Bayer, Professor do Magistério Superior**, em 09/12/2025, às 10:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alessandro Lima Silva, Usuário Externo**, em 11/12/2025, às 09:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5845548** e o código CRC **4BBF2FE1**.

ALESSANDRO LIMA SILVA

**ANÁLISE DA ÁGUA BRUTA DA BACIA DO RIO MONTES CLAROS, MANANCIAL
DA CIDADE DE CAMPOS BELOS (GO) DE 2010 À 2024**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Natureza e Produção do Espaço.

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental e Tratamento da Informação Geográfica

Orientador: Prof. Dr. Maximiliano Bayer

Coorientador: Prof. Dr. Roger Pereira Alves.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva, Alessandro Lima
Análise da Água Bruta da Bacia do Rio Montes Claros, Manancial da Cidade de Campos Belos (GO) de 2010 à 2014. [Manuscrito]: Análise da Água Bruta da Bacia do Rio Montes Claros, Manancial da Cidade de Campos Belos (GO) de 2010 à 2014. / Alessandro Lima Silva. - 2024.
255 f.: 2024

Orientador: Prof. Dr. Maximiliano Bayer; co-orientador: Dr. Roger Pereira Alves
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (Iesa), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Goiânia, 2024.

Apêndice.
Inclui: siglas, mapas, simbolos, tabelas, grafico, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Abastecimento Público; Compostos Químicos; Padrão de Potabilidade; Qualidade da Água..

I. Bayer, Maximiliano, orient. II. Alves, Roger Pereira, co-orient. III. Título.

CDU 911.2



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **30/2025** da sessão de Defesa de Dissertação de Alessandro Lima Silva, que confere o título de Mestre em **Geografia**, na área de concentração em **Natureza e Produção do Espaço**.

Aos **vinte e sete dias do mês de junho do ano de dois mil e vinte e cinco**, a partir das **15 horas**, por meio de videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“Análise da Qualidade da Água Bruta na Bacia do Rio Montes Claros destinada ao Abastecimento público e seus possíveis riscos à saúde da população no Município de Campos Belos - Goiás de 2010 a 2024”**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **Maximiliano Bayer (IESA/UFG)**, com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor **Márcio Henrique de Campos Zancopé (IESA/UFG)**, membro titular externo; Professora Doutora **Claudia Valeria de Lima (IESA/UFG)**, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor Maximiliano Bayer, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata, que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora aos **vinte e sete dias do mês de junho do ano de dois mil e vinte e cinco**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

"Análise da água bruta da Bacia do Rio Montes Claros, manancial da cidade de Campos Belos (GO) de 2010 a 2024".



Documento assinado eletronicamente por **Maximiliano Bayer, Professor do Magistério Superior**, em 02/07/2025, às 15:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcio Henrique De Campos Zancopé, Professor do Magistério Superior**, em 02/07/2025, às 15:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Claudia Valeria De Lima, Professor do Magistério Superior**, em 02/07/2025, às 15:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5420406** e o código CRC **DE065A1F**.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha mãe, que não está mais aqui, mas ainda posso sentir o seu amor. Sei que nada vai apagar este sentimento, pois nossa ligação vai além de tudo. Ela estará me olhando lá do céu e eu estarei aqui fazendo de tudo para ser alguém de quem ela sempre sentiu orgulho. Meu amor nunca irá acabar e sempre a levarei comigo, mãe. Amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar a vida com saúde e conhecimento para o desenvolvimento das leituras e escritas fundamentais no desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço à minha família, fundamental pilar de incentivos para a conquista dos meus objetivos como meu pai, João, minha querida mãe, Joana (*in memoriam*), minhas irmãs Deidmaia e Geórgia e meus sobrinhos Arthur e Matheus, além de todos os primos, tios e amigos que me apoiaram em mais essa conquista da minha vida. Obrigado a todos pelo carinho, dedicação e amor por acreditarem na construção de mais um sonho realizado.

Ao meu orientador de Mestrado Prof. Dr. Maximiliano Bayer e meu coorientador Prof. Dr. Roger Pereira Alves agradeço pelas orientações oferecidas e pela disposição em atender nos momentos em que mais precisei para o esclarecimento das dúvidas.

Agradeço a Profa. Dra. Cláudia Valéria de Lima, Profa. Dra. Karla Maria de Faria e o Prof. Dr. Marcio Zancopé por aceitarem a participar da banca de e defesa do presente trabalho com a contribuição preciosa dos seus conhecimentos e experiências, serei eternamente grato pelo apoio nesse momento importante da minha vida profissional.

Agradeço à Companhia de Abastecimento do Estado de Goiás (SANEAGO S/A) pela contribuição no fornecimento de dados e informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa na pessoa dos seus representantes e servidores públicos Anny e João Batista da gerência regional de Campos Belos-GO e Augusto na sede da empresa de saneamento em Goiânia-GO.

Agradeço também a Universidade Federal de Goiás (UFG) pelas possibilidades que concedeu na conclusão da graduação, e agora do mestrado, de forma gratuita e de qualidade, estendo o agradecimento ao Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física na pessoa dos seus bolsistas e servidores que contribuíram nessa caminhada diminuindo a dificuldade e os obstáculos que se apresentaram.

Agradeço a Secretaria de Estado e Educação do Estado de Goiás (SEDUCE) pela importante contribuição ao conceder-me a licença aprimoramento de 02 anos (24 meses) para dedicação exclusiva na pesquisa, situação que contribuiu de forma essencial para o desenvolvimento do bom andamento do trabalho.

RESUMO

O processo de avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano tornou-se, nas últimas décadas, um desafio para todos os sujeitos envolvidos com o compromisso de acessibilidade e disponibilidade da água potável. O surgimento de novos compostos químicos (como produtos orgânicos, inorgânicos, agrotóxicos) associado ao manuseio inadequado das atividades antrópicas e até mesmo a sua composição de forma natural no solo ao longo das áreas próximas às reservas de água (superficiais ou subterrâneas) podem contribuir para elevar os níveis de contaminação e poluição e provocar possíveis riscos à saúde da população consumidora. Nesse contexto, é importante analisar os índices da qualidade da água de grandes e pequenas bacias hidrográficas que abastecem um contingente populacional. O rio Montes Claros é uma microbacia localizada no nordeste goiano e possui uma grande importância por exercer o papel de principal recurso natural disponível e responsável pelo abastecimento do município de Campos Belos/GO. De posse dos dados de água bruta do manancial disponibilizados pela companhia de abastecimento do Estado de Goiás - SANEAGO S/A, e a utilização do estudo da geoquímica e geomedicina, os avanços e modernização das técnicas de tratamento da água respaldadas pela legislação pertinente (como as portarias 518/2004; 2914/2011; 888/2021 do Ministério da Saúde e a resolução 357/2005 do CONAMA) foram essenciais para a análise da qualidade da água bruta do rio Montes Claros que apresentou em sua grande maioria parâmetros físico-químicos, biológicos, microbiológicos, orgânicos, inorgânicos, agrotóxicos, produtos de desinfecção e cianobactérias de acordo com os valores máximos permitidos (VMP) estabelecidos pelo padrão de potabilidade, a exceção somente da cor aparente (provocado pelo excesso de matéria orgânica) e a turbidez (com aumento de casos principalmente durante os períodos chuvosos), nos casos específicos dos níveis dos coliformes totais e da escherichia coli no rio Montes Claros é normal a sua presença pelo fato da pesquisa analisar os parâmetros em água bruta e não em água tratada (neste caso deve ser ausente em 100 mL).

Palavras Chaves: Abastecimento público; Compostos químicos; Padrão de potabilidade; Qualidade da água.

ABSTRACT

In recent decades, assessing the quality of water intended for human consumption has become a challenge for all those involved in ensuring the accessibility and availability of drinking water. The emergence of new chemical compounds (such as organic and inorganic products, and pesticides) associated with improper management by human activities, and even their natural composition in the soil along areas close to water reserves (surface or groundwater), can contribute to increased levels of contamination and pollution and pose potential health risks to consumers. In this context, it is important to analyze the water quality indices of large and small river basins that supply a large population. The Montes Claros River, a microbasin located in northeastern Goiás, is of great importance as the primary available natural resource and supplies the municipality of Campos Belos, Goiás. Using raw water data from the source provided by the Goiás State water supply company - SANEAGO S/A, and using geochemistry and geomedicine studies, advances and modernization of water treatment techniques supported by relevant legislation (such as ordinances 518/2004; 2914/2011; 888/2021 of the Ministry of Health and resolution 357/2005 of CONAMA) were essential for the analysis of the quality of the raw water of the Montes Claros River, which presented, in its vast majority, physical-chemical, biological, microbiological, organic, inorganic, agrochemical, disinfection product and cyanobacteria parameters in accordance with the maximum permitted values (VMP) established by the potability standard, with the exception only of the apparent color (caused by excess organic matter) and turbidity (with an increase in cases mainly during rainy periods), in the specific cases of the levels of Total coliforms and *Escherichia coli* in the Montes Claros River are normal due to the fact that the research analyzes the parameters in raw water and not in treated water (in this case it should be absent in 100 mL).

Keywords: Public supply, Chemical compounds, Human consumption, Drinkability standard, Water quality.

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 01 - Parâmetros físico-químicos de Metais Pesados e Organolépticos na Água.....	12
Tabela 02 - Padrão de Potabilidade das Substâncias Inorgânicas e Organolépticas da Água destinada ao Consumo Humano.	13
Tabela 03 - Padrão de Potabilidade das Substâncias Orgânicas e Organolépticos na Água destinada ao Consumo Humano	14
Tabela 04 - Padrão de Potabilidade para os Agrotóxicos em Água destinada ao Consumo humano	14
Tabela 05 - Padrão de Potabilidade dos Subprodutos da Desinfecção na Água destinada ao Consumo Humano.....	15
Tabela 06 - Padrão de Potabilidade de Cianobactérias na Água destinada ao Consumo humano.....	15
Tabela 07 - Quantitativo de coletas e análises de Cor Aparente/Rio Montes Claros (GO).....	93
Tabela 08 - Quantitativo de coletas e análises de Alcalinidade/Rio Montes Claros (GO).....	95
Tabela 09 - Quantitativo de coletas e análises de Alumínio Dissolvido/Rio Montes Claros (GO).....	97
Tabela 10 - Quantitativo de coletas e análises de Cloretos/Rio Montes Claros (GO).....	100
Tabela 11 - Quantitativo das coletas e análises de Coliformes Totais/Rio Montes Claros (GO).....	102
Tabela 12 - Quantitativo das coletas e análises de Escherichia Coli/Rio Montes Claros (GO).....	105
Tabela 13 - Quantitativo de coletas e análises da Bactéria Heterotrófica/Rio Montes Claros (GO).....	107
Tabela 14 - Quantitativo das coletas e análises da Temperatura da Água/Rio Montes Claros (GO).....	110
Tabela 15 - Quantitativo de coletas e análises do Potencial Hidrogeniônico/Rio Montes Claros (GO).....	112
Tabela 16 - Quantitativo de coletas e Análises da Dureza/Rio Montes Claros (GO).....	115
Tabela 17 - Quantitativo de coletas e análises de Gás Carbônico Livre/Rio Montes Claros (GO).....	117

Tabela 18 - Quantitativo das coletas e das análises de Turbidez/Rio Montes Claros (GO).....	120
Tabela 19 - Quantitativo de coletas e das análises de Ferro/Rio Montes Claros (GO).....	122
Tabela 20 - Quantitativo de coletas e análises de Oxigênio Dissolvido/Rio Montes Claros (GO).....	125
Tabela 21 - Quantitativo de coletas e análises de Condutividade/Rio Montes Claros (GO).....	128
Tabela 22 - Quantitativo de coletas e análises dos Sólidos Totais/Rio Montes Claros (GO).....	130
Tabela 23 - Quantitativo de coletas e análises do Nitrato/Rio Montes Claros (GO).....	132
Tabela 24 - Quantitativo de coletas e análises de Nitrito/Rio Montes Claros (GO).....	134
Tabela 25 - Quantitativo de coletas e análises do Sulfato/Rio Montes Claros (GO).....	136
Tabela 26 - Quantitativo de coletas e análises de D.B.O./Rio Montes Claros (GO).....	138
Tabela 27 - Quantitativo de coletas e análises de Manganês/Rio Montes Claros (GO).....	140
Tabela 28 - Quantitativo de coletas e análises de Nitrogênio Amônia/Rio Montes Claros (GO).....	142
Tabela 29 - Quantitativo de coletas e análises de Sulfeto de Hidrogênio/Rio Montes Claros (GO).....	144
Tabela 30 - Quantitativo de coletas e análises de Magnésio/Rio Montes Claros (GO).....	145
Tabela 31 - Quantitativo de coletas e análises de Fósforo Total/Rio Montes Claros (GO).....	147
Tabela 32 - Quantitativo de coletas e análises de Fluoreto/Rio Montes Claros (GO).....	149
Tabela 33 - Quantitativo de coletas e análises de Amônia/Rio Montes Claros (GO).....	151
Quadro 01 - Demonstrativo dos resultados das contas da água no Brasil.2020.....	20
Quadro 02 - Classificação de Alguns Contaminantes Orgânicos de Interesse Sanitário.....	37
Quadro 03 - Categorias Químicas de Defensivos Agrícolas e suas Funcionalidades.....	39
Quadro 04 - Parâmetros da Dosagem Toxicológica dos Defensivos agrícolas.....	40
Quadro 05 - Estrutura do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA).....	76
Quadro 06 - Parâmetros de qualidade da água relacionados aos usos dos recursos hídricos.....	82
Quadro 07 - Classificação das classes dos recursos hídricos de acordo com seus usos.....	83
Quadro 08 - Padrões de lançamentos de efluentes - CONAMA 357/05.....	85

LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS E PLANILHAS

Figura 01 - Mapa de Localização e delimitação da sub-bacia do Rio Montes Claros-GO....	48
Figura 02A - Elevatória de Água Bruta do rio Montes Claros (GO).....	49
Figura 02B – Instalações da captação de Água Bruta.....	49
Figura 03A – Fachada do laboratório da Gerência Regional da Saneago em Campos Belos..	50
Figura 03B – Equipamentos disponíveis no laboratório da SANEAGO S/A.....	50
Figura 04 - Mapa Geológico da Bacia do Rio Bezerra e sub-bacia Rio Montes Claros (GO).....	51
Figura 05 - Mapa Geológico da sub-bacia do Rio Montes Claros (GO).....	52
Figura 06 - Mapa Geomorfológico da Bacia do Rio Bezerra e sub-bacia do Rio Montes Claros (GO).....	53
Figura 07 - Mapa Hipsométrico da bacia do rio Bezerra e sub-bacia do rio Montes Claros (GO).....	54
Figura 08 - Mapa Pedológico da Bacia do Rio Bezerra e da sub-bacia do rio Montes Claros(GO).....	56
Figura 09 - Mapa de uso e cobertura do solo da bacia do rio Bezerra e da sub-bacia do rio Montes Claros(GO).....	60
Figura 09 A - Mosaico de uso e ocupação do solo da bacia do rio Bezerra e da sub-bacia do rio Montes Claros (GO).....	61
Gráfico 01 - Médias Mensais de Precipitação em Campos Belos-GO (1993 a 2023).....	59
Gráfico 02 - Variação da Temperatura Ambiente no Rio Montes Claros.....	90
Gráfico 03 - Análise da Cor Aparente na Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	92
Gráfico 04 - Alcalinidade na Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	95
Gráfico 05 - Cloretos na Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	99
Gráfico 06 - Coliformes Totais na Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	102
Gráfico 07 - Escherichia Coli na Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	105
Gráfico 08 - Bactéria Heterotrófica na Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	107
Gráfico 09 - Temperatura da Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	109
Gráfico 10 - Potencial Hidrogeniônico da Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	112
Gráfico 11 - Dureza da Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	115

Gráfico 12 - Gás Carbônico Livre na Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	117
Gráfico 13 - Turbidez da Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	120
Gráfico 14 - Oxigênio Dissolvido na Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	125
Gráfico 15 - Condutividade na Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	127
Gráfico 16 - Sólidos Totais na Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	130
Gráfico 17 - Sulfato na Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	136
Gráfico 18 - D.B.O. na Água Bruta do Rio Montes Claros (GO).....	138
Planilha 01 - Percentual das análises físico-química/biológico/microbiológico do rio Montes Claros (GO).....	174
Planilha 02 - Percentual das análises de substâncias inorgânicas da água bruta do rio Montes Claros (GO).....	178
Planilha 03 - Percentual das análises de substâncias orgânicas da água bruta do rio Montes Claros (GO).....	180
Planilha 04 - Percentual de análises dos compostos agrotóxicos na água bruta do rio Montes Claros (GO).....	181
Planilha 05 - Percentual de análises do padrão organoléptico na água bruta do rio Montes Claros (GO).....	182
Planilha 06 - Percentual de análises dos subprodutos da desinfecção na água bruta do rio Montes Claros (GO).....	184

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APEON	Alquilfenóis Polietoxilados
BSB	Brasil/Brasília
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
CAS	Compêndio de Substâncias Químicas.
CEAA	Contas Econômicas Ambientais da Água no Brasil
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.
Ce/mL	Células por Mililitros.
CENEPI	Centro Nacional de Epidemiologia.
CGVAM	Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde.
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear.
CNS	Código Nacional de Saúde.
CRC	Cloro Residual Combinado.
CRL	Cloro Residual Livre.
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente.
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio.
DDT	Dicloro Difênil Tricloroetano.
DL	Dose Letal.
DIPRO	Departamento de Produção.
DNSP	Departamento Nacional de Saúde Pública.
DSEI	Distritos Sanitários Especiais Indígenas.
EEAB	Estação Elevatória de Água Bruta.
EEAT	Estação Elevatória de Água Tratada.
Eh	Potencial Redox.
ETA	Estação de Tratamento de Água.
EU	European Union (União Europeia).
FF	Frentes Frias.
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde.
GDWA	Guidelines for Drinking Water Quality (Qualidade da Água Potável).

GM	Gabinete do Ministro
GRS	Gerência Regional de Serviços.
HPA	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos.
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano.
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.
IQA	Índice de Qualidade de Água.
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
MeC	Massa de Ar Equatorial Continental.
Mg/L	Miligrama por Litro.
MMA	Ministério do Meio Ambiente.
MpA	Massa de Ar Polar Atlântica.
MS	Ministério da Saúde.
MtA	Massa de Ar Tropical Atlântica.
NCI	Não Consta Informações.
NDV	Não Detectado Valores.
NHRMC	Australian Government's Health and Medical Research Funding Agency.
NRA	Não Realizada Análise.
NUCLAN	Energia Nuclear Brasil.
NUCLEBRÁS	Equipamentos Pesados.
OD	Oxigênio Dissolvido.
MtA	Massa de Ar Tropical Atlântica.
NCI	Não Consta Informações.
NDV	Não Detectado Valores.
NHRMC	Australian Government's Health and Medical Research Funding Agency.
NRA	Não Realizada Análise.
NUCLAN	Energia Nuclear Brasil.
NUCLEBRÁS	Equipamentos Pesados.
OD	Oxigênio Dissolvido.
OMS	Organização Mundial de Saúde.
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde.
PCB	Bifenilas Policloradas.
PCDD	Dibenzodioxina Policlorada.

PCDF	Dibenzofurano Policlorado.
pH	Potencial Hidrogeniônico.
POP	Poluentes Orgânicos Persistentes.
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente.
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos.
PRC	Portaria de Consolidação.
RNQA	Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade da Água.
SAA	Serviço de Abastecimento Público de Água.
SAC	Solução Alternativa de Abastecimento de Água para Consumo Humano.
SANEAGO	Saneamento do Estado de Goiás S/A.
SCIELO	Biblioteca Eletrônica Científica Online.
SDWA	Safe Drinking Water Act (Lei da Água - Beber Seguro).
SESAI	Secretaria Especial de Saúde Indígena.
SIA	Sistema de Informações sobre Agrotóxicos.
SIG	Sistema de Informações Geográficas.
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul.
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente.
SGRH	Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
SUS	Sistema único de Saúde
SVS	Secretaria de Vigilância da Saúde
USEPA	United States Environmental Protection Agency (Proteção Ambiental EUA).
USPHS	United States Public Health Service (Serviço Público de Saúde dos EUA).
UTM	Universal Transversa de Mercator.
VIGIAGUA	Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água.
VMD	Valor Máximo Desejável.
VMP	Valores Máximos Permitidos.
µg/L	Micrograma Por Litro.
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	4
1.1 Problemática da investigação	6
1.2 Justificativa	8
1.3 Objetivos da pesquisa	11
1.4 Metodologia	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 - Consumo e Disponibilidade de Água Doce no Planeta	18
2.2 - Contextualização de Bacias Hidrográficas	21
2.3 - Histórico do Tratamento de Água para Consumo Humano	24
2.4 - Qualidade da Água para Consumo Humano	27
2.5 - Contribuição da Geologia da Saúde e Geomedicina	33
2.6 - Contaminantes Químicos Orgânicos, Organolépticos e Agrotóxicos em águas superficiais	36
2.7 - Metais Pesados em Águas Superficiais	43
3 - MATERIAIS E MÉTODOS	46
3.1 - Contexto Histórico e Socioeconômico do Município de Campos Belos-GO	46
3.2 Área de Estudo	48
3.3 - Caracterização Física da Bacia do Rio Montes Claros	51
3.3.1 - Geologia da Área de Estudo	51
3.3.1.1 - Geologia da Sub-bacia do Rio Montes Claros	52
3.3.3 - Geomorfologia	53
3.3.4 - Pedologia	55
3.3.5 - Clima	58
3.3.6 - Uso e Cobertura do Solo	60
3.4 - Organização e Tratamento dos Dados da SANEAGO	61
3.5 - Portarias do Ministério da Saúde - Qualidade da Água	63
3.5.1 - Breve Histórico	63
3.5.2 - Portaria Bsb 56 de 14/03/1977	64
3.5.3 - Portaria 36 GM de 19/01/1990	66
3.5.4 - Portaria 1469 de 29/12/2000	68
3.5.5 - Portaria MS nº 518 de 25/03/2004	71
3.5.6 - Portaria GM/MS 2914 de 12/12/2011	72
3.5.7 - Portaria de Consolidação GM/MS nº 5 de 28/09/2017	73
3.5.8 - Portaria GM/MS nº 888 de 04/05/2021	74

3.6 - Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA	76
3.6.1 - Breve Histórico da Legislação Ambiental Brasileira	76
3.6.2 - Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA	77
3.6.3 - A Resolução do Conama - 357 de 17 de março de 2005	80
3.6.4 - Resolução Conama - 430 de 13 de maio de 2011	85
4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	88
4.1 - Análise descritiva dos dados físico-químicos da água bruta do rio Montes Claros	88
4.1.1 - Temperatura Ambiente	90
4.1.2 - Cor Aparente	92
4.1.3 - Alcalinidade	94
4.1.3.1 - Alcalinidade Total	95
4.1.4 - Alumínio Dissolvido	97
4.1.5 - Cloretos	99
4.1.6 - Coliformes Totais	101
4.1.6.1 - Escherichia Coli	104
4.1.7 - Bactéria Heterotrófica	106
4.1.8 - Temperatura da Água	108
4.1.9 - pH	110
4.1.10 - Dureza	113
4.1.11 - Gás Carbônico Livre	116
4.1.12 - Turbidez	118
4.1.13 - Ferro	121
4.1.14 - Oxigênio Dissolvido	123
4.1.15 - Condutividade	126
4.1.16 - Sólidos Totais	128
4.1.17 - Nitrato	131
4.1.18 - Nitrito	133
4.1.19 - Sulfato	135
4.1.20 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (D.B.O. 05 dias a 20° C)	137
4.1.21 - Manganês	139
4.1.22 - Nitrogênio Amônia	141
4.1.23 - Sulfeto	143
4.1.24 - Magnésio	145

4.1.25 - Fósforo Total	146
4.1.26 - Fluoreto	148
4.1.27 - Amônia	151
4.2 - Análise Descritiva dos Dados de Substâncias Orgânicas, Inorgânicas, Agrotóxicos, Organolépticos e Desinfecção da Água Bruta do Rio Montes Claros	152
4.2.1 - Substâncias Orgânicas	153
4.2.2 - Substâncias Inorgânicas	156
4.2.3 - Agrotóxicos	159
4.2.4 - Substâncias Organolépticas	162
4.2.5 - Subprodutos de Desinfecção	166
4.2.6 - Cianobactérias	168
4.3 Percentual das análises Físico-Químicas/Biológicas/Microbiológicas da água bruta do rio Montes Claros	171
4.4 - Percentual das análises das Substâncias Inorgânicas na água bruta do rio Montes Claros	175
4.5 - Percentual das Análises das Substâncias Orgânicas na água bruta do rio Montes Claros	179
4.6 - Percentual das análises dos Compostos de Agrotóxicos na água bruta do rio Montes Claros	181
4.7 - Percentual das análises dos subprodutos da desinfecção na água bruta do rio Montes Claros	183
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	185
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	188
7. APÊNDICE – PLANILHAS	200

1.INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável para a sobrevivência dos seres vivos, sendo utilizada para diversas finalidades, principalmente, para a manutenção da vida no planeta. As redes de drenagens superficiais e subterrâneas são essenciais aos seres vivos como fonte de recurso natural, fato que proporciona o aumento da preocupação constante com a conscientização ambiental em relação aos mananciais, bem como o estudo e aperfeiçoamento de técnicas científicas para garantir melhorias ao planejamento e gestão desses recursos (ROCHA *et al.*, 2011).

A Geografia como ramo do conhecimento científico possui um papel primordial no desenvolvimento e aprimoramento dos estudos voltados para a conscientização ambiental da sociedade em geral, dada a importância de suas pesquisas desenvolvidas para o uso e manejo adequado dos elementos naturais do planeta, como é o caso dos recursos hídricos, de forma a garantir a sua manutenção e disponibilidade para as atuais e futuras gerações.

Contudo, há uma contradição entre a sociedade moderna e os aspectos ambientais, que são refletidos, principalmente, nas águas dos rios que formam as bacias hidrográficas, seja do ponto de vista ecológico, social e econômico. A demanda por água para consumo e outras funcionalidades têm-se elevado nas últimas décadas de forma gradual devido ao crescimento populacional e à falta de uso e manejo adequado em espaços urbanos e rurais.

Com isso, a dinâmica estrutural da drenagem, bem como suas características físico-químicas e biológicas, pode resultar da interação de fenômenos naturais tais como o clima, a geologia e a vegetação, como também podem ter suas origens nas atividades antrópicas voltadas para a ocupação do espaço geográfico sem o cuidado necessário do uso e manejo do solo e das fontes naturais dos recursos hídricos (PAULA, 2010).

Uma das importantes fontes de recursos naturais disponíveis na superfície terrestre é a bacia hidrográfica que pode ser definida como uma área de captação natural de água advinda da precipitação em que a conversão dos seus escoamentos é direcionada para um único ponto de saída, conhecido por exutório, sendo composta basicamente por um conjunto de superfícies com vertentes além de uma rede de drenagem formada por cursos d'água como afluentes que direcionam para um único leito no exutório (SILVEIRA, 2001).

As bacias hidrográficas presentes em diversas partes do mundo e as do Brasil não são diferentes, em sua maioria são utilizadas como reservas naturais de águas superficiais voltadas para o abastecimento de água potável destinadas ao consumo humano. A água para consumo humano é caracterizada através dos parâmetros biológicos, físicos, químicos, microbiológicos e radioativos que devem obrigatoriamente atender aos padrões de potabilidade que são determinados pelas legislações específicas vigentes do lugar com objetivo de não oferecer riscos à saúde.

Esses parâmetros são definidos por Valores Máximos Permitidos (VMPs) e regulamentados e normatizados pela legislação ambiental brasileira específica, dentre elas a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), que visa garantir com segurança o fornecimento de água tratada de boa qualidade com concentrações mínimas de elementos físico-químicos constituintes, conhecidos por serem perigosos à saúde (D'AGUILA *et al.*, 2000).

Em termos de legislações referentes a análise dos parâmetros de qualidade da água, o Brasil ainda é amparado pela resolução 357/2005 (alterada pela Resolução Conama nº 410/2009 e Resolução Conama nº 430/2011) do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que estabelecem parâmetros de análise geoquímica em águas superficiais e sedimentos fluviais ao longo da drenagem, elementos importantes para a avaliação do nível de qualidade ambiental no corpo d'água.

A água caracteriza-se como um solvente universal abundante capaz de incorporar grandes quantidades de substâncias ao entrar em contato com os minerais constituintes de solos e rochas que as circundam, até mesmo elementos definidos como os contaminantes orgânicos e/ou metais pesados (FALEIRO, 2013).

A análise geoquímica da água é realizada através de estudos e técnicas empregadas nas bacias hidrográficas com o apoio científico promovido pela Geografia da saúde, Epidemiologia, Geologia, Química e Medicina que de forma interdisciplinares assumem papéis fundamentais na identificação de possíveis poluentes e contaminantes prejudiciais à saúde humana que possam estar presentes na água para consumo (NAKASHIMA; CARVALHO, 2002); (GUEDES, 2011).

Visto isso, a contaminação dos recursos hídricos (seja por contaminantes orgânicos e metais químicos pesados) tornou-se uma constante preocupação por parte dos profissionais, pesquisadores e ambientalistas diante dos potenciais riscos provocados pelas substâncias químicas presentes no meio ambiente e que diretamente reflete na saúde da população envolvida com o consumo de água contaminada em mananciais.

Diante desse aspecto o município de Campos Belos, localizado no extremo nordeste goiano, coloca-se em uma situação agravante principalmente por estar afastado dos grandes centros urbanos cuja infraestrutura, o centro de pesquisas e o monitoramento voltados para a eficiência de saneamento e suprimento de água natural e superficial são em algumas condições escassos ou mesmo precários.

O Rio Montes Claros é o único manancial que supre o abastecimento público do município, sendo a água destinada para variados usos e até para o consumo humano. Por esse motivo o presente trabalho procura realizar as análises dos dados referentes ao comportamento de contaminantes orgânicos, inorgânicos e metais pesados como forma de averiguar se os parâmetros

físico-químicos e biológicos da água bruta desta drenagem encontram-se nos padrões legais das normas vigentes no país. Para o desenvolvimento da pesquisa é indispensável os fundamentos teórico-metodológicos fornecidos pela Geologia médica, a Geoquímica e a Geografia da saúde (VASCONCELLOS, 2011).

A qualidade da água em uma bacia hidrográfica está relacionada a fatores como a interação de meios bióticos e abióticos bem como aos condicionantes antrópicos de uso e ocupação das terras ao longo da sua extensão. No entanto às águas destinadas para consumo humano pressupõe-se ainda a existência de tratamento para torná-la potável, e este tratamento envolve processos como coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação, todas essas etapas de tratamento devem ser aplicadas de forma sistemática e amplamente monitoradas e o produto final gerado para consumo humano devem atender às exigências de normas padrão estabelecidos pela legislação ambiental específica (FERNANDES; FERREIRA apud HELLER, 1997; PÁDUA; FERREIRA, 2006).

O conhecimento científico da Geoquímica das águas torna-se fundamental para a análise das águas superficiais do rio Montes Claros colaborando junto a população local para o cumprimento do artigo 225 da Constituição Federal onde “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

O cumprimento e a garantia desse direito coletivo necessita de forma efetiva das ações rápidas do poder público através da elaboração e implantação de políticas públicas que visam contribuições que atendam a realidade do meio ambiente e, conseqüentemente, de todos envolvidos diretamente. Já os conhecimentos científicos contribuem com a participação nos trabalhos técnico-científicos interdisciplinares necessários (NAKASHIMA; CARVALHO, 2002).

O presente trabalho de análise da água bruta do rio Montes Claros busca através dos dados disponibilizados pela empresa de saneamento do Estado de Goiás (SANEAGO) a equiparação junto aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira específica (tais como a Resolução CONAMA e as Portarias do Ministério da Saúde e suas atualizações).

1.1 Problemática da investigação

De acordo com o aspecto característico da água que se apresenta como um solvente universal, principalmente associado a processos intempéricos e pedogênicos (ou seja, fator de relação da água e o material intemperizado de formação do solo), juntamente com a presença de elementos químicos nessa dinâmica de interação existe a possibilidade de bioacumulação de

contaminantes químicos e/ou mesmo metais pesados em amostras de micrograma/litro nas águas dos mananciais superficiais no contexto geral.

Esses elementos químicos apresentam características essenciais ou tóxicas à saúde humana que, devido ao seu nível de solubilidade, são incorporados pela água e são transportados por meio do contato com minerais constituintes de solos e rochas próximos e que posteriormente chegam à população através do consumo da água.

Segundo CORTECCI (2006, p. 7) “As águas superficiais e subterrâneas representam o mais importante meio de conexão entre a geoquímica das rochas, o solo e a fisiologia humana”. A elevada capacidade de solubilidade que a água possui associado a fatores geológicos, climáticos e de transporte de sedimentos contribuem para que elementos químicos (essenciais ou tóxicos) tenham contato diretamente com os seres humanos, animais e vegetais através do seu uso para consumo e da disponibilidade e características minerais desses elementos no ambiente próximos aos mananciais.

Em estudos realizados no período de 2010 nos mananciais do município de Campos Belos-GO, Filho et al., (2010, p.72) constatou-se a presença de pesticidas organoclorados (Aldrin), pertencentes ao grupo dos contaminantes químicos orgânicos, com altos índices de contaminação. A presença desses contaminantes orgânicos, introduzidos pelas atividades antrópicas com o uso de pesticidas, agrotóxicos e fertilizantes encontrados na água superficial da região, pode ser muito maior devido ao processo de biomagnificação (fenômeno que ocorre quando há acúmulo progressivo de substância tóxica de um nível trófico para outro ao longo da cadeia alimentar) na biodiversidade aquática (FILHO et al., 2010).

Diferentemente dos agrotóxicos (substâncias sintéticas), os metais pesados podem ser encontrados de forma natural no ambiente, como é o caso do urânio, natural presente no município de Campos Belos-GO. Estudos realizados no final da década de 1970 (conhecido por Projeto Rio Preto-Campos Belos-GO) por pesquisadores da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), Nuclebrás Equipamentos Pesados (NUCLEBRÁS) e Energia Nuclear (NUCLAN) constataram através de trabalhos de prospecção mineral realizados no município a ocorrência de veios de urânio associados a fósforos (FIGUEIREDO; OESTERLEN, 1981).

Com a elaboração do mapeamento geológico realizado por zonas de mineralização os autores constataram a presença de anomalias de urânio no município com algumas áreas localizadas próximas ao curso do rio Montes Claros. Essas reservas uraníferas estão associadas a rochas fosfáticas e são originárias de ambientes naturais, circunstâncias que proporcionam a formação do urânio natural (BOGOSSIAN, 2010).

1.2 Justificativa

Estudos voltados para o diagnóstico ambiental das águas superficiais, incluindo também os lagos e lagoas, possuem enorme relevância na atualidade devido a indisponibilidade relacionado ao esgotamento dos recursos hídricos para atendimento à demanda crescente da população consumidora de água potável. (CEBALLOS, 2009).

As crescentes taxas de urbanização dos países nas últimas décadas, associados aos processos de degradações ambientais junto aos canais de drenagens tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, provocados em sua grande maioria por diversas atividades antrópicas contribuem para o aumento da escassez de mananciais hídricos disponíveis para abastecimento público de água. (CEBALLOS, 2009).

A contaminação e/ou poluição dos recursos hídricos (sejam por contaminantes orgânicos ou mesmo metais pesados) refletem diretamente na deterioração da saúde humana. O nível de gravidade aumenta especialmente em regiões mais desprovidas da presença e atenção do Estado, devido à falta de políticas públicas efetivas que restringem as cotas de investimentos destinados ao aparelhamento e recurso humano técnico-científico junto ao fornecimento adequado em saneamento e suprimento de água natural como forma de alcançar resultados e índices de padrão de qualidade aceitáveis. (PIROLI, 2022).

Diante da importância e da diversidade de usos que uma bacia hidrográfica oferece, é fundamental o desenvolvimento da análise geoquímica local como um estudo essencial na caracterização tanto da influência do fator antrópico quanto geológico natural em seu processo de qualidade ambiental. (CORTECCI, 2006).

A geoquímica ambiental assume um papel essencial em que disponibiliza ferramentas necessárias à identificação de poluentes e contaminantes, assim como a indicação de soluções mitigadoras dos recursos hídricos sejam aquelas provocadas por atividades antropogênicas ou mesmo os aspectos físico-químicos naturais que originam dos minerais que circundam ou que estão inseridos junto a rede de drenagem ou nos leitos d'água (GUEDES, 2011).

Todos seres humanos, animais e vegetais necessitam de água para sua sobrevivência bem como para suas atividades diárias, essa realidade não é diferente para a população que depende diretamente das águas do rio Montes Claros, manancial de abastecimento público do município de Campos Belos-GO. No entanto, a população reivindica a aproximadamente 04 (quatro) décadas a mudança de captação e fornecimento de água para outro manancial do município junto a prefeitura e ao governo do Estado. A mesma alega que a água de abastecimento público do rio Montes Claros, que é tratada e distribuída pela empresa de saneamento do Estado de Goiás (SANEAGO), não

atende ao padrão aceitável de consumo principalmente em relação ao parâmetro sabor. (FILHO, 2015).

Entretanto através do processo nº 201400047003220/301 do Tribunal de Contas do Estado de Goiás (TCE-GO) foi firmado o Convênio nº 2.156 de 21/11/2013 e o Contrato nº 038 de 18/02/2014 celebrado entre a SANEAGO e a Prefeitura Municipal de Campos Belos para a realização de uma das maiores obras do Estado, a construção de adutoras para mudança da captação de água do rio Montes Claros para o rio Mosquito (outro manancial do município), com valor estimado em R\$ 32.895.390,56 (trinta e dois milhões oitocentos e noventa e cinco mil trezentos e noventa reais e cinquenta e seis centavos) (GOIÁS, 2015).

Na mesma oportunidade o Contrato nº 038 de 18/02/2014 celebrava também um acordo entre a SANEAGO e a empresa SANEFER Construções e Empreendimentos Ltda., que possuía como objetivo a execução da obra de captação, elevação e adução do sistema de abastecimento de água do município de Campos Belos-GO. Entretanto, no relatório da Inspeção nº 031/2015 SERV-INFRA do TCE-GO, as obras foram vistoriadas com objetivo de avaliar o aspecto técnico da execução dos serviços e também para identificar o cumprimento das execuções técnicas como a legitimidade, economicidade e eficiência (GOIÁS, 2015).

Na ocasião da vistoria das obras foram constatadas irregularidades e falhas, tais como alteração do objeto/orçamento do convênio de forma verbal sem a formalização legal (sem observar a lei federal 8.666/1993 - Lei das Licitações), pois ocorreu a tentativa somente verbal entre os contratantes de incluir o povoado do Barreirão como beneficiário da captação das águas do rio Mosquito. A Superintendência de Obras da SANEAGO (SUPOB/SANEAGO) reiterou no Processo nº 7298/2014 que essa alteração não traria onerosidade ao Convênio 2.156/2013, pois tratava somente da mudança do traçado da adutora (GOIÁS, 2015).

Na mesma vistoria realizada pela fiscalização técnica do TCE-GO (Inspeção nº 031/2015 SERV-INFRA) foram constatadas também a aquisição de material hidráulico em quantidade superior à necessária (cujo a medição estava contratada somente de aproximadamente 55 km até a cidade de Campos Belos sem a inclusão do povoado do Barreirão). Também houve irregularidades no quesito medição de administração local da obra e alimentação/transportes/EPI's desproporcionais ao andamento físico das obras. Faltou o memorial descritivo das áreas e propriedades afetadas pelas obras, por parte da prefeitura de Campos Belos (GOIÁS, 2015).

Outros aspectos importantes de irregularidades das obras de mudança de captação da água do município a não obtenção da respectiva Licença de Instalação no início das obras, situação que foi justificada pelo Ofício nº 1650/2015 da DIPRE de 29/04/2015 em que o Diretor-Presidente da SANEAGO alega que foi requerida a Licença Instalação junto ao órgão ambiental estadual e que o

gestor da obra que o empreendimento não consta da relação do Anexo I, da resolução do CONAMA 237/1997, portanto na ocasião era dispensável a obtenção das respectivas licenças ambientais (GOIÁS, 2015).

Entretanto, o Tribunal de Contas do Estado de Goiás (TCE-GO) ressaltou que no âmbito do Estado de Goiás o licenciamento dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário está disposto na Instrução Normativa nº 11/2011 sendo obrigatoriamente aplicável nestas modalidades o procedimento simplificado como a licença instalação (LI) e a licença funcionamento (LF) (GOIÁS, 2015).

Portanto, na atualidade, não ocorre empenho por parte da atual administração municipal em prosseguir com essa importante e desejada obra de captação da água do rio Mosquito, que é fundamental para a população local, que busca outros meios alternativos, como águas subterrâneas (poços artesianos), em diversos pontos espalhados na cidade para suprir essa deficiência hídrica no município (GOIÁS, 2015).

No entanto, é importante que se faça uma análise e apuração técnica detalhada do rio Mosquito pela SANEAGO para garantir que essa obra pública possa atingir seu principal objetivo, a captação de água potável em benefício da população do município. E que comprovado por meio de levantamentos técnicos, os níveis de potabilidade da água realizado pelo órgão competente de saneamento (no caso a SANEAGO) assim como o seu volume disponível torne-se uma alternativa para a captação voltada para o abastecimento público.

A implantação dessa política pública no município possivelmente atenderia total ou de forma complementar os anseios da população e ao mesmo tempo garantiria o direito constitucional de acesso à água potável com melhorias na qualidade de vida, que são prerrogativas obrigatórias do Estado em colaboração com a ciência para o desenvolvimento de recursos tecnológicos e de pesquisas ambientais, assim como na prevenção de doenças originárias das fontes hídricas como também a promoção do bem estar social de todos.

1.3 Objetivos da Pesquisa

- **Objetivo Geral**

Analisar o comportamento dos parâmetros orgânicos, inorgânicos, agrotóxicos, microbiológicos e metais pesados presentes na água bruta do Rio Montes Claros com os padrões estabelecidos pelas normativas legais.

- **Objetivos Específicos**

- a) Conhecer os variados usos que a população do município faz em relação a água do manancial;
- b) Observar as correlações existentes entre os aspectos físicos da bacia hidrográfica e os dados hidrogeoquímicos;
- c) Compreender a dinâmica do uso e ocupação das terras assim como as atividades antrópicas que ocorrem na área da bacia do rio Montes Claros.

1.4 Metodologia

Para atender os objetivos propostos da pesquisa foi realizada uma revisão bibliográfica através da leitura de livros, artigos e trabalhos científicos (em meios físicos e/ou digitais) referentes aos níveis de qualidade e potabilidade da água para consumo humano com a finalidade de conhecer e compreender melhor o ambiente e o objeto de estudo assim como as causas e consequências ao meio ambiente e a população envolvida.

Foram consultados bancos de dados como o Portal de Periódicos da Capes, a Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) e o Google Acadêmico, que abordam temas relacionados a índices de qualidade da água, saneamento básico, parâmetros legais de potabilidade da água para consumo humano e riscos de doenças que possuem como fontes os corpos hídricos. Dados governamentais oficiais acerca de estudos voltados para a região ou mesmo outras localidades com casos semelhantes foram utilizados como suporte teórico-metodológico.

A etapa seguinte corresponde ao levantamento e caracterização geoambiental da área da bacia hidrográfica do rio Montes Claros para compreender o processo de formação estrutural, compartimentação geológica, geomorfológica, hipsometria a classificação e predomínio pedológico, os diferentes usos e coberturas do solo. Foram elaborados mapas temáticos com utilização das técnicas de sensoriamento remoto e imagens de satélite associadas ao banco de dados do Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) do IBGE e MapBiomias.

A base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) corresponde a versão de 2023 e a base de dados do MapBiomias nas versões 2022 e 2024. É importante ressaltar que através do mapeamento da área da bacia hidrográfica do rio Montes Claros é possível interpretar e descrever de maneira compreensível as principais características geoambientais

ocorridas na paisagem local (no contexto da escala geológica) bem como as transformações ocorridas e as que ainda continuam a ocorrer no ambiente que influenciam de forma direta e/ou indiretamente o comportamento dinâmico do manancial.

Para confeccionar os mapas temáticos da área da bacia em estudo a escala utilizada foi de 1/250.000 e o software foi o QGIS na sua versão 3.22.7 com referências cartográficas de Datum - SIRGAS 2000 e a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) no fuso 22 do Hemisfério Sul.

Foi utilizado também como embasamento teórico-científico da pesquisa as legislações ambientais brasileiras pertinentes e específicas como as portarias do Ministério da Saúde (MS) e resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) juntamente com seus valores máximos permitidos (VMP) estabelecidos aos principais parâmetros físico-químicos, microbiológicos, organolépticos e agrotóxicos voltados destinados a análise da qualidade da água superficial e para consumo humano como descritas nas tabelas de 01 a 06 logo em seguida.

Tabela 01 – Padrão de Potabilidade das Substâncias Físico-Químicas e Microbiológicas na Água Superficial destinada ao Consumo Humano.

PADRÃO DE POTABILIDADE DAS SUBSTÂNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS NA ÁGUA SUPERFICIAL DESTINADA AO CONSUMO HUMANO					
PARÂMETROS*	Valores Máximos Permitidos (VMP)				UNIDADE**
	CONAMA 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021	
Temperatura Ambiente	-	-	-	-	°C
Cor Aparente	-	15	15	15	uH
Amônia	-	1,5	1,5	1,2	mg/L
Alcalinidade HCO ₃	-	-	-	-	mg/L
Alumínio Dissolvido	0,1	0,2	0,2	0,2	mg/L
Cloretos	250	250	250	250	mg/L
Coliformes Total	Ausência 100 mL	Ausência 100mL	Ausência 100mL	Ausência 100mL	-
Temperatura da Água	-	-	-	-	°C
pH	Entre 6,0 a 9,0	Entre 6,0 a 9,5	Entre 6,0 a 9,0	Entre 6,0 e 9,0	adimensional
Alcalinidade OH	-	-	-	-	-
Alcalinidade CO ₃	-	-	-	-	-
D.B.O.	5,0	-	-	-	mg/L
Dureza Total	-	500	500	300	mg/L
Gás Carbônico Livre	-	-	-	-	-
Escherichia Coli	Ausência 100 mL	Ausência 100mL	Ausência 100mL	Ausência 100mL	-
Turbidez	Até 40 NTU	5,0	5,0	5,0	NTU/uT
Alcalinidade Total	-	-	-	-	-
Fluoreto	1,4	1,5	1,5	1,5	mg/L
Ferro	0,3	0,3	0,3	0,3	mg/L
Fósforo Total	-	-	-	-	-

Oxigênio Dissolvido	-	-	-	-	-
Bactérias Heterotróficas	-	500	500	500	UFC/mL
Condutividade	-	-	-	-	-
Nitrato	10	10	10	10	mg/L
Nitrito	1,0	1,0	1,0	1,0	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	NCI	1,5	1,5	1,5	mg/L
Manganês	0,1	0,1	0,1	0,1	mg/L
Magnésio	-	-	-	-	-
Sulfato	250	250	250	250	mg/L
Sulfeto de Hidrogênio	0,002	0,05	0,1	0,05	mg/L
Sólidos Totais	500	1.000	1.000	500	mg/L
*Os valores dos parâmetros correspondem aos corpos hídricos da Classe 1 e 2 – onde segundo a resolução do CONAMA pertencem aos grupos de águas com tratamento simplificado e convencional respectivamente.					
**mg/L: Miligrama por Litro; NTU/uH: Unidade Nefelométrica de Turbidez/Unidade Hazen; °C: Grau Celsius; UFC/mL: Unidades Formadoras de Colônias por Mililitros.					

Fonte: Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e Ministério da Saúde (MS).

Elaboração: Próprio autor (2024).

Tabela 02 – Padrão de Potabilidade das Substâncias Inorgânicas e Organolépticas da Água destinada ao Consumo Humano.

PADRÃO DE POTABILIDADE DAS SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS E ORGANOLÉPTICAS DA ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO					
PARÂMETROS*	Valores Máximos Permitidos (VMP)				UNIDADE**
	CONAMA 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021	
Alumínio Dissolvido	0,1	0,2	0,2	0,2	mg/L
Antimônio	0,005	0,005	0,005	0,006	mg/L
Arsênio Total	0,01	0,01	0,01	0,01	mg/L
Bário Total	0,7	0,7	0,7	0,7	mg/L
Berílio Total	0,04	-	-	-	mg/L
Boro Total	0,5	-	-	-	mg/L
Cádmio Total	0,001	0,005	0,005	0,003	mg/L
Chumbo Total	0,01	0,01	0,01	0,01	mg/L
Cobalto Total	0,05	-	-	-	mg/L
Cobre Dissolvido	0,009	2,0	2,0	2,0	mg/L
Cromo Total	0,05	0,05	0,05	0,05	mg/L
Ferro Dissolvido	0,3	0,3	0,3	0,3	mg/L
Fósforo Total Léntico	0,02	-	-	-	mg/L
Fósforo Total Interm.	0,025	-	-	-	mg/L
Fósforo Total Lótico	0,1	-	-	-	mg/L
Lítio Total	2,5	-	-	-	mg/L
Manganês Total	0,1	0,1	0,1	0,1	mg/L
Mercúrio Total	0,0002	0,001	0,001	0,001	mg/L
Níquel Total	0,025	-	0,07	0,07	mg/L
Prata Total	0,01	-	-	-	mg/L
Selênio Total	0,01	0,01	0,01	0,04	mg/L
Urânio Total	0,02	-	0,03	0,03	mg/L
Sódio	-	200	200	200	mg/L
Vanádio Total	0,1	-	-	-	mg/L
Zinco Total	0,18	5,0	5,0	5,0	mg/L
*Os valores dos parâmetros correspondem aos corpos hídricos da Classe 1 e 2 – onde segundo a resolução do CONAMA pertencem aos grupos de águas com tratamento simplificado e convencional respectivamente.					
**mg/L: Miligrama por Litro.					

Fonte: Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e Ministério da Saúde (MS).

Elaboração: Próprio autor (2024).

Tabela 03 - Padrão de Potabilidade das Substâncias Orgânicas e Organolépticos na Água destinada ao Consumo Humano.

PADRÃO DE POTABILIDADE DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS E ORGANOLÉPTICAS NA ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO					
PARÂMETROS*	Valores Máximos Permitidos (VMP)				UNIDADE**
	CONAMA 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021	
1,2 dicloretoano	10,0	10,0	10,0	5,0	µg/L
1,1 dicloroetano	3,0	30	30	30	µg/L
Diclorometano	20,0	20,0	20,0	20,0	µg/L
Estireno	20,0	20,0	20,0	-	µg/L
Tetracloroeto de Carbono	2,0	2,0	4,0	4,0	µg/L
Tetracloroetano	10,0	40,0	40,0	40,0	µg/L
Atrazina	2,0	2,0	2,0	2,0	µg/L
Glifosato	65,0	500	500	500	µg/L
2,4,6 triclorofenol	10,0	200	200	200	µg/L
Etilbenzeno	90,0	200	200	300	µg/L
Tolueno	2,0	170	170	30,0	µg/L
Xileno	300	300	300	500	µg/L
2,4 diclorofenol	30,0	-	-	20,0	µg/L
Demeton (O e S)	0,1	-	-	-	µg/L
Malation	0,1	-	-	-	µg/L
Benzo (a) antraceno	0,05	-	-	-	µg/L
Benzo (b) fluoranteno	0,05	-	-	-	µg/L

*Os valores dos parâmetros correspondem aos corpos hídricos da Classe 1 e 2 – onde segundo a resolução do CONAMA pertencem aos grupos de águas com tratamento simplificado e convencional respectivamente.

** µg/L: Micrograma por Litro.

Fonte: Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e Ministério da Saúde (MS).

Elaboração: Próprio autor (2024).

Tabela 04 – Padrão de Potabilidade para os Agrotóxicos em Água destinada ao Consumo humano.

PADRÃO DE POTABILIDADE DOS AGROTÓXICOS EM ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO					
PARÂMETROS*	Valores Máximos Permitidos (VMP)				UNIDADE**
	CONAMA 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021	
Aclor (o)	20	20	20	20	µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005	0,03	0,03	0,03	µg/L
Atrazina	2,0	2,0	2,0	2,0	µg/L
Carbofurano	-	-	7,0	7,0	µg/L
Clordano (cis + t)	0,04	0,2	0,2	0,2	µg/L
Clorpirifós + Clo	-	-	30,0	30,0	µg/L
DDT + DDD + DDE	0,002	2,0	1,0	1,0	µg/L
Endossulfan (I + II)	0,056	20,0	20,0	-	µg/L
Endrin	0,004	0,6	0,6	-	µg/L
Glifosato	65,0	500,0	500,0	500,0	µg/L
Heptacloro epóxido	0,01	0,03	-	-	µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065	1,0	-	-	µg/L
Lindano	0,02	2,0	2,0	2,0	µg/L
Metolaclo	10,0	10,0	10,0	10,0	µg/L
Metoxicloro	0,03	20,0	-	-	µg/L
Molinato	-	6,0	6,0	6,0	µg/L

Pendimetalina	-	20,0	20,0	-	µg/L
Permetrina	-	20,0	20,0	-	µg/L
Simazina	2,0	2,0	2,0	2,0	µg/L
Trifluralina	0,2	20,0	20,0	20,0	µg/L
*Os valores dos parâmetros correspondem aos corpos hídricos da Classe 1 e 2 – onde segundo a resolução do CONAMA pertencem aos grupos de águas com tratamento simplificado e convencional respectivamente.					
** µg/L: Micrograma por Litro.					

Fonte: Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e Ministério da Saúde (MS).

Elaboração: Próprio autor (2024).

Tabela 05 – Padrão de Potabilidade dos Subprodutos da Desinfecção na Água destinada ao Consumo Humano

PADRÃO DE POTABILIDADE DOS SUBPRODUTOS DA DESINFECÇÃO NA ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO					
PARÂMETROS*	Valores Máximos Permitidos (VMP)				UNIDADE**
	CONAMA 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021	
2,4,6 Triclorofenol	0,01	0,2	0,2	0,2	mg/L
2,4 Diclorofenol	0,3	-	-	0,2	µg/L
*Os valores dos parâmetros correspondem aos corpos hídricos da Classe 1 e 2 – onde segundo a resolução do CONAMA pertencem aos grupos de águas com tratamento simplificado e convencional respectivamente.					
** mg/L: Miligramas por Litro; µg/L: Microgramas por Litro..					

Fonte: Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e Ministério da Saúde (MS).

Elaboração: Próprio autor (2024).

Tabela 06 – Padrão de Potabilidade de Cianobactérias na Água destinada ao Consumo Humano

PADRÃO DE POTABILIDADE – CIANOBACTÉRIAS NA ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO					
PARÂMETROS*	Valores Máximos Permitidos (VMP)				UNIDADE**
	CONAMA 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021	
Cianobactérias	20.000	20.000	20.000	20.000	Cel/mL
*Os valores dos parâmetros correspondem aos corpos hídricos da Classe 1 e 2 – onde segundo a resolução do CONAMA pertencem aos grupos de águas com tratamento simplificado e convencional respectivamente.					
** Cel/mL: Células por Mililitros.					

Fonte: Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e Ministério da Saúde (MS).

Elaboração: Próprio autor (2024).

A utilização das Portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021) do Ministério da Saúde e da Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente como padrões oficiais de análise dos dados da pesquisa se deve ao fato que alguns valores máximos permitidos (VMP) dos parâmetros analisados não são descritos em algumas legislações em detrimento de outras, além dos valores que podem divergir em proporções de números ou de unidades de medida entre uma legislação e/ou outra devido ao processo de atualização da normativa.

Esses procedimentos estão relacionados com o processo de desenvolvimento e evolução de métodos científicos para análise dos parâmetros, tais como, a modernização de técnicas empregadas no monitoramento e melhoramento da qualidade da água para o consumo humano desempenhadas tanto em órgãos públicos e privados de saneamento como em institutos de pesquisas avançados de controle e qualidade.

Os dados disponibilizados pela SANEAGO foram organizados na pesquisa em formato de tabelas e separados por parâmetros. Em seguida foram contabilizados somente os resultados das coletas com valores registrados para cada parâmetro e agrupados em período seco e chuvoso (através das informações contidas nas fichas de levantamentos das coletas) seguido da porcentagem dessas coletas de acordo com a sazonalidade no manancial.

Nas tabelas organizadas ainda constam o quantitativo e o percentual das coletas que estão de acordo com o padrão normativo e as que estão em desacordo, associadas ao período seco ou chuvoso. Os dados correspondem aos padrões de Classes 1 e 2 do enquadramento de corpos d'água presentes na Resolução 357/2005 do CONAMA relacionados aos tratamentos simplificado e convencional, respectivamente, portanto as duas classes possuem os mesmos elementos físico-químicos de análise e valores correspondentes dos parâmetros.

Ainda de acordo com o enquadramento dos corpos hídricos a resolução CONAMA 357/2005 categoriza as águas dos mananciais em águas doces, salobras e salinas e determinam seus principais usos para consumo humano, balneabilidade, navegação e etc. A água para abastecimento público possui também as Classes 3 e 4, ambas com tratamento convencional avançado nas mesmas categorias de elementos físico-químicos e microbiológicos, porém com variações nos padrões dos parâmetros, principalmente a Classe 3. A escolha destes elementos físico-químicos, microbiológicos e agrotóxicos integra o cronograma de análises das coletas de água bruta realizada pela SANEAGO em seus mananciais de captação.

Segundo a própria companhia de abastecimento de acordo com os parâmetros destinados para análise, as amostras são coletadas semestralmente ou mensalmente. Para o levantamento dessas amostras a empresa pública de saneamento considera a sazonalidade climática do Estado (período seco e chuvoso) e o nível de degradação ambiental provocado pelas atividades antrópicas (como por exemplo a diminuição da vegetação ciliar nativa) ao longo dos seus mananciais de captação.

Para a realização das coletas de água bruta a SANEAGO, utiliza como referência o “Standart Methods for the Examination of Water and Waterwater-Smeww” (Métodos Padrão para Exame de Águas Residuais) e “United States Environmental Protection Agency - USEPA”. Quanto aos desvios, adições ou exclusões em relação ao método devem ser incluídos nos campos destinados às Observações (SANEAGO, 2024).

As coletas das amostras de água bruta são realizadas de acordo com o plano e procedimentos contemplados pelas Instruções de Trabalho (IT 07. 0101 e IT 07. 0613) que determinam os procedimentos de coleta, preservação, transporte, proteção e armazenamento de amostras de água que são encaminhadas aos laboratórios de análises de água da Saneago.

A empresa de saneamento de Goiás S/A adota ainda como referência a normativa APHA; AWWA; WEF. 1060, 9060, 10200, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24^o ed., Washington, DC, 2023 e também o Guia Nacional de Coletas e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas do CETESB: São Paulo (2011) e da ANA: Brasília (2011).

Ainda dentro das categorias de referências normativas para coletas de amostras de água bruta, a SANEAGO adota os Critérios para Acreditação da Amostragem de Águas e Matrizes Ambientais (NIT-DICLA-057) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas, as Normativas Brasileiras Regulamentadoras (ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017, nos requisitos 7.3 e 7.4. (SANEAGO, 2024).

Os dados físico-químicos (dos contaminantes orgânicos e metais pesados) e microbiológicos do rio Montes Claros para o período de 2010 a 2024 foram solicitados junto ao Departamento de Produção (DIPRO) na sede da empresa de saneamento do Estado de Goiás (SANEAGO S/A) localizado na cidade de Goiânia-GO através do envio de documento ofício (via correio eletrônico) encaminhado pela secretaria do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás (PPGEO/IESA/UFG).

Os dados e informações encaminhados pela SANEAGO atenderam aos requisitos de análise do comportamento dos elementos químicos que a pesquisa desenvolveu com o manancial hídrico do município. Os valores dos parâmetros correspondentes aos elementos químicos (contaminantes orgânicos, inorgânicos, metais pesados) e biológicos na água bruta do rio Montes Claros foram correlacionados com a legislação brasileira pertinente (às portarias do Ministério da Saúde e a resolução do CONAMA) (**Apêndice - Planilhas 07 á 45**).

O objetivo desta correlação é de observar através dos dados o comportamento dos elementos físico-químicos e biológicos presentes na água bruta do rio Montes Claros coletada pela SANEAGO se as mesmas apresentam valores máximos permitidos (VMP's) de acordo ou em desacordo com o padrão normativo, e os possíveis efeitos e/ou riscos à saúde da população diretamente envolvida com o consumo da água do manancial.

Foram realizadas 02 (duas) visitas à campo, 01 (uma) no mês de junho de 2024 (período seco) e outra em março de 2025 (período chuvoso) na estação de tratamento de água do rio Montes Claros (local onde é realizada a captação das coletas da água bruta) nesse mesmo período houve a visita técnica ao laboratório regional de análises de água da SANEAGO localizado na sede do município de Campos Belos-GO.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 - Consumo e Disponibilidade de Água Doce no Planeta

A água é um recurso natural e fundamental para a manutenção da vida no planeta, pois compõem cerca de 50-70% do organismo dos seres vivos. Os seres humanos necessitam em média da ingestão de pelo menos 02 (dois) litros de água no mínimo por dia para o controle e equilíbrio do organismo para sanar sua deficiência hídrica nos sistemas vitais. (SAEIJIS; BERKEL, 1997).

Apesar de interferir diretamente na saúde, na qualidade de vida e no próprio desenvolvimento os seres humanos enfrentam atualmente 04 (quatro) problemas mundiais em relação a água doce potável, dos quais podemos citar: 1) escassez de fontes renováveis, 2) distribuição desigual de suprimentos, 3) problemas entre a qualidade da água e a saúde e 4) efeitos desastrosos da construção desenfreada de barragens e reservatórios.

Apenas 2,5% da quantidade de água presente na Terra é considerada água doce, e desta 69,4% estão em forma de gelo, neve ou permafrost, uma outra parcela é água subterrânea e as que estão disponíveis ao consumo concentradas em rios e lagos somados correspondem apenas 1%. O maior percentual disponível deste valioso recurso no planeta corresponde às águas salgadas que representam 97,5% da água mundial. (ANA, 2023). Do total da recarga de água realizada pelo planeta as geleiras e calotas polares absorvem 1,74%, as águas subterrâneas armazenam um percentual em torno de 0,74% em contrapartida a presença de água doce em rios, lagos, solos e na atmosfera (em forma de vapor) apresenta somente um percentual de 0,02%. Quanto ao percentual de água para consumo humano e para as aplicações econômicas representa um percentual mínimo correspondente a 0,01% que são distribuídos pela a hidrosfera. (BARBOSA, 2009).

O Brasil é o país que possui uma das maiores reservas de água potável do mundo. Esse aspecto vantajoso se deve a quantidade de chuvas que o território brasileiro recebe durante o decorrer de todo ano. Recentemente em 2021 o país recebeu um volume de água precipitado equivalente a 15,04 trilhões de m³ (metros cúbicos) de chuvas com processo de evapotranspiração de 8,51 trilhões de m³ (metros cúbicos) durante o período. (ANA, 2023).

Entretanto, a dinâmica da água no Brasil depende principalmente da entrada das chuvas (responsável direto pelo ciclo hidrológico) que são distribuídas em todo território brasileiro, além de abastecerem vazões procedentes de outros países localizados próximos a Bacia Amazônica. Parte dessa água é consumida em diversas atividades econômicas, outra parte retorna ao ambiente e uma outra vai em direção ao Oceano Atlântico e países vizinhos da Bacia do Prata, através dos rios Paraguai, Paraná e Uruguai. (ANA, 2023). Uma pequena parcela das chuvas (diferença entre o volume que precipita e o volume que evapora), infiltra no solo para o abastecimento do lençol

freático (águas subterrâneas) como também essa pequena parcela de chuvas alcançam os rios e córregos através do escoamento superficial.

Segundo dados da Agência Nacional de Águas (ANA) em 2021 ocorreu nos rios do território brasileiro um fluxo de escoamento correspondente a 95 trilhões de m³ (metros cúbicos) de água, destes 3,3 trilhões de m³ (metros cúbicos) são contribuições dos rios provenientes dos países amazônicos. Entretanto, a saída de águas do território brasileiro dos rios em direção ao oceano foi 9,2 trilhões de m³ (metros cúbicos) e 358 bilhões de m³ (metros cúbicos) aos países vizinhos. (ANA, 2022).

Mesmo com toda essa disponibilidade de água o Brasil possui ainda um elevado consumo, um exemplo foi o ano de 2022 que a disponibilidade de água alcançou 2.035,2 m³/s (ou 64,18 trilhões de litros ao ano) e deste volume foram consumidos um total de 53,91 trilhões de litros (percentual que corresponde a 84% do valor total). A irrigação foi a principal consumidora da água disponível com 50,5%, na segunda posição foi o abastecimento urbano com 23,9% e a indústria ocupou a terceira colocação com percentual de 9,4%. Os demais consumos foram destinados para uso animal com 8%, termelétricas com 5%, abastecimento rural com 1,6% e a mineração também com 1,6%. (ANA, 2023).

Por vários séculos a água foi considerada um recurso infinito e renovável, no entanto, descobre-se que essa teoria não é verdadeira devido ao rápido crescimento populacional associada a consequente modernização dos meios de produção (sejam industriais ou agropecuários) e a degradação ambiental promovida pelas atividades humanas (antrópicas) que juntas ocasionaram um enorme prejuízo às fontes hídricas para consumo (superficiais e subterrâneas) com preocupante redução da sua disponibilidade. Essa situação agravou-se ainda mais nas últimas décadas principalmente em países cujo os índices de desenvolvimento humano (IDH) são baixos, com renda per capita da população bastante reduzida e a falta de saneamento básico adequado para garantir uma qualidade de vida para seus habitantes. (BARBOSA, 2009).

Foi publicado em 2023 a 3^a edição das Contas Econômicas Ambientais da Água no Brasil (CEAA) com objetivo de apresentar os indicadores físicos e monetários da oferta e demanda de água no território brasileiro através de atividades econômicas e das famílias, sendo um levantamento voltado para as cinco regiões do Brasil entre o período de 2018-2020.

Esse estudo foi importante para revisar e produzir novas estimativas para os estoques de água (ANA, 2024). A Agência Nacional de Águas (ANA) apresentou os principais resultados dos levantamentos de indicadores físicos e monetários sobre a oferta e demanda de água para o período de 2020 disponibilizados no **Quadro 01**.

Quadro 01 - Demonstrativo dos resultados das contas da água no Brasil 2020.

Resultados das Contas da Água no Brasil – 2020	
Uso de água das famílias <i>per capita</i>	117, 5 litros/dia
Retirada de água das famílias e atividades econômicas	4,1 milhões de hm ³
Consumo de água para cada R\$ 1,00 do valor adicionado bruto	6,2 litros/R\$
Valor dos produtos água de distribuição e serviços de esgoto - produzidos pela atividade econômica água e esgoto	R\$ 74,5 bilhões
Custo médio por volume de água e esgoto para famílias e atividades econômicas	R\$ 4,09/m ³

Fonte: Agência Nacional de Águas - ANA (2024).

Devido aos custos financeiros realizados através dos serviços de tratamento e distribuição chega-se à conclusão que a água não necessita ser absolutamente livre de impurezas para a realização do seu consumo. Mesmo porque no seu aspecto físico natural torna-se impossível encontrá-la sem a presença de variadas substâncias químicas, algumas originadas das características dos solos próximos aos mananciais. A elevada capacidade de interação da água através da sua elevada solubilidade com elementos químicos disponíveis principalmente em solos com ação intempérica adquire a forma de um único composto agregado ao corpo hídrico¹.

Nesse caso, é fundamental uma enorme atenção ao cuidado destinado à água potável devido às consequências provocadas por doenças causadas por sua contaminação situação que torna-se um grande desafio para as políticas de saúde pública que busca intervir em garantias e melhoria da saúde da população através do desenvolvimento de técnicas científicas avançadas com intuito de oferecer ampla qualidade de vida para toda sociedade.

A contaminação química de um corpo hídrico é uma das principais, mas não a única, causadora de enfermidades à saúde da população no consumo de água destinada ao abastecimento público, ocorrem ainda contaminações provenientes de elementos orgânicos, metais pesados e microbiológicas, nesse momento torna-se importante distinguir contaminação de poluição.

Um ambiente contaminado é aquele que apresenta concentrações de um determinado elemento acima das suas proporções normais ou naturais (observadas por parâmetros legais)

¹ **Corpos hídricos** - Denominação genérica para qualquer manancial hídrico; curso d'água, trecho de rio, reservatório artificial ou natural, lago, lagoa ou aquífero subterrâneo. **Fonte** - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Glossário de termos: gestão de recursos hídricos e meio ambiente. Belo Horizonte: Igam, 2008. p. 22.

enquanto que um ambiente considerado poluído é aquele em que as concentrações de determinado elemento se encontram em níveis que afetam os componentes bióticos do ecossistema, comprometendo sua funcionalidade e sustentabilidade. (STEFFEN, *et al.*, 2011).

Segundo Barbosa (2009, p.02), atualmente a contaminação dos mananciais de água doce e potável por meio de substâncias químicas que provocam consequências para o equilíbrio ambiental e risco para a saúde humana contribuiu para despertar atenção e preocupação dos pesquisadores, governo e sociedade civil, quanto ao emprego de diagnósticos ambientais produzidos por técnicas empregadas pela geoquímica que demonstra eficiência para a realização de análises de viabilidade ou risco do seu uso para consumo humano, assim como o controle da poluição aquática.

2.2 - Contextualização de Bacias Hidrográficas

O termo bacia hidrográfica é definido por alguns autores como um espaço na superfície terrestre com características particulares entre as quais a presença de divisores de água dentre os quais formam um conjunto de drenagens que confluem para um mesmo rio. Para outros são definidas como hierarquização de bacias² de acordo com o tamanho da área ocupada e a ordem que se encontram os rios e os córregos, além disso existem autores que se referem às bacias hidrográficas de forma genérica sem considerar os avanços e transformações que têm ocorrido nas últimas décadas, principalmente aqueles relacionados ao levantamento e análises de informações. (PIROLI, 2022).

Nesse contexto, os termos utilizados para categorizar bacias hidrográficas como bacia, sub-bacia e microbacia ocorrem de forma generalista até mesmo por órgãos governamentais que citam com características de sinônimos ou mesmo na ordem inversa. Essa variação de formas na definição da bacia hidrográfica proporcionam diferentes maneiras de atuação na mitigação e contenção dos problemas voltados para o gerenciamento destes recursos naturais, pois dificulta a compreensão e o entendimento conceitual de vários profissionais em diversas áreas de formações para atuarem de maneira padronizada em sua gestão.

A exemplo desta problemática o profissional com formação no domínio da técnica voltada para o manejo mais pontual tem dificuldade de analisar as bacias ou microbacias como um todo, entretanto o profissional que possui uma análise sistêmica do espaço consegue visualizar a bacia e microbacia como um todo. Essas duas visões diferentes consequentemente proporcionam sérias dificuldades para a implantação de soluções a problemas específicos nos trabalhos

² A hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Isso é realizado com a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos (análise linear, areal e hipsométrico) sobre as bacias hidrográficas. (CHRISTOFOLETTI, 2001, p.106).

profissionais multidisciplinares devido às diversas formas de compreensão dos termos voltados às bacias hidrográficas. (PIROLI, 2022).

É fundamental a definição de termos padronizados e sistematizados para a compreensão das bacias hidrográficas principalmente em seu aspecto teórico-metodológico, como forma de contribuir para o desenvolvimento de ações mais direcionadas aos problemas e eficazes ao manejo e gestão dos recursos hídricos pelos profissionais diretamente envolvidos em projetos e programas destinados a manutenção dos recursos naturais essenciais para a qualidade de vida da população.

Ainda no campo conceitual segundo Christofolletti (1980, p. 102), bacia hidrográfica é definida como uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, cuja drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento interligados. O autor aponta que a área drenada pelo sistema fluvial é definida como bacia de drenagem da qual essa rede de drenagem depende diretamente não somente da precipitação, mas de perdas por evapotranspiração e infiltração. Nesse aspecto uma bacia hidrográfica é considerada um sistema físico pois o seu volume de água precipitado é a entrada, o volume de água escoado através do exutório é a saída, e os volumes evaporados, transpirados e infiltrados profundamente são considerados como perdas intermediárias. A bacia hidrográfica define bem seu papel hidrológico ao transformar um volume de entrada concentrada no tempo (precipitação) em uma saída de água (escoamento) de forma mais distribuída no tempo. (SILVEIRA, 2001).

Como forma de auxiliar nos estudos hidrológicos (fluxos de entrada e saída) voltados para as bacias hidrográficas é fundamental levar em consideração as características básicas e específicas tais como seu formato, tamanho, relevo, recursos naturais e ocupação antrópica, no entanto, de posse do conhecimento dessas variáveis é possível determinar também o tipo, aptidão, potencial e problemas existentes nas bacias. Por meio da visão holística, ou seja, do todo, é possível obter o levantamento completo do recurso hídrico com diagnósticos de informações sobre as condições físicas, climáticas e topográficas das suas áreas. (PIROLI, 2022).

Quanto ao aspecto normativo no Brasil a lei nº9.433/97³ definiu bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e para a atuação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SGRH). Segundo Ross (2019, pág. 36), as bacias passam a ser tratadas como gestão integrada tendo como instrumento operacional as Agências de Bacias e os Comitês de Bacias Hidrográficas tanto a nível federal quanto estadual. Todavia, a lei estabelece explicitamente que o planejamento e gestão dos recursos hídricos devem ser integrados com a gestão ambiental.

³ Lei que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. (BRASIL, 1997).

Durante as últimas décadas o conceito de bacia hidrográfica passou a ser direcionado e utilizado cada vez mais como unidade de gestão da paisagem no planejamento ambiental. Já o conceito de bacia hidrográfica voltado para o estudo hidrológico passou a ser compreendido como um conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes e representa uma unidade bem apropriada para o estudo tanto qualitativo quanto quantitativo do recurso água e dos seus fluxos de sedimentos e nutrientes. (PIRES, *et al.*, 2002).

Atualmente a visão do planejador (voltada para a conservação dos recursos naturais) quanto ao conceito de bacia hidrográfica, tornou-se ampla pela abrangência dos aspectos hidrológicos (através do conhecimento da estrutura biofísica da bacia hidrográfica) e pelas alterações no padrão de uso e cobertura do solo e suas implicações ambientais. Essa percepção contribui para que outros autores defendem o conceito de bacias hidrográficas equiparando ao de ecossistema, ou seja, como uma unidade prática, voltada tanto para o estudo quanto para o gerenciamento ambiental.

Segundo Pires *et al* (2002, p.18) a implantação de gerenciamento e planejamento ambiental para bacia hidrográfica, foi direcionado inicialmente para a solução de problemas relacionados ao recurso água, priorizando o controle de inundações, irrigação, navegação, abastecimento público e industrial. Entretanto, devido ao aumento da demanda por recursos hídricos através dos múltiplos usos da água, o modelo de gerenciamento passou a dimensionar tanto a quantidade quanto a qualidade a fim de evitar conflitos entre usuários.

Ao pensar a bacia hidrográfica como uma superfície que drena água, sedimentos, e materiais dissolvidos em direção ao seu canal coletor principal (ou rio principal) conclui-se que esse afluente (ou canal secundário) transporta água com informações dos seus componentes naturais e entre estes e à sociedade envolvida. O uso e ocupação do solo próximo a bacia hidrográfica influencia diretamente na qualidade dos recursos naturais devido a elevada capacidade de solubilidade que o elemento água possui ao entrar em contato com os minerais intemperizados da litologia próxima. A quantidade e a qualidade da água das bacias hidrográficas dependem exclusivamente das condições naturais e antrópicas, como se originam, da percolação ou como ficam estocadas com detritos e materiais poluentes despejados diretamente nas águas ou no solo que possuem contato direto.

Quanto ao ecossistema da bacia hidrográfica, no caso específico das matas ciliares (existentes às margens dos rios) ao longo da drenagem, acabam por se destacarem como um importante componente natural na qual sua preservação contribui para a filtragem da água, além de atuarem como barreiras físicas nos processos de transportes de materiais como também contribuem para a manutenção da estabilidade nas margens de nascentes e rios. (PIRES, *et al.*, 2002).

As matas ciliares possuem ainda a capacidade de possibilitar a infiltração lenta e suave no solo de nutrientes e umidade nas camadas interiores. Esse mecanismo promove a percolação profunda da água e garante que a mesma alcance os depósitos subterrâneos para abastecimento e/ou manutenção do lençol freático de forma a contribuir para a formação das nascentes e aquíferos. É importante que haja a implantação de sistemas de gestão integrado para bacias hidrográficas com objetivo de diminuir as interferências, fortalecer o abastecimento como forma de garantir qualidade na manutenção das atividades produtivas, uma vez que essas técnicas consideram importantes o ciclo natural das águas, dos ecossistemas, e o conjunto das necessidades humanas. (PIROLI, 2022).

Portanto, para gerenciar os recursos hídricos de uma bacia hidrográfica é fundamental considerar os aspectos físicos da relação entre a terra e a água (seja superficial ou subterrânea), o manejo e uso dessas águas realizadas pelas pessoas diretamente envolvidas com a rede de drenagem e os aspectos econômicos das águas na bacia gerida, tais como abastecimento, irrigação, geração de energia, usos industriais e etc. (PIROLI, 2022).

2.3 - Histórico do Tratamento de Água para Consumo Humano

No momento em que os seres humanos deixam a vida nômade e passam a fixarem definitivamente no território desenvolvem técnicas para a produção de alimentos ao contrário de simplesmente coletá-los, a busca por reservas de água torna-se fundamentais para a formação social e coletiva tanto para a dessedentação quanto para a prática agrícola incipiente e para os usos de higiene e diluição de dejetos. Essas necessidades tornaram-se determinantes para o assentamento dos humanos em locais próximos de rios e lagos.

Quanto aos aspectos qualitativos da água para consumo dos primeiros habitantes sedentários, como a potabilidade, não havia impedimento em relação ao seu uso, bastava encontrar as fontes de recursos hídricos que apresentassem características estéticas insípidas de cor, aparência e odor que imediatamente a área em volta da rede de drenagem eram ocupadas e estruturadas com técnicas agrícolas de irrigação e abastecimento comunitário.

Ceballos *et al.* (2009, p. 19) retrata que durante séculos a qualidade da água não foi considerada fator restritivo, embora os aspectos estéticos (aparência, sabor e odor) possam ter influenciado na escolha da fonte. No entanto, categorizar a água como pura era observar somente sua aparência como limpa, clara, com bom sabor e sem o odor, não havia a preocupação em relacionar a água impura com as doenças como também não havia avanço tecnológico ao ponto de reconhecer as características agradáveis e a ausência de microrganismos prejudiciais à saúde.

Somente com a implantação do conceito de água potável ocorrido recentemente na história da humanidade foi possível a compreensão das características adequadas da água destinada ao

consumo humano. Ainda entre as civilizações mais antigas eram desprezíveis os efeitos da captação de água e o lançamento de dejetos, situação que também alterou somente com o surgimento do processo de urbanização que proporcionou um aumento da população e conseqüentemente do consumo de água, fatores que contribuíram para elevar o grau de contaminação de águas superficiais e subterrâneas.

Estão registradas algumas experiências do suprimento de água e do cuidado com sua qualidade para o consumo humano durante o período da antiguidade, relatado no documento datado de pelo menos 4.000 anos atrás encontrado na Índia que vem apresentar uma metodologia de tratamento de água. Neste documento consta a orientação para a fervura ou mesmo exposição da água ao sol assim como o uso de peças de cobre que deveriam ser mergulhadas na água várias vezes, ainda foi encontrado como complemento das técnicas de tratamento da água a filtração e o posterior resfriamento em potes cerâmicos. (CEBALLOS, 2009 apud BAKER; TARAS, 1981).

Em 1.500 a. C. os egípcios utilizaram pela primeira vez o alumínio como forma de remover sólidos suspensos na água e cerca de sete séculos antes da era cristã ocorreu, em Jerusalém, a construção de aquedutos, túneis e cisternas para o transporte de água, sua reserva e distribuição. Praticamente nesse mesmo período ocorria em Atenas um sistema de abastecimento de água com túneis e canais, já os romanos construíram extensos aquedutos em que as águas das antigas fontes circulavam em canais subterrâneos e superficiais sem a preocupação com tratamento para uso. Somente após vários séculos as civilizações antigas perceberam que a técnica de avaliação da qualidade de água por meio do sistema sensorial não possuía eficácia, entretanto ainda por volta de 500 a.C. os tratamentos voltados para a qualidade da água eram concentrados somente na melhoria da sua cor, odor e sabor.

Na fase inicial da Idade Média os serviços de saneamento não recebiam a atenção necessária, até o momento em que as cidades cresceram e com isso aumentaram a falta de água e de tratamento do esgoto, situações que se tornam incômodas e perigosas para a saúde motivo pelo qual resultam na ocorrência de endemias e proliferação de pestes.

Com o surgimento dos surtos epidemiológicos criaram trabalhos com o intuito de combater a situação de insalubridade nas cidades que passaram a ocorrer com maior intensidade durante os séculos XIV e XV momento que coincide com o aparecimento dos conhecimentos científicos voltados para a engenharia sanitária. Os avanços científicos na área da engenharia sanitária despontaram com maior intensidade especificamente a partir de 1815, na Inglaterra, e alavancou ainda mais após a epidemia de cólera de 1831, esses acontecimentos promoveram a criação da lei sanitária inglesa de 1848. (BRITO, 1943).

Somente no século XVIII por meio do aprofundamento do conhecimento científico foi possível aos estudiosos obterem a compreensão detalhada acerca da origem e de efeitos dos contaminantes presentes nas fontes de água, principalmente em relação aqueles impossíveis de detectar a olho nu e que, geralmente, não estavam associados à cor, odor e sabor, mas que necessitavam de maior atenção aos efeitos na saúde da população. Ainda por volta do ano de 1900 existiam muitas controvérsias acerca destes conhecimentos, mesmo com a descoberta em 1840 da relação de algumas epidemias (como a febre tifóide e a cólera) que tiveram origem em ambiente de águas contaminadas. (CEBALLOS, *et al.*, 2009).

Como base dos estudos científicos relacionados à qualidade da água, saúde pública e o desenvolvimento de técnicas apropriadas para o tratamento da água surge uma importante contribuição da Teoria Microbiana das Doenças proposta em 1864 através do pioneiro nos estudos orientados a microbiologia, Louis Pasteur. De acordo com Ceballos et al. (2009, p. 21) até o início do século XX não havia padrões de qualidade para a água potável. Contudo em 1890 nos Estados Unidos, a *United States Public Health Service (US-PHS)*, o Serviço Público de Saúde dos Estados Unidos propôs um esforço cooperativo para a padronização dos testes bacteriológicos, que evoluiu para a criação da primeira edição do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - Métodos Padrão para Exames de Águas Residuais*⁴. (CAMPOS, 2012).

A técnica de fervura da água torna-se um dos tratamentos mais antigos e eficazes do ponto de vista prático empregado estritamente no interior das residências. O uso de filtros de areia e de outras técnicas de tratamento pós 1870 tinham como objetivo melhorar o aspecto estético da água, eliminar o seu odor e melhorar o sabor. No conhecimento científico houve ainda um avanço no tratamento da água com o objetivo voltado para a proteção à saúde. (CEBALLOS *et al.*, 2009).

As exigências referentes à qualidade da água evoluíram e continuam a acompanhar o avanço técnico-científico, tornando os padrões e procedimentos gradativamente mais eficazes, com emprego sistemático da ciência, do desenvolvimento das técnicas e da tecnologia na busca por melhorias da qualidade da água e de seus reflexos na saúde da população. Entre a segunda metade do século XIX e primeira metade do século XX a técnica empregada no processo de clarificação e remoção de organismos patogênicos passam a ganhar destaque no tratamento da água com o melhoramento das etapas organizadas e sistematizadas de coagulação, floculação, decantação e desinfecção. Dessa forma:

As tecnologias convencionais de tratamento, visando à clarificação e desinfecção da água, foram aprimoradas ao longo do tempo, incorporando novas técnicas ou variantes,

⁴ Águas Residuais são águas de consumo que contêm resíduos sólidos ou líquidos, rejeitados após diversos usos. Pode também tratar-se do conjunto dessas águas, tanto superficiais quanto subterrâneas, com resíduos urbanos (domésticos, industriais e águas de chuva). **Fonte** - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Glossário de termos: gestão de recursos hídricos e meio ambiente. Belo Horizonte: Igam, 2008. p. 22.

tais como a flotação, ou filtração direta, a filtração em múltiplas etapas, além do emprego de novos desinfetantes (e, por conseguinte, a geração de novos produtos secundários de desinfecção). (CAMPOS, 2012, p.18).

O avanço global dos meios de produção com o desenvolvimento agrícola e industrial da segunda metade do século XX, entre as décadas de 1960 e 1970, aumentaram a produção e conseqüentemente os usos de substâncias químicas principalmente agrotóxicos, fármacos e hormônios sintéticos, situação que ocasionou o emprego e melhoramento de novas técnicas para tratamento de água, específicos e complexos. Quando:

Em paralelo, o desafio da remoção de substâncias químicas e, mais recentemente de microcontaminantes, impôs o emprego/desenvolvimento de outras técnicas de tratamento como a adsorção em carvão ativado, a oxidação, a precipitação química e a volatilização, e de processos de separação por membranas (microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa). (CEBALLOS, 2009, p.25)

As técnicas avançadas de detecção e quantificação das substâncias e organismos diversos continuam em aperfeiçoamento e evolução com enorme capacidade de registrar em pequenas quantidades concentrações de elementos contaminantes que provocam efeitos adversos ou crônicos à saúde humana, com elevado nível de desenvolvimento de conhecimentos para reconhecimento de novos patógenos em corpos hídricos.

Esses procedimentos diversificaram ao mesmo tempo que tornaram-se ainda mais rigorosos conforme a ampliação dos elementos químicos disponíveis no mercado mundial para consumo, descarte e armazenamento no ambiente, principalmente em locais bastante vulneráveis e com fontes receptoras de contaminantes como as redes de drenagens voltadas geralmente ao abastecimento público.

2.4 - Qualidade da Água para Consumo Humano

No final do século XIX a qualidade da água para consumo humano ainda era analisada através da aparência física. Devido ao aumento dos surtos de doenças por contaminação hídrica iniciado no século XX e o avanço do conhecimento científico, houve a necessidade de melhorar os recursos técnicos e normativos com objetivo de padronizar os níveis de potabilidade da água destinada ao consumo.

Foi instituído nesse período o método de análise de qualidade da água para consumo humano denominado de valores máximos permitidos (VMPS), válido para os diversos contaminantes ou indicadores de parâmetros presentes de forma solúvel ou acumulável na água, e conseqüentemente reunidos em normas e critérios para descrever a padronização de potabilidade. A primeira regulamentação criada a nível federal no mundo ocorreu em 1914 nos Estados Unidos através do padrão bacteriológico de qualidade de água. (CEBALLOS *et al.*, 2009).

Uma vez que, a primeira preocupação em relação aos níveis de qualidade da água nos Estados Unidos ocorreu em 1893 quando o congresso norte-americano aprovou a Lei Interessante de Quarentena com objetivo de controlar a disseminação de doenças contagiosas. A partir dessa iniciativa a padronização da qualidade de água ganhou proporções nos anos seguintes. Em 1914 iniciaram as primeiras ações voltadas para a tentativa de estipular parâmetros de potabilidade da água nesse primeiro momento somente com o padrão microbiológico e também direcionado aos sistemas que forneciam água em veículos de transportes interestaduais.

Em 1962 outros parâmetros foram incluídos e contemplaram cerca de 28 substâncias para análises, o Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos tornou-se o órgão responsável pela fixação dos padrões de potabilidade através da Lei da Água - Beber Seguro (*Safe Drinking Water Act - SDWA*), quando somente a partir da década de 1970, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency - USEPA*) assume essa responsabilidade.

A partir de 1986 a lei de Águas dos Estados Unidos passou por significativas transformações nas emendas e regulamentações, principalmente quanto à preocupação com substâncias químicas, patógenos emergentes, a necessidade de implementação de medidas que reforçam a proteção dos mananciais, treinamento de pessoal, financiamento para a melhoria dos sistemas de abastecimento e informação ao público. Havia a pretensão neste período de adicionar 83 contaminantes, ação que somente foi contemplada em 1992 com as seguintes medidas complementares: A Regra dos Coliformes Totais (*The Total Coliform Rule*) e a Regra do Tratamento de Águas Superficiais (*The Surface Water Treatment Rule*) com várias especificações de regras químicas. (CEBALLOS *et al.*, 2009)

Devido a uma crescente preocupação da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) com os patógenos, exigiu-se nesse período a obrigatoriedade de filtração e desinfecção para sistemas abastecidos por mananciais superficiais com eficiente alcance de remoção. É também nesse mesmo período que a turbidez passa a ser incorporada como padrão indicador de remoção de contaminantes através da filtração. Além da preocupação dos Estados Unidos na remoção de patógenos, não descartaram uma outra necessidade: o controle da formação de subprodutos da desinfecção.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) elabora a primeira iniciativa para a criação de diretrizes de potabilidade da água no ano de 1956, direcionada somente ao continente europeu, com padrões mais rigorosos e implantados exclusivamente para os países que possuíam uma vantajosa posição econômica e tecnológica em relação aos demais.

A concepção criada pela a OMS mudou somente a partir de 1983, com a publicação pioneira das Diretrizes para a Qualidade da Água Potável (*Guidelines for Drinking Water Quality - GDWQ*) onde implantou os principais regulamentos e procedimentos referentes à qualidade da água para consumo humano só que agora destinados a todos os países independente do seu poder econômico e tecnológico. A partir desta iniciativa histórica no tratamento da água para consumo humano as atualizações normativas tornaram-se constantes com a criação de novas edições e aumento do número de parâmetros químicos a serem analisados.

O aumento quantitativo dos parâmetros estipulados através das atualizações são decorrentes do desenvolvimento industrial e agrícola que caracterizam-se como os principais fabricantes e consumidores das novas formulações químicas e protagonizam junto aos governos do mundo inteiro investimentos em novos métodos de análise da qualidade da água com o uso do conhecimento técnico-científico sobre o dinamismo ambiental. Os desafios impostos para as próximas décadas é ampliar a concepção de potabilidade da água e avançar para além da divulgação de limites para microrganismos e substâncias tolerados na água de consumo.

Entre as grandes contribuições do processo de implantação das diretrizes pela a OMS estão as prioridades aos riscos microbiológicos, a limitação do número de contaminantes químicos aos de maiores relevância para a saúde, uma visão sistêmica da dinâmica da qualidade de água desde o manancial até os pontos de consumo e um com elevado grau de importância que é o reconhecimento de que o controle laboratorial é insuficiente para a garantia da qualidade de água para consumo humano, assim como, os recursos e ferramentas de avaliação e de gestão de riscos devem estar dentro de uma abordagem preventiva. (CEBALLOS, *et al.*, 2009).

A questão da limitação do controle laboratorial tem como um dos principais argumentos é que a água bruta⁵ para monitoramento de sua qualidade baseia-se em procedimentos estatísticos e probabilísticos, ou seja, são mecanismos que possibilitam margens de erro e/ou incerteza. Entretanto, a qualidade da água pode passar por variações que nem sempre são detectadas em tempo hábil, devido ao tempo de resposta que necessitam as técnicas analíticas na realização do monitoramento sistemático, assim a qualidade da água acaba nunca sendo em tempo real.

Um outro fator agravante relacionado à questão laboratorial são as limitações financeiras que recaem diretamente na estrutura técnico-analítico e conseqüentemente nas respostas ágeis dos levantamentos e agrupamentos dos dados, o que obriga a recorrer ao emprego de organismos indicadores, uma vez que não existem organismos que indiquem a presença/ausência de ampla variedade de patógenos possíveis de serem removidos/inativados nos diversos processos de

⁵ Água Bruta é definida como água encontrada naturalmente nos rios, riachos, lagos, lagoas, açudes e aquíferos, que não passaram por nenhum processo de tratamento. Esta água pode ser também classificada em potável ou não potável. **Fonte** - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Glossário de termos: gestão de recursos hídricos e meio ambiente. Belo Horizonte: Igam, 2008. p. 22.

tratamento da água. (CEBALLOS, et al., 2009 *apud* BASTOS et al., 2001; BASTOS et al., 2007).

Os limites de concentração em substâncias químicas adotados internacionalmente partem de estudos toxicológicos e epidemiológicos com elevado grau de arbitrariedade e incerteza, situação que não assegura o dinamismo e agilidade desejável pela legislação para corrigir valores máximos permitidos e ao mesmo tempo incluir ou excluir parâmetros. A OMS tentou corrigir essa disparidade ao sistematizar a abordagem do Plano de Segurança da Água, cujo os procedimentos básicos são fixados em princípios e conceitos voltados para a análise dos perigos e pontos críticos de controle, avaliação e gestão de riscos à qualidade da água. (CEBALLOS, et al., 2009 *apud* BASTOS et al., 2001; BASTOS et al., 2007).

No Brasil a primeira norma sobre qualidade da água válida em todo o território nacional surgiu em 1977 com o Decreto Federal nº 79.367 que estabelecia a competência ao Ministério da Saúde como órgão regulamentador dos procedimentos relacionados à qualidade da água para consumo humano no país. Foi nesse mesmo período que promulgou a primeira lei sobre potabilidade da água no país, conhecida como Portaria nº 56/BSB (Bsb significa Brasil/Brasília).

Na década de 1990 a Portaria nº 56/BSB passou por revisão do Ministério da Saúde, e foi substituída pela Portaria 36 GM/1990. Essa nova legislação trouxe algumas atualizações ao padrão de potabilidade e dos planos de amostragem, como também introduziu conceitos de controle e vigilância de qualidade da água e exigiu algumas novas técnicas operacionais como a manutenção de cloro residual e de pressão positiva nos sistemas de distribuição (FORMAGGIA, *et al.*, 1996).

No ano 2000 uma nova revisão foi realizada através da edição da Portaria MS nº 1469/2000 e quatro anos depois em 2004 surge a reedição para a criação da sua sucessora a Portaria MS nº 518/2004 com poucas alterações no texto da lei, somente mudanças de competências no âmbito do Ministério da Saúde e a prorrogação de prazos para o cumprimento de requisitos.

As diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS) funcionaram como as principais referências para a criação e atualizações periódicas da legislação brasileira. O aumento quantitativo dos parâmetros físicos e químicos com a atualização da legislação brasileira principalmente entre a Portaria nº 56/BSB e a Portaria MS nº 518/2004 ocorreram na proporção de 36 para 72 respectivamente (CEBALLOS *et al.*, 2009).

A Portaria nº518/2004 ficou conhecida pelo o avanço em termos de instrumento normativo ao incorporar em seu texto conhecimentos científicos mais recentes de tratamento e controle da qualidade da água para consumo humano. Assumiu caráter efetivo de controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e ampliou conceitos de potabilidade e controle da

qualidade da água para além do padrão de potabilidade estabelecido pelas exigências de controle laboratorial como também incorporou a abordagem preventiva de avaliação e gestão de risco (BASTOS, *et al.*, 2001).

A Portaria 518/2004 reconheceu parâmetros indicativos da qualidade microbiológica da água, aceitou a turbidez pós-filtração/pré-desinfecção como componente do padrão microbiológico de potabilidade e estabeleceu parâmetros para o controle de desinfecção. A legislação também direcionou atenção para o controle de remoção de patógenos (como protozoários e vírus), estabeleceu e recomendou de forma pioneira os VMPs para as cianotoxinas⁶. Essa normativa possui um diferencial em comparação a terceira diretriz para água potável criada pela OMS, que é seu fundamento conceitual e filosófico avançado com capacidade de antecipar a abordagem preventiva de efetivação de múltiplas barreiras, promover boas práticas além de permanente avaliação de riscos em todos os componentes dos sistemas de abastecimento, do manancial à distribuição para o consumo, introduzidos junto aos conceitos e princípios inerentes aos Planos de Segurança da Água. (BASTOS, *et al.*, 2001)

Desde o surgimento das primeiras normas dos Estados Unidos e das diretrizes da OMS até as atuais atualizações, a sequência visa sempre o aumento do número de parâmetros regulamentados e VMPs cada vez mais rigorosos e eficazes. As frequentes atualizações das normativas de qualidade da água são constantes, principalmente quanto aos parâmetros de contaminantes físico-químicos em corpos hídricos destinados ao consumo humano (CEBALLOS, *et al.*, 2009).

A quantidade de contaminantes físico-químicos na água bruta dos mananciais durante as últimas décadas tem aumentado, o que exige maior precisão nas análises de qualidade da água e que na atualidade infelizmente há deficiências nos controles laboratoriais para garantir um trabalho de excelência para a sociedade. Um dos fatores que contribui para essa realidade está na falta de investimentos adequados e direcionados para a implementação dos procedimentos de avaliação e gerenciamento de riscos.

O monitoramento contínuo das águas superficiais destaca-se ainda como uma atividade essencial na política de gestão dos recursos hídricos e na avaliação da qualidade das águas de rios, lagos e reservatórios uma vez que possibilita a verificação das tendências, identificação de áreas prioritárias para o controle da poluição hídrica e a adequação para os diferentes usos (ANA, 2024).

A Agência Nacional de Águas (ANA) afirma que o monitoramento de qualidade da água é fundamental para a elaboração de planos e categorização dos recursos hídricos em classes segundo

⁶ Em ambientes de água doce, as florações (altas densidades) com presença de toxinas representam sério risco de saúde pública, tanto para a recreação como para água de consumo humano, caso haja captação, podendo interferir também nos processos de filtração e coagulação no tratamento da água bruta, além de risco a animais que se utilizam da água para dessedentação. (CETESB, 2018).

seus usos mais restritivos. O monitoramento fornece subsídios para o diagnóstico completo de elementos físico-químicos presentes nas águas de uma bacia hidrográfica. Enfim, é uma técnica que proporciona o uso adequado da água através da avaliação de indicadores (ANA, 2024).

O Brasil possui um amplo sistema de monitoramento de qualidade da água, com destaque para a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade da Água (RNQA) que cobre todo território nacional através de levantamento de dados e informações com monitoramentos quantitativos. O sistema brasileiro trabalha com o monitoramento de parâmetros básicos como pH, temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD), turbidez e condutividade elétrica através de sondas multiparamétricas - instrumento bastante avançado para medir parâmetros da qualidade de água em um único dispositivo (ANA, 2024).

Existem alguns parâmetros adicionais que necessitam de coletas e análises em laboratórios e que também são monitorados pela RNQA e operacionalizadas pelo programa conhecido como Qualiágua que é coordenado pela ANA e executado e alimentado por todas unidades da federação.

Apesar de todo esse aparato tecnológico com disponibilidade de dados e informações de quase todo território brasileiro ainda há áreas no país sem informações, como também unidades em que o sistema ainda está em sua fase inicial de monitoramento e, a extensão territorial do país contribui para esse nível de dificuldade de abrangência com alguns casos de locais com dificuldades de representatividade temporal e espacial (ANA, 2024).

A Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade da Água (RNQA) contribui para determinar o Índice de Qualidade da Água (IQA) composto por nove parâmetros físico-químicos e biológicos (Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, pH, Temperatura, Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio, Fósforo, Sólidos e Turbidez), que possuem atribuições e pesos diferentes. São parâmetros que ao apresentarem valores máximos permitidos desproporcionais as normativas específicas tornam-se responsáveis por impactos comuns de poluição nas águas superficiais em decorrência do lançamento de cargas orgânicas, nutrientes e sedimentos.

Enfim, o monitoramento contínuo da água superficial torna-se uma ferramenta tecnológica muito eficiente para detectar fontes poluidoras. Mas é importante observar que alguns contaminantes possuem origem em eventos extremos de chuvas (conhecidas como poluição difusa) e a técnica empregada por meio de coletas bimestrais ou trimestrais de água dificilmente conseguirão identificar os poluentes com precisão. Diante dessa situação, é fundamental maiores investimentos com avanços tecnológicos e emprego de novas metodologias para atingir melhores resultados junto aos níveis de qualidade da água. (ANA, 2024).

2.5 - Contribuição da Geologia da Saúde e Geomedicina

O grupo internacional de estudo das Ciências Geológicas para o Planejamento Ambiental considera a “Geologia da Saúde” como a mais nova disciplina de conhecimento adequada para a avaliação dos efeitos dos fatores ambientais na saúde do homem e dos animais. É uma ferramenta multidisciplinar que envolve as Ciências Geológicas e as Ciências Médicas, essa união de conhecimentos fortalece ainda mais o desenvolvimento da Geoquímica⁷, cujo seu papel principal é a análise proporcional das intervenções do homem no ambiente (CORTECCI, 2006).

A Geoquímica Ambiental se distingue da Química através dos objetivos e diagnósticos, ou seja, ela é dotada de ferramentas capazes de discriminar nos mais variados sistemas (solos, rios, lagos, atmosfera das cidades e artigos manufaturados), as contribuições químicas de origem natural em relação às antrópicas, além de contribuir para reconhecer mecanismos de transferência dos elementos essenciais e tóxicos da geosfera (litosfera, hidrosfera e atmosfera) a biosfera (SILVA, et al., 2006).

A biosfera é o nosso ambiente composto por uma rede de interações geológicas e biológicas e caracterizadas por reações entre a vida e o planeta Terra, assim os elementos químicos presentes no planeta e que formam as rochas ou os solos podem representar riscos à saúde humana, aos vegetais e aos animais. A deficiência ou toxicidade provocadas por esses elementos nos organismos humanos estão relacionados diretamente aos níveis de sua presença no ambiente, no entanto alguns elementos que ocorrem de forma natural na superfície terrestre são fundamentais para a manutenção da saúde do homem, entretanto existem outros que são tóxicos.

Segundo Cortecci (2006, p. 7) “As águas superficiais e subterrâneas representam o mais importante meio de conexão entre a geoquímica das rochas, o solo e a fisiologia humana”. A elevada capacidade de solubilidade que a água possui associado a fatores geológicos, climáticos e de transporte de sedimentos contribuem para que elementos químicos (essenciais ou tóxicos) tenham contato diretamente com os seres humanos, animais e vegetais através do seu uso para consumo e da disponibilidade e características minerais desses elementos em ambientes próximos aos mananciais.

A mobilidade que apresenta uma espécie química é sua capacidade de permanecer em solução aquosa após a sua dissolução, esse mecanismo é controlado fundamentalmente por processos químicos e bioquímicos através das reações com as rochas, que também é influenciada

⁷ A Geoquímica é uma das Ciências da Terra que constituem o corpo da Geologia. Estuda a distribuição de elementos e isótopos nos vários compartimentos orgânicos e inorgânicos do planeta, em superfície e em profundidade, objetivando definir a origem dos elementos químicos nas rochas, sedimentos, solos, águas e vegetação, a idade e ambiente genético de sistemas fósseis e processos responsáveis pela distribuição dos elementos, quantificando seus efeitos. A disciplina é muito diversificada em sub-setores muito especializados (CORTECCI, 2006).

por características físico-químicas das soluções e especificações iônicas. A sua biodisponibilidade⁸, geralmente, pode estar relacionada a uma pequena quantidade encontrada em material geológico por função da geodisponibilidade, da difusibilidade, da mobilidade da espécie química e das características do organismo vivo.

A biodisponibilidade é apenas um dos pré-requisitos dos efeitos da toxicidade de um elemento, não é um fator determinante, pois as reações somente podem ser comprovadas através dos efeitos negativos ou prejudiciais nas funções biológicas dos organismos humanos. Grandes quantidades de substâncias prejudiciais à saúde podem estar presentes no meio ambiente, mas se não estiverem quimicamente biodisponíveis, o risco para a saúde pode ser mínimo. (SILVA, *et al.*, 2006). Entretanto a biodisponibilidade:

depende não somente das formas física e química do elemento, mas também de outros fatores ambientais, tais como pH, temperatura e condições de umidade. A biodisponibilidade e a mobilidade de metais como o zinco, chumbo e cádmio são maiores em condições ácidas e tornam-se menos biodisponíveis com o aumento do pH. (SILVA *et al.*, 2006).

O tipo de solo com conteúdo de argila, areia e suas propriedades físicas afetam a mobilidade desses elementos químicos, pois os organismos que estão presentes nos solos afetam também a solubilidade, o transporte e a biodisponibilidade do metal. Segundo Licht (2001, p. 21) um correto diagnóstico ambiental passa, necessariamente, pelo conhecimento adequado do quimismo do meio físico. É através dessa análise que são identificadas características de levantamentos baseados na coleta de amostras de diversos elementos, como da água, dos sedimentos de fundo em bacias hidrográficas e nos solos.

A relação entre a Ciência da Terra e Medicina é responsável pela interdisciplinaridade entre a Geologia e a Saúde que ganhou maior significado a partir de 1931 com a chamada Geomedicina que segundo Cortecci (2006, p. 3) é um ramo da ciência que se ocupa de fatores ambientais externos que influenciam a distribuição geográfica de problemas patológicos e nutricionais que condicionam a saúde de homens e animais. Para esse ramo do conhecimento científico os fatores climáticos (fatores externos) influenciam fortemente na qualidade ambiental pois são responsáveis por condicionar composições mineralógicas e químicas dos solos e das águas.

A Geomedicina de forma conjunta com a Geoquímica Médica desenvolveu suas bases científicas a partir dos estudos voltados para causas e efeitos entre os fatores ambientais e os problemas causados à saúde. Ao analisar a conexão entre deficiência ou excesso de elementos químicos chega-se à conclusão da capacidade de absorção e do nível de teor que poderá ou não

⁸ Por biodisponibilidade entende-se a porção de uma espécie química que está disponível para ingestão, inalação ou assimilação por um organismo vivo. (CORTECCI, 2006).

influenciar na qualidade dos solos e das águas e com isso provocar alterações nas características das composições naturais. (CORTECCI, 2006).

Para a realização de estudos relacionados com a geologia médica é necessário definir se determinado fator geológico natural está associado ou não a forma causal dos agravos da saúde levantados ou mesmo observados, sendo fundamental uma análise epidemiológica. (CAPITANI et al., 2006, p.15). Nesse aspecto a epidemiologia tem por base:

estudar todos os fatores possíveis envolvidos no complexo saúde-doença, tais como, genéticos, infecciosos, relacionados a hábitos de vida (incluindo tipo de alimentação, tabagismo, consumo de álcool, padrão de prática de exercícios físicos, etc.), ocupacionais, além dos relacionados com o meio ambiente (incluindo os fatores geológicos naturais, escopo da geologia médica, e os antropogênicos). (CAPITANI, et al., 2006).

Dentro do contexto amplo das enfermidades, as doenças provocadas por causas ambientais caracterizadas como patognômicas são bem reduzidas, no sentido de que apenas aquela exposição específica está relacionada com determinado grupo de sinais e sintomas, principalmente quando observados elementos químicos que podem provocar o mesmo tipo de sintomas ou doenças. Existe na amplitude das enfermidades a possibilidade de fatores ocupacionais, genéticos e de hábitos pessoais resultarem nos mesmos problemas.

Ao estudar a epidemiologia parte-se do pressuposto que a doença não surge de forma aleatória, ou seja, sua ocorrência está relacionada diretamente com as características específicas da população envolvida, entretanto, definir que a causa está relacionada a um fator geológico natural ou ambiental, exige a necessidade de um estudo epidemiológico a fim de verificar a situação específica em que os aspectos geológicos podem ser uma das hipóteses entre outras possíveis para um primeiro momento (CAPITANI, 2006). Entretanto a geologia médica inclui:

“a identificação e caracterização das fontes naturais e antrópicas de materiais nocivos no ambiente, buscando prever o movimento e alteração dos agentes químicos, infecciosos e outros causadores de doenças ao longo do tempo e espaço, bem como compreender como as pessoas estão expostas a tais materiais e o que pode ser feito para minimizar ou evitar tal exposição”. (SILVA, et al., 2006).

A união entre os conhecimentos científicos da Geologia Médica na participação de geólogos, médicos, odontólogos, veterinários e biólogos possibilitam um enorme esforço para a solução de forma local ou mesmo global de questões relacionadas à saúde e objetiva reforçar e fortalecer a integração multidisciplinar de pesquisas que possivelmente possam reduzir as ameaças ambientais para a saúde e melhor qualidade de vida aos seres humanos.

Essa integração de esforços ainda pode contribuir para a melhoria e identificação do problema, além de auxiliar nas estratégias de abordagem, definir e localizar fontes de água potável e

criar soluções econômicas fundamentadas em princípios geológicos que possam ajudar a diminuir, mas principalmente prevenir sofrimento e doença. (SILVA et al., 2006).

2.6 - Contaminantes Químicos Orgânicos, Organolépticos e Agrotóxicos em Águas Superficiais

Através do avanço tecnológico impulsionado pela 2ª Guerra Mundial chega ao mercado internacional uma ampla diversidade de substâncias químicas, como compostos utilizados como ingredientes formulados e intermediários de vários produtos consumidos em nosso cotidiano e que contribuem diretamente para o nível de qualidade de vida da sociedade (MIERZWA; AQUINO, 2009).

Encontram-se nos mais variados produtos como medicamentos, higiene pessoal, agrotóxicos, aditivos alimentares, alguns até benéficos para os seres humanos. Entretanto, as etapas de produção e seu descarte após a utilização acabam por chegar rapidamente ao meio ambiente, na forma de resíduos sólidos, líquidos ou mesmo gasosos. Os efeitos provocados por alguns desses elementos são negativos e podem ocorrer durante o seu uso e descarte de forma acidental ou indiscriminada no ambiente.

Os compostos químicos (principalmente os agrotóxicos) produzidos e utilizados pelos seres humanos uma vez presentes no meio ambiente possuem elevado potencial prejudicial à fauna, flora e ao próprio homem, situação que eleva o fator de risco. Um outro exemplo bastante típico são os compostos organoclorados⁹ muito utilizados na fórmula sintetizada dos inseticidas durante as décadas de 1940 e 1950. A estabilidade química e a baixa solubilidade em água favorecem a esses compostos acumularem no tecido adiposo levando à sua bioconcentração ao longo da cadeia trófica o que provoca problemas para os animais superiores da cadeia alimentar, como os seres humanos. (MIERZWA; AQUINO, 2009 *apud* BAIRD, 2002).

Uma das consequências diretas provocadas à saúde humana pelos compostos organoclorados é a constante redução de espermatozoides nos pilotos de aviões que fazem a pulverização das lavouras com o Diclorodifeniltricloroetano (DDT). Enquanto um exemplo sobre o meio ambiente aquático está associado à produção de detergentes sintéticos que possuem em sua fórmula básica o componente químico chamado de polifosfato de sódio.

Esse elemento químico em contato com o meio ambiente através do esgoto sanitário é absorvido pelas algas no meio aquático e controlados pela ausência de nitrogênio e fósforo, esses nutrientes em excesso na água provoca um desequilíbrio conhecido por eutrofização situação que

⁹ Os hidrocarbonetos organoclorados são compostos que possuem átomos de cloro covalentemente ligados a átomos de carbono. Apresentam amplo espectro de ação, são pouco solúveis em água, mas são lipossolúveis, armazenando-se na gordura corpórea. (FROTA; VASCONCELOS, 2019, p. 179).

corresponde a proliferação em grau elevado de algas. A preocupação da comunidade científica relacionado aos componentes organoclorados tem aumentado nas últimas décadas devido ao crescente uso e também os potenciais efeitos adversos no funcionamento normal do sistema endócrino de seres humanos e animais (DAMSTRA, 2002).

A maioria das classes de contaminantes orgânicos possuem enorme potencial de risco à saúde humana e nas últimas décadas podem ser facilmente encontrados em águas superficiais ou subterrâneas ocasionados pela expansão das atividades antrópicas (atividades agrícolas) seja ao manusear ou mesmo no descarte desses produtos.

O quadro 02, demonstra as principais classes de contaminantes orgânicos que possuem características carcinogênicas, potencial mutagênico e com ocorrência geralmente em cursos d'água.

Quadro 02 - Classificação de Alguns Contaminantes Orgânicos de Interesse Sanitário

Classificação de Alguns Contaminantes Orgânicos de Interesse Sanitário		
Pesticidas organoclorados (Ex. metoxicloro, clordano, dieldrin, DDT, DDE).	Agricultura	Drenagem de áreas agrícolas; lavagem de recipientes
Bifenilas policloradas (PCB)	Fluidos refrigerantes em transformadores e condensadores elétricos	Vazamentos acidentais; lixiviados de aterros
Dioxinas e furanos (Dibenzodioxina policlorada - PCDD e dibenzofurano policlorado – PCDF).	São subprodutos de variados processos, como branqueamento polpa de celulose, produção de pesticidas e incineração de resíduos	Efluentes líquidos industriais; emissões atmosféricas industriais
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)	Processos de combustão (veicular e industrial)	Deposição ou arraste de partículas e fuligem pela drenagem superficial.
Hormônios naturais - sintetizados por plantas e animais (Ex. estradiol)	Agentes de crescimento; terapia de reposição hormonal	Esgoto doméstico
Hormônios sintéticos (Ex. etinilestradiol)	Usados em contraceptivos orais	Esgoto doméstico
Alquilfenóis polietoxilados (APEOn)	Surfactantes/emulsificantes usados em produtos de limpeza e higiene pessoal	Esgoto doméstico; efluentes industriais.
Alquilfenóis (Ex. nonilfenol e octilfenol)	São subprodutos da degradação dos APEOs. Também são usados como emulsificantes/detergentes	Esgoto doméstico; drenagem de áreas agrícolas
Monômeros (Ex. bisfenol A, cloreto de vinila)	Produção de plástico e resinas	Lixiviação ou degradação de plásticos
Ésteres ftálicos (Ex. ftalato de	Agentes plastificantes usados em	Lixiviação ou degradação de

butila, ou octila)	alguns plásticos (Ex. PVC)	plásticos.
--------------------	----------------------------	------------

Fonte: MIERZWA; AQUINO (2009) *apud* BAIRD (2002).

Ao observar os elementos orgânicos presentes no quadro 02, a legislação brasileira (no caso a Portaria 518/2004 - MS), elenca e atualiza somente os pesticidas clorados que totalizam 13 dos 22 agrotóxicos inseridos no padrão de potabilidade brasileiro. Os PCBs, as dioxinas, HPAs, os estéreis ftálicos não pertencem ao padrão de potabilidade brasileiro, são atualizados e analisados de acordo com o padrão de potabilidade da Organização Mundial de Saúde (OMS), União Europeia (EU), Agência Ambiental Norte-Americana (USEPA) e Conselho de Saúde e Pesquisa Médica Australiano (NHRMC).

O padrão de potabilidade do Brasil analisa compostos como benzeno, clorofenóis, clorobenzeno, cloroalcanos e cloroalcenos (apesar das ausências na tabela anterior), esses são mais comumente encontrados com elevada possibilidade de presença na água tratada devido ao potencial de contaminação dos mananciais com o descarte industrial ou do próprio tratamento empregado na cloração da água. Essa situação torna-se muito preocupante, principalmente nos grandes centros urbanos com enorme variedade de produtos químicos utilizados, alguns sem os devidos cuidados de descarte no meio ambiente (MIERZWA; AQUINO, 2009).

A possibilidade desses contaminantes orgânicos atingir os corpos d'água é bastante elevada visto que de acordo com as informações apontadas pelo Serviço de Compêndio de Substâncias Químicas (CAS) no ano de 2009 houve aumento na fabricação e comercialização de produtos químicos onde cerca de aproximadamente 42 milhões de substâncias orgânicas e inorgânicas foram desenvolvidas e utilizadas em todo o planeta, e 26,5 milhões estavam disponíveis comercialmente com forte tendência de aumento nas décadas seguintes.

É fundamental elevar o nível de critério e avaliação da presença de substâncias químicas orgânicas no ambiente (seja terrestre ou aquático), principalmente aquelas aptas a atingir os mananciais de abastecimento público e que recebem esgotos tratados ou in natura, drenagem de águas pluviais e efluentes industriais. Alguns fatores são importantes quanto à prevenção ao risco de contaminação por substâncias químicas em corpos d'água, como o trabalho realizado na coleta e tratamento de esgoto e a questão da eficiência de remoção dos contaminantes presentes no esgoto. Uma vez que a maioria das substâncias químicas utilizadas no dia-a-dia possuem como destino final os esgotos de forma direta ou indireta.

A eficiência na remoção dos sistemas de tratamento é bastante questionável na atualidade, devido à falta de informações detalhadas e precisas relacionadas a cada tipo de contaminante com enorme potencial presentes no esgoto, um dos motivos dessa deficiência em dados são da ordem

financeira e técnica como os elevados custos das análises e a dificuldade de selecionar os parâmetros a serem avaliados. No entanto:

A presença de vários contaminantes orgânicos em mananciais utilizados para abastecimento é uma condição real, seja devido a drenagem de áreas agrícolas, no caso de defensivos agrícolas, ou pelo lançamento de esgotos, no caso de medicamentos, produtos de higiene pessoal e detergentes sintéticos. (MIERZWA; AQUINO, 2009).

Outro grupo de substâncias químicas bastante estudado quanto a sua capacidade de poluição e contaminação ambiental e elevados riscos à saúde humana são aqueles pertencentes às classes dos defensivos agrícolas¹⁰ que na legislação brasileira (Portaria 518/2004 - MS) pertencem a 22 categorias de compostos químicos.

São classificados de acordo com o tipo de espécies que controlam e combatem, sua estrutura química e seus efeitos à saúde e ao meio ambiente estão diretamente inter-relacionados. A base de sua composição é de substâncias químicas, apesar de alguns produtos possuírem substâncias de origem biológica. No quadro 03 estão agrupadas algumas categorias de defensivos agrícolas:

Quadro 03 - Categorias Químicas de Defensivos Agrícolas e suas Funcionalidades.

Categorias Químicas de Defensivos Agrícolas e suas Funcionalidades	
Inseticidas (controle de insetos)	Organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretróides
Fungicidas (combate aos fungos)	Ditiocarbamatos, dinitrofenóis
Herbicidas (combate às plantas invasoras)	Dinitrofenóis, carbamatos
Desfoliantes (combate às folhas indesejadas)	Dipiridilos, dinitrofenóis
Fumigantes (combate às bactérias do solo)	Hidrocarbonetos halogenados
Rodenticidas/Raticidas (combate aos roedores/ratos)	Hidroxicumarinas
Rodenticidas/Raticidas (combate aos roedores/ratos)	Carbamatos
Acaricidas (combate aos ácaros)	Organoclorados, dinitrofenóis

Fonte: MIERZWA; AQUINO, 2009.

Assim como os organoclorados existe um enorme potencial de risco da presença de defensivos agrícolas em mananciais devido à forma como são utilizados no ambiente e os mecanismos de transportes envolvidos que fazem chegar rapidamente aos corpos hídricos. Dentre esses, destacam-se os mais comuns como o processo de escoamento superficial da água de

¹⁰ Defensivos agrícolas são substâncias químicas utilizadas no controle de espécies indesejadas e doenças de plantas. (MIERZWA; AQUINO, 2009).

irrigação, águas pluviais e que por meio da sua percolação no solo, provoca também sério comprometimento das águas subterrâneas. Os efeitos provocados na saúde humana são diversos e variados dos quais podem ser de ordem aguda, subaguda e crônica.

Os principais efeitos e/ou sintomas objetivos provocados na saúde humana são espasmos musculares, convulsões, náuseas, desmaios, vômitos e dificuldades respiratórias e os sintomas subjetivos são dor de cabeça, fraqueza, mal-estar, dor de estômago e sonolência, pode acontecer ainda manifestações de sintomas tardios como os de natureza carcinogênica, mutagênica e neurológica.

Quanto aos organofosforados, carbamatos e os organoclorados presentes na composição química dos raticidas e inseticidas atuam no organismo humano inibindo o grupo de enzimas responsáveis pela transmissão de impulsos ao sistema nervoso central e periférico.

Outra consequência provocada por esses contaminantes é o acúmulo ao longo da cadeia alimentar (posicionando-se na gordura de peixes, bois, aves, e outros animais e no leite materno, assim como em plantas, frutos e água que tenham sido expostas a essas substâncias), sendo responsável não somente por um problema ecológico, mas também de saúde pública (PERES, et al., 2003).

O quadro 04 apresenta parâmetros relacionados com a capacidade e dosagem toxicológica dos defensivos agrícolas e seus riscos à saúde humana.

Quadro 04 - Parâmetros da Dosagem Toxicológica dos Defensivos Agrícolas.

Classe Toxicológica	Toxicidade	DL50*	Faixa Colorida
I	extremamente tóxico	menor 5 mg/kg	Vermelha
II	altamente tóxico	entre 5 e 50 mg/kg	Amarela
III	medianamente tóxico	entre 50 e 500 mg/kg	Azul
IV	pouco tóxico	entre 500 e 5.000 mg/kg	Verde
V	muito pouco tóxico	acima de 5.000 mg/kg	-

* Um parâmetro importante em toxicologia é a chamada dose letal 50 (DL50), definida como a quantidade de uma substância química que, quando administrada em uma única dose por via oral, expressa em massa da substância por massa de animal (os mais usados são ratos, camundongos, coelhos, peixes e diversas espécies de macacos), produz a morte de 50% dos mesmos dentro de um período de observação de 14 dias. (PIMENTEL et al., 2006).

Fonte: OPS/WHO, 2000.

Os avanços da legislação mundial e conseqüentemente a brasileira quanto ao cadastro e controle dos usos de defensivos agrícolas têm proporcionado a substituição e a proibição de alguns produtos da categoria dos organoclorados.

No início da década de 1970 nos Estados Unidos, por exemplo, foi proibido o uso do DDT (campanha iniciada na década de 1940) devido ao prejuízo histórico de malefícios ocasionados à saúde da população e ao meio ambiente, entraram nesta lista produtos como o aldrin, clordano, dieldrin, endrin, heptaclo, hexaclorobenzeno, mirex, toxafeno dentre outros que tiveram o seu uso restrito em vários outros países (MIERZWA; AQUINO, 2009).

Infelizmente, mesmo em países que dispõem de infraestrutura adequada de coleta e tratamento de água e esgoto é possível encontrar contaminantes orgânicos em seus mananciais principalmente aqueles altamente prejudiciais ao meio ambiente e com elevados riscos à saúde humana (como os desreguladores endócrinos).

No Brasil a situação é agravada graças a índices de contaminantes elevados superiores aos de muitos países desenvolvidos, o país possui baixos investimentos em monitoramento e saneamento básico junto aos mananciais superficiais e uma intensa carga de defensivos químicos utilizados nas atividades agrícolas (DAMSTRA, 2002).

A extensa lista dos efeitos nocivos provocados pelos agrotóxicos à saúde humana reflete na definição acerca da nomenclatura correta desse conjunto de elementos que de acordo aos interesses de um grupo (ou mesmo grupos) envolvido (s) e interessado (s) em sua aplicabilidade elaboram diversas conotações que na maioria das suas discussões são totalmente opostas ao seu sentido real (PERES *et al.*, 2003).

Essa situação deixa muito claro a capacidade dos agentes em destruir tanto a vida animal quanto a vegetal com o mascaramento e a caracterização de forma bastante positiva dos agrotóxicos em “defensivos agrícolas” pois denominações como essas favorecem os interesses do capital estrangeiro em expandir domínios através de mecanismos (estudos/pesquisas) que colaboram para o seu avanço no mercado. Torna-se fundamental refletir sobre esses impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana provocados pela exposição desses elementos químicos.

A OMS afirma que a presença dos agrotóxicos em alimentos continua sendo uma preocupação de toda a comunidade científica, mas alerta também que a contaminação dos mananciais hídricos tem causado sérios riscos à vida animal, vegetal e humana principalmente com o aumento do uso da água para abastecimento da população. Os agrotóxicos acumulados no tecido adiposo do organismo humano podem provocar complicações agudas ou crônicas de acordo com seu nível de toxicidade.

A exposição crônica á inúmeras classes de agrotóxicos é fator de risco que causa certos cânceres, aborto, esterilidade, infertilidade masculina, má formação congênita do aparelho genital masculino além de perturbações do sistema nervoso e do comportamento como o mal de Alzheimer, Parkinson e Esclerose Lateral Amiotrófica. Introduzidos nas plantas e solos podem facilmente serem

transportados até as águas superficiais e subterrâneas e a partir desse ponto provocar impactos socioambientais voltados diretamente ao consumo e utilização para outros fins da água contaminada (MIERZWA; AQUINO, 2009).

A utilização indiscriminada e sem os cuidados necessários de manuseio e descarte dos fertilizantes e agrotóxicos como a ametrina, diuron, tebutiuron, hexazinona, metribuzin, halosulfuron, clomazone, 2,4-D, imazapic, fluazifop-p-butil, em áreas agrícolas continuam sendo fontes que promovem e potencializam a contaminação das águas (sejam subterrâneas e superficiais) devido ao processo comum de infiltração e transporte dos contaminantes através da irrigação ou precipitação intensa através da lixiviação do solo (SILVA, 2004).

O transporte de agrotóxicos para a água depende ainda de mecanismos como a degradação, dispersão atmosférica, escoamento superficial, infiltração e sua absorção pelos vegetais e organismos, alguns fatores ambientais contribuem (clima, solo, relevo entre outros) e as propriedades químicas presentes no composto (SILVA, 2004).

Uma das formas de controle dos agrotóxicos em águas de abastecimento é o conhecimento dos seus princípios ativos utilizados em sua composição química e nas propriedades físicas e químicas (solubilidade, grau de adsorção no solo, meia-vida no solo, taxa de volatilização). Segundo Mierzwa e Aquino (2009, p. 198) essas propriedades, associadas a diferentes fatores ambientais, caracterizam os agrotóxicos do ponto de vista da persistência e toxicidade relacionada aos efeitos na saúde humana e na bioacumulação.

A presença dos princípios ativos de diversos tipos de agrotóxicos concentrados em mananciais depende exclusivamente do nível de transportes associados aos sedimentos dissolvidos em água. Esses transportes de compostos variam de acordo com as suas propriedades físicas e químicas e podem apresentar alto potencial (caso do glifosato), médio potencial (caso do diuron e hexazinona) e baixo potencial (caso do 2,4-D).

O controle realizado pelos órgãos governamentais brasileiros quanto ao registro e uso dos agrotóxicos é feito através do armazenamento das informações em banco de dados atualizados de interesse público conhecido por Sistema de Informações sobre Agrotóxicos (SIA) criado pelo Decreto nº 4074, de janeiro de 2002. Esse sistema de informações é mantido sob responsabilidade do Ministério da Saúde através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IBAMA) (MIERZWA; AQUINO, 2009).

Os parâmetros dos agrotóxicos são utilizados nas análises químicas da água dos mananciais direcionados ao abastecimento público e nas etapas do seu tratamento. Todo trabalho desempenhado para levantamento e monitoramento das águas bem como o controle operacional, a

avaliação de riscos para assegurar melhor potabilidade do recurso hídrico e conseqüentemente qualidade de vida aos consumidores dependem exclusivamente do cumprimento de critérios rigorosos de identificação desses compostos químicos presentes nos agrotóxicos e seus valores máximos permitidos prescritos na legislação brasileira específica.

Os valores máximos permitidos (VMPs) dos agrotóxicos são regulamentados e controlados pelas Portarias editadas pelo Ministério da Saúde e quando presentes em recursos hídricos são utilizados em conjunto com a Resolução do Conama nº 357/2005 (para águas doces, salobras e salinas) e também pela Resolução nº 396/2008, para as águas subterrâneas.

2.7 - Metais Pesados em Águas Superficiais

Os termos “metais pesados”, “metais tóxicos”, “metais traço”, “elementos traço” e ainda “constituintes traço” têm sido utilizados como sinônimos na literatura, referindo-se a elementos (nem sempre metais) nos sistemas aquáticos, de alto potencial toxicológico e associados à poluição. (CASTRO, 2006 apud BACCAN, 2004). O termo tornou-se usualmente denominado de metal pesado por conveniência de legisladores como forma de definir elementos químicos referentes aos metais com elevado teor tóxico. As atividades antrópicas nas últimas décadas têm proporcionado um aumento frequente de metais pesados como o cádmio, mercúrio e o chumbo presentes no ambiente (CASTRO, 2006).

Os metais pesados tornaram-se nas últimas décadas uma das grandes preocupações principalmente quanto à contaminação/poluição do meio ambiente e conseqüentemente a saúde humana e animal. Sua composição em termos químicos é altamente reativa e bioacumulável sendo que os organismos não são capazes de eliminá-los. Os metais pesados não possuem a capacidade de biodegradar e atualmente costumam estar presentes em corpos hídricos e no solo, na medida que entram em contato com o ciclo de cadeia alimentar passam a acumular nos tecidos vivos através de sua ingestão (FROIS; PEREIRA, 2020).

A exposição de seres humanos e animais aos metais pesados aumentou devido à presença de rejeitos industriais, urbanos, agrícolas ou elementos químicos naturais associados aos cursos d'água. Há uma grande mobilidade dos metais pesados em sedimentos provocados por alterações físico-químicas da água devido ao teor de pH e o potencial redox (Eh)¹¹. Por esse motivo é fundamental estudos voltados para a qualidade da água de abastecimento público e que não analisem somente a água, mas também a vegetação, os organismos aquáticos e os sedimentos suspensos e de fundo. Pois as atividades antrópicas depositam no ambiente de forma geral

¹¹ Reações de oxidação-redução ou redox são aquelas nas quais uma espécie química passa de um estado mais oxidado a um menos oxidado ou reduzido, ou vice-versa, pela transferência de elétrons. Dependendo do pH e Eh, ferro, manganês, carbono, nitrogênio e enxofre, dentre outros elementos, podem alterar drasticamente sua mobilidade e, em alguns casos, a toxicidade num dado compartimento ambiental. (JARDIM, 2014).

compostos químicos carregados com elevados níveis de chumbo, cádmio, mercúrio e zinco (CASTRO, 2006 *apud* MOURA, 2002).

A composição química das rochas seja de superfícies ou subterrâneas podem conter metais pesados na sua estrutura geológica de forma natural, entretanto no ambiente aquático (superficiais ou subterrâneos) são incorporados tanto por processos naturais tais como o intemperismo, lixiviação e infiltração do solo quanto por atividades antropogênicas. (ARIAS *et al.*, 2007). As atividades agrícolas destacam-se como uma das principais fontes não pontuais da poluição e contaminação por metais pesados através do manejo de fertilizantes e agroquímicos que possuem na sua composição química básicos resíduos de metais pesados como chumbo, alumínio, cádmio, cobre, cromo, zinco dentre outros (ARIAS *et al.*, 2007).

O processo de intoxicação está relacionado com a capacidade essencial que o agente químico possui de provocar danos aos organismos vivos, é importante esclarecer de um modo geral que nem todos os metais causam danos à saúde do homem e de animais sendo alguns fundamentais em dosagens controladas para a manutenção saudável do organismo humano. Os metais pesados como o cromo, o cobre e o zinco, encontrados na natureza em solos, ar e água com os níveis de dosagens equilibrados são considerados alimentos e microelementos essenciais ao metabolismo dos organismos vivos. Entretanto, o excesso ou carência desses elementos pode levar a distúrbios no organismo, e em casos extremos, até a morte (VIRGA, *et al.*, 2007).

A absorção de metais pesados (em desacordo com os padrões legais) pelo organismo, através da ingestão de alimentos, pelo ar e consumo de água potável, inativa ou altera os sistemas enzimáticos e provoca morte celular. Quanto à natureza e gravidade provocada pela toxicidade, estas variam de acordo com o metal pesado, o nível de exposição química, seu estado de valência, a forma de exposição, a idade do indivíduo e também o próprio tempo de exposição (CRUZ *et al.*, 2021).

Essas substâncias químicas, mesmo com baixas concentrações, influenciam de forma irreversível a fisiologia e bioquímica celular e podem provocar lesões ou mortes para os humanos, animais e plantas. A exposição aos metais pesados pelos seres humanos pode ainda provocar estresse oxidativo, lesões neurológicas, agravos do DNA, modificações no metabolismo da glicose e do cálcio. Cruz *et al.*, (2021) *apud* Leite *et al.*, (2015), afirmam que a exposição ambiental aos metais pesados pode provocar o aparecimento de diversas doenças dos sistemas imunológico, pulmonar, renal, neurológico, endócrino, reprodutor e cardiovascular.

Segundo Gomes *et al.*, (2021, p. 2) há 14 espécies químicas inorgânicas listadas na legislação do padrão de potabilidade do Brasil, que foram estabelecidos valores máximos permitidos (VMP) com base em risco à saúde associado ao consumo de água. Dentre os elementos

químicos presentes na normativa brasileira estão o arsênio, cádmio, chumbo e o mercúrio que apresentam elevada taxa de toxicidade e são considerados potencialmente carcinogênicos.

Entretanto, a contaminação dos solos e das águas superficiais por metais pesados no Brasil são provocados em sua grande proporção pelas atividades antrópicas através da utilização de fertilizantes em zonas agrícolas, como também a atividade mineradora e ainda através de lançamentos de efluentes originários dos esgotos domésticos e industriais (GOMES, *et al.*, 2021).

A mineração de alguns elementos como o níquel, ouro, ferro e outros minérios com valores comerciais provocam a liberação de rejeitos que integram uma das principais formas de contaminação do solo e da água por metais pesados no território brasileiro. Torna-se fundamental o desenvolvimento de práticas avançadas de segurança para a redução dos impactos causados pela poluição do solo e da água, como forma de melhoria da qualidade ambiental e conseqüentemente da mitigação de riscos à saúde humana (MUNIZ; FILHO, 2006).

Fatores como pH, temperatura e oxigênio dissolvido (OD) influenciam diretamente no processo de mobilidade e potencialidade tóxica dos metais pesados em meios aquáticos, além desses fatores a disponibilidade desses elementos metálicos nos corpos d'água envolvem aspectos como a precipitação, troca catiônica e a complexação com moléculas orgânicas (LIMA, 2013 *apud* COSTA, 2007).

Após cessado o procedimento de despejo de efluentes com metais pesados nos cursos d'água ocorre uma persistência e permanência desses elementos no ambiente aquático por vários anos, provocado pelo fator de resistência à degradação química, física e biológica associado geralmente as características atômicas específicas de cada tipo de metal pesado. Essa persistência da concentração do metal pesado em ambiente aquático é aumentada de forma gradual, o que gera elevada concentração em água e conseqüentemente a absorção pelos organismos (RODRIGUES, 2007).

A permanência dos metais pesados em mananciais hídricos por um período prolongado, obriga, atualmente, que as análises dos níveis de contaminação não fiquem restritos somente a simples diagnósticos comparativos dos valores de parâmetros legais, é fundamental que avanços metodológicos e práticos sejam desenvolvidos e recebam maiores atenções governamentais através de políticas públicas de incentivos financeiros.

Faz parte dos incentivos governamentais para um programa de excelência nos estudos sobre a qualidade da água, avançar no desenvolvimento de modernas técnicas com maior dinamicidade aos trabalhos de levantamentos e monitoramentos da qualidade da água para abastecimento público como forma de obter uma avaliação detalhada das baixas e/ou elevadas taxas de concentrações

químicas de metais pesados que possam contribuir para oferecer menos riscos à saúde dos seres vivos e melhor qualidade de vida (OLIVEIRA, 2007).

Enfim, é importante determinar e avaliar concentrações de metais pesados presentes nas águas fluviais com as concentrações de elementos químicos pesados na matriz sedimento, correlacionar essas concentrações e compreender a forma que esse metal está presente no ambiente, ou seja, sua especiação química¹² (OLIVEIRA, 2007).

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Contexto Histórico e Socioeconômico do Município de Campos Belos-GO

A história do povoamento do município remete às últimas décadas do século XIX, influenciada pelos garimpos de ouro na região de Arraias (atualmente pertencente ao Estado do Tocantins) e Monte Alegre de Goiás que após o período do auge aurífero as atividades econômicas do município concentraram-se na agropecuária. Dentre os primeiros habitantes, haviam descendentes de famílias tradicionais portuguesas, destacando-se três que participaram de forma ativa nesse processo de formação: Cardoso, Costa Madureira e Batista Cordeiro. (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS BELOS, 2017).

Em relação a divisão administrativa, durante o ano de 1890, o arraial foi elevado a distrito, pelo Decreto n.º 5, de 05 de março de 1890, porém subordinado ao município de Arraias. No ano de 1893 foi edificada uma capela por meio da doação de uma gleba das terras de Ciriaco Antônio Cardoso e Guilhermino de Araújo Guimarães, na qual foi construída a capela para Nossa Senhora da Conceição, na fazenda das Almas. Nesse mesmo ano, a fazenda foi elevada à categoria de arraial, com o nome de Campos Belos, fazendo jus às vastas extensões de campos que configuram o território (AGM, 2019).

Com a implantação da lei Estadual n.º 271, de 4 de julho de 1906, o distrito deixou de fazer parte do município de Arraias para ser anexado ao município de Chapéu. Posteriormente com a extinção do município de Chapéu, o distrito voltou a pertencer a Arraias (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS BELOS, 2017). A Lei Estadual n.º 773, de 16 de setembro de 1953, alterou o nome do município de Chapéu para Monte Alegre de Goiás. Essa mudança fez com que o distrito de Campos Belos se tornasse anexado agora a Monte Alegre de Goiás. Somente com a promulgação da lei Estadual n.º 781, de 1º de outubro de 1953, o distrito de Campos Belos foi elevado à categoria de município (GOIÁS, 1953).

Atualmente o município de Campos Belos-GO representa 0,21% do território do Estado de Goiás com 732,126 km², com um contingente populacional que ocupa a posição 63º dos 246 municípios do Estado e densidade demográfica de 24,63 habitantes por quilômetros quadrados o

¹² A especiação química descreve as diferentes formas (espécies) em que um elemento existe num sistema. (OLIVEIRA, 2007, p.5).

IDHM é de 0,692 sendo considerado médio pelo índice de Gini. (IBGE, 2022). Em termos econômicos o município possui um Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$15.667, 60 situação que o coloca na posição 232º entre os municípios do território goiano e 3681º entre os municípios do Brasil (IBGE, 2022).

Os postos de ocupação no município são dos setores de serviços, responsável por empregar a maior parte da população local, com taxa de ocupação de 47,26% dos moradores do município. Logo em seguida concentra o setor de comércio variado, que emprega 18,8% e, posteriormente, o setor agropecuário, voltado principalmente para a produção de rebanho bovino de corte e pequenas lavouras temporárias com empregabilidade de aproximadamente 15,55% da população. Em 2021, o salário médio mensal dos trabalhadores formais era de 1,8 salários (IBGE, 2022).

Ao analisar o quantitativo de habitantes (18.108) do município foi possível observar que cerca de 12,63% estavam ocupadas e inseridas na renda média mensal, entretanto, ao considerar os domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, o município apresentou 40,8% da população nessas condições, situação que o coloca na posição 31º das 246 cidades do Estado e na posição 2645 das 5570 cidades brasileiras (IBGE, 2022).

A última taxa de escolarização realizada no município ocorreu em 2010 e atingiu 99,4% com alunos na faixa etária de 6 a 14 anos. Para o ano de 2021, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), nos anos iniciais do ensino fundamental da rede pública atingiu a nota de 5,3 e para os anos finais, 4,6. Em comparação com os demais municípios do estado, as posições foram 186º e 210º respectivamente. Quanto a comparação com relação aos municípios do país, ocupou as posições 3133º e 3102º respectivamente (IBGE, 2022).

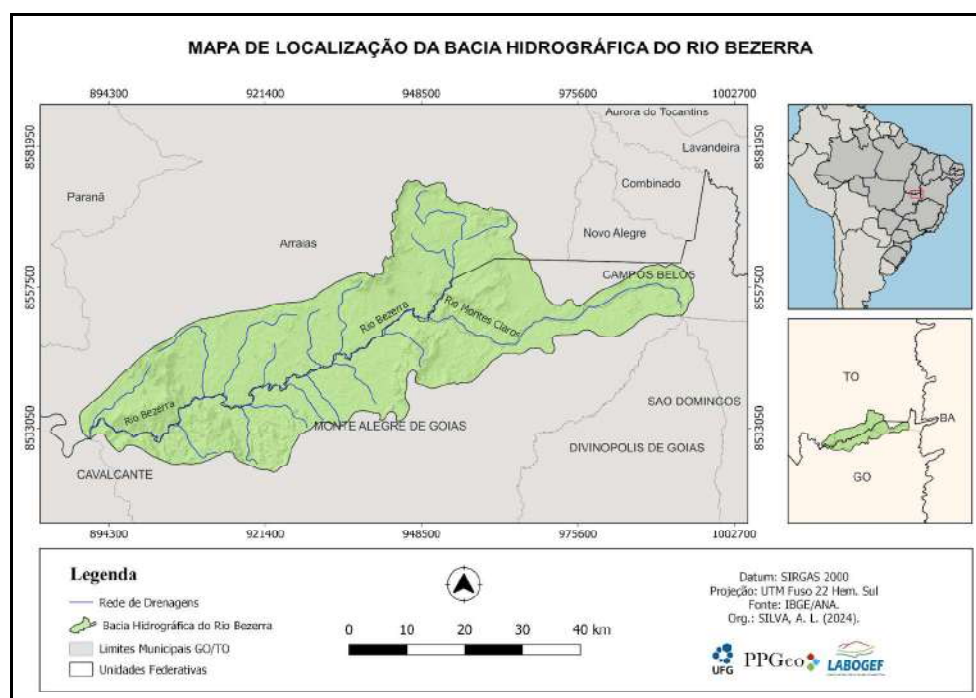
Quanto ao saneamento público do município de Campos Belos-GO cerca de 93,5% da população tem acesso ao abastecimento de água, percentual médio acima do registrado no Estado de Goiás que apresenta 89,02% e do Brasil com 84,2%. O consumo médio de água per capita é abaixo da média tanto em relação ao Estado de Goiás quanto em relação a Brasil sendo registrado 100,6 L/habitantes/dia, em Goiás é 148,83 L/habitantes/dia e Brasil 143,79 L/habitantes/dia, já o preço por metro cúbico (m³) é de R\$ 6,30/m³ valor acima da média do país e do Estado que correspondem a R\$ 4,91/m³ e R\$ 6,15/m³ respectivamente (SNIS, 2021).

Os serviços de esgoto sanitário do município registraram que 88,9% da população são beneficiados com essa obra de infraestrutura, situação que posiciona Campos Belos com percentual acima da média estadual e nacional com 70,78% e 66,95% respectivamente. (SNIS, 2021). Cerca de 90,81% do esgoto do município é manejado de forma adequada através de sistemas centralizados de coletas e tratamentos (ANA, 2013).

3.2 Área de Estudo

A área de estudo da pesquisa compreende a sub-bacia hidrográfica do rio Montes Claros com coordenadas geográficas de 13°04'22" de latitude sul e 46°51'48" de Longitude Oeste localizada no município de Campos Belos na região nordeste do Estado de Goiás, pertencente à mesorregião do norte goiano e microrregião da Chapada dos Veadeiros. O rio Montes Claros possui uma extensão de aproximadamente 53 km, sendo um dos afluentes da margem esquerda do Rio Bezerra (rio federal que faz divisa entre os Estados de Goiás e Tocantins) como apresenta a **Fig. 01**.

Figura 01 – Mapa de localização e delimitação completa da bacia que está inserida a sub-bacia do Rio Montes Claros/GO.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Campos Belos está aproximadamente 630 km distante de Goiânia-GO (capital do Estado de Goiás) e 572 km de Brasília-DF (capital do país). O acesso é realizado pela rodovia BR 060 (Goiânia-Brasília), e, posteriormente, por um pequeno trecho da rodovia BR 020 (Brasília-Fortaleza) na saída norte até o trevo com a GO-118 (rodovia estadual). O rio Montes Claros faz divisa limítrofe entre o município de Campos Belos e Monte Alegre de Goiás.

A bacia hidrográfica do Rio Bezerra possui um perímetro de aproximadamente 299 km, com comprimento correspondente a aproximadamente 123,5 km (área total da bacia hidrográfica da qual o rio Montes Claros está inserido corresponde a pouco mais de 1072 km²), é considerada uma mesobacia do rio Paranã e todos esses canais hídricos juntos pertencem a Bacia Hidrográfica do Alto Tocantins.

A bacia do Alto Tocantins possui extensão total de aproximadamente 12.380.000 hectares, dos quais estão inclusas redes de drenagens dos Estados de Goiás, Tocantins e Distrito Federal. Uma parte considerável de afluentes da Bacia do Alto Tocantins pertencem ao Estado de Goiás. A área abrangente do Alto Tocantins ao longo dos seus canais de drenagens a vegetação predominantemente é de Cerrado, com fitofisionomias e características pedológicas variadas principalmente no contexto macrorregional da rede hidrográfica Tocantins-Araguaia (MEIRELLES, *et al.*, 2007).

O rio Montes Claros é o único manancial superficial de abastecimento de Campos Belos, atendendo aproximadamente 90% dos 18.108 habitantes. A SANEAGO S/A é a empresa de saneamento responsável pelos serviços de captação, tratamento e distribuição através da sua estação de tratamento (ETA) no município (IBGE, 2022). A ETA da SANEAGO possui sistemas de Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB)¹³ e Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT)¹⁴ sob a responsabilidade imediata da Gerência Regional de Serviços de Campos Belos (GRS-Campos Belos) (AGR, 2017). Segundo Kellner (2014) o termo elevatória de água é entendido como o conjunto formado pelas edificações, instalações e equipamentos que são destinados a abrigar, proteger, operar, controlar e manter os chamados conjuntos elevatórios (motor-bomba) que promovem o recalque da água. Conforme as figuras 02A e 02B.

Figura 02A - Elevatória de Água Bruta do Rio Montes Claros/GO.



Figura 02B - Instalações da captação de Água Bruta



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além da Estação de Tratamento de Água (ETA), a Gerência Regional de Serviços localizada no município possui um laboratório de análises físico-químicas e microbiológicas das amostras de água bruta e tratada coletadas no Rio Montes Claros e ainda executam algumas análises conforme sua estrutura técnica e de pessoal capacitado disponível.

¹³ Estações Elevatórias de Água Bruta (EEAB): conjunto responsável pelo recalque do manancial até a Estação de Tratamento de Água (ETA). (KELLNER, 2014, p.95).

¹⁴ Estações Elevatórias de Água Tratada (EEAT): conjunto responsável pelo recalque da água tratada. (KELLNER, 2014, p.95).

O laboratório de análises da SANEAGO em Campos Belos conta com equipamentos como o espectrofotômetro (DR-6000 Colorin), pHmetro (medidor de pH), turbidímetro (medidor de turbidez), Colorin (Aquacolor), Titulação (medidor de alcalinidade, cloreto, dureza, matéria orgânica através do processo de digestão e titulação) e do condutivímetro (medidor de condutividade e sólidos totais). Conforme as figuras 03A e 03B.

Figura 03A - Fachada do laboratório da Gerência Saneago em Campos Belos/GO

Figura 03B - Equipamentos disponíveis no Regional da laboratório.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Gerência Regional de Serviços em seu laboratório executa análises dos parâmetros de temperatura ambiente, temperatura da água, turbidez, cor aparente, pH, alcalinidades, alumínio total, dureza total, oxigênio consumido (ou matéria orgânica), cloretos, gás carbônico, ferro total, sólidos totais dissolvidos, fósforo total, nitrato, nitrito, condutividade, manganês, sulfato, sulfeto de hidrogênio, amônia e nitrogênio amoniacal do manancial.

A maioria dos parâmetros analisados pela gerência regional da Saneago no município são em amostras de água tratada. No caso específico da água bruta ocorre a exceção de alguns parâmetros, como o gás carbônico livre, oxigênio consumido, oxigênio dissolvido, magnésio, alcalinidade HCO_3 , alcalinidade OH , alcalinidade CO_3 , alcalinidade total e condutividade (sendo que esses últimos parâmetros dependem do aumento do pH, geralmente acima de 8,0) dos quais não são recomendados.

Quanto aos parâmetros de coliformes totais, escherichia coli e bactérias heterotróficas o departamento de coletas das amostras de água do laboratório da gerência regional informa ainda que a sua especificação de padrão da potabilidade com a ausência em 100 mL é observado com maior critério somente em águas tratadas, uma vez que, em água bruta normalmente esses parâmetros apresentam alterações acima dos seus valores máximos permitidos.

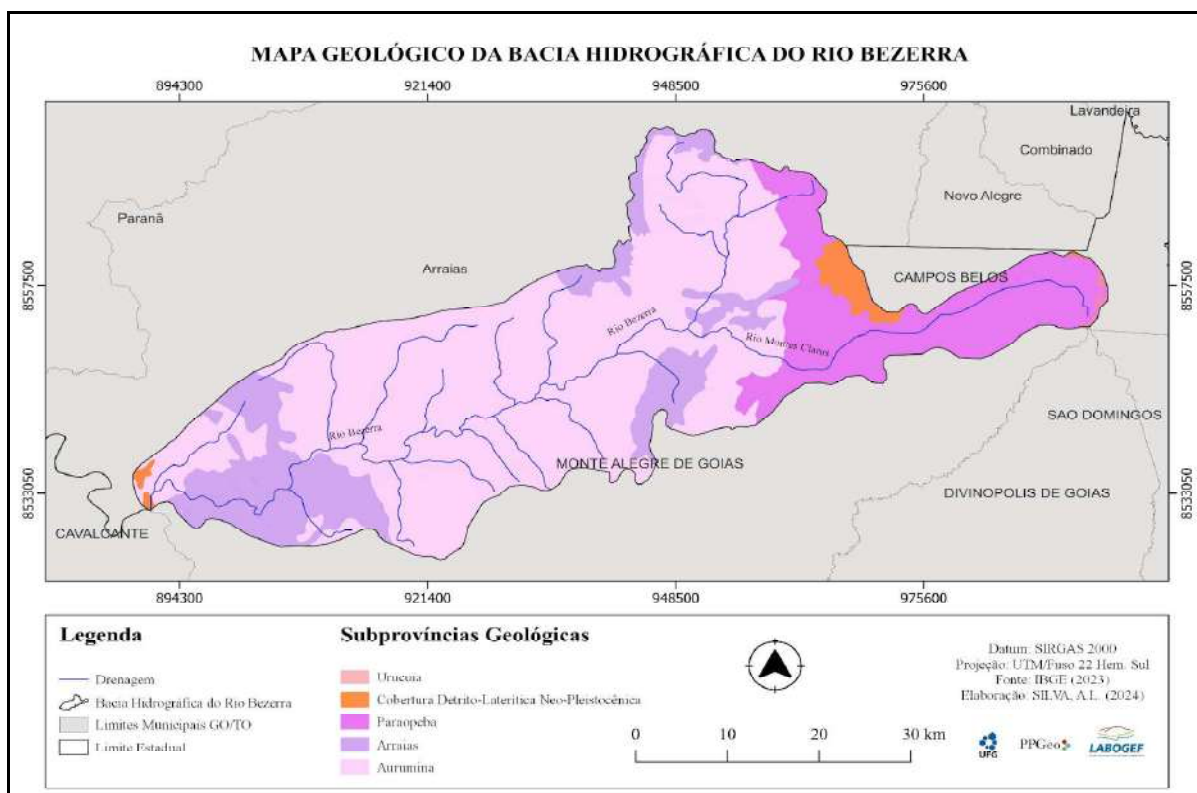
3.3 - Caracterização Física da Bacia e Sub-bacia do Rio Montes Claros

3.3.1 - Geologia da Área de Estudo

A geologia do Município de Campos Belos-GO é marcada pela presença de formações Cenozoicas, Mesozoicas, Neoproterozoicas e Paleoproterozoicas compostas por rochas da formação Ticunzal, Suíte Aurumina, Grupo Araí (Formação Arraias e Traíras), Grupo Bambuí (Formação Paraopeba), Grupo Urucuaia, estreitas faixas de terras com Cobertura Detrito-Laterítica e Depósitos Aluvionares Holocênicos. A sub-bacia do rio Montes Claros está inserida em estruturas da Suíte Aurumina, Formação Arraias (Grupo Araí), Formação Paraopeba (Grupo Bambuí), Grupo Urucuaia e das Coberturas Detrito-lateríticas como demonstra o mapa geológico da bacia do rio Bezerra em que o rio Montes Claros está inserido na **Fig.04**. (FERREIRA *et al*, 2019).

São as formações do arcabouço da faixa Brasília¹⁵ que originam dos sistemas de faixas orogênicas situadas nas bordas do São Francisco e do Cráton Amazônico (faixas Araguaia e Paraguai). As faixas e as bordas cratônicas se estruturaram com a inversão das bacias marginais durante o ciclo Brasileiro e são limitadas por expressivas zonas de falhas (LIMA; CARVALHO, 2022).

Figura 04 - Mapa Geológico da Bacia do Rio Bezerra e da sub-bacia do rio Montes Claros/GO



Fonte: Elaborado pelo autor.

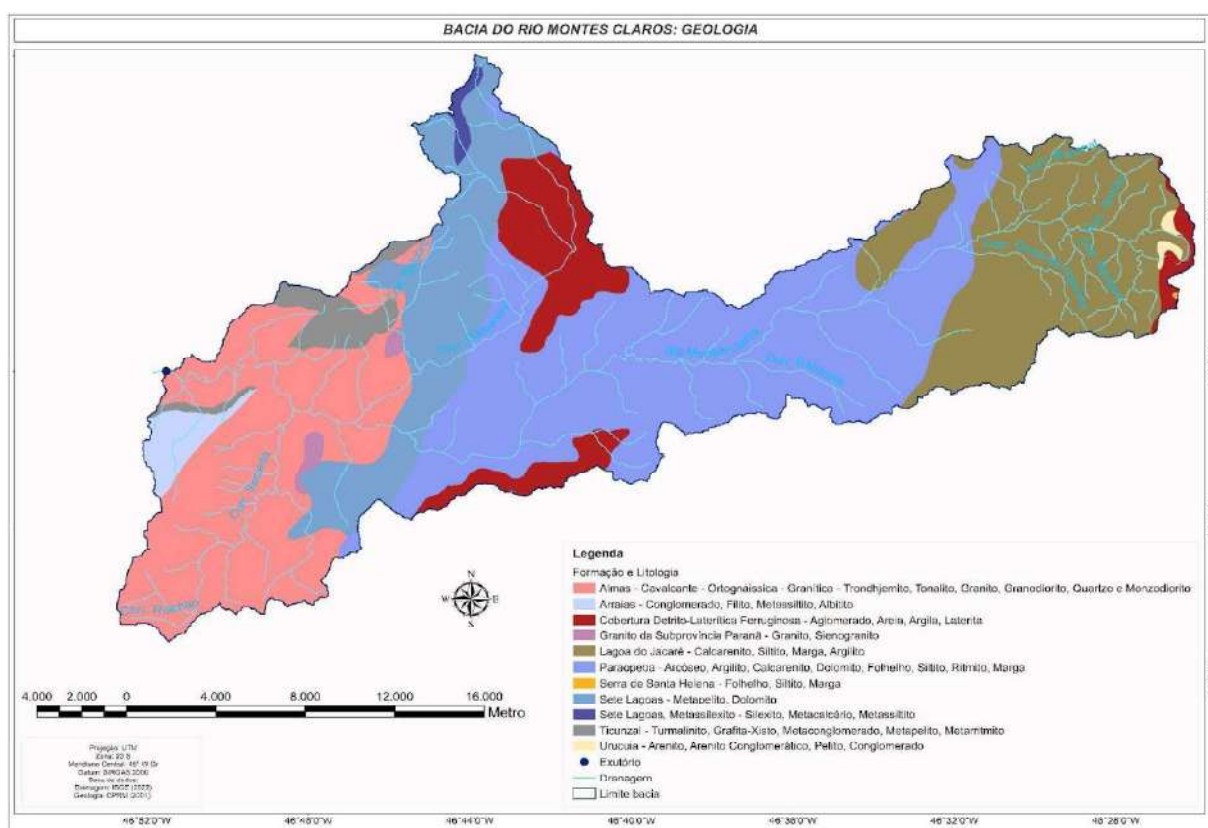
¹⁵ A Faixa Brasília é definida como um extenso sistema de dobramentos neoproterozóicos, compartimentada em Zona Interna e Zona Externa. (SILVA, 2018).

3.3.1.1 - Geologia da Sub-bacia do Rio Montes Claros

A suíte Aurumina é predominante em quase toda a extensão da sub-bacia do rio Montes Claros até a sua confluência com o rio Bezerra (rio principal) com características de rochas graníticas pertencentes ao Complexo Basal Goiano ou Complexo Granítico-Gnáissico. São rochas que possuem variados graus de deformação e estrutura de rochas milonitizadas, incluindo muscovita granito e a biotita muscovita.

Devido ao elevado grau de deformação e as relações com estruturas de rochas encaixantes da Formação Tincunzal¹⁶, os granitos são classificados como sin- até pós tectônicos. Os depósitos uraníferos ganham destaque no município através do contato entre as rochas da formação Tincunzal e Suíte Aurumina sendo que o minério se encontra associado ao fosfato da região (SILVA, 2018).

Figura 05 - Mapa Geológico da Sub-bacia do Rio Montes Claros.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na confluência entre o rio Montes Claros e o rio Bezerra ocorre um pequeno trecho com a presença da Formação Arraias pertencente ao Grupo Araí constituída por quartzitos que representam algumas elevações topográficas.

¹⁶ A formação Tincunzal constitui uma importante sequência metassedimentar formada essencialmente por xistos e paragênese frequentemente grafitosos, constituídos por uma paragênese retrometamórfica, onde ocorrem, em concentrações variáveis: quartzo, clorita, epidoto, carbonato e muscovita fina. (SILVA, 2018).

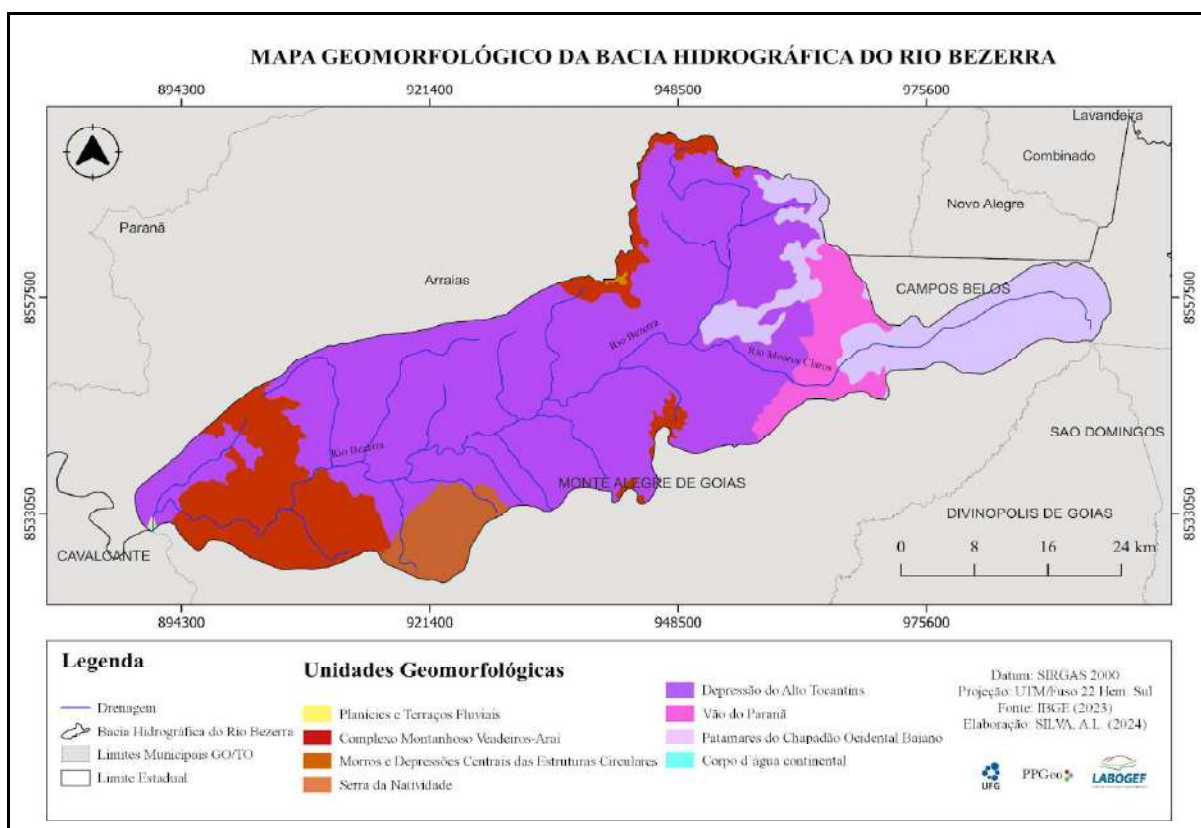
O Subgrupo Paraopeba, pertencente ao Grupo Bambuí, é representado na região por rochas normalmente metassedimentares e pelítico-carbonáticas, como margas, ardósias, argilitos, quartzitos e conglomerado basal, e localizam-se entre o médio e alto curso do rio Montes Claros e perpassa pela região central do município até a nascente do manancial.

A montante do rio Montes Claros observa-se a presença de uma estreita faixa de formação de arenitos associadas ao Grupo Urucua além de pequenas áreas com coberturas detrito-lateríticas geralmente associadas a terrenos com solos argilo-arenosos principalmente nas partes mais aplainadas próximos aos interflúvios da drenagem. As camadas lateríticas distribuem-se normalmente sobre as litologias da Formação Ticunzal e constituem-se predominantemente de hidróxidos de ferro cimentados em pastilhas do próprio xisto (LIMA; CARVALHO, 2022).

3.3.2 - Geomorfologia

A compartimentação geomorfológica do município de Campos Belos-GO corresponde a uma sequência de chapadas e patamares em região sedimentar, com o surgimento de estruturas em formato de rampas escalonadas e caracterizadas por processos erosivos representados pelas unidades como Chapadão Ocidental Baiano, Depressão do Alto Tocantins, Patamares do Chapadão Ocidental Baiano e o Vão do Paranã, como demonstrado na **Fig.06**.

Figura 06 - Mapa Geomorfológico da Bacia do Rio Bezerra e Sub-bacia do Rio Montes Claros/GO.



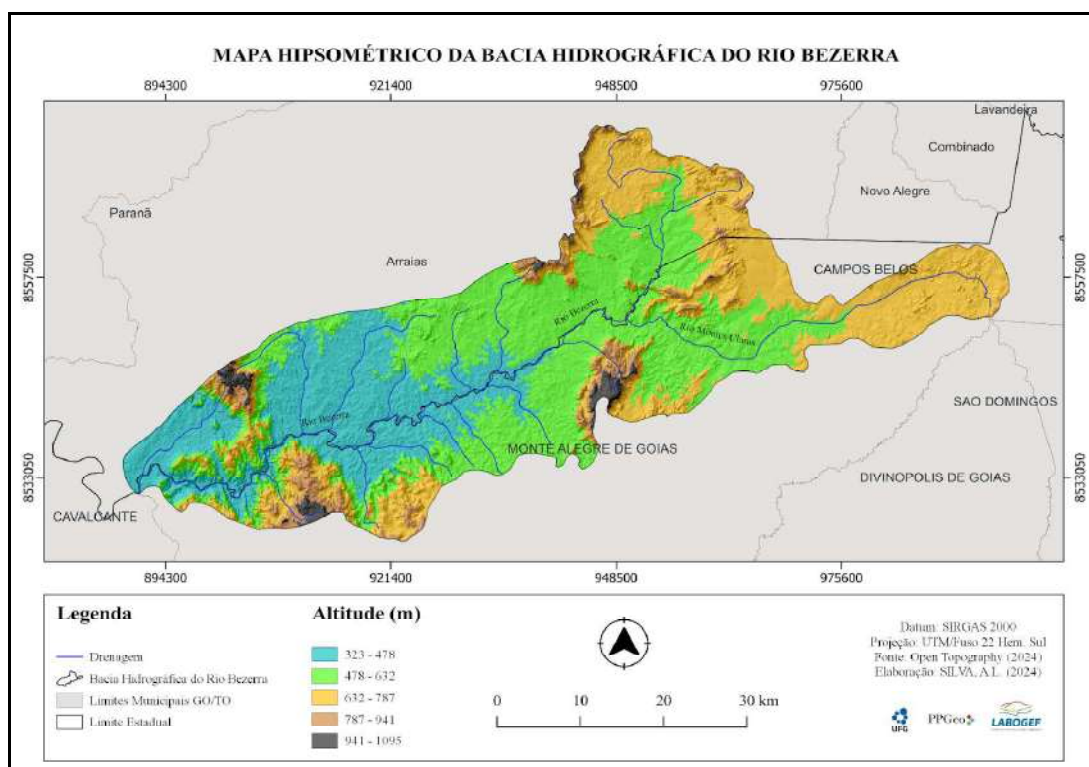
Fonte: Elaborado pelo autor.

A bacia hidrográfica até a confluência dos rios Bezerra e Montes Claros é majoritariamente composta pela Depressão do Alto Tocantins, caracterizada por uma superfície aplainada, altitudes que variam entre 700 e 800 metros, colinas baixas de topos planos e vales amplos e rasos. Nas áreas internas, destacam-se morros e montanhas residuais, formados por rochas resistentes à erosão, que permanecem individualmente ou em agrupamentos na paisagem ao longo do tempo geológico devido à influência de estruturas geológicas (VILLELA; NOGUEIRA, 2011).

A Sub-bacia hidrográfica do rio Montes Claros possui uma estreita faixa latitudinal chamada Vão do Paranã, caracterizada por uma depressão com altitudes em torno de 450 m, drenada pelo rio Paranã e seus afluentes. Seus limites se estendem até a porção leste junto à escarpa do Chapadão Ocidental Baiano e seus Patamares, estes últimos formando a Serra Geral de Goiás. (LIMA; CARVALHO, 2022).

No alto curso do rio Montes Claros, em Campos Belos, predominam os Patamares Estruturais, com relevos suaves, feições convexas ou convexo-côncavas e vales que favorecem drenagens do tipo dendrítica (REIS, et al., 2008). A **Fig. 07** apresenta, por meio de mapa hipsométrico, as altitudes da estrutura de relevo da bacia dos rios Bezerra e Montes Claros.

Figura 07 - Mapa Hipsométrico da bacia do rio Bezerra e da Sub-bacia do rio Montes Claros/GO.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

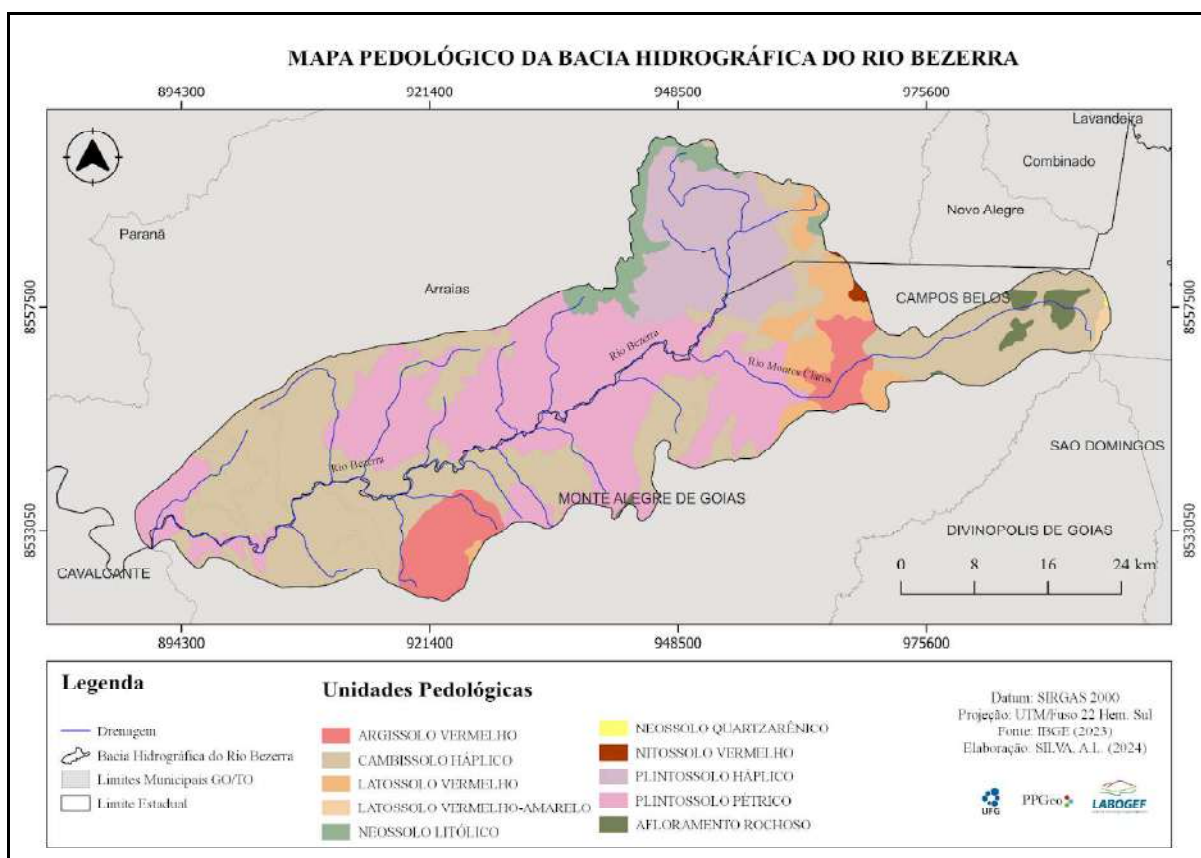
O relevo da bacia hidrográfica apresenta altitudes que variam de 323 m a 1.095 m. Nas planícies e depressões, áreas mais rebaixadas, as cotas altimétricas encontram-se entre 478 m e 672 m. No médio e alto curso do rio Montes Claros, as altitudes chegam a 787 m. O mapa hipsométrico revela pela a análise de fluxo (montante a jusante), a possibilidade de transporte de sedimentos do rio Montes Claros em direção à sua confluência com o rio Bezerra. Essa movimentação tende a se intensificar ainda mais com o aumento do volume de água, principalmente nos meses de novembro, dezembro e janeiro, quando ocorrem as maiores precipitações. Situação que aumenta a probabilidade da elevação da carga de sedimentos transportada ao longo do curso do rio Montes Claros até o rio Bezerra.

3.3.3 - Pedologia

Devido a predominância da estrutura de relevo com baixas declividades presentes no município e também grandes extensões associadas às características litológicas sedimentares e metassedimentares, os cambissolos e os neossolos (quartzarênicos e litólicos) destacam-se na paisagem pedológica da região, são solos que apresentam características desfavoráveis, tais como, a alta fragilidade quanto aos processos erosivos (FERREIRA *et al.*, 2019).

De acordo com a base de dados do IBGE, o percurso do rio Montes Claros, desde sua nascente (montante) até a sua confluência (jusante) com o rio Bezerra é caracterizado pelo predomínio de 04 (quatro) tipos pedológicos, como os Cambissolos Háplico Distrófico, Argissolos Vermelho Eutrófico, Latossolos Vermelho e os Plintossolos Pétrico Concrecionário (IBGE, 2022).

Figura 08 - Mapa Pedológico da Bacia do Rio Bezerra e da Sub-bacia do Rio Montes Claros/GO.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O predomínio dos Plintossolos Pétrico Concrecionário concentra-se na confluência do rio Montes Claros com o rio Bezerra e apresentam características da antiga laterita Hidromórfica, com solos minerais e com sérias restrições a percolação de água principalmente em períodos de alagamento temporário, no entanto, sem a ocorrência desses elevados níveis pluviométricos na região acabam não apresentando hidromorfismo e seu escoamento torna-se lento. Apesar de serem característicos de relevos planos e suavemente ondulados, podem surgir em bordas de chapadas (JACOMINE, 2009).

Embora a origem dos Plintossolos esteja associada às condições de excesso de umidade com restrição temporária à percolação d'água, podem também adaptar a regiões com estação seca bem definida ou com pelo menos decréscimo acentuado de chuvas. São solos ácidos com saturação por bases baixas e com atividade da fração de argila também baixa devido suas características serem propícias a uma boa drenagem (EMBRAPA, 2018).

No médio curso do rio Montes Claros entre os Plintossolos e Cambissolos há uma estreita faixa dos Argissolos Vermelhos Eutróficos, que caracterizam-se como solos heterogêneos com aumento substancial do teor de argila que varia conforme a profundidade e/ou movimentação da

argila do horizonte superficial para o subsuperficial. É nessa condição que origina a estrutura B textural¹⁷, entretanto essa estrutura também é encontrada na porção inferior das encostas da região, em geral as côncavas, onde o relevo é ondulado (8 a 20% de declive) ou fortemente ondulado (20 a 45% de declive) (JACOMINE, 2009).

Quanto aos Argissolos possuem profundidades variáveis desde fortes a imperfeitamente drenados de cores avermelhadas ou amareladas alguns com raras feições acinzentadas. A sua textura varia de arenosa a argilosa (no horizonte A) e muito argilosa (no horizonte Bt), com a possibilidade do aumento de argila do horizonte A em direção ao horizonte B. São solos de forte a moderadamente ácidos e com saturação nas bases altas ou baixas (SANTOS, 2018).

Em uma grande extensão da bacia do rio Montes Claros ocorre o predomínio dos Cambissolos (Háplico Distrófico) com a presença de minerais primários facilmente intemperizáveis, alguns com teores mais elevados de siltes, condição que dificulta ou diminui o grau de intemperização. São solos que apresentam um horizonte B incipiente, associados a relevos mais movimentados (ondulados a fortemente ondulados) mas surgem de forma eventual em relevos planos e suavemente ondulados, nos limites municipais os cambissolos estão sobre os Patamares Estruturais do Chapadão Ocidental Baiano (SOUZA, *et al.*, 2018).

Devido às características de heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, os cambissolos caracterizam-se como solos fortemente até imperfeitamente drenados, são também solos que variam de rasos a profundos, apresentam uma coloração bruno-avermelhado até vermelho-escuro e possui desde alta a baixa saturação por bases com atividade química da fração de argila. O horizonte B incipiente apresenta textura franco arenosa ou até mesmo argilosa, o solo apresenta teores uniformes de argila com possível ocorrência do decréscimo ou pequeno incremento de argila do horizonte A para o horizonte B (SANTOS, 2018).

Na área delimitada da Sub-bacia do rio Montes Claros entre os Plintossolos e Cambissolos há uma pequena faixa de terra latitudinal com a presença do Latossolo Vermelho, que se caracterizam como solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico. Possuem avançado estágio de intemperização, bastante evoluídos, através de enérgicas transformações do material constitutivo. São desprovidos de minerais primários ou secundários, menos resistentes ao intemperismo, e têm a capacidade de troca de cátions da fração de argila (JACOMINE, 2009).

¹⁷ É um horizonte mineral subsuperficial com textura franco arenosa ou mais fina, em que houve incremento de argila (fração < 0,002 mm), orientada ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade de material originário, resultante de acumulação ou concentração absoluta ou relativa decorrente de processos de iluviação e/ou formação *in situ* e/ou herdada do material de origem e/ou infiltração de argila ou argila mais silte, com ou sem matéria orgânica e/ou destruição de argila no horizonte A e/ou perda de argila no horizonte A por erosão diferencial. (SANTOS, 2018).

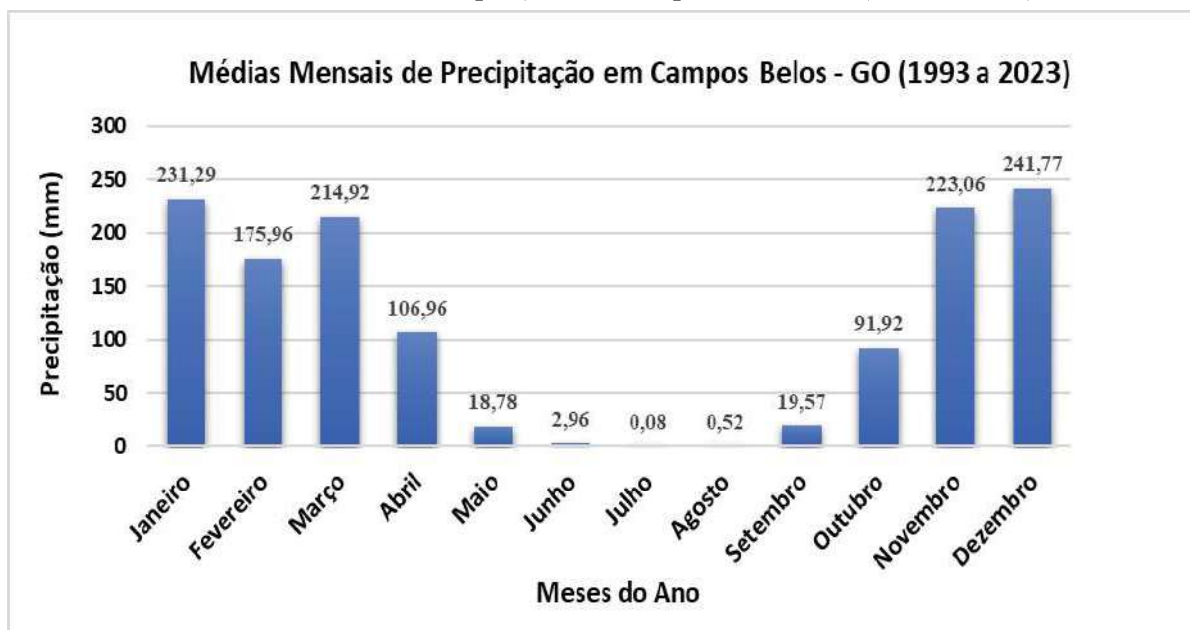
Os latossolos são caracterizados como solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos. Possuem saturação por bases médias e altas. Podem ser encontrados em zonas (semiáridas ou não) que apresentam estação seca pronunciada, ou ainda que apresentam influência de rochas básicas ou calcárias. São solos típicos de regiões equatoriais e tropicais, mas também podem ser encontrados em zonas subtropicais, estão distribuídos em amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou antigos terraços fluviais, geralmente encontrados em relevo plano e suave ondulado, mas podem ocorrer em áreas acidentadas de relevo montanhoso (SANTOS, 2018).

3.3.4 - Clima

O sistema atmosférico de Campos Belos-GO está inserido na dinâmica climática do Estado de Goiás e do Distrito Federal, com influência das massas de ar Equatorial Continental (mEc), Tropical Atlântica (mTa), Polar Atlântica (mPa), além de sistemas atmosféricos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Frentes Frias (FF) (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2020). O clima local é classificado como tropical semi-úmido (AW), com inverno seco entre maio a setembro e verão chuvoso de novembro a março, segundo Köppen e Geiger. As temperaturas são elevadas durante quase todo o ano, geralmente acima de 30 °C, exceto entre maio e junho, quando as temperaturas mínimas chegam a 19 °C, influenciadas pela massa de ar polar atlântica (mPa).

O Gráfico 01 apresenta a média mensal de precipitação no município, baseada em dados coletados entre 1993 e 2023. As médias climatológicas foram calculadas a partir dessa série histórica de 30 anos de observação. As informações pertencem ao banco de dados do Sistema de Informações Hidrológicas (Versão Web) da Superintendência de Gestão de Rede Hidrometeorológica – SGH, da Agência Nacional de Águas (ANA), por meio da estação pluviométrica localizada no município, identificada pelo código 1346004.

Esse perfil de sazonalidade climática em Campos Belos é um padrão climático típico de áreas do Estado de Goiás e Distrito Federal. A análise do gráfico permite observar que os meses em que concentram os maiores índices de precipitações anuais no município são janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro com médias superiores a 175 mm, é o período que ocorre a maior atuação da massa equatorial continental (mEc) no Centro-Oeste com elevada quantidade de umidade de origem da região norte do país (região amazônica) (ANA, 2023).

Gráfico 01 - Médias Mensais de Precipitação em Campos Belos-GO (1993 a 2023).

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA). Organizado: SILVA, A.L. (2024).

Já nos meses de junho, julho e agosto são bem raras as precipitações, a somatória das médias mensais registradas nos 03 (três) meses de menores ocorrências das precipitações foi de 3,56mm. O volume máximo registrado entre os 03 (três) meses foi de 2,96 mm ocorrido durante o mês de junho, entretanto são os meses em que se registram as menores temperaturas no município, que chegam a 19°C principalmente entre os meses de junho e julho. No mês de setembro, que corresponde ainda ao período de estiagem (com média mensal de 19,57 mm) as temperaturas se elevam na região com registros de 34°C, é marcante a presença da massa de ar tropical atlântica (mTa) carregada com pouca umidade para esse período do ano. A situação climática condiciona o tempo estável (quente e seco) com predomínio do fenômeno da continentalidade (ANA, 2023).

Uma importante característica provocada pela sazonalidade climática no município de Campos Belos-GO com seus maiores índices de ocorrência nos meses de maio, junho e julho é a elevada amplitude térmica (diferença entre a temperatura máxima e mínima diária) provocada pela diminuição das precipitações durante esses meses de estiagem e a forte presença da massa polar. As médias mensais entre as temperaturas máximas e mínimas diárias durante os meses de maio a julho nos 30 anos de análises (1993 a 2023) no município atingiram uma diferença de amplitude térmica em torno de 11°C a 12°C (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2020).

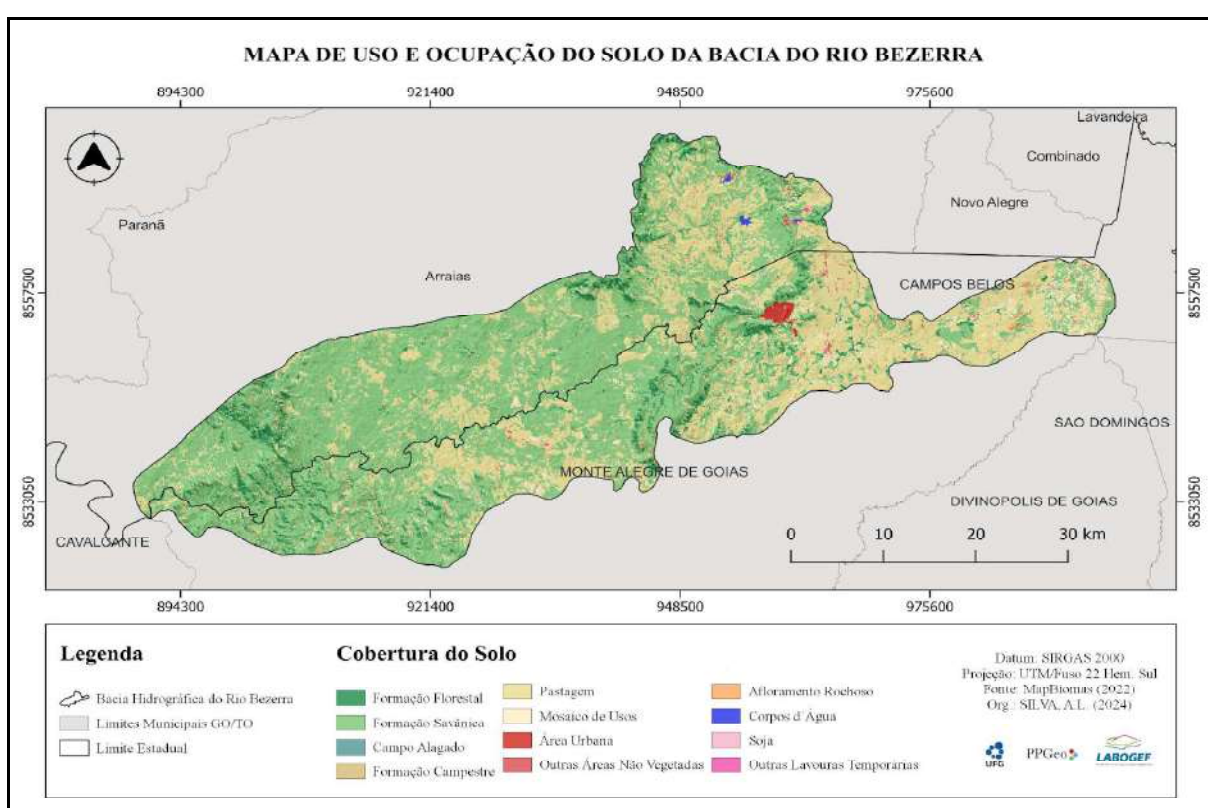
Os meses com menores índices de amplitudes térmicas são os registrados durante os períodos chuvosos em janeiro, fevereiro, março e dezembro (em torno de 8°C em média), entretanto, os volumes médios mensais da precipitação durante esse período de análise, estiveram no intervalo de 176 mm a 242 mm, com aumento constante da umidade relativa do ar condição que

ameniza o desconforto térmico provocado pela diferença entre as temperaturas máximas e mínimas diárias no município. (FERREIRA *et al*, 2019).

3.3.5 - Uso e Cobertura do Solo

Quanto a análise do uso e cobertura do solo (**Fig. 09**) da bacia do rio Bezerra e sub-bacia do rio Montes Claros ocorre a presença de áreas preservadas do bioma cerrado (Formação Savânica) associado a vegetação florestal (principalmente nas áreas com elevadas altitudes) com uma pequena presença de paisagens intercaladas de culturas temporárias e pastagens.

Figura 09 - Mapa de uso e cobertura do solo da bacia do rio Bezerra e da Sub-bacia do rio Montes Claros - GO de 2022.



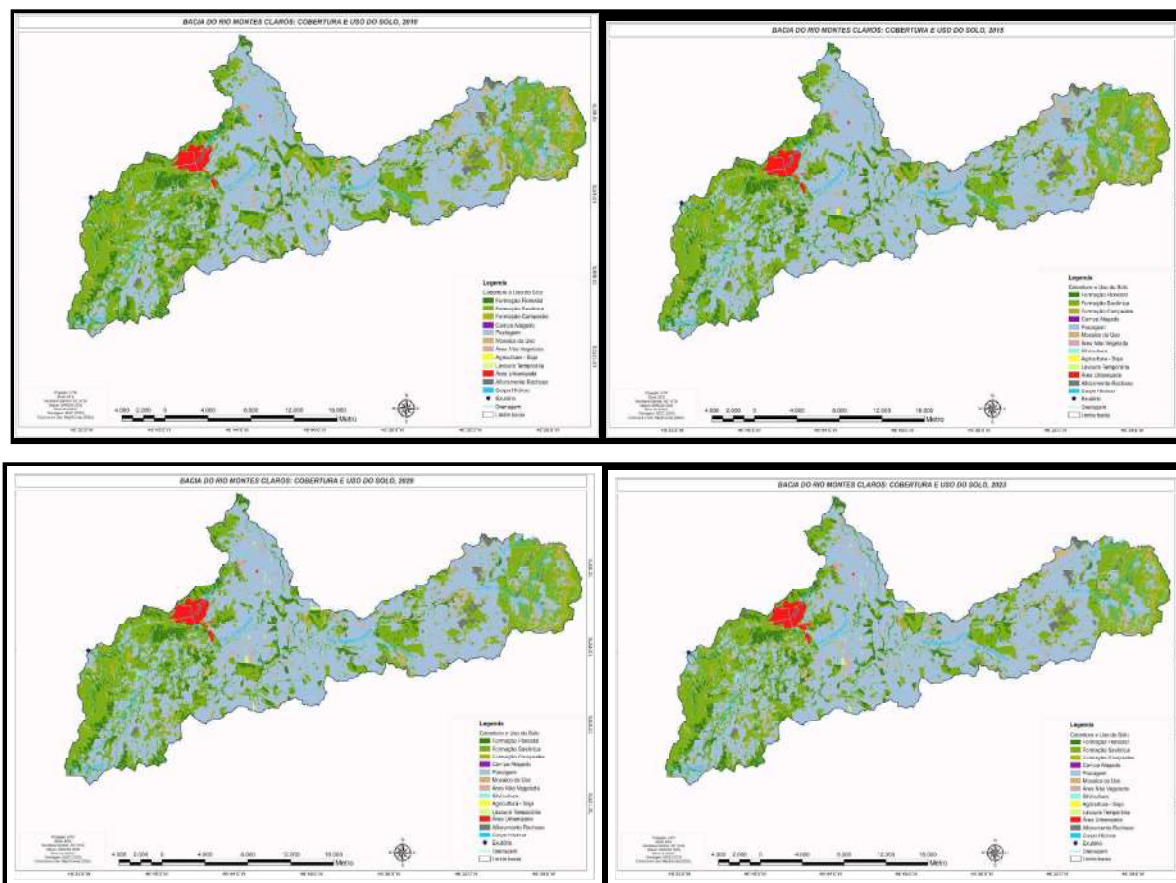
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

De acordo com a base de dados da coleção do MapBiomias (2022) foi possível visualizar no mosaico de mapas a evolução da cobertura do solo ao longo da sub-bacia do rio Montes Claros no intervalo de tempo de aproximadamente 05 (cinco) anos (2010, 2015, 2020 e 2023). Observa-se na confluência dos rios Montes Claros e Bezerra que ocorre o predomínio de áreas com cobertura de vegetação florestal, formação savânica e campestre preservada, devido principalmente às elevadas cotas altimétricas (predomínio de relevo bastante ondulado).

Entretanto, mais próximo aos limites urbanos da cidade de Campos Belos e também em direção a montante do manancial observa-se o aumento de áreas antropizadas (como pastagens,

pequenas áreas de produção de soja, e variados usos do solo), pelo fato também de tratar-se de um relevo suavemente ondulado, ou seja, propício à ocupação humana. (Figuras. 09A; 09B; 09C; 09D.)

Figuras. 9A a 9D: Mosaico de uso e cobertura do solo da Sub-bacia do rio Montes Claros/GO.



Fonte: Alessandro Lima Silva, 2024.

Foi possível constatar através dessas informações cartográficas que o município de Campos Belos possui forte tendência ao solo exposto tanto pela ocupação e expansão urbana da cidade quanto por lavouras temporárias e pastagens, situação que pode influenciar no comportamento dos corpos d'água presentes no município com probabilidade de risco a impacto ambiental.

3.4 - Organização e Tratamento dos Dados da SANEAGO

O trabalho de pesquisa é estruturado em formato de gráficos e tabelas com as variáveis correspondentes aos padrões dos parâmetros, sendo uma parte composta por parâmetros físico-químicos e biológicos e outra com seus respectivos valores, entretanto não constam no documento adquirido junto a SANEAGO, as unidades específicas correspondentes aos valores de cada parâmetro. As unidades foram adquiridas através de pesquisa realizada juntamente com a equiparação da legislação ambiental específica, sejam as de microgramas por litro (mg/L) ou as de micrômetros por litro ($\mu\text{g/L}$).

Como a Gerência Regional de Serviços da Saneago em Campos Belos é responsável pelo levantamento e recolhimento de amostras de água bruta e tratada do rio Montes Claros algumas análises são realizadas no seu próprio laboratório através de alguns equipamentos que possuem. Contudo, os demais parâmetros como, por exemplo, os compostos de agrotóxicos, e a maioria dos organolépticos das amostras coletadas, são remetidos para análises no laboratório central localizado na cidade de Goiânia-GO e posteriormente são reenviados para a gerência regional de Campos Belos os relatórios com os seus respectivos resultados.

Essa situação se deve à falta de equipamentos complementares disponíveis junto ao laboratório da gerência regional no município, pois a Saneago justifica o elevado custo financeiro ao Estado na montagem e manutenção dos equipamentos não disponibilizados para a realização de análises em suas gerências regionais.

Entre o período de 2010 até 2020 com atuação da resolução do CONAMA 357/32005, Portaria MS 518/2004 e a Portaria MS 2914/2011 eram realizadas análises do padrão de potabilidade da água somente para alguns parâmetros físicos, químicos e biológicos. Somente a partir do ano de 2021, com a modernização de estudos referentes aos elementos químicos (principalmente agrotóxicos) encontrados na água para consumo humano, ocorreu uma atualização da legislação pelo Ministério da Saúde que resultou na Portaria GM/MS 888/2021.

Essa Portaria atualizou valores presentes nas legislações anteriores e regulamentou um quantitativo maior de parâmetros químicos para análise dos níveis de qualidade da água. Essas análises do padrão de potabilidade da água passaram a acrescentar aos padrões físico-químicos e biológicos, os das substâncias orgânicas, inorgânicas, agrotóxicos, organolépticos, subprodutos de desinfecção e cianobactérias.

Na pesquisa os dados de água bruta do rio Montes Claros foram tratados e organizados através de planilhas e gráficos do Programa Microsoft Excel. Os elementos químicos foram separados por grupos, contendo seus respectivos valores e unidades. As planilhas e os gráficos incluem os Valores Máximos Permitidos (VMP's) definidos pelas quatro legislações sobre os níveis de qualidade da água, como: as Portarias MS 518/2004, MS 2914/2011, GM/MS 888/2021 e a Resolução Conama 357/2005. A inclusão dessas normativas visa permitir uma análise mais detalhada e completa, considerando a atualização contínua da legislação específica, o que justificou o uso simultâneo desse conjunto de documentos reguladores para a equiparação dos parâmetros analisados.

Alguns valores de elementos químicos presentes nas planilhas e nos gráficos do excel não foram informados ou registrados. São informações de coletas que não constam e também não foram lançadas de forma oficial pela SANEAGO. Ainda possui aquelas que não ocorreram a realização

da análise de determinado elemento químico na amostra de água durante o período da qual não consta informações no conjunto disponibilizado. Para identificar essa situação foi utilizado na pesquisa a sigla NRA (Não Realizada Análise).

Quanto ao processo de atualização dos elementos químicos para análise da pesquisa foi utilizado a sigla NCI (Não Consta Informações) nas planilhas, uma vez realizada a atualização foi possível observar que existem informações/valores referentes a alguns parâmetros que constam em uma ou mais legislação(ões) em detrimento de outra(s). Alguns resultados de elementos químicos obtidos das coletas de amostras de água bruta realizadas pela SANEAGO na bacia do rio Montes Claros foram 0 (zero) e constam nos dados oficiais disponibilizados para a pesquisa. Esse registro é categorizado como não detectado, entretanto a pesquisa adotou a mesma metodologia para os dados da planilha com o uso da sigla NDV (Não Detectado Valor).

3.5 - Portarias do Ministério da Saúde - Qualidade da Água

3.5.1 - Breve Histórico

Segundo dados históricos do Ministério da Saúde, a preocupação das autoridades brasileiras com a qualidade da água para consumo humano surgiu a partir da década de 1920 com a criação do Departamento Nacional de Saúde Pública (DNSP) ao instituir o Decreto-Lei nº 3.987 por meio da política conhecida por “Reforma Carlos Chagas” (ALVES *et al.*, 2021).

A reforma tinha como objetivo a reorganização da política dos serviços de saúde em todo o território nacional e para atender toda a demanda foi necessário a divisão do departamento em três diretorias como os Serviços Sanitários do Distrito Federal, a Defesa Sanitária Marítima e Fluvial e o Saneamento Rural. O governo federal estabeleceu normas mais abrangentes e rigorosas na defesa e proteção da saúde algumas décadas depois com a criação do Código Nacional de Saúde (Decreto nº 49.974/1961 que regulamentou a Lei nº 2.314/1954).

Através da criação do Código Nacional de Saúde (CNS) foi possível a incorporação e abrangência de novos termos e mecanismos conhecidos hoje por vigilância sanitária e ambiental. O saneamento e proteção ambiental, foi a primeira regulamentação legal que trouxe o termo “risco” na legislação sanitária. Principalmente na descrição dos artigos 52 e 65:

Art. 52º – com o fim de evitar os riscos da saúde inerentes ao trabalho, o Ministério da Saúde estabeleceu as medidas a serem adotadas.

Art. 65, § 2º – o registro e o licenciamento de inseticidas destinados à agricultura dependem de prévia manifestação do órgão federal de saúde competente, sobre os riscos que possam acarretar à saúde humana. (BRASIL, 1961).

Somente a partir da década de 1970, o Ministério da Saúde obtém a competência para elaborar normas e determinar o padrão de potabilidade da água para consumo humano em todo o

território nacional. A 1ª Conferência Pan-Americana sobre a qualidade da água realizada em outubro de 1975 na cidade de São Paulo e a Lei nº 6.229/197, que instituiu o Sistema Nacional de Saúde, foram ferramentas essenciais na criação do Decreto Federal nº 79.367/1977 que tinha objetivo de fortalecer a autonomia do Ministério da Saúde em atuar na pauta.

A competência do Ministério da Saúde baseava-se numa articulação com os Estados, Distrito Federal e os Territórios com objetivo de fiscalizar o cumprimento das normas, essa mesma norma legal também garantia ao ministério firmar parcerias com outros órgãos e entidades para elaboração de normativas sanitárias de proteção dos mananciais, serviços de abastecimento de água, instalações prediais de água e controle de qualidade da água para abastecimento público (FORMAGGIA; SOUZA, 2021).

Os órgãos e entidades dos Estados, Municípios, Distrito Federal e Territórios que possuíam responsabilidade com operações de abastecimento público eram obrigados pelo Decreto nº 79.367/1977 a adotar normas e padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Esse decreto possibilitou ao Ministério da Saúde elaborar e aprovar uma série de legislações referentes à água para consumo humano (ALVES, *et al.*, 2021)

Entre as normas e padrões estabelecidas no decreto estavam a fluoretação de águas do sistema público de abastecimento aprovada pela Portaria 635 Bsb de 26/12/1975 com base na Lei nº 6.050 de 1974 (que dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento quando existir estação de tratamento) e também pelo Decreto Federal nº 76.872 de 1975 que o regulamenta.

Através desses trâmites foi possível a criação de uma autonomia do Ministério da Saúde que elaborou a primeira legislação federal brasileira sobre potabilidade da água para consumo humano, conhecida por Portaria nº 56 Bsb/1977. Outras legislações foram editadas posteriormente, como por exemplo a Portaria 443 Bsb/1978, responsável pela regulamentação de proteção sanitária dos mananciais, dos serviços de abastecimento público com seu controle de qualidade e das instalações prediais.

3.5.2 - Portaria Bsb 56 de 14/03/1977

Com base no Decreto criado em 1977, o Ministério da Saúde publicou a primeira regulamentação sobre a qualidade da água para consumo humano com validade em todo território nacional, conhecida como Portaria nº 56 Bsb de 14 de março de 1977 (Bsb significa Brasil/Brasília). (BASTOS, 2021).

O Brasil passou a adquirir uma regulamentação formal e legal para a água potável - com padrões de qualidade adequados ao consumo humano. A Portaria nº 56/1977 tinha como objetivo garantir o estabelecimento do padrão de potabilidade (conjunto de valores máximos permissíveis

das características de qualidade da água destinada ao consumo humano) e o plano de amostragem (número de amostras e frequência de amostragem) destinados a verificação do atendimento padrão em sistemas de abastecimento público. Entretanto eram atribuições já conhecidas, pois as pautas constavam no Decreto Federal nº 79.367/1977 (BASTOS, 2021).

Em 1977 a OMS criou o conceito de Vigilância da Qualidade da Água voltada para o consumo humano que foi consolidada pelo conjunto de ações e responsabilidades das autoridades de saúde pública. Foi uma forma de garantir que a água consumida pela população atendesse às normas de qualidade estabelecidas pela legislação vigente, e, ainda, avaliar os riscos que a água destinada ao consumo poderia trazer para a saúde humana (BASTOS, 2021).

As ações de controle e vigilância de qualidade da água exercidas pelas companhias de serviços de abastecimento público de água tinham como objetivo verificar se a água oferecida para a população era potável e também assegurar a manutenção desse direito social. Houve pouco avanço no Brasil por parte da Portaria nº 56/1977, principalmente nas atribuições de fiscalização da norma pelo setor de saúde e também na definição da prestação de contas por parte das companhias responsáveis pelo sistema de abastecimento público (ALVES, et al., 2021).

Quanto às análises das amostras, a Portaria estabelecia o padrão bacteriológico, físico-químico e radiológico da água com objetivo de garantir índices de qualidade adequados ao consumo humano. Os parâmetros das análises físicas eram compostos por cor, turbidez, odor e sabor. Havia outros parâmetros observados, sendo 20 (vinte) elementos de substâncias químicas inorgânicas e 13 (treze) orgânicas como os biocidas orgânicos sintéticos, os hidrocarbonetos clorados, os compostos organofosforados e os carbamatos. A Portaria nº 56/1977 definia para os padrões dos parâmetros físico-químicos e dos elementos e/ou substâncias químicas dois valores de referência - VMD (Valor Máximo Desejável) e VMP (Valor Máximo Permitido). (FORMAGGIA; SOUZA, 2021).

Para a prevenção da cárie dentária, a Portaria nº 56/1977 definiu valores permitidos para a aplicação do Flúor em função da temperatura do ar e em cumprimento à exigência da aplicação de fluoretação das águas a serem distribuídas por sistemas de abastecimento público. Essa norma estabelecia o número mínimo de amostras e a frequência de coleta para avaliação dos níveis de qualidade da água dos sistemas de abastecimento (ALVES, et al., 2021).

Para a análise dos parâmetros físicos nas amostras coletadas consideravam duas situações, uma com tratamento em laboratório e outra sem tratamento em laboratório. Os parâmetros químicos eram divididos em 02 (duas) categorias, os que apresentavam potencial de risco à saúde e os que afetam a aceitabilidade da água. Quanto à avaliação bacteriológica e o número de amostras, essa era determinada pela população total da comunidade e não pela população abastecida pelo sistema.

(BASTOS, 2021). No que diz respeito ao risco radiológico da água, a Portaria nº 56/1977 empregava uma definição baseada em função da existência de causas de radiação natural e aquelas advindas das atividades antrópicas e que pudessem comprometer a qualidade da água para abastecimento público.

A legislação permitia que cada ente federativo adotasse um padrão mais rígido, a depender das condições locais, caso o ente federativo não tivesse condições de distribuição de água nos padrões adotados na legislação, caberia ao órgão de saúde competente (com vistas do Ministério da Saúde) autorizar o consumo de água de forma precária com estabelecimento de prazo para que medidas corretivas fossem adotadas (ALVES et al., 2021).

Em 1986, o Ministério da Saúde criou por iniciativa própria o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para o Consumo Humano que tinha como principais metas a revisão da norma de potabilidade da água e políticas voltadas para a estruturação das secretarias estaduais de saúde com objetivo de garantir melhoria na prestação de serviços de vigilância da qualidade da água (FORMAGGIA; SOUZA, 2021).

3.5.3 - Portaria 36 GM de 19/01/1990

A Portaria 36 GM de 1990 surgiu da necessidade de uma reavaliação no setor de saúde quanto a fiscalização e acompanhamento da qualidade da água destinada ao consumo humano, essa preocupação teve início no ano de 1988 quando, na cidade de Florianópolis/SC, o Ministério da Saúde reuniu com membros das secretarias estaduais de saúde de todo país, representantes das companhias estaduais de saneamento e órgãos de controle ambiental para a realização de consultas e discussões acerca da problemática (ALVES et al., 2021).

Através destes debates e consultas surgiu o conceito de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano e assuntos relacionados a estruturação das secretarias apontados como fundamentais para a melhoria na prestação do serviço, além de ações importantes para a garantia do atendimento regular às normas vigentes. No entanto, para concretizar essas demandas havia a necessidade de rever a legislação anterior, ou seja, a Portaria nº 56 Bsb de 1977.

No geral a Portaria 36 GM de 1990 contribuiu para a definição de Vigilância e Controle da Qualidade da Água para o consumo humano e também um serviço e sistema de abastecimento de água mais realista:

4.6 Controle da qualidade de água de abastecimento público: conjunto de atividades executadas pelo Serviço de Abastecimento Público de Água, com o objetivo de obter e manter a potabilidade da água;

4.7 Vigilância da Qualidade de Água de Abastecimento Público conjunto de atividades de responsabilidade da autoridade sanitária estadual competente, com a finalidade de avaliar a qualidade da água distribuída e de exigir a tomada de medidas necessárias, no caso da água não atender ao padrão de potabilidade;

4.9 Serviço de Abastecimento Público de Água (SAA): conjunto de atividades, instalações e equipamentos destinados a fornecer água potável a uma comunidade;

4.10 Sistema de Abastecimento Público de Água: parte física do Serviço de Abastecimento Público de Água, constituído de instalações e equipamentos destinados a fornecer água potável a uma comunidade. (BRASIL, 1990).

De acordo com a Portaria 36 GM/1990 era responsabilidade dos prestadores de serviços de abastecimento de água e órgãos de vigilância, a capacitação do corpo técnico responsável pelas análises dos parâmetros das amostras levantadas de acordo com os objetivos de atendimento aos padrões estabelecidos. Caso os prestadores de serviços não tivessem condições para a realização das análises de forma técnica-instrumental, a Portaria determinava que estas atribuições poderiam ser delegadas a laboratórios com certificação do Ministério da Saúde ou pela autoridade sanitária competente dos Estados e do Distrito Federal.

A comprovação de cumprimento dessa determinação previsto na lei era realizada através do encaminhamento de relatórios mensais pelos serviços de abastecimento de água para as Secretarias Estaduais de Saúde. Os parâmetros de análise da potabilidade como os físico-químicos passaram a ser determinados por valores máximos permitidos (VMPs) e, no caso da turbidez esses valores, ficaram definidos na entrada do sistema e da rede de distribuição (ALVES, et al., 2021).

Na análise bacteriológica ficou estabelecido o padrão do grupo de Coliformes e exigiram a ausência de Coliformes Fecais ou Coliformes Termotolerantes¹⁸ como também o valor máximo permitido das bactérias heterotróficas. Foi exigido o padrão bacteriológico também para as águas distribuídas sem canalização e sem tratamento. A Portaria GM 36 de 1990 atualizou também os parâmetros de acordo com os conhecimentos técnico-científicos, principalmente para aqueles referentes ao risco por impacto de substâncias químicas na saúde humana (FORMAGGIA; SOUZA, 2021).

A atualização dos parâmetros pela Portaria 36 GM de 1990 ampliou elementos e substâncias químicas a serem analisados como a inclusão de 11 (onze) elementos das substâncias químicas inorgânicas, 20 (vinte) componentes orgânicos que afetam a saúde e 10 (dez) componentes que afetam a qualidade organoléptica da água, houve também alteração do pH para a água consumida (que passou para o intervalo de 6,5 a 8,5) (SAÚDE, 1990).

A Portaria foi responsável também por definir o teor mínimo de Cloro Residual Livre (CRL) a ser mantido em qualquer ponto da rede de distribuição que ficou estipulado em 0,2 mg/L, proibiu a ocorrência de substâncias que provocam odor na água, mesmo que o produto não oferecesse risco à saúde humana. Ainda recomendou que realizasse a avaliação dos níveis de radioatividade em

¹⁸ Coliformes Fecais ou Coliformes Termotolerantes: são as bactérias do grupo coliformes que apresentam as características do grupo, porém à temperatura de incubação de 44,5°C (quarenta e quatro e meio graus Celsius, mais ou menos 0,2 (dois décimos) por 24 (vinte e quatro) horas. (BRASIL, 1990).

mananciais de abastecimento de água para cada unidade da federação e no Distrito Federal (BASTOS, 2021).

Uma vez comprovado que a água fornecida não atendia ao padrão de potabilidade previsto na Portaria, as autoridades sanitárias estaduais e do Distrito Federal poderiam autorizar seu fornecimento somente de forma precária e excepcional e desde que não apresentassem riscos à saúde. Para ocorrência desta situação, era necessário realizar o tratamento adequado ou buscar outras fontes de abastecimento. Ações como essa visam corrigir a falha e alertar aos consumidores a adotarem medidas preventivas até que o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) cumpra prazos e implemente as medidas corretivas necessárias (BRASIL, 1990).

A Portaria GM 36 de 1990 estabeleceu que o número de amostras e a frequência das coletas na entrada da rede de distribuição para as análises de parâmetros físico-químicos e da amostragem do padrão bacteriológico deveriam ser realizados de acordo com a população abastecida.

Apesar dos conceitos de Vigilância e Controle da Qualidade da Água para o Consumo Humano, as contribuições da legislação quanto a esse quesito não supriu as expectativas, a Portaria GM 36 de 1990 assim como a sua antecessora (Portaria nº 56 Bsb de 1977) na prática, concentraram seus esforços somente nos padrões de potabilidade e planos de amostragem destinada aos prestadores de serviços responsáveis pela a qualidade da água (FORMAGGIA; SOUZA, 2021).

3.5.4 - Portaria 1469 de 29/12/2000

No ano 2000 houve um avanço no país com relação a estruturação dos serviços de vigilância em saúde ambiental com a criação da Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde (CGVAM) no âmbito do Centro Nacional de Epidemiologia (CENEPI), órgão vinculado à Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Foi nesse período que o Ministério da Saúde por intermédio do Centro Nacional de Epidemiologia (CENEPI) em parceria com a Organização Pan-Americana de Saúde e Organização Mundial de Saúde (OPAS/OMS) promoveram uma revisão na Portaria nº36/1990 (ALVES et al., 2021).

Na realização desta atualização houve a participação de consultores de laboratórios de qualidade da água, órgãos ambientais e também de saúde nos níveis federal, estadual e municipal, além de companhias estaduais de saneamento, serviços municipais, universidades e instituições de pesquisa. O resultado desse processo colaborativo resultou na elaboração do texto base da Portaria MS nº 1.469, de 20 de dezembro de 2000, que estabeleceu procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e definiu o padrão de potabilidade de forma mais realista (BASTOS, 2021).

A Portaria MS nº 1.469/2000 promoveu um avanço diferencial em relação a Portaria nº36/1990 ao incluir a abordagem da Análise de Risco (Avaliação de Risco, Gestão de Risco e Comunicação de Risco), sendo resultados de programas já previstos nos Planos de Segurança da Água elaborados pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Ao implantar essa política o padrão de potabilidade da água passou por uma reformulação mais detalhada voltado para a realidade do país com base nos princípios de Avaliação Quantitativa de Risco (químico e microbiológico) (BASTOS, 2021).

O Controle de Qualidade da Água, de responsabilidade dos prestadores de serviços de abastecimento de água, passa a assumir uma visão voltada à gestão preventiva de riscos, do manancial até o consumidor, sem exclusividade de verificação do produto final (água distribuída para consumo humano) através somente das análises laboratoriais.

A norma também define deveres e responsabilidades para o setor de saúde junto às 03 (três) esferas governamentais, principalmente em relação à vigilância da qualidade da água para consumo humano e aos responsáveis pela operação dos sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água. A Portaria nº 1.469/2000 ainda definiu as penalidades em caso de descumprimento das normas estabelecidas nesta regulamentação (FORMAGGIA; SOUZA, 2021).

A Portaria nº 1.469/2000 adotou os princípios de defesa ao consumidor quando implementou de forma detalhada fluxos de informações e comunicações de controle e vigilância para o público em geral junto às três esferas de poder, federal, estadual e municipal. Quanto à parte técnica-instrumental das análises dos parâmetros e do padrão bacteriológico para os Coliformes totais, essas eram dependentes da quantidade suficiente de amostras a serem coletadas no sistema sucessivamente até que as amostras revelassem resultados satisfatórios (FUNASA, 2007).

A Portaria ainda propôs a definição do padrão para cianobactérias¹⁹ e cianotoxinas²⁰, mas as metodologias adotadas de análise desses parâmetros não existiam especificações que as disciplinavam a nível nacional, sendo utilizadas metodologias propostas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) através do Guia de cianobactérias tóxicas na água, do monitoramento, da gestão e suas consequências para a saúde pública. Ocorreu também a atualização de parâmetros através de conhecimentos técnico-científicos referentes ao risco e impacto das substâncias químicas na saúde humana (FORMAGGIA; SOUZA, 2021).

Através desta atualização, a Portaria inseriu mais 13 substâncias químicas inorgânicas, 34 componentes orgânicos, que afetam diretamente a saúde e 16 componentes que afetam a qualidade

¹⁹ Microrganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde. (FUNASA, 2007).

²⁰ Toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral. (FUNASA, 2007).

organoléptica da água. Todos os parâmetros, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção foram estabelecidos pelo seu valor máximo permitido (VMP). Nesta mesma norma adotou-se o processo de filtração nos sistemas abastecidos por mananciais superficiais onde a distribuição de água era canalizada (ALVES et al., 2021).

A Portaria nº 1.469/2000 assegurava que toda água fornecida coletivamente deveria ser submetida ao processo de desinfecção, com o objetivo de atender ao padrão microbiológico estabelecido, também definiu o valor máximo permitido (VMP) para a turbidez e para a água pós-filtração ou pré-desinfecção em função do seu tipo (superficial/subterrânea) além do tipo de filtro utilizado (rápido ou lento). Determinou ainda o teor máximo e mínimo de Cloro Residual Livre (CRL) na rede de distribuição e seu valor mínimo presente após o processo de desinfecção.

A Portaria descreve que após o processo de desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre (CRL) correspondente a 0,5 mg/L, em qualquer ponto da rede de distribuição sendo obrigatória a manutenção no mínimo de 0,2 mg/L, e ainda recomenda que a cloração deve ser realizada quando o pH for inferior a 8,0 com tempo de contato mínimo de 30 minutos. Para o teor máximo de cloro residual livre (CRL) presente em qualquer ponto do sistema de abastecimento foi determinado pela normativa o valor de 2,0 mg/L.

Em relação a quantidade de cianobactérias encontradas nos mananciais a legislação determinou a análise semanal de cianotoxinas na saída do tratamento dos sistemas e nas entradas (hidrômetros), principalmente em clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis, essa análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta através de testes realizados semanais em bioensaios nos camundongos.

A Portaria 1.469/2000 estabeleceu também exigências para o fornecimento de água através de veículos transportadores, incluindo uma análise de CRL por carga e uma análise mensal na fonte, para avaliação da cor, turbidez, pH e coliformes totais, podendo haver outras amostragens conforme determinação das autoridades de saúde pública (FORMAGGIA; SOUZA, 2021). Definiu também a amostragem mínima para controle de qualidade físico-químico, com frequência a cada duas horas em mananciais superficiais e diária em mananciais subterrâneos. Para análises microbiológicas, serão coletadas de duas a quatro amostras semanais na saída de cada unidade de tratamento (FUNASA, 2007).

Para o controle de qualidade em soluções alternativas de abastecimento de água (SAA), a legislação definiu um plano de amostragem diferenciado que atendesse a avaliação do padrão físico-químico e bacteriológico. Em mananciais superficiais a frequência da amostragem é semanal e para as subterrâneas mensais. Com essas regulamentações, a Portaria tornou-se um instrumento simultâneo e complementar do controle e vigilância da qualidade de água para consumo humano.

A sua normatização tornou-se um grande avanço nos procedimentos relacionados ao Controle e Vigilância da Qualidade da Água no consumo humano, uma vez que foi fundamental para pautar a formulação do Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano conhecido como VIGIAGUA e fornecedora de subsídios normativos para o Decreto Presidencial nº 5.440 de 04 de maio de 2005. Este decreto tinha dentre suas atribuições definir procedimentos sobre o controle da qualidade da água de sistemas de abastecimento público bem como instituir instrumentos para divulgação de informações ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano (BASTOS, 2021).

A Portaria nº 1.469/2000 determinava ainda que sua revisão ocorreria no prazo de 5 (cinco) anos de acordo com os avanços do conhecimento técnico-científico inerentes aos instrumentos normativos, entretanto através das mudanças estruturais nos departamentos do Ministério da Saúde, essa Portaria foi totalmente reeditada como Portaria MS nº 518/2004.

Apesar de todo processo que passou a Portaria nº 1.469/2000, essa normativa transformou-se em um grande marco de reflexões e mudanças de paradigmas dentro da trajetória de atualizações das legislações sobre qualidade da água para consumo humano, sendo uma prova concreta dessas transformações a permanência de sua estrutura principal presente nas demais normatizações.

3.5.5 - Portaria MS nº 518 de 25/03/2004

Em 2003, ações destinadas a vigilância da saúde foram deslocadas da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) para a Secretaria de Vigilância da Saúde (SVS) no âmbito do Ministério da Saúde e novamente realocadas na Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde (CGVAM) e Vigilância de Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano (VIGIAGUA); (BASTOS, 2021).

A Portaria MS nº 518/2004 é praticamente uma reedição da Portaria nº 1.469/2000 com alteração somente na atribuição para legislar e fazer cumprir a legislação sobre a potabilidade de água para consumo humano transferido da FUNASA para a Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS, entretanto todo o conteúdo técnico escrito da Portaria nº 1.469/2000 foi mantido (ALVES et al., 2021).

3.5.6 - Portaria GM/MS 2914 de 12/12/2011

A Portaria nº 518/2004 passou por revisão em 2011 devido aos processos de atualização dos parâmetros de potabilidade através dos novos conhecimentos técnico-científicos adquiridos e de uma nova realidade no cenário de vigilância e controle de água para consumo humano. Como resultado dessa nova atualização surgiu a Portaria GM/MS 2914/2011 de aspectos mais democráticos e participativos devido ao envolvimento de diversos segmentos participantes no

controle e vigilância da qualidade de água para consumo humano. A Portaria GM/MS 2.914/2011 atualizou valores máximos e mínimos de diversas substâncias com base na abordagem da avaliação quantitativa de risco químico (FORTES, et al., 2019).

Construiu novos conceitos e redefiniu outros - como por exemplo, a mudança do conceito de água potável e também de solução individual de abastecimento. Pela nova Portaria (GM/MS 2.914/2011) a água potável ficou definida como aquela que atende ao padrão de potabilidade estabelecido nesta normativa e que não oferece riscos à saúde. (FORMAGGIA; SOUZA, 2021). A normativa anterior (Portaria MS nº 518/2004) definiu água potável como água para consumo humano em que seus padrões de potabilidade dependem exclusivamente da adequação dos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos (FORMAGGIA; SOUZA, 2021).

A Portaria também introduziu um conceito inovador para solução individual de abastecimento, como a modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família e com inclusão de seus agregados familiares. A Portaria anterior introduziu o conceito de solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano como toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento.

A Portaria tornou bastante explícitos os deveres e responsabilidades, principalmente aqueles que competem a cada entidade ou ente federativo vinculados ao controle e vigilância da qualidade de água para consumo humano, tais como, a Secretaria de Vigilância e Saúde (SVS/MS), a Secretaria Especial da Saúde Indígena (SESAI/MS), a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) no âmbito federal, como também os de competência dos Estados e Municípios (BASTOS, 2021).

A normativa prevê ações a serem realizadas nas 3 (três) esferas governamentais quanto ao surto de epidemias por doenças veiculadas em meio hídrico, além de definir critérios para que municípios autorizem o fornecimento de água através da solução alternativa de abastecimento. A normativa exigiu que para o fornecimento de água tratada por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, o fornecedor deve requerer junto à autoridade municipal de saúde pública a presença de um responsável técnico devidamente habilitado.

A Portaria GM/MS 2914/2011 recomendou o monitoramento de vírus entérico²¹ no ponto de captação de água para abastecimento humano e exigiu análise mensal de *Escherichia coli* que devem ser encaminhadas para laboratórios de referência nacional para identificação sorológica

²¹ Os vírus entéricos humanos são importantes causas de enfermidades veiculadas através da água. Esses patógenos, que são eliminados em grandes quantidades pelas fezes de indivíduos infectados, podem permanecer viáveis e infecciosos durante vários meses no ambiente e, assim, contaminar águas destinadas ao consumo humano, além de resistirem aos atuais processos de tratamento da água e do esgoto aplicados no controle bacteriano. (TAVARES et al., p. 85, 2005).

principalmente nas amostras de águas subterrâneas. A normativa introduziu ainda parâmetros operacionais no processo de desinfecção relacionados ao tempo de contato, temperatura, pH da água e concentração do desinfetante (ALVES, et al., 2021).

Para o processo de desinfecção, a Portaria GM/MS 2.914/2011 adotou teores mais rígidos para a turbidez após a filtração, com valor do teor mínimo do Cloro Residual Livre (CRL) de 0,2 mg/L ou 2,0 mg/L do Cloro Residual Combinado (CRC) além do valor de 0,2 mg/L de Dióxido de Cloro em todo o sistema de distribuição (reservatório e rede). O teor máximo do Cloro Residual Livre (CRL) adotado em qualquer ponto do sistema de abastecimento foi de 2,0 mg/L com recomendação para que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 (BASTOS, 2021).

No caso da detecção de gêneros potencialmente produtores de cilindrospermopsinas em monitoramento das cianobactérias a normativa recomendou a análise das cianotoxinas com valor máximo permitido (VMP) aceitável de até 1,0 µg/L (micrograma por litro). Essa normativa atualizou e ampliou os valores máximos permitidos (VMPs) de 15 (quinze) elementos inorgânicos, 14 (catorze) substâncias orgânicas e 27 (vinte e sete) agrotóxicos (FORMAGGIA; SOUZA, 2021).

O plano de amostragem em sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água ficou detalhado pela normativa, que aqueles supridos por mananciais superficiais e subterrâneos, as amostras de água bruta devem ser coletadas semestralmente no ponto de captação para a análise, de acordo com os parâmetros exigidos, com objetivo de avaliar os riscos a saúde humana. A Portaria estabeleceu ainda que a frequência de amostragem das cianobactérias no ponto de captação do manancial cujo o valor exceder 20.000 células/mL deverá ocorrer semanalmente.

3.5.7 - Portaria de Consolidação GM/MS nº 5 de 28/09/2017

Em 2017, o ministério da saúde resolve agrupar suas normas em Portarias de Consolidação, assim, a Portaria GM/MS 2.914/2011 foi incorporada como Anexo XX na Portaria de Consolidação nº 5 - Consolidação das Normas sobre ações e serviços de saúde do Sistema Único de Saúde (SUS), no entanto todo o conteúdo de texto da Portaria GM/MS 2.914/2011 foi mantido.

Essa norma brasileira (PRC nº 5/2017) foi formada fundamentalmente por dois grandes blocos, o das Competências e Responsabilidades do Padrão de Potabilidade e os Planos de Amostragem, organizados em vários capítulos e seções. Foi um conjunto de artigos que detalharam as atribuições aos responsáveis pela vigilância da qualidade da água para o consumo humano (Capítulo III) na União (na Seção I), nos Estados (Seção II) e nos Municípios (Seção III) (BASTOS, 2021).

Foi composta por um conjunto de artigos que detalhou as competências e responsabilidades aos responsáveis pelo abastecimento de água para o consumo humano (Seção IV), uma série de

artigos que trataram do padrão de potabilidade (Capítulo V) e artigos referentes aos planos de amostragem (Capítulo VI) e por fim o Anexo XX composto na íntegra pelo corpo de texto da Portaria 2.914 de 2011.

3.5.8 - Portaria GM/MS nº 888 de 04/05/2021

Passados quase 10 (dez) anos da publicação da Portaria 2.914/2011, no ano de 2020, o Ministério da Saúde realizou nova atualização da legislação sobre qualidade da água para consumo humano. O texto base de criação da Portaria GM/MS nº 888/2021, foi submetido a consulta pública na internet. (ALVES, et al., 2021). As principais mudanças entre a Portaria GM/MS nº 888/2021 e o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 foram as alterações nos VMPs, na quantidade de amostras realizadas e na frequência das coletas, que passaram a ocorrer em função da população atendida para as análises dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e organolépticos (PRAZERES, 2023).

Em linhas gerais a Portaria GM/MS nº 888/2021 apresentou na parte inicial do seu texto aumento das definições consideradas importantes para o entendimento e para a percepção de conceitos referentes à qualidade da água. Para minimizar os riscos de contaminação por cianotoxinas na água destinada ao consumo humano a normativa exigiu que os responsáveis pelo sistema de abastecimento de água para consumo humano (SAA) ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano (SAC) captadas em mananciais superficiais realizassem o monitoramento para identificação e contagem de células de cianobactérias.

A Portaria GM/MS nº 888/2021 introduziu ainda o padrão para análises das microcistinas e saxitoxinas²² e exigiu que, no momento da realização da contagem das células se ocorrer o excesso de 20.000 células/mL é necessário realizar análises das cianotoxinas, microcistinas, saxitoxinas e cilindrospermopsinas no ponto de captação com frequência mínima semanal (FORMAGGIA; SOUZA, 2021).

A normativa atualizou e ampliou as substâncias químicas para análises, com acréscimo de 14 (catorze) elementos inorgânicos, 16 (dezesesseis) substâncias orgânicas, 40 (quarenta) agrotóxicos e metabólitos e 10 (dez) subprodutos do processo de desinfecção por cloro. Quanto aos parâmetros organolépticos de potabilidade, a legislação introduziu 14 (catorze) elementos com seus padrões de análise em água para consumo humano.

A Portaria GM/MS nº 888/2021 manteve os padrões estabelecidos pela normativa anterior de 2011 em relação ao Cloro Residual Livre (CRL), com valor mínimo de 0,2 mg/L ou 2 mg/L de cloro residual combinado e ainda 0,2 mg/L de dióxido de cloro no sistema de distribuição

²² Atualmente, são reconhecidas 279 variantes de microcistina que provocam, principalmente, danos hepáticos em animais e humanos. As saxitoxinas possuem 57 congêneres e apresentam toxicidade neurológica. (SILVA, 2023).

(reservatório e rede) e nos pontos de consumo. O pH da água ficou estabelecido o padrão de 6,0 a 9,0 (ALVES, et al., 2021).

A normativa ainda definiu que o sistema de distribuição (reservatório ou rede) ou pontos de consumo devem atender ao padrão de turbidez com filtração por membrana. O percentual a ser atendido para aceitação do limite de turbidez deverá ser verificado mensalmente com base em amostras coletadas no efluente individual em cada unidade de filtração. Para o cumprimento das normas legais devem ocorrer, ao menos, semanalmente para pós-desinfecção de água subterrânea, no mínimo diário para filtração lenta e a cada duas horas para filtração rápida ou filtração em membranas (BRASIL, 2021).

Ocorreram alterações entre a Portaria GM/MS nº 888/2021 e a Portaria 2914/2011 quanto ao plano de amostragem bacteriológica, que é efetuada através da medição de cor, turbidez e residual de desinfetante. A atual normativa passou a abranger diferentes faixas populacionais, desde os grupos chamados aglomerados subnormais a grupos sociais vulneráveis abastecidos. Em relação aos povos indígenas e as comunidades tradicionais, a atual legislação prevê um plano de amostragem diferenciado para essas comunidades, o plano deverá ser elaborado de acordo com diretrizes específicas e aplicáveis a cada situação (ALVES, et al., 2021).

O plano de amostragem em áreas indígenas deverá ser implementado de acordo com o Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano elaborado pelos Distritos Sanitários Especiais Indígenas (DSEI) e com diretrizes estabelecidas pela Secretaria de Saúde Indígena SESAI/MS.

A Portaria GM/MS nº 888/2021 introduziu a possibilidade da autoridade de saúde pública exigir aos responsáveis pelos sistemas e soluções coletivas de abastecimento de água, a elaboração e implementação do Plano de Segurança da Água (PSA) conforme metodologia e conteúdo estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) ou definidos por diretrizes do Ministério da Saúde, com objetivo de prevenir riscos à saúde humana (FORMAGGIA; SOUZA, 2021).

A legislação brasileira sobre a potabilidade da água para consumo humano vem sendo continuamente modernizada e ajustada, acompanhando os avanços técnico-científicos relacionados aos parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e radioativos que impactam a saúde. As atualizações das normativas refletem esse aprimoramento, com a participação ativa de setores do meio ambiente, saneamento, laboratórios, academia e defesa do consumidor. A tecnologia digital tem ampliado de forma significativa a colaboração entre os atores, fortalecendo a atuação conjunta na elaboração de normas e garantindo maior eficiência no controle da qualidade da água em mananciais superficiais e subterrâneos.

Entretanto, é necessário sempre a reavaliação de alguns aspectos da legislação com base em experiências vivenciadas em décadas de análises e conhecimentos científicos adquiridos, tudo isso associado a novos conceitos e ferramentas desenvolvidas para a prática eficiente de uma gestão de riscos para avanço no plano de segurança da água (ALVES, et al., 2021).

3.6 - Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA

3.6.1 - Breve Histórico da Legislação Ambiental Brasileira

A criação de órgãos governamentais responsáveis por elaborar diretrizes voltadas à preservação e conscientização ambiental no Brasil proporcionaram avanços na legislação ambiental do nosso país, que passa a desempenhar maior capacidade de ampliação e monitoramento de normativas nas diferentes esferas governamentais, seja federal, estadual e municipal.

A exemplo desse processo evolutivo no território brasileiro temos o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) criado em 1981 no âmbito da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) que tornou-se modelo de gestão e assessoramento dos trabalhos desempenhados por órgãos ambientais, seu nível de abrangência parte da Presidência da República até o controle de fiscalização ambiental nos municípios.

O SISNAMA possui três grandes linhas de atuação na proteção do meio ambiente, são eles a formulação de políticas públicas desenvolvidas diretamente sobre o meio ambiente, a articulação entre as instituições que compõem o sistema de proteção ambiental na esfera federal, estadual e municipal e a execução de políticas públicas ambientais implementadas pelos órgãos ambientais responsáveis nas diferentes esferas governamentais (IBAM, 2016).

As normativas da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), traz como objetivo a proteção ambiental e os princípios de descentralização para os Estados e Municípios, que proporcionam maior autonomia aos entes federativos na definição de suas agendas prioritárias em relação à questão ambiental.

É um instrumento da política nacional que defende a importância da gestão ambiental local e visa ampliar e incentivar a participação da sociedade na construção de políticas públicas destinadas a um meio ambiente equilibrado e saudável para todos (IBAM, 2016).

A estrutura do SISNAMA é organizada por diversos agentes de articulação institucional nos diferentes níveis de esfera governamental do país, como apresentado no Quadro abaixo:

Quadro 05 - Estrutura do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA)

Nível de Administração	Órgão	Denominação	Função ou Finalidade
	Órgão Superior	Conselho de Governo	Assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional e das diretrizes

FEDERAL			governamentais para o meio ambiente.
	Órgão Consultivo e Deliberativo	Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA)	Propor ao Conselho de Governo e deliberar sobre normas e padrões de proteção do meio ambiente.
	Órgão Central	Ministério do Meio Ambiente(MMA)	Planejar, coordenar, supervisionar e controlar a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente.
	Órgãos Executores	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)	Executar e fazer executar, na esfera federal, as políticas e as diretrizes governamentais para a proteção do meio ambiente; são vinculados ao Ministério do Meio Ambiente (MMA).
ESTADUAL	Órgãos Seccionais	Órgãos e entidades estaduais de meio ambiente	Responder por programas ambientais e pelo controle das atividades modificadoras do meio ambiente.
MUNICIPAL	Órgãos Locais	Órgãos e entidades municipais	Responder pelo controle e pela fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições.

Fonte: Instituto Brasileiro de Administração Municipal do Rio de Janeiro, (IBAM, 2016).

Organizado: SILVA, A.L. (2024).

3.6.2 - Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) é um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) criado em 1982 pela a Lei nº 6.938/1981 que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente. Possui o objetivo de assessorar, estudar e propor ao governo caminhos que direcionam às políticas governamentais voltadas para a exploração e preservação do meio ambiente e recursos hídricos (FONSECA et al., 2012).

É de responsabilidade do CONAMA, na sua estrutura de competência, criar normas e determinar padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida. No entanto, o Decreto nº 99.274/1990 disciplina as competências do conselho e estrutura sua composição formada pelo Plenário, Câmara Especial Recursal, Comitê de Integração de Políticas Ambientais, Câmaras Técnicas, Grupos de Trabalhos e Grupos Assessores (MMA, 2012).

É um órgão composto pelos Estados da Federação, o Distrito Federal, membros eleitos de entidades representativas dos setores econômicos, industriais e agrícolas, da sociedade civil que

participam por intermédio das entidades ambientalistas da República e do Governo Federal, este último atua através dos seus principais ministérios.

É considerado uma importante instância de participação social e de cooperação entre governo e sociedade uma vez que proporciona o debate descentralizado sobre temas relacionados ao meio ambiente em geral. Devido sua ampla estrutura é considerado um dos raros parlamentos ambientais do mundo (MMA, 2012).

As Resoluções são aprovadas pelos votos dos seus 109 membros, entretanto antes de cada votação no plenário os comitês setoriais debatem e manifestam sobre cada questão - inclusive o aspecto jurídico. Apesar de toda essa organização o CONAMA não é responsável pela elaboração de leis, sendo atos exclusivos dos órgãos legislativos constituídos pelo Senado e Câmara Federal. A sua missão restringe-se à regulamentação das leis, ou seja, como deverão ser aplicadas de forma eficaz e destinadas à proteção ao meio ambiente no território nacional.

Os Estados possuem autonomia através da câmara legislativa para a criação de leis estaduais que podem ter um maior nível de rigor em relação à lei federal. A autonomia da estrutura legislativa para a criação de normas ambientais tem como objetivo a rápida tomada de decisões na área ambiental na defesa de um manejo consciente, responsável e seguro para os recursos naturais disponíveis. Qualquer tipo de impasse nas decisões tomadas, o CONAMA é acionado para realizar as revisões necessárias a fim de solucionar as contradições existentes quanto às questões ambientais (MMA, 2012).

O Plenário é composto por um colegiado representativo de órgãos federais, estaduais, do setor empresarial e da sociedade civil, quem o preside é o Ministro do Meio Ambiente, é composto também pelo Secretário-Executivo do Ministério do Meio Ambiente (que será o seu secretário-executivo no plenário).

Faz parte do Plenário 01 representante do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 01 (um) representante da Agência Nacional de Águas (ANA), 01 (um) representante de cada um dos Ministérios, das Secretarias da Presidência da República e dos Comandos Militares do Ministério da Defesa. A nível estadual e distrital é composto por um membro de cada uma dessas esferas governamentais indicados pelos governadores (FONSECA et al., 2012).

Na esfera municipal as prefeituras que possuem órgão ambiental estruturado e um Conselho de Meio Ambiente com caráter deliberativo contam com 08 representantes, participam também 22 (vinte e dois) representantes de entidades de trabalhadores e da sociedade civil, oito representantes de entidades empresariais e um membro honorário indicado pelo Plenário.

Integram ainda ao Plenário os Conselheiros Convidados sem direito a voto, sendo 01 (um) representante do Ministério Público Federal; 01 (um) representante dos Ministérios Públicos Estaduais (indicado pelo Conselho Nacional dos Procuradores Gerais de Justiça); 01 (um) representante da Comissão de Defesa do Consumidor, Meio Ambiente e Minorias da Câmara dos Deputados (MMA, 2012).

Uma das competências do CONAMA é estabelecer normas, critérios e padrões técnicos para atuar na gestão ambiental do Brasil. Para o desempenho de suas funções é necessário que os conselheiros tenham conhecimentos específicos na área ambiental e em variadas subdivisões temáticas como: resíduos sólidos, política energética e etc. Os conselheiros devem possuir o domínio da linguagem técnica nos campos das ciências biológicas, engenharias, relações internacionais e direito ambiental (FONSECA et al., 2012).

O CONAMA em sua atuação, estabelece normas e critérios para licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, além de realizar estudos de possíveis consequências ambientais referentes a projetos públicos ou privados, como também decide em última instância administrativa sobre multas e outras penalidades aplicadas pelo IBAMA e por último estabelece normas e padrões nacionais de controle de poluição causada por veículos automotores, aeronaves e embarcações.

Ainda de acordo com sua competência, o órgão estabelece normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente e principalmente aos recursos hídricos, com a deliberação na forma de resoluções, proposições, recomendações e moções no cumprimento da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA).

Para a deliberação de resoluções, uma das principais ações do CONAMA, é necessário o domínio da linguagem jurídica e conhecimento nos setores específicos correspondentes a cada área de regulamentação imposta pelas resoluções, já que as mesmas possuem força de lei e compõem todo aparato normativo da gestão ambiental brasileira (FONSECA et al., 2012).

3.6.3 - A Resolução do Conama - 357 de 17 de março de 2005

A definição para os padrões de qualidade da água tornou-se um avanço fundamental na política de gestão dos recursos hídricos no Brasil, com indicadores de elementos químicos que permitem identificar ou determinar se a água é adequada ou inadequada para o uso específico e/ou desejado.

O uso da água é condicionado a um conjunto de parâmetros relacionados às características físico-químicas e/ou biológicas que estabelecem níveis de manejo e uso dos recursos hídricos, sejam em termos ambientais (aplicados aos corpos d'água de acordo com os usos designados para a água

bruta), seja ao padrão de água para consumo (padrão de potabilidade) ou aos padrões de emissões (que estabelecem os limites para lançamento de efluentes nas drenagens) (DINIZ, 2006).

No Brasil a classificação dos corpos hídricos é elaborada pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) que estabelecem normas, critérios e padrões relativos ao controle e manutenção da qualidade do meio ambiente, com objetivo do uso racional dos recursos naturais e dos recursos hídricos (SOBRAL, et al., 2008). Segundo Fagundes et al., (2016, p. 1383) a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) rege sobre o enquadramento dos corpos de água através de classes segundo seus usos preponderantes definidos pela a Lei nº 9.433/1997.

O enquadramento dos corpos d'água é um dos principais instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), do gerenciamento dos recursos hídricos e do planejamento ambiental. Conforme o art. 9º da Lei nº 9.433/1997 o enquadramento dos corpos d'água visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinados, além de diminuir os custos de combate à poluição das águas mediante ações preventivas e permanentes” (BRITES, 2010). O enquadramento do manancial hídrico não está baseado necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que um corpo d'água deve possuir para atender às necessidades definidas pela sociedade (BRITES, 2010).

Segundo Brites (2010, p. 6) este instrumento é um processo de planejamento entre o uso da água, o zoneamento de atividades e o estabelecimento de medidas para o controle da poluição. A proposta de enquadramento elaborada pela legislação deve considerar a qualidade da água, condicionada ao uso, as cargas poluidoras e os custos para a redução da poluição. Deverá haver ainda o entendimento entre os usuários de uma bacia hidrográfica que, quanto mais restrita a qualidade da água para atender aos seus usos, maiores serão os custos para tratar as cargas poluidoras.

A partir da década de 1970 a legislação brasileira da água alcançou avanços tanto em relação ao fortalecimento jurídico do seu enquadramento quanto ao instrumento de integração dos aspectos de qualidade e quantidade de água, pois foram ações que potencializaram a capacidade legal e institucional.

As principais legislações brasileiras aplicadas ao enquadramento dos corpos d'água foram organizadas pelos seguintes dispositivos, a Resolução CONAMA nº 20/1986; Resolução CONAMA 274/2000 que alterou a anterior de 1986 quanto a balneabilidade; em seguida a Resolução CONAMA 357/2005, que estabelece os critérios para a classificação e enquadramento das águas em todo o território nacional. (DINIZ, 2006); (FAGUNDES et al., 2016).

A resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005 foi elaborada a partir do princípio de que a água é parte integrante do desenvolvimento sustentável de reconhecimento fundamental à

natureza e à preservação da vida. Dentre seus objetivos está o controle de lançamento de poluentes no meio ambiente de maneira a cobrir a emissão de efeitos nocivos a qualquer forma de vida, essa legislação inovou ao considerar e observar os parâmetros dos Poluentes Orgânicos Persistentes (POP)²³, tratados na Convenção de Estocolmo em 2001.

Em termos comparativos das resoluções, a CONAMA nº 20/1986 visava o enquadramento dos corpos d'água e estabelecia o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo, foi um instrumento de monitoramento, planejamento e gestão que possuía como base parâmetros químicos, físico-químicos e microbiológicos e indicavam o nível de qualidade do corpo hídrico para atendimento legal de uso e classificação: águas doces (salinidade < 0,05%), águas salobras (salinidade entre 0,05% e 3%); e águas salinas (salinidade > 3%). Quanto a CONAMA nº 357/2005, estipulou princípios mais protetivos da qualidade hídrica em consonância com a Constituição Federal de 1988 e com a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (FAGUNDES, et al., 2016).

Assim a resolução 357/2005 adotou como medidas mais rigorosas, a proibição de lançamentos de fontes poluidoras em níveis nocivos aos seres humanos e demais formas de vida, a inclusão dos princípios de função ecológica da propriedade, como a prevenção, a precaução e a necessidade de manutenção do equilíbrio ecológico aquático. A definição do enquadramento dos corpos d'água é a meta final a ser alcançada pela resolução CONAMA 357/2005 que traz de forma abrangente a classificação e a definição dos recursos hídricos em águas doces, salinas e salobras (ASSEITUNO, 2016).

Segundo Bitencourt (2019, p. 2) a Resolução 357/2005 apresenta em seu art. 2º que o enquadramento é definido como o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançada ou mantida no segmento de um corpo d'água de acordo com os usos preponderantes e pretendidos ao longo do tempo. Este mesmo texto também está previsto no art. 9º da Lei nº 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH).

Brites (2010, p. 10) afirma que o enquadramento dos corpos d'água, segundo classes de usos preponderantes, é um instrumento de planejamento, que deve manter uma visão macro da bacia hidrográfica e considerar todos os processos ocorridos na mesma. O enquadramento deve

²³ Os POPs são substâncias semivoláteis, ou seja, podem ser transportados pelo ar, pela água e pelas espécies migratórias que cruzam as fronteiras internacionais. Assim, os POPs são capazes de alcançar qualquer ecossistema terrestre ou aquático do mundo. Por isso, são encontrados em locais onde nunca foram produzidos ou sequer utilizados. Os POPs são também resistentes à degradação química ou biológica, ou seja, são persistentes e permanecem no ambiente por longos períodos. São ainda, bioacumulativos, pois entram nas cadeias alimentares e se acumulam no tecido adiposo de peixes, aves, animais marinhos e do homem. (CETESB, 2004).

atender aos anseios da sociedade em relação aos processos de preservação ambiental, crescimento econômico e melhoria da qualidade de vida.

A resolução CONAMA nº 357/2005 possui uma série de parâmetros sobre qualidade da água, situação que obrigou o governo federal elaborar a Resolução CNRH nº 91/2008²⁴ que estabelece um conjunto de parâmetros de qualidade da água adotados no processo de enquadramento em função dos usos pretendidos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos (COSTA; CORNEJO, 2009). Ao considerar diagnósticos e prognósticos elaborados, torna-se desnecessário a análise de todos os parâmetros listados na Resolução nº 357/2005, com observância somente daqueles que possuem fontes significativas na bacia com possibilidade de afetar seus usos pretendidos (COSTA; CORNEJO, 2009).

A seleção de parâmetros é realizada com base em usos pretendidos e na condição atual dos corpos hídricos através de parâmetros mais representativos em detrimento aqueles que os corpos d'água não atendem a classe em que foram enquadrados. Os parâmetros são escolhidos a partir da análise das principais fontes de poluição na bacia e dos usos preponderantes da água (sejam atuais ou futuros). Contudo é fundamental o monitoramento dos parâmetros prioritários selecionados para avaliação e melhoria da qualidade das águas dos mananciais hídricos enquadrados ao longo do tempo (COSTA; CORNEJO, 2009).

Segundo Costa e Cornejo (2009) ao observar os parâmetros, usos e classes da água presentes na resolução nº 91/2008 e apresentados no quadro 06, constatam-se que também são os mais utilizados na resolução 357/2005.

Quadro 06 - Parâmetros de qualidade da água relacionados aos usos dos recursos hídricos.

<i>Uso</i>	<i>Parâmetros Relacionados</i>	<i>Classe</i>
Proteção das comunidades aquáticas	Oxigênio Dissolvido, DBO, pH, Temperatura da água, Nutrientes (N, P), Amônia, Algas, Clorofila, Turbidez, Substâncias Tóxicas (metais, agrotóxicos, entre outros), Coliformes Termotolerantes, Sólidos em Suspensão.	1
Abastecimento Humano	Turbidez, DBO, pH, Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo), Amônia, Algas, Clorofila, Cloreto, Coliformes termotolerantes, Patógenos, Substâncias tóxicas, Potencial de formação de trihalometanos, sólidos totais.	1, 2 e 3
Recreação	Coliformes termotolerantes, Algas, Óleos e graxas, turbidez.	2 e 3

²⁴ Resolução nº 91, de 05 de Novembro de 2008 - Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Considerando a necessidade de revisão da Resolução CNRH nº 12, de 19 de julho de 2000, para aperfeiçoamento dos procedimentos nela estabelecidos, tendo como referência as diretrizes e estratégias de implementação do Plano Nacional de Recursos Hídricos e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece diretrizes ambientais para o enquadramento e a Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. (MMA, 2008).

Aquicultura e Pesca	Oxigênio Dissolvido, pH, Temperatura, Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo), Algas, Turbidez, Substâncias tóxicas (metais, agrotóxicos, entre outros), poluentes que se acumulam ao longo da cadeia alimentar (Pops).	2
Irrigação	Coliformes termotolerantes, sólidos totais dissolvidos, cloretos, sódio, pH, Potássio, Cálcio, Magnésio, condutividade elétrica.	2 e 3
Dessedentação de animais	Nitratos, sulfatos, sólidos totais dissolvidos, metais, poluentes orgânicos (ex: agrotóxicos), patógenos e algas.	1, 2 e 3
Navegação	Sólidos em suspensão, materiais flutuantes, espumas não naturais, odor, aspecto da água.	4
Harmonia paisagística	Materiais flutuantes, espumas não naturais, odor e aspecto da água.	4

Fonte: Adaptado de Costa e Comejo (2009).

Quanto ao art. 4º da Resolução nº 357/2005, mais especificamente sobre águas doces, há uma organização das classes estabelecidas de acordo com os usos que faz dos recursos hídricos, como demonstra o Quadro 07. Para cada classe é listada uma série de concentrações mínimas ou máximas da análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Esses padrões alteram conforme a perda de qualidade das classes, o que permite concentrações maiores de substâncias com exceção do pH e Oxigênio Dissolvido (OD) (BITENCOURT, 2019).

Quadro 07 - Classificação das classes dos recursos hídricos de acordo com seus usos.

<i>Classe</i>	<i>Características dos recursos hídricos</i>
Especial	Águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
1	Águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA Nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
2	Águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e, à aquicultura e à atividade de pesca.
3	Águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e, à dessedentação de animais.
4	Águas que podem ser destinadas à navegação e harmonia paisagística.

Fonte: Resolução CONAMA 357/2005. (Adaptado).

A resolução CONAMA 357/2005 mantém a mesma padronização de classes previstas na resolução CONAMA 20/86, com estabelecimento no território nacional dos mesmos limites de parâmetros de qualidade da água selecionados sem considerar as especificidades locais (DINIZ, 2006).

Os limites naturais dos parâmetros variam entre as localidades do país, isso demonstra a necessidade de definir ações legais e diferenciadas nas unidades federativas com capacidade de fornecer informações específicas e reais dos diferentes ambientes tanto para planejamento dos recursos hídricos quanto para melhorias na qualidade dos mananciais.

A implantação de competência estadual para a gestão das águas é uma exigência da resolução CONAMA 357/2005, essa prerrogativa estabelece aos Estados o poder-dever de administrar sobre as águas do seu domínio com maior autonomia e observância das normas administrativas na gestão das águas, sendo vedado apenas criar o direito sobre as águas (DINIZ, 2006 Apud PORTO, 2002).

Segundo Diniz (2006, p. 55 e 56) a resolução CONAMA 357/2005 não garante exclusivamente a reversão do cenário nacional de degradação da qualidade da água e o descrédito do instrumento de enquadramento, é importante destacar o planejamento e a articulação na gestão das águas.

3.6.4 - Resolução Conama - 430 de 13 de maio de 2011

O nível de pressão que os mananciais hídricos estão submetidos devido a sobrecarga de efluentes²⁵ (industriais e residenciais) lançados sem o devido cuidado tem refletido de forma direta e negativa nos padrões de qualidade da água e na vida dos organismos que estão presentes no ambiente aquático, nessas condições torna-se indispensável a aplicabilidade da legislação pertinente

A principal ferramenta normativa do Brasil que regulamenta o controle de lançamento dos efluentes e os efeitos na qualidade da água dos corpos hídricos é a resolução CONAMA 357/2005 que em seu art. 2º nos parágrafos XXI e XXII define os ensaios ecotoxicológicos²⁶ para análise dos efeitos nocivos dos agentes físicos ou químicos em diversos organismos aquáticos essenciais para as avaliações de riscos à saúde humana, a resolução 357/2005 é complementada e alterada pela resolução CONAMA 430/2011 (SILVA et al., 2015)

A resolução CONAMA 430/2011 revogou artigos que tratam das condições de lançamentos dos efluentes, alterou e acrescentou em relação a resolução anterior novas definições,

²⁵ Efluente: é o termo usado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos (CONAMA, 2005).

²⁶ A ecotoxicologia é a ciência que estuda os efeitos das substâncias químicas sobre os organismos vivos, podendo a resposta ser aguda ou crônica (diferindo na duração e respostas finais que são obtidas), sendo uma ferramenta auxiliar nas análises de impactos ambientais causados por tais elementos, estimando assim sua toxicidade em relação ao organismo teste utilizado. Esta trata de movimentos de poluentes no ar, água, solos, e sedimentos através da cadeia alimentar, com as transformações químicas e biotransformação (WALKER, 2006).

parâmetros, diretrizes e novos padrões de lançamentos de efluentes de fontes poluidoras em corpos hídricos receptores. Essas alterações são observadas no quadro 08.

Quadro 08 - Padrões de lançamentos de efluentes - CONAMA 357/05 alterada pela 430/11.

	Resolução CONAMA 357/2005		Resolução CONAMA 430/11	
	<i>Parâmetro</i>	<i>Valor</i>	<i>Parâmetro</i>	<i>Valor</i>
	pH	entre 5 e 9	pH	entre 5 e 9
	Temperatura	inferior a 40°C	Temperatura	inferior a 40°C
	Materiais Sedimentáveis	até 1 mL/L	Materiais Sedimentáveis	até 1 mL/L
	-	-	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Remoção mínima 60%
ÓLEOS E GRAXAS	Óleos Minerais	até 20 mL/L	Óleos Minerais	até 20 mL/L
	Óleos vegetais e gorduras animais	até 50 mL/L	Óleos vegetais e gorduras animais	até 50 mL/L
PARÂMETROS ORGÂNICOS	-	-	Benzeno	1,2 mg/L
	Clorofórmio	1,0 mg/L	Clorofórmio	1,0 mg/L
	Dicloroeteno (Σ 1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans)	1,0 mg/L	Dicloroeteno (Σ 1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans)	1,0 mg/L
	-	-	Estireno	0,07 mg/L
	Etilbenzeno	0,84 mg/L	Etilbenzeno	0,84 mg/L
	Fenóis totais	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH	Fenóis totais	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
	Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L	Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
	Tricloroeteno	1,0 mg/L	Tricloroeteno	1,0 mg/L
	-	-	Tolueno	1,2 mg/L
	-	-	Xileno	1,6 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Arsênio total	0,5 mg/L As	Arsênio total	0,5 mg/L As
	Bário total	5,0 mg/L Ba	Bário total	5,0 mg/L Ba
	Boro total	5,0 mg/L B	Boro total	5,0 mg/L B
	Cádmio total	0,2 mg/L Cd	Cádmio total	0,2 mg/L Cd
	Chumbo total	0,5 mg/L Pb	Chumbo total	0,5 mg/L Pb
	Cianeto total	0,2 mg/L CN	Cianeto total	1,0 mg/L CN
	-	-	Cianeto livre	0,2 mg/L CN

PARÂMETROS INORGÂNICOS	Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu	Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
	-	-	Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr+6
	Cromo total	0,5 mg/L Cr	Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr+3
	Estanho total	4,0 mg/L Sn	Estanho total	4,0 mg/L Sn
	Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe	Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
	Fluoreto total	10 mg/L F	Fluoreto total	10 mg/L F
	Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn	Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
	Mercurio total	0,01 mg/L Hg	Mercurio total	0,01 mg/L Hg
	Níquel total	2,0 mg/L Ni	Níquel total	2,0 mg/L Ni
	Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N	Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
	Prata total	0,1 mg/L Ag	Prata total	0,1 mg/L Ag
	Selênio total	0,30 mg/L Se	Selênio total	0,30 mg/L Se
	Sulfeto	1,0 mg/L S	Sulfeto	1,0 mg/L S
	Zinco total	5,0 mg/L Zn	Zinco total	5,0 mg/L Zn

Fonte: ASSEITUNO, 2016 (Adaptado).

No quadro 08 é possível observar padrões definidos de elementos químicos orgânicos como o Estireno, Tolueno e Xileno presentes na resolução CONAMA 430/2011 que não constavam na resolução CONAMA 357/2005. Quanto aos parâmetros inorgânicos, não constava na resolução 357/2005 o Cianeto livre (somente o Cianeto total) e o Cromo total, ao contrário da resolução 430/2011 que constam padrões para análise do Cianeto Total e livre e Cromo trivalente e hexavalente.

Segundo Filho (2013, p. 24) a resolução CONAMA 430/2011 limita a concentração de parâmetros convencionais e alguns contaminantes não convencionais nos efluentes lançados, e determina que o efluente não poderá causar ou possuir potencial de efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor. Essa prerrogativa também está prevista na resolução CONAMA 357/2005 ao tratar da toxicidade como um dos critérios para enquadramento de corpos hídricos superficiais.

Ao estabelecer suas diretrizes a resolução CONAMA 430/2011 contribuiu em termos de inovação no âmbito federal acerca do aspecto de avaliação do efeito tóxico dos efluentes no corpo receptor, esses critérios de avaliação da toxicidade de efluentes industriais eram prerrogativas exclusivas dos órgãos ambientais estaduais. Essa é uma prerrogativa presente na normativa em seu

art. 4º parágrafo XIII que define os testes de toxicidade como métodos utilizados para detectar e avaliar a capacidade de um agente tóxico provocar efeito nocivo ao utilizar bioindicadores dos grupos de uma cadeia ecológica (CONAMA, 2011).

Estudos realizados pela a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) afirmam que os ensaios ecotoxicológicos são atualmente os melhores métodos para estimar os efeitos de múltiplos contaminantes e determinar seu potencial tóxico, devido a capacidade de integrar os efeitos das misturas complexas com interações dos contaminantes e dos fatores abióticos sobre os organismos vivos (GAZOLA, 2020).

Em ambas as resoluções os estudos detalhados de critérios são visualizados e exigidos junto às empresas a realização do monitoramento dos padrões de emissões, dos parâmetros para a avaliação dos padrões regulamentados para o lançamento dos efluentes e toda essa avaliação de toxicidade dos efluentes devem ser regidos para cumprimento da resolução CONAMA 430/2011 (ALMEIDA, 2013).

Segundo Almeida (2013, p. 2) a avaliação da qualidade dos resíduos industriais ganha uma nova dimensão quando os estudos são realizados em conjunto (participação das empresas associada ao cumprimento da legislação vigente), pois, tornam-se ferramentas importantes para auxiliar as indústrias na solução dos problemas ambientais com a identificação de substâncias ecotóxicas das correntes tóxicas além de identificar quais são as classes de poluentes em seus efluentes. De posse do domínio dessas informações são enormes as chances de eficiência nos trabalhos de redução ou eliminação da toxicidade.

As diretrizes aprovadas pela resolução CONAMA 430/2011 na gestão de efluentes obrigam fontes poluidoras a realizarem o seu próprio monitoramento de efluentes lançados em corpos hídricos para controle e acompanhamento. É fundamental a apresentação junto ao órgão ambiental competente da fundamentação técnica composta por estudos das análises de contaminantes químicos lançados, e posteriormente comprovar em documento o enquadramento da empresa cadastrada como alto ou baixo poluidor. A resolução 430/2011 torna-se uma ferramenta fundamental para auxiliar os Estados da federação que ainda não possuem uma legislação elaborada para o monitoramento e avaliação da toxicidade de efluentes.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - Análise descritiva dos dados físico-químicos da água bruta do rio Montes Claros

Para a realização da análise físico-química e microbiológica dos dados de água bruta do rio Montes Claros e do comportamento de elementos químicos presentes, a pesquisa atentou-se ao intervalo de catorze anos dos resultados de amostras realizadas pela Gerência Regional da

companhia de abastecimento público do Estado de Goiás (SANEAGO S/A) no município de Campos Belos-GO durante o período de 2010 até 2024.

Entre os anos de 2010 a 2020 a SANEAGO analisava somente os valores máximos permitidos correspondentes aos elementos físico-químicos, biológicos e microbiológicos conforme as normativas legais vigentes daquele momento como resolução 357/2005 CONAMA e portarias 518/2004 e 2914/2011 com objetivo de determinar os padrões de potabilidade da água para consumo humano.

A partir do ano de 2021 foi implantada uma nova legislação federal pelo Ministério da Saúde, a lei GM/MS nº 888/2021, que obrigou as companhias de abastecimento a adotarem um novo padrão de análise para amostras de elementos químicos presentes na água como critério para padrão de potabilidade. O padrão tornou-se mais completo, detalhado e específico de acordo com cada composto químico presente em água potável para consumo e de acordo com o aumento quantitativo e qualitativo dos produtos químicos disponíveis no mercado e lançados na forma de efluentes junto aos canais hídricos de todo país.

Para atendimento a essas novas exigências legais foram realizadas mudanças significativas como o aumento da quantidade de amostras e a frequência de coletas (de semestral para mensal) que também passaram a ser analisadas em função da quantidade de habitantes atendidos e do composto químico em análise, principalmente aqueles voltados aos parâmetros físico-químicos, biológicos, agrotóxicos, microbiológicos e organolépticos.

Ainda como parte dessas novas mudanças no levantamento das amostras de água para abastecimento público, surgiram ainda novos parâmetros e valores para análises como o detalhamento dos compostos químicos específicos em algumas medidas, a separação entre substâncias orgânicas e inorgânicas, a análise separada dos principais princípios ativos de agrotóxicos (aqueles autorizados para uso em lavouras brasileiras), os padrões organolépticos, os subprodutos de desinfecção e a observância da presença ou não de cianobactérias.

As informações que embasam a pesquisa consideram fundamentalmente em seu recorte temporal (2010 a 2024) a sazonalidade climática do município (período seco/chuvoso) dada sua importância para possíveis alterações no comportamento, na dinâmica da bacia hidrográfica e na relação de elementos químicos presentes na água bruta e conseqüentemente nas coletas realizadas pela companhia de abastecimento público.

Entretanto, a SANEAGO disponibilizou alguns registros da ocorrência de chuvas nas datas em que foram realizadas as coletas e também nos dias anteriores às mesmas, contudo computados somente a partir do ano de 2016. Os dados dos anos anteriores (no caso até 2015) foram descartados do sistema da companhia, uma vez que, possuem um período de tempo definido para

seu arquivamento, esse mesmo período de tempo das fichas de registros de chuvas é resguardado por atos normativos internos, no intervalo da validade e permanência das informações as mesmas ficam disponíveis no banco de dados da companhia.

O quantitativo dos elementos físico-químicos e microbiológicos analisados pela SANEAGO como os resultados das coletas de água bruta do rio Montes Claros depende da exigência da legislação durante o período de análise, como também da dinâmica antrópica nas áreas de influência da bacia e da própria característica dos elementos naturais presentes na água bruta do manancial.

No recorte temporal da pesquisa cerca de 20 a 25 parâmetros físico-químicos, biológicos e microbiológicos estão organizados em planilhas e gráficos acompanhados dos seus respectivos valores máximos permitidos que determinam o padrão de potabilidade da água para consumo humano pelas legislações federais do Ministério da Saúde (Portaria MS 518/2004; Portaria 2914/2011 e GM/MS nº 888/2021) e da Resolução CONAMA (357/ 2005) (VIDE ANEXO I).

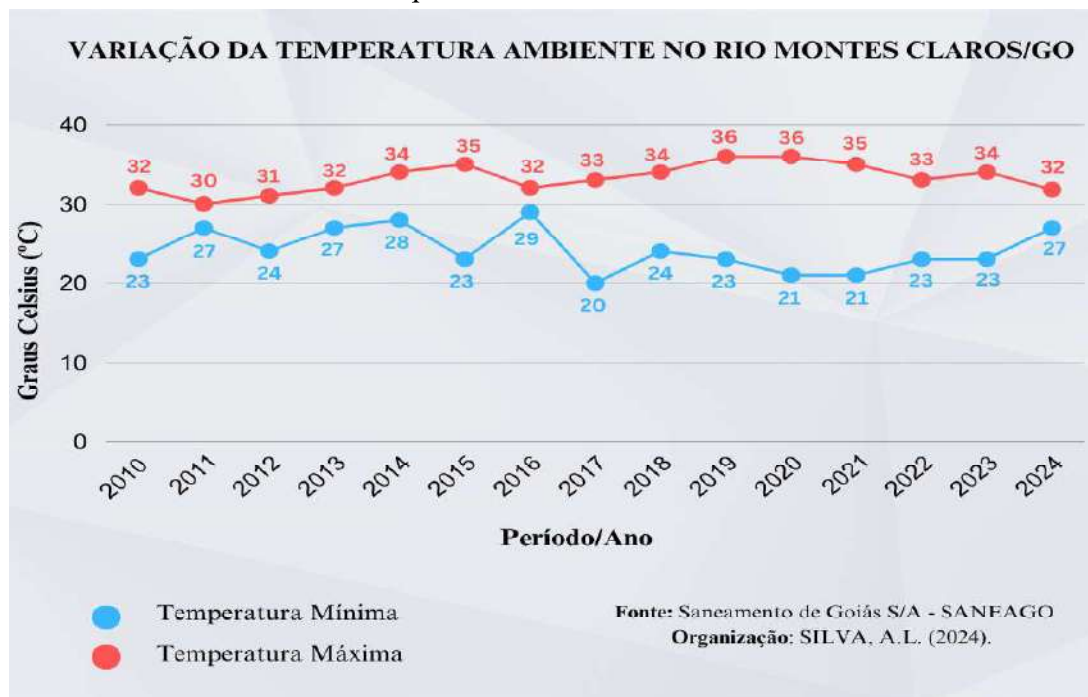
A organização das informações analisadas na pesquisa encontram-se por ordem de dados e informações disponibilizadas pela companhia de saneamento do Estado de Goiás (SANEAGO S/A) e separados por elementos que compõem os parâmetros de potabilidade da água para consumo humano estabelecidos pelas legislações brasileiras específicas.

Os elementos que compõem os parâmetros de potabilidade da água estão descritos juntamente com seus aspectos gerais, e relacionados com sua presença ou não na dinâmica da água bruta da bacia do rio Montes Claros com os dias das coletas realizadas em cada ano do recorte temporal que foram coletadas as amostras.

4.1.1 - Temperatura Ambiente

A temperatura ambiente registrada no município de Campos Belos-GO durante os períodos das coletas de água realizadas no rio Montes Claros é marcada por oscilações que obtiveram resultados variados de acordo com a sazonalidade climática. Essas características estão relacionadas a localização geográfica do município e conseqüentemente do manancial (região nordeste goiano), bem como o relevo, a altitude e a dinâmica atmosférica específica do Estado de Goiás que no período chuvoso recebe influência de massas de ar advindas da região norte do país carregadas de umidade (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2020).

No rio Montes Claros todos os anos que ocorreram as coletas de amostras da água bruta também foram registrados levantamentos da temperatura ambiente local com valores mínimos e máximos anuais relacionados aos dias em que foram registrados, como demonstra abaixo o Gráfico 02.

Gráfico 02 - Temperatura Ambiente no Rio Montes Claros/GO.

Durante o período analisado as temperaturas mínimas variaram de 20° a 29° C e as máximas com valores entre 30° C a 36° C (estas máximas foram registradas nos anos de 2019 e 2020). Nos anos de 2011 e 2016 foram os períodos que ocorreram as menores variações entre as temperaturas mínimas e máximas registradas.

No ano de 2011 a temperatura ambiente foi de 27°C a mínima (ocorrida no dia 27 de dezembro) e 30°C a máxima (registrada no dia 23 de janeiro), são valores registrados durante períodos geralmente chuvosos no município. Durante as coletas realizadas nos dias 23 de janeiro de 2011 e 27 de dezembro de 2016 a SANEAGO realizou análises dos parâmetros dos coliformes totais, gás carbônico livre, escherichia coli e bactérias heterotróficas.

Durante o ano de 2016 foram realizadas somente 02 (duas) coletas de amostras de água bruta do rio Montes Claros nos meses de março e abril (31 de março; 19 de abril) já bem próximo ao final do período chuvoso no município. Não houve ocorrência de chuvas nos dias referentes à essas coletas, bem como não ocorreram chuvas nos dias anteriores (30 de março e 18 de abril). A menor temperatura ambiente registrada foi de 29°C no dia 19 de abril e a maior de 32°C registrada no dia 31 de março.

Entre os anos de 2017 a 2023 foram os períodos em que ocorreram as maiores variações entre as mínimas e máximas locais (com amplitudes acima de 10°C). O destaque foi para os anos de 2020 e 2021 que registraram uma variação entre a máxima e a mínima de 15° e 14° C respectivamente.

É importante ressaltar que os dados referentes ao ano de 2024 a empresa de saneamento de Goiás (SANEAGO S/A) forneceu informações somente do primeiro semestre acerca da água

bruta do rio Montes Claros (entre Janeiro e Julho). Durante o primeiro semestre ocorreram chuvas durante as coletas dos dias 15 de janeiro e 14 de março e nos dias que antecederam as coletas. Entretanto, nos demais dias do primeiro semestre de 2024 não ocorreram chuvas.

A menor temperatura ambiente do ano de 2024 e de acordo com os dados informados foi de 27°C registrada em uma das coletas do dia 15 de janeiro, 14 de março e 23 de abril. A maior temperatura foi de 31,8°C registrada na coleta do dia 13 de maio. De acordo com as instruções de trabalho nº 07.0101 e 07.0613 da companhia de abastecimento de Goiás (SANEAGO S/A), não há um padrão estabelecido para realização de análise da temperatura diária durante as coletas de água bruta dos mananciais.

4.1.2 - Cor Aparente

A água apresenta cor aparente proveniente de matéria orgânica como substâncias húmicas²⁷, taninos²⁸ além de metais pesados como o ferro, manganês e resíduos industriais fortemente coloridos. Em água para abastecimento público, a cor é esteticamente indesejável e a análise deste parâmetro é de fundamental importância (FUNASA, 2013)

A cor elevada da água provoca a sua rejeição por parte dos consumidores, situação que os levam a procurar outras fontes de suprimentos hídricos que em muitos casos são inseguras e consequentemente impróprias para consumo humano. As normativas do Ministério da Saúde através das suas portarias estabelecem o valor máximo permitido da cor aparente da água em 15 (quinze) uH (unidade Hazen) como padrão organoléptico para consumo humano (EMBRAPA, 2011).

A empresa de saneamento do Estado de Goiás (SANEAGO S/A) segue a normativa do Ministério da Saúde para a análise deste parâmetro (Portarias 518/2004; 2914/2011; 888/2021) nos mananciais aos quais é de sua responsabilidade a captação, tratamento, distribuição e monitoramento de água potável para fins de abastecimento público nos municípios do Estado de Goiás que são atendidos pela sua prestação de serviços de saneamento básico.(SANEAGO, 2022).

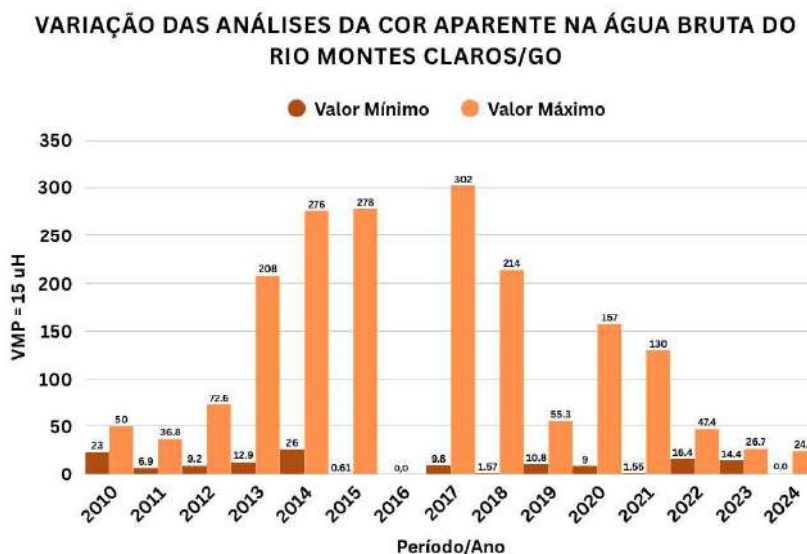
A cor aparente também é um parâmetro que faz parte do cronograma das análises e monitoramento das coletas de amostras de água bruta do manancial realizada pela empresa pública de saneamento. Essa pesquisa segue como critério de ordem a posição de cada parâmetro estabelecido pelo conjunto de dados e informações organizados e disponibilizados pela própria

²⁷ Em termos simples, pode-se dizer que as substâncias húmicas são compostos orgânicos condensados, produzidos pela ação microbiana, e que diferem dos biopolímeros por sua estrutura molecular e elevada persistência no solo. (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014).

²⁸ Os taninos pertencem a um grupo de compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário das plantas e são definidos como polímeros fenólicos solúveis em água que precipitam proteínas. (BATTESTIN et al., 2004).

SANEAGO. Entretanto o Gráfico 03 abaixo apresenta o levantamento da análise de cor aparente do Rio Montes Claros/GO.

Gráfico 03 - Análise da Cor Aparente no Rio Montes Claros/GO.



Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
Portaria MS 2914/2011; 888/2021
Organização: SILVA, A.L. (2024).



Observe que durante os anos de 2013, 2014, 2015, 2017, 2018, 2020 e 2021 foram os períodos que registraram os maiores índices de alteração da cor aparente nas análises das coletas de água bruta do rio Montes Claros, com valor máximo de 302 uH registrado no ano de 2017 e os demais anos obtiveram intervalo de 130 uH até 278 uH.

A legislação específica permite um valor máximo permitido (VMP) de apenas 15 uH. Em 2010, 2011, 2012, 2019, 2022, 2023 e 2024 (primeiro semestre) os valores máximos do parâmetro de cor aparente no manancial estavam abaixo dos valores anteriores porém também apresentavam valores fora dos padrões de potabilidade definidos pelas portarias do Ministério da Saúde e do CONAMA.

No ano de 2016 foram realizadas somente 02 (duas) coletas de amostras de água bruta do rio Montes Claros nos meses de março e abril (31 de março e 19 de abril) com 01 (uma) coleta no período chuvoso (março) e outra no período seco (abril). Os resultados obtidos em ambas foram de 0,0 uH e de acordo com os registros disponibilizados em ambas as coletas não ocorreram chuvas.

O único ano em que não ocorreram valores fora dos padrões de potabilidade definidos em legislação específica (Portarias do Ministério da Saúde e CONAMA) foi em 2016 como demonstra a Tabela 07 do quantitativo de coletas e análises de cor aparente da água bruta do rio Montes Claros/GO.

Tabela 07 - Quantitativo de coletas e análises de Cor Aparente no rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	05	24 uH	50 uH
2011	06	06	6,9 uH	36,8 uH
2012	05	05	9,2 uH	72,6 uH
2013	04	04	12,9 uH	208 uH
2014	05	05	23 uH	276 uH
2015	12	11	0,61 uH	178 uH
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	05	9,8 uH	302 uH
2018	11	05	1,57 uH	214 uH
2019	09	03	10,8 uH	55,3 uH
2020	16	06	9,0 uH	157 uH
2021	13	07	1,55 uH	130 uH
2022	20	02	16,4 uH	47,4 uH
2023	24	02	14,4 uH	26,7 uH
2024	13	01	sem registro	24,4 uH

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Ao analisar a tabela do quantitativo de coletas e análises é possível observar que durante os anos de 2011, 2012, 2013, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 e 2024 os valores mínimos correspondentes a cor aparente da água bruta do rio Montes Claros estavam de acordo com os padrões estabelecidos pelas normativas legais (Portarias do Ministério da Saúde e CONAMA). Durante esses anos os valores mínimos obtiveram uma variação entre 0,61 uH (2015) até 14,4 uH (2023). Entretanto, os valores máximos registrados estavam todos fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Resolução CONAMA e pelas Portarias do Ministério da Saúde.

E com relação ao ano de 2016 foram realizadas somente 02 (duas) coletas das quais ambas não foram feitas análises de cor aparente tornando-se coletas sem registro. No ano de 2024 foram realizadas 13 (treze) coletas, no entanto, foi somente 01 (uma) análise registrada e esta mesma fora do padrão de potabilidade estabelecida pela legislação com seu valor de 24,4 uH. Para o presente parâmetro de cor aparente, com exceção dos anos de 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014 todos os

demais anos obtiveram uma irregularidade sequencial entre o quantitativo de coletas e o quantitativo de análises realizadas.

4.1.3 - Alcalinidade

A alcalinidade pode ser definida como a capacidade que um sistema aquoso possui de neutralizar ácidos. Para que essa capacidade realize essa função é necessário a presença de alguns compostos como bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH), este último ânion é raro na maioria das águas naturais pois geralmente ocorrem em águas cujo pH é superior a 10 (FUNASA, 2013).

A alcalinidade também expressa a capacidade de tamponamento da água, ou seja, sua condição de resistir a mudanças do pH. Os ambientes aquáticos com elevados valores de alcalinidade possuem a capacidade de manter os mesmos teores de pH, mesmo ao receber grande quantidade de cargas ácidas ou alcalinas (SAÚDE, 2006)

Os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH) são os principais formadores da alcalinidade, entretanto os outros ânions como os cloretos, nitratos e sulfatos não possuem contribuição para a formação da alcalinidade. A distribuição da alcalinidade está de acordo com o nível do pH da água. Quando o pH se encontra no nível entre 4,4 a 8,3 ocorre apenas bicarbonatos (SAÚDE, 2006)

Quando o pH está entre o nível de 8,3 a 9,4 constata-se a presença de bicarbonatos e carbonatos e por último quando o pH está com seu nível acima de 9,4 ocorrem carbonatos e hidróxidos. Entretanto, constata-se que na maioria dos ambientes aquáticos ocorre alcalinidade com a presença de bicarbonatos. Os valores elevados da alcalinidade geralmente estão relacionados aos processos de decomposição da matéria orgânica e a alta taxa respiratória dos microrganismos que liberam gás carbônico (CO_2) na água (FUNASA, 2013).

4.1.3.1 - Alcalinidade Total

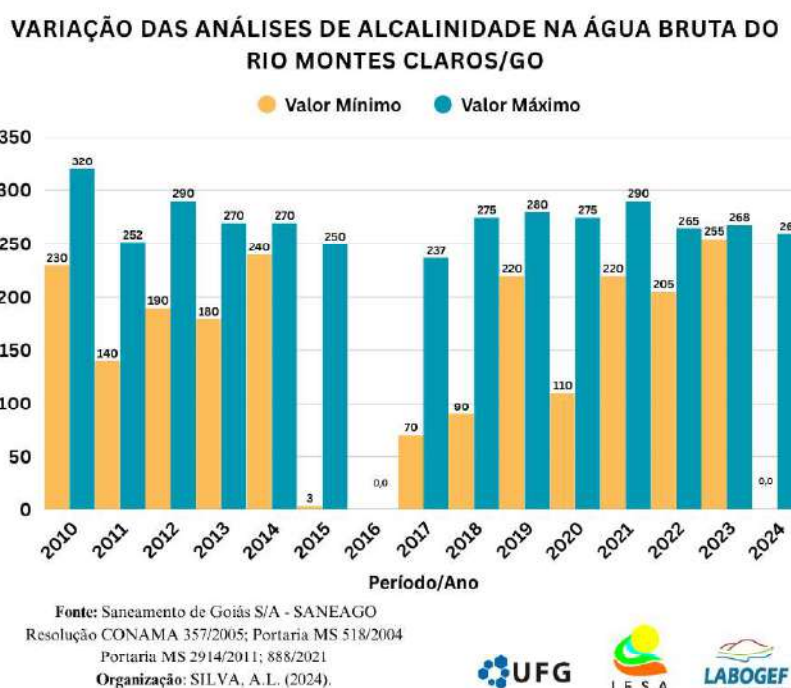
A alcalinidade total da água corresponde à soma das diferentes formas de alcalinidade existentes com concentrações de hidróxidos (OH), carbonatos (CO_3^{2-}) e bicarbonatos (HCO_3^-) expressas em termos de carbonato de cálcio. Nas águas naturais as medidas de pH e alcalinidade possuem grande importância para o estudo da produtividade biológica, pois associados aos processos físico-químicos de um corpo hídrico afetam a atividade biológica dos organismos aquáticos (EMBRAPA, 2011).

A análise e compreensão da alcalinidade presentes nos corpos d'água torna-se fundamental para o processo de tratamento da água, pois a dosagem dos produtos químicos utilizados está relacionada diretamente com a sua presença. Geralmente as águas superficiais contém alcalinidade

natural suficiente para reagir com o elemento químico do sulfato de alumínio com a finalidade de realizar o tratamento da água (FUNASA, 2013).

Quando os níveis de alcalinidade observados são baixos ou quase inexistentes é necessário criar uma alcalinidade artificial com a aplicação de substâncias alcalinas como por exemplo cal hidratada ou carbonato de sódio. Entretanto quando a alcalinidade apresentar níveis elevados o procedimento a ser adotado é o contrário, acidifica a água até que o nível de alcalinidade seja o suficiente para reagir com o sulfato de alumínio ou outro produto utilizado no tratamento da água (FUNASA, 2013). O Gráfico 04 abaixo apresenta a variação da alcalinidade total da água bruta do rio Montes Claros.

Gráfico 04 - Variação da Alcalinidade no Rio Montes Claros/GO.



Com exceção somente do ano de 2010 que apresentou valor máximo de 320 mg/L, todos os demais anos apresentaram valores mínimos e máximos abaixo de 300 mg/L. No ano de 2016 foram realizadas 02 (duas) coletas porém não ocorreram suas análises, situação que ocasionou a falta de registro de informações acerca da alcalinidade total na água bruta do rio Montes Claros, como apresenta a tabela 08 abaixo.

Tabela 08 - Quantitativo de coletas e análises de Alcalinidade no rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	05	230 mg/L	320 mg/L
2011	06	05	140 mg/L	252 mg/L
2012	05	05	190 mg/L	290 mg/L

2013	04	03	180 mg/L	270 mg/L
2014	05	05	240 mg/L	270 mg/L
2015	12	04	2,6 mg/L	250 mg/L
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	03	70 mg/L	237 mg/L
2018	11	11	90 mg/L	275 mg/L
2019	09	03	220 mg/L	280 mg/L
2020	16	05	110 mg/L	275 mg/L
2021	13	03	220 mg/L	290 mg/L
2022	20	02	205 mg/L	265 mg/L
2023	24	02	255 mg/L	268 mg/L
2024	14	01	sem registro	260 mg/L

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Entre as coletas analisadas o ano de 2015 foi o que apresentou o menor valor registrado do mínimo de alcalinidade total no manancial com o valor de 2,6 mg/L. Em relação ao ano de 2024 (com informações somente do primeiro semestre) foram realizadas 14 (quatorze) coletas com apenas 01 (uma) única análise com valor de 260 mg/L registrado para esse período. Para o presente parâmetro de alcalinidade, com exceção dos anos de 2010, 2012, 2014 e 2018 todos os demais anos obtiveram uma irregularidade sequencial entre o quantitativo de coletas e o quantitativo de análises realizadas.

4.1.4 - Alumínio Dissolvido

O alumínio é utilizado para diversas finalidades, assim como os seus sais são fundamentais no processo de tratamento da água, em aditivo alimentar, na fabricação de latas, telhas, papel alumínio, na indústria farmacêutica e etc. Em solução aquosa esse metal pode aparecer de várias formas, influenciado pelo pH, temperatura, presença de fluoretos, sulfatos e matérias orgânicas (EMBRAPA, 2011).

Em águas com pH neutro as concentrações de alumínio dissolvido variam em torno de 0,001 a 0,05 mg/L, em águas ácidas ou ricas em matéria orgânica os níveis modificam e atingem valores entre 0,5 a 1,0 mg/L, no entanto em águas com extrema acidez afetadas por descargas de mineração as concentrações de alumínio dissolvido chegam a valores acima de 90 mg/L. Nas águas para abastecimento público (água potável) os níveis variam de acordo com a fonte de água e com os coagulantes a base de alumínio utilizados no processo de tratamento da água (CETESB, 2018).

Em profundidade o alumínio apresenta elevadas concentrações pois o pH é menor e pode ocorrer anaerobiose (ausência de oxigênio), o aumento da concentração de alumínio está associado também ao período de chuvas, que provoca alta turbidez, entretanto existe a possibilidade desta concentração diminuir como um todo na água se a estratificação e a anaerobiose não forem muito fortes. Esse processo ocorre geralmente em períodos fora ou distante da estação chuvosa (CETESB, 2017).

O alumínio possui outra função química, a sua dissolução no solo para neutralizar a entrada de ácidos através das chuvas ácidas, por outro lado, torna-se extremamente tóxico para a vegetação e pode ser facilmente escoado em direção aos corpos hídricos. A principal exposição humana não ocupacional provocada pelo consumo de alumínio é através da sua ingestão por meio de alimentos e pela água.

Contudo, não há indicação que o alumínio apresenta toxicidade aguda por via oral apesar de sua ampla ocorrência em alimentos, água potável e medicamentos, assim como também não há indicação de carcinogenicidade por alumínio. A resolução CONAMA estabelece que o valor máximo permitido para a concentração de alumínio dissolvido em águas para abastecimento público é de 0,1 mg/L, praticamente os mesmos valores são adotados pelas portarias do Ministério da Saúde (518/2004; 2914/2011; 888/2021) que estabelecem o valor de 0,2 mg/L (CETESB, 2018).

Em todos os períodos de coletas da água bruta do rio Montes Claros (2010 a 2024) observou-se que o quantitativo de coletas analisadas estavam desproporcionais as sequências de amostras coletadas como apresenta a tabela 09 do quantitativo de coletas e análises de alumínio dissolvido no manancial.

Tabela 09 - Quantitativo de coletas e análises de Alumínio Dissolvido no rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	03	0,0 mg/L	0,0 mg/L
2011	06	04	0,0 mg/L	0,0 mg/L
2012	05	04	0,0 mg/L	0,018 mg/L
2013	04	03	0,0 mg/L	0,004 mg/L
2014	05	01	0,0 mg/L	0,0 mg/L
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	00	sem registro	sem registro
2018	11	01	sem registro	0,152 mg/L

2019	09	03	0,0 mg/L	0,051 mg/L
2020	16	04	0,009 mg/L	0,055 mg/L
2021	12	03	0,003 mg/L	0,043 mg/L
2022	18	00	sem registro	sem registro
2023	24	00	sem registro	sem registro
2024	14	00	sem registro	sem registro

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Nos anos de 2015, 2016, 2017, 2018 (valor mínimo), 2022, 2023 e 2024 foram coletadas amostras de água bruta, entretanto não ocorreram registros de valores para o alumínio dissolvido. No entanto nos anos de 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2018 (valor máximo), 2019 (valor máximo), 2020 (valor máximo) e 2021 (valor máximo) apresentaram valores de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pela Resolução do CONAMA e Portarias do Ministério da Saúde.

4.1.5 - Cloretos

Os cloretos são considerados um dos principais ânions inorgânicos geralmente presentes em águas brutas e tratadas com concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de miligramas por litro (mg/L). Normalmente apresentam-se na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. Podemos encontrar elevadas concentrações de cloreto de sódio por exemplo na água do mar em torno de 26.000 mg/L (FUNASA, 2013)

A presença de altas concentrações de cloretos em água, principalmente as destinadas ao abastecimento público, pode provocar a restrição do seu uso em razão do sabor e do efeito laxativo que pode provocar. A resolução CONAMA 357/2005 e as portarias do Ministério da Saúde (518/2004; 2914/2011 e a 888/2021) estabelecem o teor (ou valor máximo permitido) de 250 mg/L para a água potável. Geralmente os métodos convencionais de tratamento de água não removem os cloretos, essa remoção pode ser feita pelo processo de dessalinização (também conhecida como osmose reversa), por desmineralização (deionização) ou evaporação e eletrodialise (troca iônica) (FUNASA, 2007).

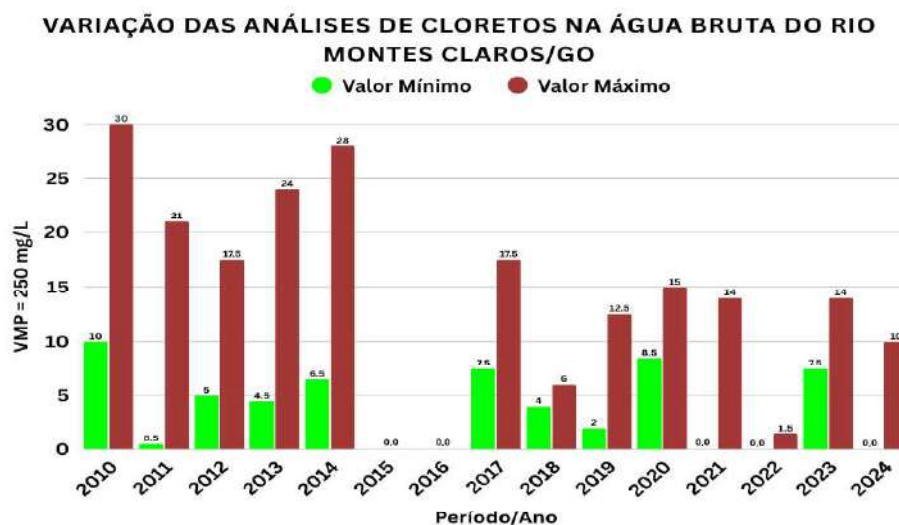
As principais fontes de cloretos em águas superficiais são as descargas de esgotos sanitários, sendo que cada pessoa expele através da urina cerca de 04 (quatro) gramas de cloreto por dia, o que representa cerca de 90 a 95% da excreção humana. Os Dejetos humanos e de animais possuem teor elevado de cloreto, sendo o cloreto de sódio um ingrediente comum nas dietas, que passa inalterado pelo sistema digestivo. Nas estações de abastecimento de águas, a

presença de concentrações anormais de cloreto e material nitrogenado é indicativo de poluição (SOUZA, et al., 2016).

Na água de abastecimento público a concentração de cloreto provoca um sabor “salgado” na água, entretanto quando essas concentrações estão acima dos valores máximos estabelecidos pela resolução CONAMA e pelas portarias do Ministério da Saúde, ou seja, acima de 250 mg/L causam sabor detectável na água, entretanto os limites dependem ainda dos cátions associados. Existe a possibilidade de consumidores adaptarem-se a uma concentração de 250 mg/L ou até mesmo acima deste valor (CETESB, 2018).

As populações árabes estão habituadas ao uso de água com valores de 2.000 mg/L de cloreto. No caso do cloreto de cálcio o sabor somente é perceptível em concentrações acima de 1.000 mg/L. Portanto, as normativas brasileiras estabelecem o valor máximo de 250 mg/L na água destinada para consumo humano (CETESB, 2018). O Gráfico 05 abaixo apresenta a variação de cloretos na água bruta do rio Montes Claros através de coletas e análises realizadas pela SANEAGO.

Gráfico 05 - Análise de Cloretos na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO.



Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
Portaria MS 2914/2011; 888/2021
Organização: SILVA, A.L. (2024).



No intervalo de estudos da pesquisa não foram detectados valores de Cloretos acima do padrão de potabilidade na água bruta do rio Montes Claros estabelecidos pelas portarias do Ministério da Saúde e da Resolução do CONAMA. Foram registradas chuvas somente nas coletas dos dias 21 e 22 de novembro e nas coletas dos dias 14 e 15 de dezembro do ano de 2021, nas demais coletas realizadas não houve ocorrência de chuvas.

O valor máximo registrado foi de 30 mg/L encontrado na coleta do dia 30 de setembro do ano de 2010 (período de estiagem no município). Quanto aos anos de 2015, 2016, 2022 (valor mínimo) e 2024 (valor mínimo) não houveram análises do parâmetro de cloretos na água bruta do

rio Montes Claros, como demonstra a tabela 10 do quantitativo de coletas e análises de cloretos abaixo.

Tabela 10 - Quantitativo de coletas e análises de Cloretos no rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	05	10 mg/L	30 mg/L
2011	06	04	0,5 mg/L	21 mg/L
2012	05	05	5,0 mg/L	26 mg/L
2013	04	03	4,5 mg/L	24 mg/L
2014	05	02	6,5 mg/L	28 mg/L
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	02	7,5 mg/L	17,5 mg/L
2018	11	03	4,0 mg/L	7,0 mg/L
2019	09	03	2,0 mg/L	12,5 mg/L
2020	16	05	8,5 mg/L	15 mg/L
2021	13	04	0,0 mg/L	14 mg/L
2022	20	01	sem registro	1,5 mg/L
2023	24	02	7,5 mg/L	14 mg/L
2024	14	01	sem registro	10 mg/L

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Somente nos anos de 2010 e 2012 as coletas de amostras de água bruta do manancial estavam de acordo com o quantitativo sequencial das análises, todas as demais coletas estavam desproporcionais aos quantitativos das análises. No entanto, os maiores valores máximos registrados foram entre os anos de 2010 á 2014, que variaram entre 21 mg/L a 30 mg/L. Porém todos esses valores registrados estavam de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelas Portarias do Ministério da Saúde e Resoluções do CONAMA.

No ano de 2024 foram realizadas 14 (quatorze) coletas e somente 01 (uma) única análise da presença de cloretos na água bruta do manancial ocorrida no dia 12 de junho com valor registrado de 10 mg/L. Em todas as demais coletas levantadas não foram realizadas análises de cloretos na água bruta do rio Montes Claros.

4.1.6 - Coliformes Totais

A água potável deve estar totalmente isenta de microrganismos patogênicos e também livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. As bactérias de referência como indicadoras de contaminação fecal pertencem ao grupo coliforme. Os coliformes são bactérias gram-negativas, não esporuladas, na forma de bastonetes que fermentam a lactose com formação de gás. Os principais representantes são a *Escherichia coli* e os coliformes totais (ZULPO et al., 2006).

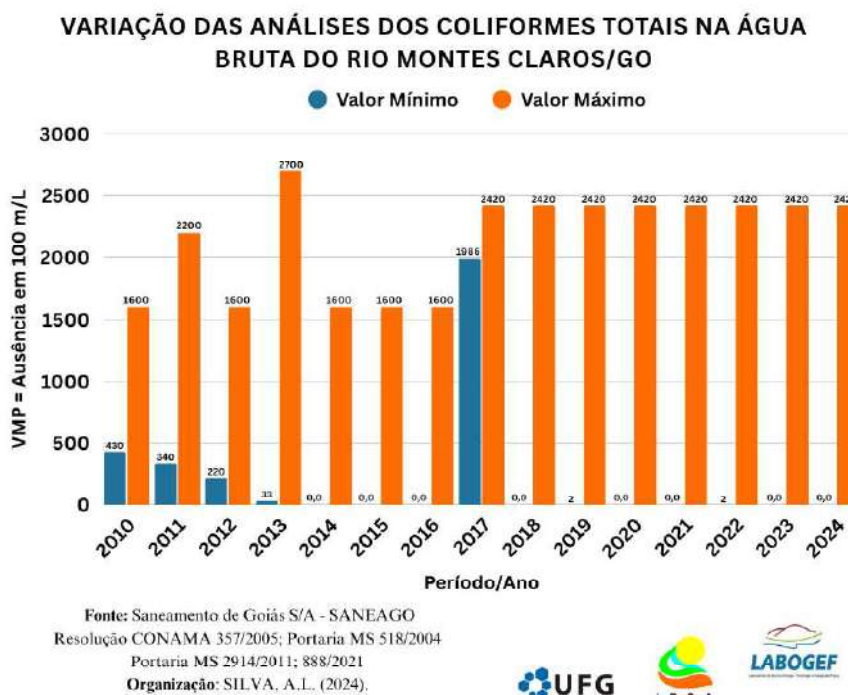
Os coliformes termotolerantes não são indicadores de contaminação fecal tão apropriados quanto a *Escherichia coli*, mas seu uso é aceitável para avaliação da qualidade da água. A escolha deste grupo de bactérias como indicador de contaminação da água se deve ao fato de que são encontradas nas fezes de animais de sangue quente (inclusive seres humanos), possuem facilidade de detecção e quantificação através de técnicas simples e economicamente viáveis em qualquer tipo de água. O grau de contaminação fecal possui relação direta com a concentração de água contaminada (CETESB, 2018).

Os coliformes totais incluem espécies do gênero *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, sendo *Escherichia coli* a principal representante do subgrupo termotolerante. A resolução CONAMA e as portarias do Ministério da Saúde estabelecem obrigatoriamente a ausência de coliformes totais em 100 ml de amostra na saída do tratamento como padrão microbiológico de potabilidade (FUNASA, 2013).

Somente a portaria 2914/2011 em seu Anexo I admite a presença de coliformes totais em apenas 01 (uma) amostra mensal para sistemas ou soluções coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes. Quando os sistemas ou soluções coletivas abastecem mais de 20.000 habitantes, essa portaria permite a presença de 5% nas amostras mensais.

Na legislação brasileira os coliformes fecais são utilizados como padrão para a qualidade microbiológica de águas superficiais destinadas ao abastecimento, recreação, irrigação e piscicultura (FUNASA, 2013). O gráfico 06 apresenta com base em dados disponibilizados pela SANEAGO a análise dos Coliformes Totais registrados no rio Montes Claros durante o período de 2010 ao primeiro semestre do ano de 2024.

Gráfico 06 - Variação das análises dos Coliformes Totais na Água Bruta do rio Montes Claros/GO.



Nas amostras de água bruta do rio Montes Claros durante o período pesquisado foram analisadas amostras com valores mínimos e máximos referentes aos coliformes totais na água bruta do rio Montes Claros. Entretanto de acordo com o gráfico as análises das coletas nos anos de 2010, 2011, 2012, 2017, 2019 e 2022 os valores mínimos registrados para esse parâmetro já se encontravam acima do valor máximo permitido (VMP) que a resolução do CONAMA e as portarias do Ministério da Saúde estabelecem.

Nos anos de 2014, 2015, 2016, 2018, 2020, 2021, 2023 e 2024 os valores mínimos estavam de acordo com a normativa legal correspondente a 0,0 NMP/100mL. Em todos os anos coletados e analisados os valores máximos dos coliformes totais registrou valores entre 1.600 NMP/100mL a 2.420 NMP/100 mL, como representado na tabela 11 do quantitativo de coletas e análises dos Coliformes Totais no manancial.

Tabela 11 - Quantitativo das coletas e análises de Coliformes Totais no Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	05	430 NMP/100mL	5.400 NMP/100mL
2011	06	05	340 NMP/100mL	1.600 NMP/100mL
2012	05	05	220 NMP/100mL	1.600 NMP/100mL
2013	04	04	33 NMP/100mL	2.700 NMP/100mL
2014	05	05	0,0 NMP/100mL	1.600 NMP/100mL

2015	12	09	0,0 NMP/100mL	1.600 NMP/100mL
2016	02	02	sem registro	1.600 NMP/100mL
2017	11	08	1.986,3NMP/100mL	2.420 NMP/100mL
2018	11	11	0,0 NMP/100mL	2.420 NMP/100mL
2019	09	09	1,553 NMP/100mL	2.420 NMP/100mL
2020	16	15	0,0 NMP/100mL	2.420 NMP/100mL
2021	13	12	sem registro	2.420 NMP/100mL
2022	20	12	sem registro	2.420 NMP/100mL
2023	24	12	sem registro	2.420 NMP/100mL
2024	14	07	sem registro	2.420 NMP/100mL

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Durante os anos de 2014, 2015, 2018 e 2020 é possível observar na tabela 11, que os registros de Coliformes Totais presentes na água bruta do rio Montes Claros apresentaram-se de acordo com os padrões estabelecidos pelas normativas legais cujo os valores encontrados foram de 0,0 NMP/100 mL, ou seja, sem a presença deste parâmetro bacteriológico nas águas do manancial.

É importante ressaltar que no intervalo do período de 2010 a 2015 não foram obtidas informações acerca da ocorrência de chuvas nos dias de realização das coletas do parâmetro, assim como não houve registros em dias que antecederam as coletas deste período. Esse fato pode estar relacionado ao motivo de que a companhia de abastecimento de Goiás (SANEAGO S/A) possui prazo específico de manutenção de arquivamentos de informações, prazo este estipulado por normativas internas.

Entretanto nos anos de 2016, 2021, 2022, 2023 e no primeiro semestre de 2024 não ocorreram registros de valores mínimos para os coliformes totais, todas as coletas registradas durante esse período obtiveram os mesmos valores máximos permitido em desacordo com as Portarias do Ministério da Saúde e do CONAMA.

Como todas as coletas tratam-se de análises da água bruta de manancial superficial a gerência regional de serviços - GRS/Campos Belos informa que é comum encontrar valores máximos permitidos do parâmetro dos coliformes totais em desacordo com o padrão de potabilidade. Não é recomendado a presença de coliformes totais em desacordo com o padrão de potabilidade em água tratada esta deve constar ausência em 100 mL.

4.1.6.1 - Escherichia Coli

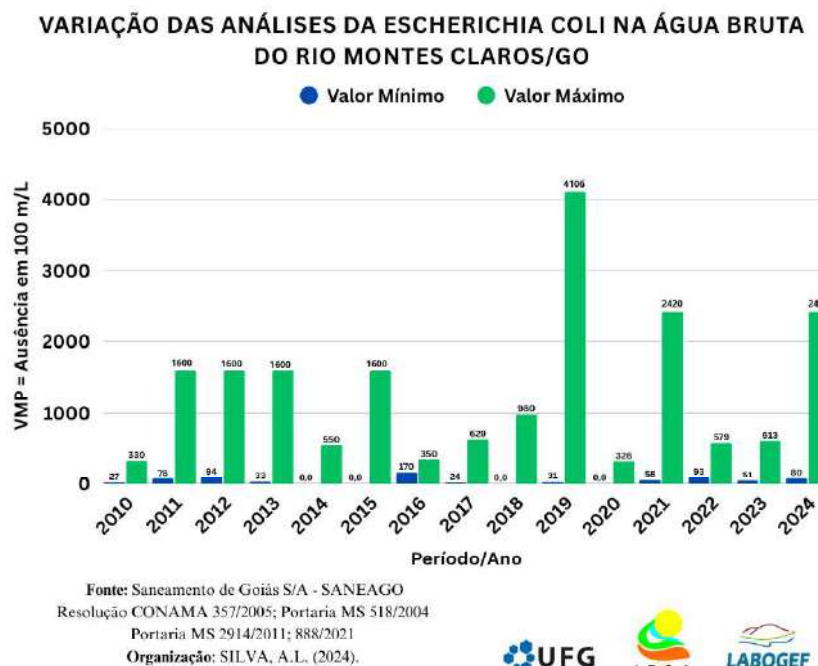
A *Escherichia coli* é a principal bactéria pertencente ao subgrupo dos coliformes termotolerantes (termo que está substituindo a designação “coliformes fecais”), sendo de origem exclusivamente fecal. Tradicionalmente a *Escherichia coli* é utilizada para monitorar a qualidade microbiológica da água e continua sendo um parâmetro fundamental de monitorização e vigilância, pois a água destinada ao consumo humano não deve conter microrganismos que indicam a contaminação fecal (GURGEL, et al., 2020).

Os coliformes termotolerantes, anteriormente denominados de coliformes fecais, se restringem às bactérias capazes de fermentar a lactose e produzir gás em 24 horas em temperatura média entre 44,5–45,5°C. Encontra-se presente na flora intestinal de humanos e animais, sem causar danos, entretanto com algumas alterações patogênicas podem vir a desencadear infecções mais graves, tanto no intestino (o que provoca diarreias agudas) como no trato urinário (GURGEL, et al., 2020).

Esse sintoma é considerado o indicador mais presente na contaminação fecal em águas doces, a resolução CONAMA 357/2005 e a portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde estabeleceram um padrão para este parâmetro em águas para consumo humano que deverá ser a ausência em 100 mL nas amostras coletadas. Entretanto, as demais portarias (518/2004 e 2914/2011) não estabelecem valores máximos permitidos para a *Escherichia coli* (CETESB, 2018).

O gráfico 07 apresenta a análise dos valores mínimos e máximos da *Escherichia Coli* registradas na água bruta do rio Montes Claros coletadas e analisadas durante o período de 2010 até o primeiro semestre do ano de 2024 de acordo com informações disponibilizadas pela companhia de abastecimento e saneamento de Goiás (SANEAGO S/A).

Gráfico 07 - Variação do Parâmetro de *Escherichia Coli* no Rio Montes Claros/GO.



Pelo gráfico é possível observar que os valores do parâmetro da Escherichia Coli em praticamente todos os anos analisados encontram-se abaixo dos 3.000 NMP/100 mL, com exceção somente do ano de 2019 cujo valor ultrapassou os 4.000 NMP/100 mL. Entretanto, todos esses valores registrados estão acima do padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde e da Resolução 357/2005 do CONAMA.

Na tabela 12 do quantitativo de coletas em relação às análises também é possível observar que a SANEAGO S/A nem sempre analisa todas as coletas de água bruta destinadas aos registros de valores dos parâmetros. Essa condição possui previsão em normativas internas da empresa de saneamento que seguem as regras determinadas pela legislação federal e estadual para as análises dos parâmetros em água bruta para abastecimento público.

Tabela 12 - Quantitativo das coletas e análises de Escherichia Coli no Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	05	27 NMP/100mL	330 NMP/100mL
2011	06	06	78 NMP/100mL	1.600 NMP/100mL
2012	05	05	94 NMP/100mL	1.600 NMP/100mL
2013	04	04	33 NMP/100mL	1.600 NMP/100mL
2014	05	05	0,0 NMP/100mL	550 NMP/100mL
2015	12	12	0,0 NMP/100mL	1.600 NMP/100mL
2016	02	02	170 NMP/100mL	350 NMP/100mL

2017	11	10	23,5 NMP/100mL	629,4 NMP/100mL
2018	11	11	0,0 NMP/100mL	980,4 NMP/100mL
2019	09	09	30,5 NMP/100mL	4.106 NMP/100mL
2020	16	15	0,0 NMP/100mL	326 NMP/100mL
2021	12	12	58,0 NMP/100mL	2.420 NMP/100mL
2022	20	12	93,0 NMP/100mL	579 NMP/100mL
2023	24	12	51,0 NMP/100mL	613 NMP/100mL
2024	14	07	80,0 NMP/100mL	2.420 NMP/100mL

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Como apresenta o gráfico 12, durante os anos de 2014, 2015, 2018 e 2020 os valores mínimos registrados para a *Escherichia Coli* encontravam-se de acordo com as normativas legais estabelecidas onde foram registrados valores correspondentes a 0,0 NMP/100 mL. No entanto, todos os valores máximos durante estes anos estavam em desacordo com os padrões de potabilidade destinados ao abastecimento público.

4.1.7 - Bactéria Heterotrófica

As bactérias heterotróficas são aquelas que utilizam compostos orgânicos como fonte de carbono e estão incluídas neste grupo tanto bactérias patogênicas quanto aquelas pertencentes ao grupo dos coliformes. De acordo com estudos epidemiológicos ficou concluído que, na ausência de contaminação fecal não há uma associação direta entre as concentrações de bactérias heterotróficas na água de consumo humano e efeitos na saúde da população em geral (BARTRAM, 2003).

No entanto as bactérias heterotróficas estão presentes em todos os tipos de água, em alimentos, no solo, na vegetação e no ar, a sua análise e contagem são fundamentais para indicação da qualidade microbiológica da água. Este processo realizado de forma regular pode demonstrar alterações devido ao armazenamento (recrescimento, formação de biofilme), eficiência dos métodos de tratamento, integridade e limpeza do sistema de distribuição (WHO, 2003).

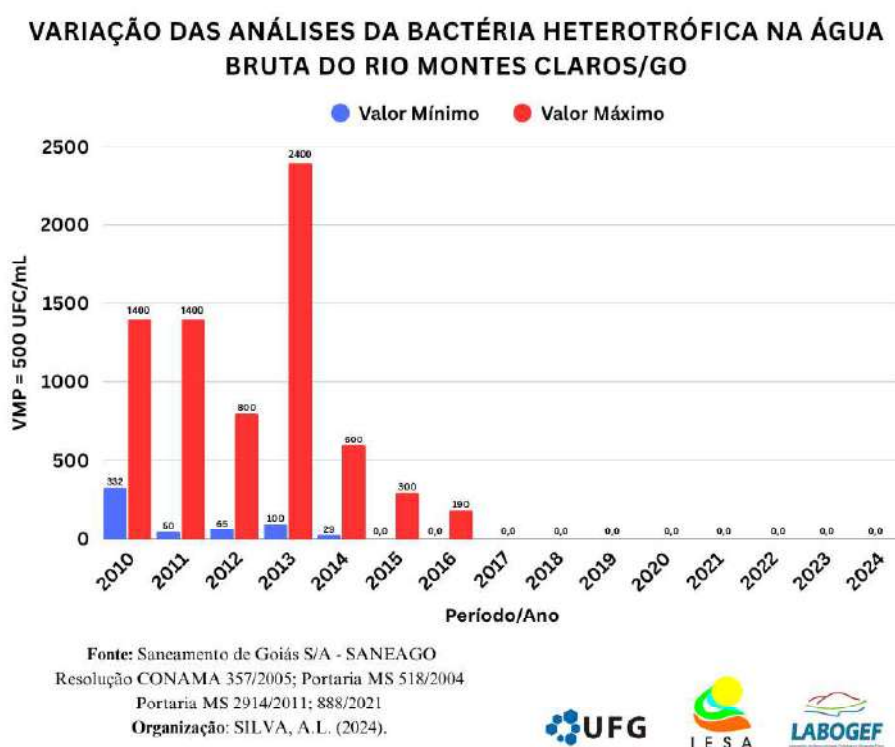
As bactérias heterotróficas possuem capacidade de se multiplicarem geralmente na rede de abastecimento através da utilização de nutrientes presentes nos materiais empregados na sua construção, ou mesmo pelo carbono orgânico assimilável ou particulado presentes nas águas. Com a realização destas análises é possível indicar se determinados materiais não são adequados ou se as alterações ocorridas são advindas diretamente da qualidade da água captada. (CETESB, 2006).

De acordo com as normativas brasileiras como a resolução CONAMA 357/2005 e as Portarias do Ministério da Saúde (518/2004; 2914/2011 e 888/2021) sobre a potabilidade da água

para consumo humano, as bactérias heterotróficas não são utilizadas como critérios de qualidade, porém sua concentração deve ser determinada em 20% das amostras analisadas quanto a presença de coliformes e o valor estabelecido não deve ultrapassar 500 UFC/mL (Unidades Formadoras de Colônias por Mililitros); (CETESB, 2006).

No rio Montes Claros foram realizadas análises do parâmetro das bactérias heterotróficas entre os anos de 2010 até 2016 cujo os valores estiveram abaixo dos 1.500 UFC/mL, com exceção somente do ano de 2013 que registrou valor acima de 2.000 UFC/mL, como apresentado no gráfico 08.

Gráfico 08 - Variação das Análises das Bactérias Heterotróficas no Rio Montes Claros/GO.



Todos os valores mínimos das bactérias heterotróficas registrados durante os referentes anos estavam de acordo com os padrões estabelecidos pelas normativas do Ministério da Saúde e do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) que estabelecem como padrão de potabilidade para o parâmetro o valor máximo permitido (VMP) de até 500 UFC/mL.

A tabela 13 apresenta o quantitativo de coletas e as análises destas coletas no intervalo destinado à pesquisa sendo possível observar que entre os anos de 2017 até o primeiro semestre do ano de 2024 não foram realizadas análises de bactérias heterotróficas na água bruta do rio Montes Claros.

Tabela 13 - Quantitativo de coletas e análises da Bactéria Heterotrófica no Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
---------	-----------------	-----------------	--------------	--------------

2010	05	05	332 UFC/mL	1.400 UFC/mL
2011	06	05	50,0 UFC/mL	1.400 UFC/mL
2012	05	05	65,0 UFC/mL	800 UFC/mL
2013	04	04	100 UFC/mL	2.400 UFC/mL
2014	05	05	29,0 UFC/mL	600 UFC/mL
2015	12	12	0,0 UFC/mL	300 UFC/mL
2016	02	02	sem registro	190 UFC/mL
2017	11	00	sem registro	sem registro
2018	11	00	sem registro	sem registro
2019	09	00	sem registro	sem registro
2020	16	00	sem registro	sem registro
2021	12	00	sem registro	sem registro
2022	20	00	sem registro	sem registro
2023	24	00	sem registro	sem registro
2024	14	00	sem registro	sem registro

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Nos anos de 2016 até o primeiro semestre do ano de 2024 os valores mínimos não foram registrados devido a falta de análise das coletas. Somente o valor máximo do ano de 2016 foi registrado o valor de 190 UFC/mL (de acordo com o padrão de potabilidade), todos os demais anos e seus respectivos valores máximos não foram registrados devido a falta de análise das coletas de água bruta do manancial.

4.1.8 - Temperatura da Água

Os corpos d'água naturais apresentam variações de temperatura sazonais e diurnas assim como uma estratificação vertical, pois estas variações pertencem ao regime climático normal. Fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade influenciam diretamente na temperatura superficial, no entanto a elevação da temperatura da água geralmente é provocada por despejos industriais (efluentes químicos diversos) e pelas usinas termelétricas (CETESB, 2018).

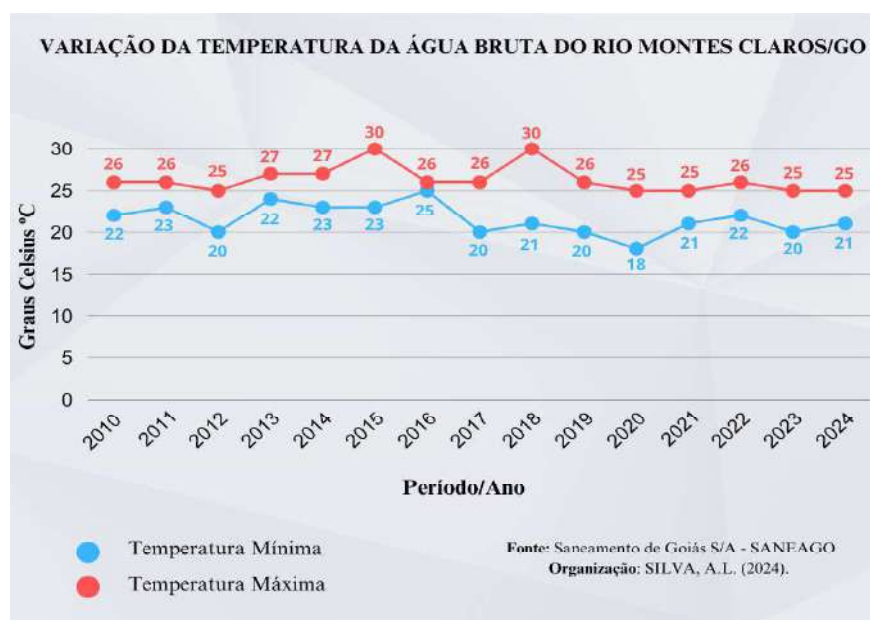
A temperatura desempenha um papel fundamental nos corpos hídricos promovendo o condicionamento de uma série de variáveis físico-químicas. A temperatura está relacionada com o

aumento do consumo de água, com a fluoretação, com a solubilidade e ionização das substâncias coagulantes, com a mudança do pH e com a desinfecção (FUNASA, 2013).

À medida que ocorre o aumento da temperatura (0° a 30°C), a viscosidade, a tensão superficial, a compressibilidade, calor específico, constante de ionização e o calor latente de vaporização diminuem, entretanto, a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam. Os organismos aquáticos possuem tolerância térmica tanto superior quanto inferior, temperaturas favoráveis ao seu desenvolvimento, temperatura preferida em gradientes térmicos além de limitações de temperatura para migração e reprodução (CETESB, 2018).

O gráfico 09 apresenta a variação da temperatura da água bruta do rio Montes Claros entre o período de 2010 até o primeiro semestre de 2024, informações registradas e obtidas junto a Gerência Regional da SANEAGO S/A no município de Campos Belos/Goias.

Gráfico 09 - Temperatura da Água Bruta do Rio Montes Claros/GO.



De acordo com a análise do gráfico é possível observar que não houve na maioria dos anos correspondentes aos estudos variação tão desproporcional da temperatura da água no manancial, com exceção somente dos anos de 2016 até 2020 em que a amplitude, ou seja, a diferença da mínima para a máxima atingiu entre 6° C a 9° C.

Na tabela 14 do quantitativo de coletas e análises da temperatura da água bruta do manancial observa-se também que nos anos de 2017, 2021, 2022, 2023 e no primeiro semestre do ano de 2024 não há uma sequência exata do número de coletas de água bruta em relação ao quantitativo de suas análises para registro do parâmetro de temperatura da água.

Tabela 14 - Quantitativo das coletas e análises da Temperatura da Água no Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	05	22°C	26°C
2011	06	05	23°C	26°C
2012	05	05	20°C	25°C
2013	04	04	24°C	27°C
2014	05	05	23°C	27°C
2015	12	12	23°C	30°C
2016	02	02	25°C	26°C
2017	11	07	20°C	26°C
2018	11	11	21°C	30°C
2019	09	09	20°C	26°C
2020	16	16	18°C	25°C
2021	13	12	21°C	25°C
2022	20	13	22°C	26°C
2023	24	14	20°C	25°C
2024	14	08	21°C	25°C

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

As menores amplitudes de temperatura da água segundo as informações obtidas junto a SANEAGO S/A ocorreram nos anos de 2011, 2013 e 2016 que registraram uma variação entre a mínima e a máxima de até 3° C. Todos os demais registros apresentaram valores da amplitude térmica acima de 4°C, no entanto, em nenhum valor registrado ocorreu elevação da temperatura acima dos 30° C.

4.1.9 - pH

Nos estudos de saneamento ambiental, o pH é um parâmetro bastante importante por exercer influência em diversos equilíbrios químicos que ocorrem de forma natural ou mesmo em processos de tratamento de águas. O pH representa a concentração de íons de hidrogênio em solução, na água esse fator é de fundamental importância principalmente quando utilizados no tratamento da água para abastecimento público (FUNASA, 2013).

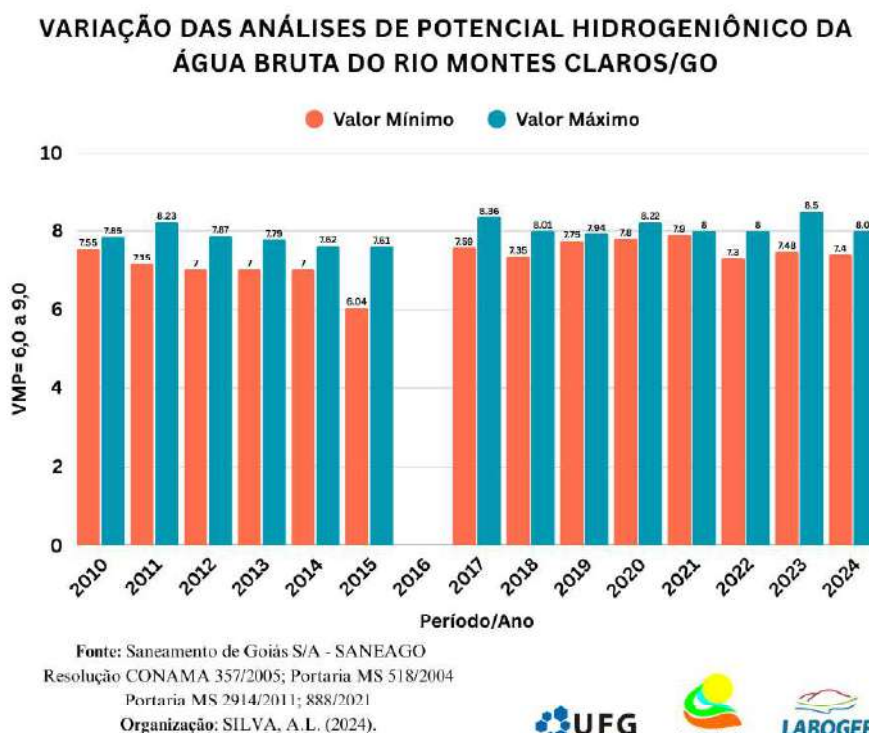
Nos laboratórios de tratamento de água, o pH é medido e ajustado sempre que for necessário com objetivo de melhorar o processo de coagulação/floculação além do controle de desinfecção da água para consumo. O valor do pH varia de 0,0 a 14,0, abaixo de 7,0 (sete) a água é considerada ácida e acima de 7,0 (sete) alcalina sendo que quando atinge e se mantém com pH 7,0 (sete) é considerada neutra. As águas ácidas são corrosivas e as alcalinas são incrustantes, por esses motivos que o pH final das águas deve ser controlado para que carbonatos presentes sejam equilibrados e não ocorra nenhum dos dois efeitos indesejados (CETESB, 2018). O pH exerce influência direta e indireta sobre os ecossistemas aquáticos, provoca diretamente efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies e indiretamente em determinadas condições, o pH contribui para a precipitação de elementos químicos tóxicos como os metais pesados e podem também exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (FUNASA, 2013).

No tratamento físico-químico de efluentes industriais existem alguns exemplos de reações que são totalmente dependentes do pH, como a precipitação química de metais tóxicos que ocorre normalmente com o pH elevado e outro exemplo a oxidação química de fenóis que ocorre com pH baixo dentre outros exemplos (CETESB, 2018).

Desta forma, o pH constitui um importante parâmetro para o tratamento da água para consumo humano, no controle dos processos físico-químicos do tratamento de efluentes industriais que o torna um padrão de emissão de esgotos e de efluentes líquidos industriais. Em águas naturais geralmente o pH concentra-se na faixa de 4,0 a 9,0 sendo a maioria ligeiramente básica, devido a presença de bicarbonatos e carbonatos dos metais alcalinos e alcalinos terrosos. (EMBRAPA, 2011).

A resolução CONAMA 357/2005 e a Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde estabelecem que o pH da água potável esteja na faixa entre 6,0 e 9,0, enquanto as demais Portarias 518/2004 e a 2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece um padrão do pH correspondente a uma faixa de 6,0 a 9,5 nos sistemas de distribuição. Existem vários aparelhos para determinar o pH na água, sendo os mais comuns os potenciômetros ou colorímetros (FUNASA, 2013).

Todas as análises registradas de pH da água bruta do rio Montes Claros estiveram dentro do padrão de potabilidade estabelecidas pela Portaria do Ministério da Saúde e da Resolução CONAMA como apresenta o gráfico 10 de variação das análises de potencial hidrogeniônico da água bruta do manancial.

Gráfico 10 - Variação das Análises de pH do Rio Montes Claros/GO.

É possível observar que em praticamente todos os anos foram realizadas as análises de potencial hidrogeniônico e que todos (com exceção do ano de 2016) apresentaram valores dentro do padrão de potabilidade estabelecida pela legislação pertinente, ou seja, com valores mínimos abaixo de 8,0 e valores máximos abaixo de 9,0.

Quanto ao quantitativo de coletas e das análises realizadas de pH na água bruta do rio Montes Claros é possível observar que durante o ano de 2011, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 e 2024 as coletas não ocorreram de forma sequencial em relação às análises, como apresenta a tabela 15.

Tabela 15 - Quantitativo de coletas e análises do Potencial Hidrogeniônico no Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	05	7,55	7,85
2011	06	05	7,15	8,23
2012	05	05	7,00	7,87
2013	04	04	7,00	7,79
2014	05	05	7,00	7,62

2015	12	11	6,04	7,61
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	05	7,59	8,36
2018	11	05	7,35	8,01
2019	09	03	7,75	7,94
2020	16	15	7,80	8,22
2021	13	12	7,90	8,00
2022	20	13	7,30	8,00
2023	24	14	7,48	8,50
2024	14	08	7,40	8,00

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Durante todos os períodos analisados os valores correspondentes de pH na água bruta do rio Montes Claros apresentaram valores de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pelas Portarias do Ministério da Saúde e da Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Somente durante o ano de 2016 foi que ocorreram somente 02 (duas) coletas e nenhum registro de análise registrado para o parâmetro de pH na água bruta do manancial.

4.1.10 - Dureza

A dureza da água é a soma dos cátions bivalentes presentes na sua composição e expressas em termos de quantidade equivalente de carbonato de cálcio e está relacionada com sua capacidade de precipitar sabão, isto é, em águas que possuem sabões que transformam em processos insolúveis e não formam espumas até que o processo se esgote. Todo esse mecanismo de dureza da água é provocado pela presença principalmente de cálcio e magnésio, além de outros cátions como ferro, manganês, estrôncio, zinco, alumínio e hidrogênio (EMBRAPA, 2011).

Esses cátions normalmente estão associados a ânions carbonato (geralmente ao bicarbonato, o mais solúvel) e principalmente sulfato, podem ainda estar presentes com menor frequência outros ânions como nitrato, silicato e o cloreto. São quatro os principais compostos que determinam o teor de dureza das águas como o bicarbonato de cálcio, bicarbonato de magnésio, sulfato de cálcio e sulfato de magnésio (CETESB, 2018).

Uma das principais fontes de dureza nas águas é a dissolução da rocha calcária pelo gás carbônico da água, dessa forma é mais frequente encontrar dureza elevada em águas subterrâneas do que em águas superficiais. Apesar do grau de dureza da água ser bastante elevado nos Estados Unidos e países da Europa, o mapa geológico do território brasileiro apresenta algumas regiões

cujos solos possuem características de elevada dureza como no nordeste, sudeste e centro-oeste (CETESB, 2018).

A dureza da água pode ser obtida pela soma das durezas de carbonatos (dureza temporária) e de não-carbonatos (dureza permanente), sendo obtidas por meio da titulometria²⁹. Há pouca relação entre a poluição das águas superficiais provocadas pela atividade industrial e a dureza, embora os compostos que as formam sejam normalmente utilizados nas fábricas (EMBRAPA, 2011).

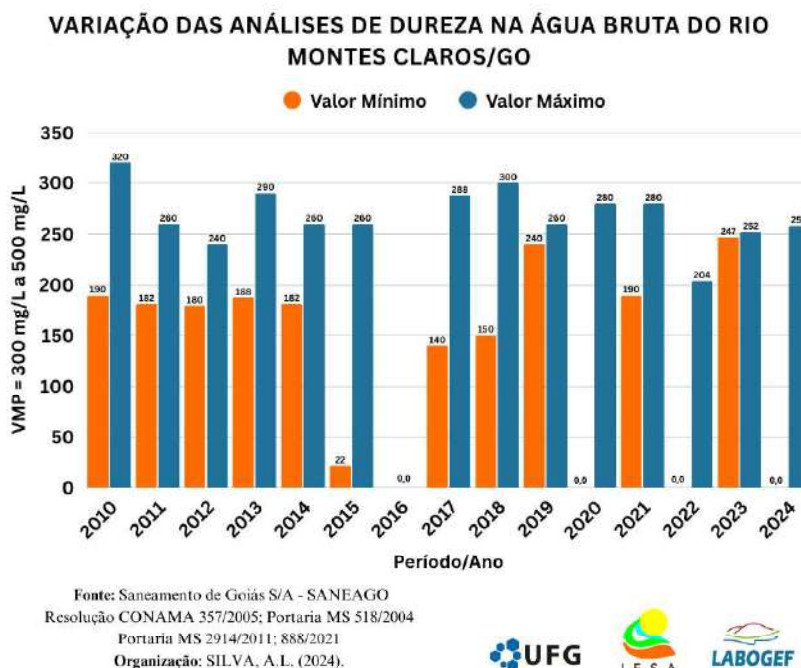
Em estações convencionais as águas tratadas apresentam dureza superior à das águas brutas devido ao uso da cal hidratada no processo de tratamento. A cal reage com o sulfato de alumínio até formar o sulfato de cálcio, entretanto, essas dosagens dos níveis de dureza são relativamente pequenas para implicar em problemas para o uso da água tratada pelos seres humanos (CETESB, 2018).

A resolução CONAMA 357/2005 não apresenta valores máximos permitidos para o parâmetro de dureza na água, esta determinação torna-se de responsabilidade somente das normativas do Ministério da Saúde onde as portarias 518/2004 e a 2914/2011 estabelecem como padrão para água potável o valor máximo de 500 mg/L e a portaria nº 888/2021 estabelece o valor máximo de 300 mg/L (BRASIL, 2021).

O gráfico 11 apresenta a variação de valores registrados do parâmetro de dureza da água bruta do rio Montes Claros durante os períodos entre 2010 até o primeiro semestre do ano de 2024, representados pelos valores mínimos e máximos encontrados através das informações concedidas pela empresa pública de saneamento de Goiás - SANEAGO S/A.

Gráfico 11 - Variação das Análises de Dureza da Água Bruta do rio Montes Claros/GO

²⁹ A titulação confere confiabilidade de resultados, se tratando de uma maneira simples de determinar a pureza e as concentrações de diversos componentes. A titulometria surgiu com a necessidade de determinar as concentrações de ácidos e bases em diferentes tipos de matrizes durante a Revolução Industrial, com o aumento da produção de alguns produtos químicos. (HAGE E CARR, 2012).



Ao observar o gráfico é possível perceber que todos os valores correspondentes a dureza da água bruta do rio Montes Claros, sejam valores mínimos e máximos, encontram-se de acordo com as Portarias 518/2004 e 2914/2011, entretanto os valores máximos registrados nos anos de 2010 e 2018 (320 mg/L e 300 mg/L, respectivamente) encontram-se em desacordo com o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria 888/2021.

Em relação ao quantitativo de coletas e análises realizadas pela companhia de abastecimento para a dureza no manancial como apresenta a tabela 16, não ocorreram de forma sequencial nos anos de 2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 e no primeiro semestre de 2024.

Tabela 16 - Quantitativo de coletas e Análises da Dureza da Água Bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	05	190 mg/L	320 mg/L
2011	06	05	182 mg/L	260 mg/L
2012	05	05	180 mg/L	240 mg/L
2013	04	03	188 mg/L	290 mg/L
2014	05	03	182 mg/L	260 mg/L
2015	12	03	22 mg/L	260 mg/L
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	03	140 mg/L	288 mg/L

2018	11	03	150 mg/L	300 mg/L
2019	09	03	240 mg/L	260 mg/L
2020	16	07	0,0 mg/L	280 mg/L
2021	13	02	190 mg/L	280 mg/L
2022	20	01	sem registro	204 mg/L
2023	24	02	247 mg/L	252 mg/L
2024	14	01	sem registro	258 mg/L

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Ao observar a tabela 16 é possível identificar que nos anos de 2016 ocorreram 02 (duas) coletas, porém sem análises do parâmetro de dureza na água bruta do rio Montes Claros. Nos anos de 2022 e durante o primeiro semestre de 2024 não ocorreram registros de valores mínimos sendo registrado somente 01 (uma) única análise da água do manancial correspondente ao presente parâmetro.

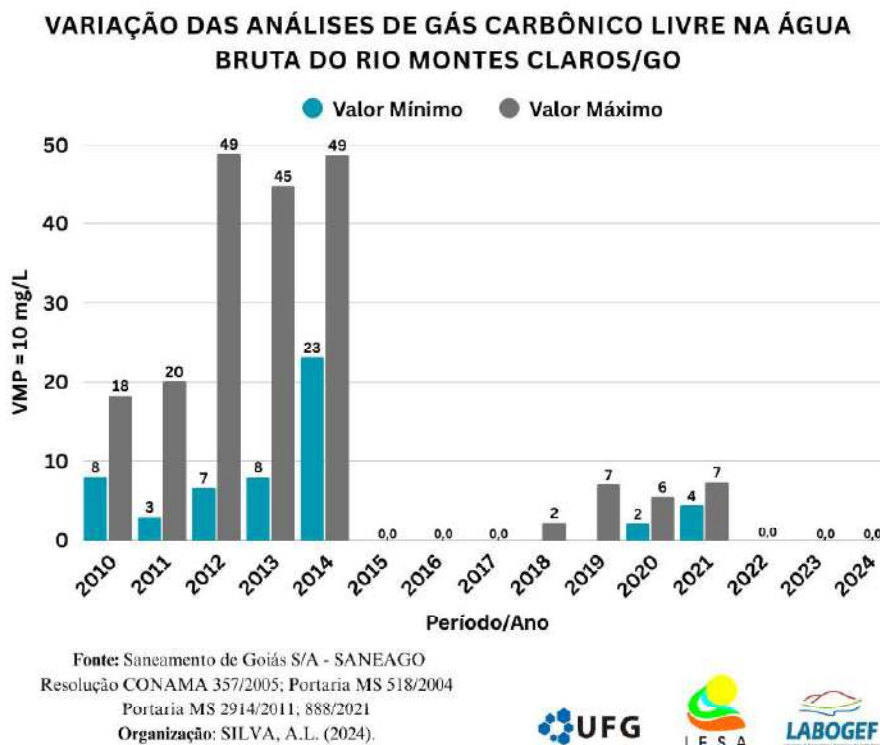
4.1.11 - Gás Carbônico Livre

O gás carbônico livre é considerado um dos mais importantes ácidos fracos encontrados na água, sua origem pode ser atmosférica ou através de processos microbiológicos com ocorrência de forma espontânea nos corpos hídricos. É fundamental a análise da quantificação e do controle do gás carbônico livre para evitar corrosões nas estruturas de metal ou de cimento em um sistema de abastecimento público de água (LENZI, et al., 2009).

O princípio químico para a determinação de gás carbônico é similar ao da alcalinidade, no qual se utilizam ácidos e bases fortes em titulações de neutralização por reagirem de forma completa com o analito. Em águas superficiais o gás carbônico livre aparece normalmente com uma concentração menor do que 10 mg/L, entretanto em águas subterrâneas pode estar presente em maior concentração (SKOOG et al., 2010).

O gráfico 12 apresenta a variação do parâmetro de gás carbônico livre presente na água bruta do rio Montes Claros e que foram registrados valores máximos acima do padrão de potabilidade entre os anos de 2010 até 2014.

Gráfico 12 - Variação das Análises de Gás Carbônico Livre na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO.



Em todas as coletas e análises os valores mínimos encontrados para o gás carbônico livre na água bruta do manancial estavam de acordo com os padrões estabelecidos pelas Portarias do Ministério da Saúde e do CONAMA, com valores que variaram entre 0,0 mg/L até 8,0 mg/L. Ocorreu somente 01 (uma) exceção com o valor mínimo registrado fora dos padrões legais em uma das coletas do ano de 2014 em que foi registrado o valor de 23 mg/L.

Com relação ao comparativo de coletas realizadas e análises dessas coletas obtemos na tabela 17 a diferença em termos de quantidade nos anos de 2011 e de 2013 até o primeiro semestre de 2014.

Tabela 17 - Quantitativo de coletas e análises de Gás Carbônico Livre no Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	05	8,03 mg/L	18,31 mg/L
2011	06	05	3,01 mg/L	20,12 mg/L
2012	05	05	6,70 mg/L	48,92 mg/L
2013	04	03	7,99 mg/L	44,66 mg/L
2014	05	02	23,15 mg/L	48,72 mg/L
2015	12	00	sem registro	sem registro

2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	00	sem registro	sem registro
2018	11	01	2,3 mg/L	sem registro
2019	09	01	7,1 mg/L	sem registro
2020	16	05	2,23 mg/L	5,58 mg/L
2021	13	03	4,47 mg/L	7,41 mg/L
2022	20	00	sem registro	sem registro
2023	24	00	sem registro	sem registro
2024	14	00	sem registro	sem registro

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

A tabela 17 apresenta ainda coletas sem registro de análise nos anos de 2015, 2016, 2017, 2022, 2023 e no primeiro semestre de 2024 e sem o registro do valor máximo em 2018 e 2019, no entanto os valores mínimos registrados nesses anos estão de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pela legislação federal.

4.1.12 - Turbidez

A turbidez da água está relacionada ao grau de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, essa propriedade óptica faz com que a luz seja espalhada e absorvida e não transmitida em linha reta através da amostra. Esse processo ocorre devido a presença de sólidos em suspensão como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e também por detritos orgânicos como algas, bactérias e plânctons em geral e outros microrganismos microscópicos (EMBRAPA, 2011).

Geralmente no período chuvoso é intensificada a erosão das margens dos rios devido ao mau uso do solo, o que provoca o aumento da turbidez nas águas, que exigirá soluções operacionais nas estações de tratamento de águas tais como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares. Esse problema provoca características sistêmicas de poluição, pois transfere impactos negativos de uma ambiente (água, ar e solo) para o outro (CETESB, 2018).

Durante o processo de tratamento da água a turbidez possui sua importância, pois a água com turbidez elevada (dependendo da sua natureza) formam flocos pesados que decantam mais rapidamente do que a água com baixa turbidez. Ocorrem também algumas desvantagens como a dificuldade do processo de desinfecção devido a proteção que passa a oferecer aos microrganismos no contato direto com os desinfetantes. A turbidez da água é um indicador sanitário e padrão organoléptico da água para consumo humano (FUNASA, 2013).

Os esgotos domésticos e diversos efluentes químicos também provocam o aumento da turbidez nas águas, as consequências da mineração também provocam aumentos excessivos na turbidez com a formação de bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático. Entretanto, a alta turbidez provoca a redução da fotossíntese na vegetação enraizada submersa e nas algas, essa redução no desenvolvimento das plantas diminui o processo de reprodução dos peixes, assim a turbidez influencia as comunidades biológicas aquáticas, do uso doméstico, industrial e de recreação da água (CETESB, 2018).

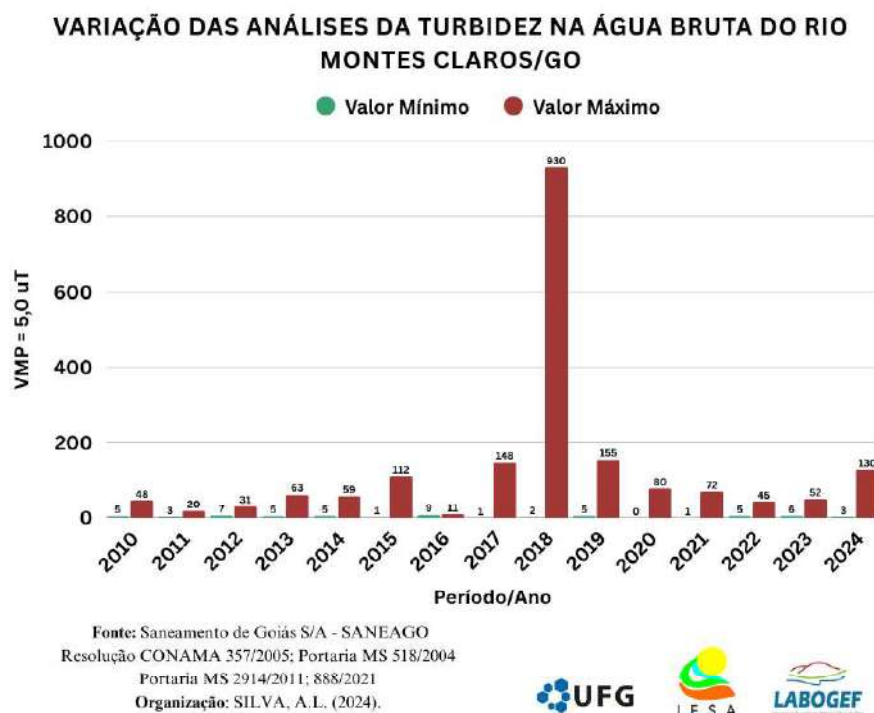
As recentes normativas de potabilidade da água no Brasil possuem uma preocupação internacional quanto ao parâmetro da turbidez que está relacionada a transmissão de protozoários via abastecimento de água. Algumas alterações estão em processo de adequação como o valor do padrão de turbidez da água resultante da filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) reduzido para 0,5 uT e para a água resultante de filtração lenta reduzido para 1,0 uT (FUNASA, 2013).

No entanto, para o atendimento desta mudança de valores máximos permitidos de 0,5 e 1,0 uT deverá ser cumprido algumas metas progressivas ao longo de quatro anos após a promulgação da portaria 2914/2011, sendo 25% das amostras analisadas mensalmente no primeiro ano e até 95% no quarto ano (sempre com VMP de 1,0 uT no restante das amostras mensais). A resolução CONAMA 357/2005 estabelece com padrão de análise do parâmetro de turbidez da água o valor máximo permitido com a metodologia nefelométrica³⁰ de até 40 NTU (Unidade de Turbidez Nefelométrica) medida com um turbidímetro com nefelômetro,

Atualmente os valores utilizados para estabelecer o padrão de turbidez na água para abastecimento público remetem as portarias 518/2004; 2914/2011 e 888/2021 em que ambas determinam um valor máximo permitido de 1,0 uT para água subterrânea pós-filtração ou pré-desinfecção. E em qualquer ponto da rede de distribuição 5,0 uT (Unidade de Turbidez) para água superficial de abastecimento como padrão organoléptico de potabilidade (FUNASA, 2013).

O gráfico 13 apresenta a variação da turbidez da água bruta do rio Montes Claros durante o período de 2010 até o primeiro semestre do ano de 2024. É importante observar que não ocorreu durante o período de estudo da pesquisa uma grande oscilação com exceção somente do valor máximo alcançado no ano de 2018.

³⁰ A metodologia nefelométrica para determinação da turbidez na água é amplamente utilizada em sistemas de tratamento de água e é caracterizada pelo ângulo de 90° do detector que mede a dispersão da luz em relação à incidência da luz. Por conta de sua precisão, aplicabilidade e sensibilidade, é o método padronizado pelo Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater (BAIRD et al., 2017).

Gráfico 13 - Variação da Turbidez na Água Bruta do rio Montes Claros/GO.

Os valores mínimos encontrados durante os anos de 2011, 2015, 2017, 2018, 2020, 2021 e durante o primeiro semestre de 2024 registraram níveis que estavam de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelas Portarias do Ministério da Saúde para o parâmetro de turbidez, ou seja, valores que estavam abaixo de 5,0 uT.

Tabela 18 - Quantitativo das coletas e das análises de turbidez na água bruta do rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	05	4,84 uT	48,0 uT
2011	06	05	3,21 uT	19,6 uT
2012	05	05	6,96 uT	31,0 uT
2013	04	04	4,76 uT	63,4 uT
2014	05	05	5,01 uT	59,0 uT
2015	12	11	1,21 uT	112,0 uT
2016	02	02	8,72 uT	10,7 uT
2017	11	10	0,62 uT	148 uT
2018	11	11	1,71 uT	930,0 uT
2019	09	08	5,35 uT	155,0 uT

2020	16	16	0,40 uT	80,0 uT
2021	13	11	0,50 uT	72,1 uT
2022	20	11	5,0 uT	45,0 uT
2023	24	12	5,8 uT	52,2 uT
2024	14	07	3,0 uT	130,1 uT

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Ao observar a tabela 18 percebe-se que os valores mínimos referentes aos anos de 2010, 2011, 2013, 2015, 2017, 2018, 2020, 2021 e o primeiro semestre de 2024 estão de acordo com as normativas estabelecidas pelas portarias do Ministério da Saúde. Já os valores mínimos correspondentes aos anos de 2012, 2014, 2016, 2019, 2022 e 2023 e também todos os valores máximos registrados no período da pesquisa estavam com níveis em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos para o parâmetro de turbidez.

4.1.13 - Ferro

O ferro é encontrado principalmente em águas subterrâneas devido a dissolução deste minério com o gás carbônico da água. O resultado desse processo de dissolução forma o carbonato ferroso que é bastante solúvel e frequentemente encontrado em águas de poços contendo elevados níveis deste minério. Entretanto em águas superficiais a concentração de ferro geralmente aumenta durante o período chuvoso devido ao maior transporte de solos ocasionados pelos processos erosivos das margens (CETESB, 2018).

As principais fontes de ferro são os minerais escuros (máficos) que concentram níveis de ferro como a magnetita, biotita, pirita, piroxênios e anfibólios. O ferro em seu estado ferroso forma compostos solúveis, principalmente hidróxidos, em ambientes oxidantes o íon ferroso (Fe^{2+}) passa a hidróxido de ferro (Fe^{3+}) que é insolúvel e precipita fortemente na água. A concentração normal deste produto em água não apresenta problemas à saúde humana. No entanto altas concentrações desses metais conferem coloração amarelada e acarretam sabor amargo (EMBRAPA, 2011).

Em águas tratadas para abastecimento devido ao emprego de produtos coagulantes a base de ferro juntamente com a floculação ocorre a elevação do seu teor. O aumento da sua concentração também provoca problemas relacionados ao desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, situação que ocasiona contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. Nas estações de tratamento de água que ocorre esse aumento da concentração de ferro pelo processo de floculação somente é resolvido com aplicação de cloro denominada de pré-cloração (CETESB, 2018).

Entretanto, é importante esclarecer que a pré-cloração de água deve ser evitada, pois caso haja certos compostos orgânicos chamados precursores o cloro provoca uma reação junto a eles e formará os trihalometanos e com isso o desenvolvimento de câncer. Apesar do organismo humano necessitar de 9 mg de ferro diários as normativas brasileiras como a resolução do CONAMA 357/2005 e as portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021) estabelecem como padrão de potabilidade na água de abastecimento público o valor máximo permitido de 0,3 mg/L, (EMBRAPA, 2011).

Esse limite estabelecido está relacionado aos problemas estéticos da presença de ferro na água e também do sabor que passa a conferir. Nas águas subterrâneas podem ocorrer concentrações até mesmo abaixo de 0,3 mg/L. As técnicas de controle e remoção deste metal na água são realizadas por meio do processo de aeração, sedimentação e filtração associados ao uso de oxidantes (EMBRAPA, 2011).

De acordo com a tabela 19 as análises de ferro na água bruta do rio Montes Claros identificadas e registradas encontram-se em desacordo com a quantidade de coletas extraídas nos anos de 2010, 2011 e do ano de 2013 até o primeiro semestre do ano de 2024.

Tabela 19 - Quantitativo de coletas e das análises de Ferro na água bruta do rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	03	0,0 mg/L	0,0 mg/L
2011	06	04	0,05 mg/L	0,52 mg/L
2012	05	05	0,18 mg/L	0,61 mg/L
2013	04	03	0,0 mg/L	0,65 mg/L
2014	05	01	sem registro	0,22 mg/L
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	00	sem registro	sem registro
2018	11	02	0,06 mg/L	1,1 mg/L
2019	09	03	0,023 mg/L	0,031 mg/L
2020	16	05	0,0 mg/L	0,35 mg/L
2021	13	03	0,019 mg/L	0,28 mg/L
2022	20	01	sem registro	0,66 mg/L
2023	24	02	0,71 mg/L	5,4 mg/L

2024	14	01	sem registro	0,21 mg/L
------	----	----	--------------	-----------

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Os valores mínimos registrados durante os anos de 2010, 2011, 2013, 2018, 2019, 2020 e 2021 encontram-se de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pela legislação federal para o parâmetro de ferro na água de abastecimento público. Somente em 2023 o valor mínimo alterou o valor para 0,7 mg/L.

Em 2015, 2016 e 2017 não ocorreram registros de análises de ferro na água bruta do manancial, no entanto em 2014, 2022 e 2024 também não ocorreram registros mínimos para a presença de ferro. Quanto aos valores máximos de 2011, 2012, 2013, 2018, 2020, 2022 e 2023 estavam acima do valor estabelecido pelas normativas legais de 0,3 mg/L.

4.1.14 - Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido configura-se em um elemento essencial para o metabolismo dos microrganismos aeróbios presentes em águas naturais, sendo indispensável para os seres vivos, principalmente os peixes que precisam de oxigênio para respirar, e normalmente não resistem a concentrações de oxigênio dissolvido na água inferiores a 4,0 mg/L (EMBRAPA, 2011).

A concentração da saturação de oxigênio no corpo hídrico depende principalmente da temperatura ambiente, pressão e do nível de salinidade que a água apresenta. A taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície depende das características hidráulicas (velocidade da água) além de ser proporcional à essa velocidade, desta forma, a quantidade de oxigênio absorvido por uma cascata (queda d'água) é maior do que a de um rio com velocidade normal, que por sua vez é superior a taxa de uma represa que possui velocidade bastante baixa (CETESB, 2018).

Uma outra fonte importante de oxigênio na água é a fotossíntese das plantas aquáticas principalmente as algas, entretanto essa fonte não é significativa em trechos de rios com fortes lançamentos de esgotos. Os esgotos lançados alteram os parâmetros de turbidez e da cor da água, situação que dificulta principalmente a penetração dos raios solares e dessa forma somente algumas poucas espécies conseguem resistir às condições severas de poluição (CETESB, 2018).

A contribuição do processo de fotossíntese realizada pelas plantas aquáticas é expressiva somente após grande parte da atividade bacteriana na decomposição de matéria orgânica ter ocorrido e também após o desenvolvimento de protozoários que além de decompositores consomem essas bactérias e clarifica a água o que permite a penetração da luz solar novamente (CETESB, 2018).

Como o oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática, as águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, pois acaba por ser consumido no processo de decomposição da matéria orgânica, porém em águas limpas as concentrações de oxigênio dissolvido são elevadas geralmente superiores a 5 mg/L, exceto se ocorrerem algumas condições naturais que causem a diminuição dos valores desse parâmetro (ANA, 2005).

Em um corpo d'água eutrofizado, o crescimento excessivo de algas pode dar uma falsa sensação acerca do grau de poluição da água, quando se toma por base a concentração de oxigênio dissolvido. As águas eutrofizadas (ricas em nutrientes) podem apresentar concentrações de oxigênio superiores a 10 mg/L, processo conhecido como supersaturação, situação que ocorre geralmente em lagos e represas devido ao excessivo crescimento de algas durante o dia, esse fenômeno eleva a fotossíntese e também o oxigênio (ANA, 2005).

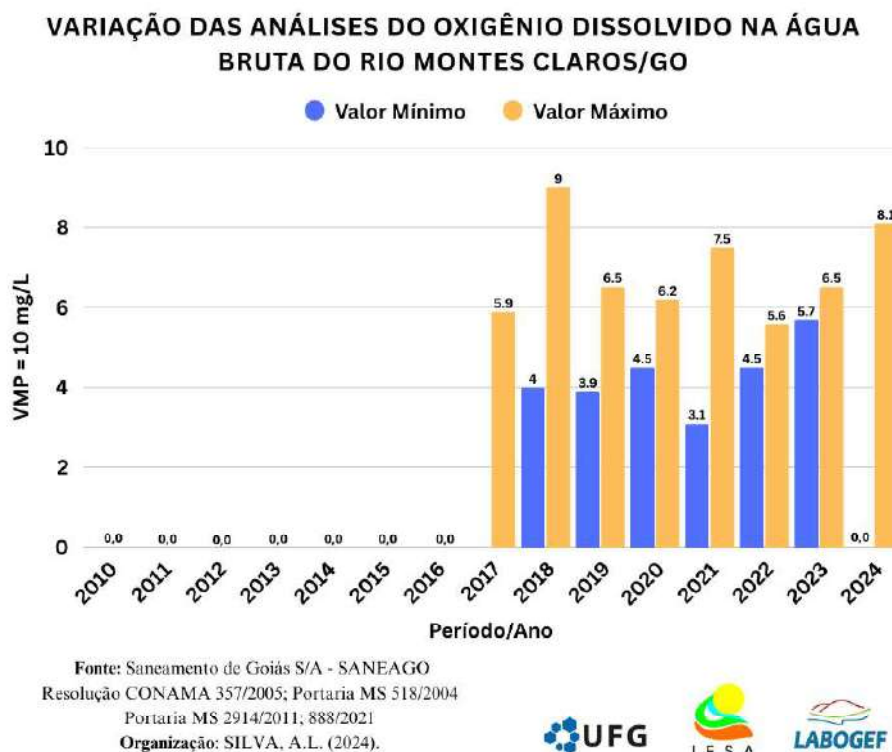
Entretanto, durante a noite não ocorre o processo de fotossíntese e a respiração dos organismos aquáticos ficam comprometidas com uma drástica redução das concentrações de oxigênio, aspecto esse que causa a mortandade de peixes. Nas estações de tratamento de esgoto é essencial o processo de manutenção da autodepuração³¹ dos sistemas aquáticos naturais como forma de garantir uma adequada quantidade de oxigênio dissolvido na água (CETESB, 2018).

Com a medição da concentração de oxigênio dissolvido é possível avaliar os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos durante a oxidação bioquímica. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural manter a sua vida aquática (ANA, 2005).

Como demonstra o gráfico 14 todas as análises de oxigênio dissolvido extraídas do rio Montes Claros durante o período de estudo da pesquisa estavam desproporcionais aos quantitativos de coletas realizadas, ou seja, ocorreram mais coletas de amostras de água bruta do manancial do que a realização das análises destas amostras.

³¹ Autodepuração é a capacidade natural do corpo receptor em restabelecer o equilíbrio do meio líquido através de processos de decomposição biológica. (CETESB, 2018).

Gráfico 14 - Variação das Análises do Oxigênio Dissolvido na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO.



Somente a partir dos anos de 2017 até o primeiro semestre de 2024 da pesquisa foram realizadas análises referentes ao parâmetro de oxigênio dissolvido na água bruta do rio Montes Claros de acordo com os dados fornecidos pela companhia de abastecimento público de Goiás - SANEAGO S/A. No entanto todos os valores mínimos e máximos registrados durante este período de análise estavam de acordo com os padrões estabelecidos pelas Portarias do Ministério da Saúde e do CONAMA.

Com relação a tabela 20 do quantitativo de coletas realizadas e suas análises registradas observa-se que ocorreram sequências desproporcionais em relação ao que realmente foram coletadas as amostras de água bruta e a realização de sua análise.

Tabela 20 - Quantitativo de coletas e análises de Oxigênio Dissolvido na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	00	sem registro	sem registro
2011	06	00	sem registro	sem registro
2012	05	00	sem registro	sem registro
2013	04	00	sem registro	sem registro
2014	05	00	sem registro	sem registro

2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	01	sem registro	5,9 mg/L
2018	11	03	4,0 mg/L	9,0 mg/L
2019	09	02	3,9 mg/L	6,5 mg/L
2020	16	04	4,5 mg/L	6,2 mg/L
2021	13	03	3,1 mg/L	7,5 mg/L
2022	20	02	4,5 mg/L	5,6 mg/L
2023	24	02	5,7 mg/L	6,5 mg/L
2024	14	01	sem registro	8,1 mg/L

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Nos anos de 2010 até 2016 não ocorreram registros em todas as coletas de água bruta realizadas no manancial e no primeiro semestre de 2024 não ocorreram registros dos valores mínimos de oxigênio dissolvido. O oxigênio dissolvido na água bruta do rio Montes Claros para esse período da pesquisa estava de acordo com os padrões normais de potabilidade estabelecidos pela legislação que determina 10 mg/L.

4.1.15 - Condutividade

Condutividade é a capacidade que a água possui de produzir corrente elétrica, essa capacidade depende basicamente da presença das concentrações de íons e da temperatura além de indicar a quantidade de sais existentes na coluna d'água. As soluções de grande parte dos ácidos, bases e sais inorgânicos são relativamente bons condutores, entretanto as moléculas de compostos orgânicos que não dissociam em solução aquosa, em sua maioria produzem pouca corrente elétrica (EMBRAPA, 2011).

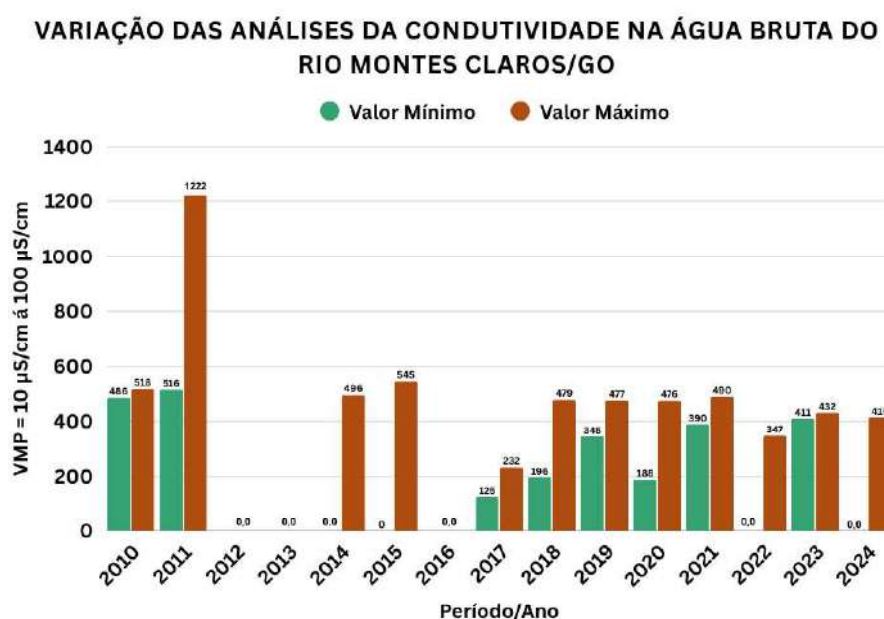
A condutividade também indica uma medida indireta da concentração de poluentes, em geral níveis acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (cem microsiemens por centímetro) está associado a ambientes impactados. Em águas naturais os teores de condutividade são na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A condutividade é medida por condutímetro sendo expressa em microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ou milisiemens por centímetro (mS/cm) (CETESB, 2018).

O parâmetro da condutividade também fornece uma boa indicação de modificações na composição de uma água, principalmente relacionada à concentração mineral. No entanto, não se espera uma relação direta entre condutividade e a concentração de sólidos totais dissolvidos, uma

vez que as águas naturais não se apresentam como soluções simples. Esta correlação somente é possível em águas de determinadas regiões que existam predominância definida de um determinado íon em solução (SAÚDE, 2006).

O gráfico 15 apresenta a variação do parâmetro de condutividade presente na água bruta do rio Montes Claros durante o período de 2010 até o primeiro semestre do ano de 2024, com dados e informações obtidas junto a empresa de saneamento público do Estado de Goiás - SANEAGO S/A.

Gráfico 15 - Variação das Análises de Condutividade na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO.



Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
Portaria MS 2914/2011; 888/2021
Organização: SILVA, A.L. (2024).



As análises que resultaram em intervalos de valores mínimos e máximos do parâmetro da condutividade da água bruta do manancial durante os anos de 2010, 2011, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 e 2023 obtiveram valores em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelas portarias do Ministério da Saúde e da Resolução 357/2005 do CONAMA. No entanto, durante os anos de 2014, 2015, 2022 e o primeiro semestre de 2024 não ocorreram registros acerca dos valores mínimos.

Esse fato comprova a desproporcionalidade ocorrida entre a quantidade de coletas realizadas e as amostras de água analisadas durante todo o período de estudo da pesquisa como apresentado na tabela 21.

Tabela 21 - Quantitativo de coletas e análises de Condutividade da Água Bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	03	486 µS/cm	518 µS/cm
2011	06	02	516 µS/cm	1.222 µS/cm
2012	05	00	sem registro	sem registro
2013	04	00	sem registro	sem registro
2014	05	01	sem registro	496 µS/cm
2015	12	04	0,005 µS/cm	545 µS/cm
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	05	125 µS/cm	232 µS/cm
2018	11	03	196 µS/cm	479 µS/cm
2019	09	03	345 µS/cm	477 µS/cm
2020	16	07	188,1 µS/cm	476 µS/cm
2021	13	03	390 µS/cm	490 µS/cm
2022	20	01	sem registro	347 µS/cm
2023	24	02	411 µS/cm	432 µS/cm
2024	14	01	sem registro	415 µS/cm

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Nos anos de 2012, 2013 e 2016 ocorreram as coletas de amostras da água do rio Montes Claros, entretanto não ocorreram análises e posteriormente o registro do nível da condutividade, resultando na falta de dados acerca dos valores mínimos e máximos do presente parâmetro.

4.1.16 - Sólidos Totais

Os sólidos totais dissolvidos estão relacionados à soma de todos os constituintes químicos dissolvidos na água. Os sólidos presentes na água podem estar distribuídos em sólidos totais em suspensão (sedimentáveis e não sedimentáveis) e sólidos totais dissolvidos (voláteis e fixos). Os sólidos em suspensão são definidos como as partículas passíveis de retenção por processo de filtração, enquanto os sólidos dissolvidos são constituídos por partículas de diâmetro inferior 10 µm (dez micrômetros) e que permanecem em solução mesmo após a filtração (EMBRAPA, 2011).

A análise do parâmetro de sólidos totais dissolvidos na água está relacionada às qualidades estéticas da água potável e também como indicador agregado da presença de produtos químicos

contaminantes, geralmente as fontes primárias dos sólidos dissolvidos em água receptora estão associadas aos usos agrícolas e residenciais, lixiviados de solos contaminados e de fontes pontuais de descarga de poluição das águas industriais ou estações de tratamento de esgotos (SAÚDE, 2006).

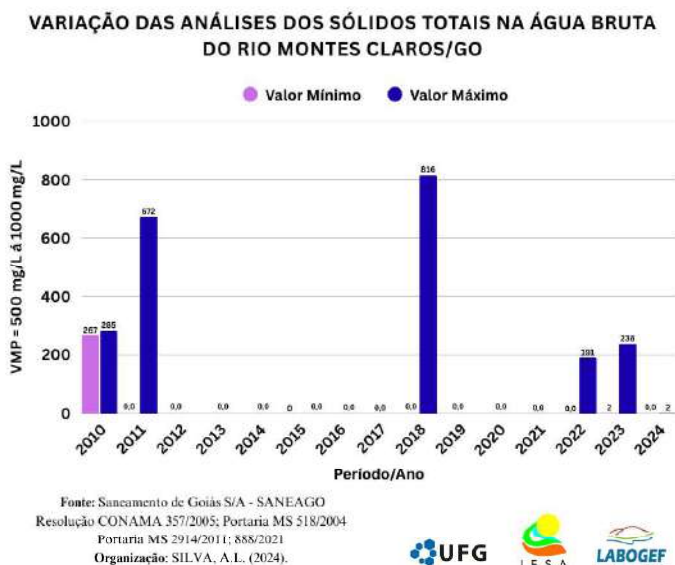
As substâncias dissolvidas podem ser formadas ainda por íons orgânicos e inorgânicos (como o carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, fosfato, nitrato, cálcio, magnésio e sódio) prejudiciais à vida aquática em concentrações elevadas. Embora os parâmetros de turbidez e sólidos totais estejam associados, eles não são absolutamente equivalentes (EMBRAPA, 2011).

Uma das formas de medir e analisar os sólidos totais em uma amostra de água é por meio da conversão de medida da condutividade elétrica. Para converter a condutividade elétrica da amostra em concentração aproximada dos sólidos totais dissolvidos, o valor da condutividade elétrica é multiplicado por um fator de conversão, que depende da composição química dos sólidos dissolvidos (EMBRAPA, 2011).

A maioria dos instrumentos multi parâmetros que medem a condutividade realizam essa conversão, entretanto a condutividade varia de acordo com a temperatura, assim os instrumentos possuem circuitos que a compensam automaticamente para corrigir as leituras em um padrão de 25°C. O padrão de potabilidade estabelecido pelas normativas brasileiras refere-se apenas aos sólidos totais dissolvidos com limite de até 1.000 mg/L, pois esse padrão reflete na influência do lançamento de esgotos além de afetar a qualidade organoléptica da água (SAÚDE, 2006).

O gráfico 16 apresenta a variação dos valores mínimos e máximos dos Sólidos Totais registrados nas coletas de água bruta do rio Montes Claros durante o intervalo de tempo entre 2010 até o primeiro semestre do ano de 2024 e disponibilizados para a realização desta pesquisa pela empresa de abastecimento e saneamento do Estado de Goiás - SANEAGO S/A.

Gráfico 16 - Variação dos Sólidos Totais na Água Bruta do rio Montes Claros/GO.



Os valores registrados durante os anos de 2010, 2011, 2018, 2022 e 2023 acerca dos sólidos totais obtiveram resultados de acordo com o padrão de potabilidade estabelecidos pelas portarias do Ministério da Saúde e da resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA.

Entretanto a tabela 22 apresenta enorme desproporcionalidade entre a quantidade de amostras de água coletadas e a realização das análises registradas dos sólidos totais presentes na água bruta do manancial

Tabela 22 - Quantitativo de coletas e análises dos Sólidos Totais na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	03	267,3 mg/L	284,9 mg/L
2011	06	01	sem registro	672,1 mg/L
2012	05	00	sem registro	sem registro
2013	04	00	sem registro	sem registro
2014	05	00	sem registro	sem registro
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	00	sem registro	sem registro
2018	11	01	sem registro	816,4 mg/L
2019	09	00	sem registro	sem registro
2020	16	00	sem registro	sem registro

2021	13	00	sem registro	sem registro
2022	20	01	sem registro	190,85 mg/L
2023	24	02	2,26 mg/L	237,6 mg/L
2024	14	01	sem registro	2,28 mg/L

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Observa-se que durante os anos de 2012 a 2017 e 2019 a 2021 foram realizadas coletas de amostras de água bruta, porém não foram realizadas análises das amostras, ocasionando a falta de dados registrados dos valores mínimos e máximos nestes períodos. Foi possível identificar ainda nos anos de 2011, 2018, 2022 e no primeiro semestre de 2024 somente 01 (uma) única análise registrada para o presente parâmetro.

4.1.17 - Nitrato

O nitrato geralmente ocorre em pequenas quantidades nas águas superficiais, mas em águas subterrâneas podem atingir elevadas concentrações (até 5 mg/L), já na água potável o valor máximo é de 10 mg/L. A origem do nitrato pode estar associada às rochas ígneas (ou vulcânicas), como também a decomposição de animais e vegetais e faz parte do ciclo do nitrogênio (EMBRAPA, 2011).

Os sais inorgânicos de nitrato são bastante solúveis em água e pouco reativos, na natureza, são utilizados pelas plantas como nutriente essencial e no corpo humano está presente em todos os órgãos e participa de várias reações no organismo. Comercialmente o nitrato de amônio e o nitrato de potássio são utilizados como fertilizantes inorgânicos (na agricultura e plantios florestais) em função da necessidade de nutrientes NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) no desenvolvimento das espécies vegetais (CETESB, 2018).

O excesso de nitrogênio acrescentado às culturas agrícolas via processo de fertilização também pode ser uma elevada fonte de contaminação da água superficial e subterrânea através do processo de lixiviação do solo. A contaminação da água superficial por compostos nitrogenados e fósforo (esgoto) pode levar ao processo de eutrofização caracterizado pelo aumento da concentração de nutrientes que favorece a multiplicação de algas e cianobactérias que resultará no desequilíbrio do meio aquático (com a redução do oxigênio e também da passagem da luz) (CETESB, 2018).

Como o nitrato é parte do ciclo do nitrogênio no corpo humano até certo ponto a água para consumo humano pode constituir dessa fonte de recurso, uma vez que, a maior parcela de nitrato no organismo humano é excretada na urina e pequenas parcelas podem migrar da corrente sanguínea para a saliva e serem transformadas em nitrito. Entretanto elevadas concentrações de nitrato no

organismo humano (processo de intoxicação) pode oxidar a hemoglobina para metemoglobina que causará a diminuição do transporte de oxigênio para os tecidos diminuição da pressão arterial, aumento do batimento cardíaco, dor de cabeça, cólica abdominal, vômito e até mesmo a morte (CETESB, 2018).

Em bebês, os baixos níveis de oxigênio no sangue podem conferir uma coloração azulada na pele, principalmente dos pés, mãos, rosto e lábios. A Agência Internacional de Pesquisas em Câncer (IARC) classifica o nitrato ingerido sob condições que resultem na geração endógena de nitrosaminas como prováveis cancerígenos para o ser humano. As normativas brasileiras como a resolução do CONAMA 357/2005 e a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde estabelecem o valor máximo permitido do nitrato em água potável para consumo humano de 10 mg/L nas classes de água 1, 2 e 3 (CETESB, 2022).

A tabela 23 apresenta a quantidade de coletas realizadas juntamente com as análises das mesmas na água bruta do rio Montes Claros no período de 2010 até o primeiro semestre do ano de 2024, de acordo com dados e informações disponibilizadas pela empresa de saneamento do Estado de Goiás - SANEAGO S/A.

Tabela 23 - Quantitativo de coletas e análises do Nitrato na água bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	00	sem registro	sem registro
2011	06	00	sem registro	sem registro
2012	05	00	sem registro	sem registro
2013	04	00	sem registro	sem registro
2014	05	00	sem registro	sem registro
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	01	sem registro	0,002 mg/L
2018	11	02	0,0 mg/L	0,03 mg/L
2019	09	01	sem registro	0,0 mg/L
2020	16	03	0,1 mg/L	0,2 mg/L
2021	13	03	0,0 mg/L	0,4 mg/L
2022	20	01	sem registro	0,006 mg/L
2023	24	02	0,5 mg/L	1,2 mg/L

2024	14	01	sem registro	0,2 mg/L
------	----	----	--------------	----------

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

É importante observar que durante todo o período correspondente aos dados ocorreu de forma desproporcional o quantitativo de coletas das amostras de água bruta do manancial em relação a suas análises quanto ao parâmetro do nitrato. Durante os anos de 2010 até 2016 não ocorreram análises sem o registro mínimo e máximo do elemento químico na água.

Nos períodos de 2017, 2019, 2022 e no primeiro semestre de 2024 ocorreu somente 01 (uma) única análise, entretanto todos os valores que foram registrados durante o período de estudo da pesquisa estavam de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação federal.

4.1.18 - Nitrito

O nitrito é um estágio de oxidação intermediário do nitrogênio e sua ocorrência deve-se tanto pela oxidação do amônio como pela redução do nitrato. Assim como o nitrato, o nitrito pode originar das rochas vulcânicas, decomposição de animais e vegetais e também faz parte do processo do ciclo do nitrogênio. Os íons de nitrato e nitrito são encontrados totalmente dissociados na água (EMBRAPA, 2011).

No corpo humano o nitrito também está presente em todos os órgãos e na participação das reações do organismo. Comercialmente o nitrito de sódio está presente nos conservantes dos alimentos, principalmente em carnes e embutidos, também em queijos e peixes com objetivo de inibir a proliferação de microrganismos. O nitrito de sódio também é utilizado em medicamentos e tratamentos terapêuticos como o tratamento da hipertensão arterial pulmonar (CETESB, 2018).

A amônia também é formadora de nitrito que rapidamente é oxidado em nitrato em um processo conhecido como nitrificação que ao ocorrer em meio aquoso altera a qualidade das águas de consumo humano. A nitrificação pode ocasionar a contaminação de corpos d'água pelo mesmo processo realizado pelo nitrato por compostos nitrogenados e fósforo presentes geralmente nos esgotos que resultará na eutrofização. No solo a presença de nitrito pode ter suas origens em rochas naturais, em atividades industriais de produção e no uso de fertilizantes aplicados em quantidades superiores à capacidade de assimilação da cultura agrícola (EMBRAPA, 2011).

A exposição humana ao nitrito também ocorre de forma semelhante ao nitrato, através do consumo de alimentos e da água. Raramente o nitrito é encontrado em águas potáveis com níveis superiores a 0,1 mg/L. A Agência Internacional de Pesquisas em Câncer (IARC) classifica também o nitrito, ingeridos sob condições que resultem na geração endógena de nitrosaminas como prováveis cancerígenos para o ser humano. As normativas brasileiras tanto a resolução do

CONAMA 357/2005 quanto a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde estabelecem o valor máximo permitido de nitrito na água potável para consumo humano de 1,0 mg/L nas classes de água 1, 2 e 3 (CETESB, 2022).

Assim como ocorreu com as coletas da análise do nitrato na água bruta do rio Montes Claros, o nitrito também obteve um volume desproporcional em relação a quantidade de coletas de amostras da água e suas respectivas análises, como demonstra a tabela 24.

Tabela 24 - Quantitativo de coletas e análises de Nitrito na água bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	00	sem registro	sem registro
2011	06	00	sem registro	sem registro
2012	05	00	sem registro	sem registro
2013	04	00	sem registro	sem registro
2014	05	00	sem registro	sem registro
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	03	0,0 mg/L	0,003 mg/L
2018	11	03	0,005 mg/L	0,027 mg/L
2019	09	00	sem registro	sem registro
2020	16	03	0,002 mg/L	0,005 mg/L
2021	13	03	0,0 mg/L	0,004 mg/L
2022	20	01	sem registro	0,017 mg/L
2023	24	02	0,009 mg/L	0,068 mg/L
2024	14	01	sem registro	0,006 mg/L

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Entre os períodos de 2010 até 2016 como também no ano de 2019, não foram registrados valores mínimos e máximos nas amostras de água bruta do rio Montes Claros pela companhia de abastecimento do Estado de Goiás - SANEAGO S/A. Nos anos de 2022 e no primeiro semestre de 2024 obteve-se somente 01 (um) único registro que estava de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos para o parâmetro do nitrito em água destinada ao abastecimento público. Todos os demais valores registrados durante o período de análise estavam de acordo com os

padrões de potabilidade estabelecidos pelas Portarias do Ministério da Saúde e pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA.

4.1.19 - Sulfato

No ambiente natural o sulfato é considerado um dos íons mais abundantes, quando presente em águas naturais a fonte de sulfato ocorre pela dissolução dos solos e rochas e pela oxidação de sulfeto. Os sulfatos podem ser dissolvidos dos minerais gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), anidrita (CaSO_4), barita (BaSO_4) dentre outros, entretanto elevadas concentrações de sulfato em águas naturais são mais comuns associadas a presença desses minerais (EMBRAPA, 2011).

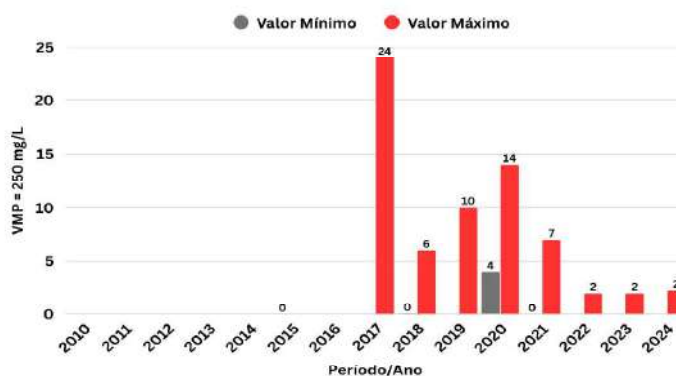
As principais fontes antrópicas de sulfato nas águas superficiais são as descargas de esgotos domésticos e os efluentes industriais e nas águas tratadas destinadas ao consumo humano é proveniente do uso de coagulantes. É importante manter sempre o controle de sulfato na água tratada pois sua ingestão pela população provoca efeito laxativo. No abastecimento industrial, o sulfato pode provocar incrustações nas caldeiras e trocadores de calor (CETESB, 2018).

Em locais com baixa declividade da rede de esgoto onde ocorre o depósito de matéria orgânica, o sulfato pode ser transformado em sulfeto, com o surgimento do gás sulfídrico que resultará em problemas de corrosão nos coletores de esgoto de concreto e odor, além de ser bastante tóxico (CETESB, 2018). As normativas legais brasileiras como a resolução 357/2005 do CONAMA e as portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021) do Ministério da Saúde estabelecem como padrão de potabilidade ao sulfato presente em águas de abastecimento público o valor até 250 mg/L (CETESB, 2022).

O gráfico 17 apresenta a variação dos níveis de sulfato presentes na água bruta do rio Montes Claros registradas em coletas realizadas a partir do ano de 2017, sendo que durante os anos de 2010 a 2016 não ocorreram análises acerca do parâmetro nas amostras de água bruta do manancial.

Gráfico 17 - Variação do Sulfato na água bruta do rio Montes Claros/GO.

VARIAÇÃO DAS ANÁLISES DO SULFATO NA ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS/GO



Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
Portaria MS 2914/2011, 888/2021
Organização: SILVA, A.L. (2024).



É importante destacar que todos os valores registrados estavam de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portarias do Ministério da Saúde e pela Resolução 357/2005 do CONAMA. Dentre todos os valores encontrados durante o período da pesquisa o valor máximo foi de 24 mg/L registrado durante o ano de 2017.

Tabela 25 - Quantitativo de coletas e análises do Sulfato na água bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	00	sem registro	sem registro
2011	06	00	sem registro	sem registro
2012	05	00	sem registro	sem registro
2013	04	00	sem registro	sem registro
2014	05	00	sem registro	sem registro
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	01	sem registro	24,0 mg/L
2018	11	02	0,05 mg/L	6,0 mg/L
2019	09	02	0,0 mg/L	10 mg/L
2020	16	05	4,0 mg/L	14,0 mg/L
2021	13	04	0,004 mg/L	2,0 mg/L
2022	20	01	sem registro	2,0 mg/L
2023	24	02	sem registro	2,0 mg/L
2024	14	01	sem registro	2,0 mg/L

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Durante os anos de 2010 a 2016 não foram registrados valores de análises nas coletas de amostras de água bruta do manancial, porém nos anos de 2017, 2022 e primeiro semestre de 2024 ocorreram somente 01 (um) único registro.

4.1.20 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (D.B.O. 05 dias a 20° C)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo numa temperatura de incubação específica, sendo o tempo correspondente a 05 (cinco) dias e a temperatura de incubação de 20° C. Os parâmetros de DBO são utilizados para indicar a presença de matéria orgânica na água, uma vez que, a matéria orgânica é responsável pelo principal problema de poluição das águas e que contribui para a redução de oxigênio dissolvido (SAÚDE, 2006); (CETESB, 2018).

As maiores concentrações de DBO em um corpo d'água podem ter suas origens na microflora presente, situação que interfere na vida aquática, pois, além de produzir sabores e odores desagradáveis, ainda pode obstruir os filtros de areia geralmente utilizados em estações de tratamento de água. A DBO é um parâmetro também importante no tratamento de esgotos, pois mantém a eficiência das estações tanto para tratamentos biológicos aeróbios e anaeróbios quanto aos tratamentos físico-químicos da água para consumo humano (CETESB, 2018).

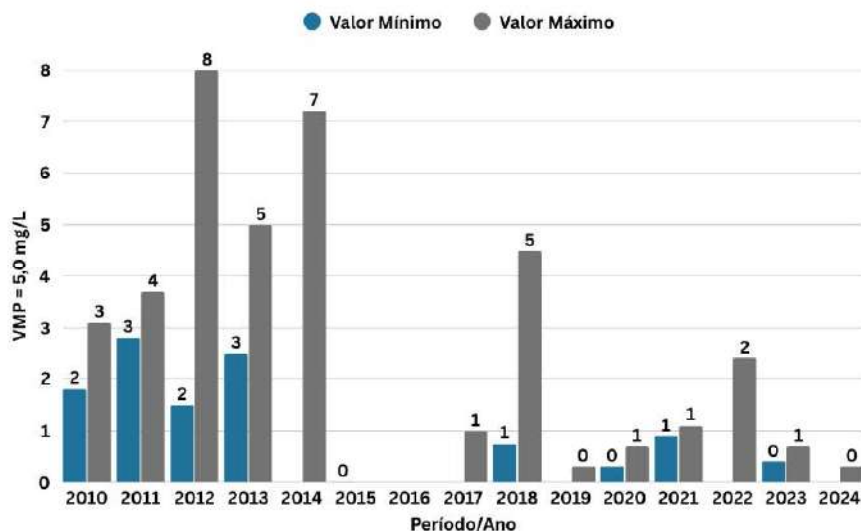
A DBO é expressa em mg/L (miligramas por litro) e sua concentração média nos esgotos domésticos é da ordem de 300 mg/L, situação que indica que são necessários 300 miligramas de oxigênio para estabilizar em um período de 05 (cinco) dias e a uma temperatura de 20° C, a quantidade de matéria orgânica biodegradável contida em 01 (um) litro de amostra de água (SAÚDE, 2006).

Nos laticínios, cervejarias e frigoríficos que produzem efluentes industriais com processamento de matéria orgânica geralmente costumam apresentar valores de DBO na ordem de grandeza de dezenas ou mesmo centenas de gramas por litro, entretanto em ambientes naturais não poluídos, a concentração de DBO é baixa em torno de 1 mg/L a 10 mg/L, podem atingir valores bem mais elevados em corpos d'água com risco de poluição orgânica (decorrentes do recebimento de esgotos domésticos ou de criatórios de animais) (SAÚDE, 2006).

A variação da Demanda Bioquímica de Oxigênio presente na água bruta do rio Montes Claros é apresentada pelo gráfico 18, o qual demonstra valores mínimos e máximos correspondentes aos períodos das análises da pesquisa (durante o ano de 2010 até o primeiro semestre do ano de 2024).

Gráfico 18 - Variação da Demanda Bioquímica de Oxigênio na água bruta do rio Montes Claros/GO.

VARIAÇÃO DAS ANÁLISES DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO NA ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS/GO



Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
 Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
 Portaria MS 2914/2011; 888/2021
 Organização: SILVA, A.L. (2024).



O valor máximo permitido para o parâmetro de DBO em águas destinadas ao abastecimento público estabelecido pelas normativas corresponde a 5,0 mg/L, no entanto todos os valores registrados na água bruta do rio Montes Claros estavam de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde e pela Resolução 357/2005 do CONAMA.

Tabela 26 - Quantitativo de coletas e análises de D.B.O. na água bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	04	1,8 mg/L	3,1 mg/L
2011	06	03	2,8 mg/L	3,7 mg/L
2012	05	05	1,5 mg/L	8,0 mg/L
2013	04	03	2,5 mg/L	5,0 mg/L
2014	05	01	sem registro	7,2 mg/L
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	01	sem registro	1,0 mg/L
2018	11	03	0,75 mg/L	4,5 mg/L
2019	09	01	sem registro	0,3 mg/L

2020	16	04	0,3 mg/L	0,7 mg/L
2021	13	03	0,9 mg/L	1,1 mg/L
2022	20	02	0,0 mg/L	2,4 mg/L
2023	24	02	0,4 mg/L	0,7 mg/L
2024	14	01	sem registro	0,3 mg/L

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

É importante destacar que os valores das coletas de amostras de água bruta do rio Montes Claros estavam desproporcionais ao quantitativo de análises realizadas, sendo que no ano de 2015 e 2016 ocorreram coletas porém não houveram registros de análises. Durante os anos de 2014, 2017, 2019 e no primeiro semestre do ano de 2024 ocorreram somente 01 (uma) única análise para o parâmetro de DBO dentre as coletas realizadas nesses períodos.

4.1.21 - Manganês

O manganês ocorre de forma natural em águas superficiais e subterrâneas, no entanto as atividades antrópicas também são responsáveis pela contaminação da água por esse elemento químico, são utilizados juntamente com seus compostos na indústria de aço, ligas metálicas, baterias, vidros, oxidantes para limpeza, fertilizantes, vernizes, suplementos veterinários dentre outros usos. Em águas superficiais naturais raramente o manganês atinge concentrações de 1,0 mg/L, pois geralmente estão presentes nesse ambiente em quantidades até 0,2 mg/L ou menos que esse valor (CETESB, 2018).

Na água o manganês ocorre de forma dissolvida ou suspensa, situação que varia conforme o pH e o potencial redox. As águas subterrâneas possuem geralmente níveis elevados de manganês dissolvido, já nos rios o manganês é absorvido juntamente com as partículas suspensas de sedimentos. O manganês dissolve uma coloração negra na água e pode apresentar em estados de oxidação mais estáveis (Mn⁺²) e menos solúveis (Mn⁺⁴) (CETESB, 2022).

O manganês pode acumular-se em organismos como algas, moluscos e em alguns peixes, mas a sua biomagnificação na cadeia alimentar não é significativa, devido ao seu processo de bioacumulação ser maior em níveis tróficos inferiores do que nos níveis superiores. O manganês com concentrações menores que 0,05 mg/L geralmente são aceitos para consumo, pois nesse nível de concentração não ocorrem manchas negras ou depósitos de oxidação nos sistemas de abastecimento de água (CETESB, 2018).

Em pequenas quantidades são essenciais nos organismos vivos, inclusive nos seres humanos, e contribuem principalmente para os processos reprodutivos, manutenção da estrutura óssea e funcionamento do sistema nervoso. A principal fonte de exposição do manganês aos seres humanos

é por meio dos alimentos, suplementos nutricionais ou mesmo presentes na água de abastecimento público (CETESB, 2022).

O manganês em níveis elevados no organismo humano pode resultar em efeitos neurológicos e neuropsiquiátricos (como alucinações, instabilidade emocional, além de distúrbios de comportamento e fala). As normativas brasileiras como a resolução do CONAMA 357/2005 e as portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021) do Ministério da Saúde estabelecem como valores máximos permitidos de manganês presente em águas da classe 1 e 2 destinadas ao consumo humano o valor de até 0,1 mg/L.

A tabela 27 demonstra a quantidade de manganês registrado na água bruta do rio Montes Claros entre o período de 2010 até o primeiro semestre do ano de 2024 através de dados e informações disponibilizadas pela empresa de saneamento do Estado de Goiás - SANEAGO S/A.

Tabela 27 - Quantitativo de coletas e análises de Manganês na água bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	00	sem registro	sem registro
2011	06	00	sem registro	sem registro
2012	05	00	sem registro	sem registro
2013	04	00	sem registro	sem registro
2014	05	00	sem registro	sem registro
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	00	sem registro	sem registro
2018	11	02	0,039 mg/L	0,047 mg/L
2019	09	02	0,038 mg/L	0,05 mg/L
2020	16	05	0,0 mg/L	0,156 mg/L
2021	13	03	0,035 mg/L	0,086 mg/L
2022	20	01	sem registro	0,087 mg/L
2023	24	02	0,044 mg/L	0,066 mg/L
2024	14	01	sem registro	0,09 mg/L

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

É importante destacar que o quantitativo de coletas de água extraídas do manancial encontram-se desproporcionais aos das análises registradas, onde no intervalo do ano de 2010 até 2017 não foram realizados registros de análises. No ano de 2022 e primeiro semestre do ano de 2024 foram registrados somente 01 (uma) única análise da água bruta do manancial referente ao parâmetro de manganês.

Somente 01 (um) único valor correspondente a 0,156 mg/L estava acima do padrão de potabilidade estabelecido pela legislação do Ministério da Saúde e do CONAMA registrado como valor máximo durante as análises realizadas no ano de 2020. Todos os demais valores registrados estavam de acordo com o padrão estabelecido.

4.1.22 - Nitrogênio Amônia

Em águas naturais são diversas as fontes de nitrogênio, entretanto os esgotos sanitários representam a principal fonte ao lançar nas águas o nitrogênio orgânico (com presença de proteínas) e o nitrogênio amoniacal (com a hidrólise de ureia) na água. O nitrogênio amônia, gás amoníaco ou somente amônia (NH₃) representa um gás incolor, alcalino e irritante em condições de temperatura e pressão normais, sendo bastante solúvel em água com valores de pH baixos (ou seja, pH ácidos) (CETESB, 2018).

Em concentrações acima de 30 mg/L é detectável um forte odor, com 50 mg/L ocorre irritação ocular e nasal, com 1.000 mg/L provoca disfunção pulmonar, e risco de morte se a pessoa for exposta a concentrações acima de 1.500 mg/L. Além da sua presença nos efluentes domésticos e industriais também resulta da decomposição natural de matéria orgânica (EMBRAPA, 2011).

No meio agrícola o nitrogênio amoniacal e seus derivados (ureia, nitrato de amônia) são utilizados como fertilizantes e também como componentes de vários produtos de limpeza. A amônia é muito biodegradável, pois as plantas as absorvem com facilidade sendo um nutriente muito importante como fornecedor de nitrogênio para a produção de compostos orgânicos (CETESB, 2018).

Em elevadas concentrações nas águas para consumo pode causar graves danos pois interfere no transporte de oxigênio pela hemoglobina, também é bastante restritivo à vida aquática por ser tóxico em meio aquoso, muitas espécies de peixes não suportam concentrações acima de 5 mg/L e até mesmo valores que ultrapassam 0,01 mg/L podem ser bastante tóxicos para algumas espécies da fauna aquática (EMBRAPA, 2011).

É, conseqüentemente, um parâmetro que provoca o consumo de oxigênio dissolvido em águas naturais, a chamada DBO em estágio secundário. Por esses motivos, a concentração de nitrogênio amoniacal é um importante parâmetro de classificação das águas naturais e bastante utilizado nos índices de qualidade da água (CETESB, 2018)

Na superfície da água doce os níveis de amônia elevam-se de acordo com o aumento do pH e da temperatura da água. Em pH e temperatura baixos ocorre uma combinação da amônia juntamente com a água para a produção de um íon amônio (NH_4^+) e um íon hidróxido (OH^-), o íon de amônia não é tóxico e também não provoca problemas aos organismos, entretanto a forma não ionizada possui efeito tóxico (EMBRAPA, 2011).

O pH acima de 9,0 (nove) produz amônia não ionizada e atravessam as membranas celulares de forma muito rápida à medida que o pH se torna mais elevado e quanto mais concentração de amônia penetrar o organismo mais potencializado se torna o seu efeito tóxico (CETESB, 2018).

A tabela 28 apresenta a quantidade de coletas de amostras de água bruta do rio Montes Claros e suas respectivas análises referentes aos parâmetros do nitrogênio amônia realizadas pela empresa de saneamento e abastecimento público do Estado de Goiás - SANEAGO S/A.

Tabela 28 - Quantitativo de coletas e análises de Nitrogênio Amônia na água bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	00	sem registro	sem registro
2011	06	00	sem registro	sem registro
2012	05	00	sem registro	sem registro
2013	04	00	sem registro	sem registro
2014	05	00	sem registro	sem registro
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	00	sem registro	sem registro
2018	11	01	sem registro	0,0 mg/L
2019	09	01	sem registro	0,0 mg/L
2020	16	05	sem registro	0,0 mg/L
2021	13	03	sem registro	0,0 mg/L
2022	20	00	sem registro	sem registro
2023	24	00	sem registro	sem registro
2024	14	00	sem registro	sem registro

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

O quantitativo de coletas de água bruta do manancial estavam desproporcionais às análises realizadas, sendo que durante os anos de 2010 até 2017 e também 2022 até o primeiro semestre do ano de 2024 foram realizadas coletas sem os registros de análises para o respectivo parâmetro.

Nos anos de 2018 e 2019 foram realizadas em ambos somente 01 (uma) única análise para o parâmetro de nitrogênio amônia. Entretanto todos os valores registrados estavam de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelas Portarias do Ministério da Saúde e da Resolução 357/2005 do CONAMA.

4.1.23 - Sulfeto

O sulfeto é uma espécie de combinação de metais, não metais, complexos e radicais orgânicos e podem ser encontrados em baixas concentrações principalmente nas águas naturais estagnadas. Em condições anaeróbicas sua concentração pode chegar a 100 mg/L e o seu comportamento em águas naturais é geralmente sazonal e está relacionado às variações climáticas. Entretanto os sulfetos possuem diversas aplicabilidades como o sulfeto metálico que possui importante papel na química analítica na identificação de metais (CETESB, 2018).

Os sulfetos inorgânicos são utilizados como pigmentos e substâncias luminescentes e os sulfetos orgânicos como também os dissulfetos aplicados como protetores de radiação e estão amplamente distribuídos na natureza. Os íons de sulfeto em solução aquosa podem precipitar na forma de sulfetos metálicos em condições anaeróbicas e também na presença de íons metálicos (CETESB, 2018).

Dentre os compostos reduzidos de enxofre o sulfeto de hidrogênio (H_2S) destaca-se como um dos mais importantes e está relacionado com a poluição atmosférica, poluição dos rios e águas naturais, processos biogênicos e também efeitos nocivos à saúde humana. As fontes principais de sulfeto de hidrogênio (H_2S) em corpos d'água são advindas dos esgotos domésticos (devido a decomposição de matéria orgânica ou da redução de sulfato), dos efluentes industriais (como de papel e celulose) e das atividades agrícolas (LEAL, 2020).

O sulfeto de hidrogênio (H_2S) é um gás incolor, de cheiro desagradável (odor de ovo podre) com elevada toxicidade para animais, plantas e até mesmo aos seres humanos (neste provoca irritação nos olhos, afeta o sistema nervoso e respiratório) e de acordo com o nível de concentração pode provocar a morte de um ser humano em questão de minutos. O excesso de sulfeto de hidrogênio (H_2S) através dos despejos de esgotos e efluentes industriais ainda exercem ação corrosiva sobre as tubulações devido a produção de ácido sulfúrico (H_2SO_4) ocasionado por sua oxidação bacteriológica (MAINIER; VIOLA, 2005).

Entretanto, à medida que aumenta rapidamente a concentração de sulfeto de hidrogênio (H_2S) no organismo, esse não consegue oxidá-lo totalmente, então o excesso age no centro nervoso

do cérebro que comanda a respiração, com isso os pulmões param de trabalhar e a pessoa se asfixia e consequentemente provoca a sua morte (MAINIER; VIOLA, 2005).

As normativas brasileiras como a resolução do CONAMA 357/2005 estabelecem como padrão de potabilidade em águas de abastecimento público a presença do sulfeto de hidrogênio em até 0,002 mg/L. Entretanto as portarias (518/2004 e 888/2021) do Ministério da Saúde estabelecem um valor máximo permitido para o sulfeto em águas para consumo humano até 0,05 mg/L e no caso da portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece como valor máximo permitido de 0,1 mg/L do sulfeto de hidrogênio na água para abastecimento público.

A tabela 29 apresenta o quantitativo das coletas e análises de amostras quanto a presença de sulfeto de hidrogênio na água bruta do rio Montes Claros entre o período de 2010 até o primeiro semestre do ano de 2024. Os dados foram levantados e disponibilizados pela empresa de saneamento do Estado de Goiás - SANEAGO S/A.

Tabela 29 - Quantitativo de coletas e análises de Sulfeto de Hidrogênio na água bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	00	sem registro	sem registro
2011	06	00	sem registro	sem registro
2012	05	00	sem registro	sem registro
2013	04	00	sem registro	sem registro
2014	05	00	sem registro	sem registro
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	00	sem registro	sem registro
2018	11	01	sem registro	0,01 mg/L
2019	09	01	sem registro	0,01 mg/L
2020	16	05	0,0 mg/L	0,07 mg/L
2021	13	03	0,0 mg/L	0,02 mg/L
2022	20	00	sem registro	sem registro
2023	24	00	sem registro	sem registro
2024	14	00	sem registro	sem registro

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Percebe-se que há uma desproporcionalidade em relação a quantidade de coletas de água bruta no manancial e suas análises quanto ao parâmetro de sulfeto de hidrogênio e ainda observa-se que nos anos de 2010 a 2017 e também de 2022 até o primeiro semestre do ano de 2024 não ocorreu registro de dados quanto ao parâmetro.

Nos anos de 2018 e 2019 foram analisados somente 01 (uma) única amostra dentre as coletas realizadas nesses dois períodos, no entanto todos os valores registrados através das análises realizadas encontravam-se de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pelas Portarias do Ministério da Saúde e a Resolução 357/2005 do CONAMA.

4.1.24 - Magnésio

Em águas naturais o Magnésio (Mg^{2+}) juntamente com o Cálcio (Ca^{2+}) são os principais sais contribuintes da “dureza da água”. O magnésio (Mg^{2+}) origina-se do processo de intemperismo de rochas que contém em sua composição mineralógica ferro magnesianos além de se formarem também por algumas rochas carbonáticas (CETESB, 2018).

As concentrações de magnésio em águas doces podem variar entre 0,1 mg/L (um miligrama por litro) a maior que 100 mg/L (cem miligramas por litro) a depender do tipo de rocha ou solo em contato com a bacia hidrográfica. Apesar do magnésio ser bastante utilizado nos processos industriais é bem reduzida sua concentração total em águas superficiais (EMBRAPA, 2011).

O magnésio é também essencial à vida animal, vegetal e até dos seres humanos, sendo que um adulto requer diariamente cerca de 200 a 300 mg de magnésio. Ele não exerce efeito danoso à saúde dos seres humanos e à vida aquática em concentrações controladas, porém, em grandes concentrações, provoca gosto amargo em águas destinadas ao consumo humano (LUCAS et al., 2014).

A tabela 30 demonstra os níveis de magnésio presentes na água bruta do rio Montes Claros entre os anos de 2010 até o primeiro semestre do ano de 2024 com a quantidade de coletas e de análises em uma escala de valores mínimos e máximos do presente parâmetro.

Tabela 30 - Quantitativo de coletas e análises de Magnésio na água bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	00	sem registro	sem registro
2011	06	00	sem registro	sem registro
2012	05	00	sem registro	sem registro
2013	04	00	sem registro	sem registro
2014	05	00	sem registro	sem registro

2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	00	sem registro	sem registro
2018	11	00	sem registro	sem registro
2019	09	01	sem registro	0,036 mg/L
2020	16	00	sem registro	sem registro
2021	13	00	sem registro	sem registro
2022	20	00	sem registro	sem registro
2023	24	00	sem registro	sem registro
2024	14	00	sem registro	sem registro

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Dentre as coletas de amostras de água do manancial percebe-se uma enorme desproporcionalidade em relação às análises realizadas para o parâmetro de magnésio com registro somente de 01 (uma) única análise no ano de 2019 com valor de 0,036 mg/L, todas as demais análises não foram registrados valores. Esse único valor registrado está de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pelas Portarias do Ministério da Saúde e Resolução 357/2005 do CONAMA.

4.1.25 - Fósforo Total

O fósforo é um elemento essencial ao crescimento dos organismos tornando-se um importante nutriente que regula a produtividade em um corpo d'água. A sua presença em água pode estar relacionada aos processos naturais, como a dissolução de rochas, transportes de solos pela lixiviação, decomposição de matéria orgânica e também por processos antrópicos, como lançamentos de esgotos, detergentes, fertilizantes e pesticidas (EMBRAPA, 2011).

O fósforo pode ser encontrado na sua forma orgânica (matéria orgânica dissolvida e particulada na biomassa) como os detergentes, e também na sua forma inorgânica (fração solúvel de sais dissolvidos de fósforo e fração insolúvel formada por minerais de difícil solubilização como o fosfato de cálcio). O aparecimento do elemento fósforo em águas naturais ocorre devido a presença de descargas de esgoto sanitário. Sendo a sua principal fonte, a matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala no uso doméstico (EMBRAPA, 2011).

Nos efluentes industriais como dos frigoríficos, indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros e laticínios geralmente estão presentes em quantidade excessiva. Esses resíduos industriais com presença excessiva do fósforo podem estimular o

crescimento de micro e macro organismos aquáticos fotossintéticos em grandes quantidades e desencadear o processo de eutrofização. Também nas áreas agrícolas e urbanas em que as águas são drenadas pode ocorrer a presença excessiva deste elemento que conseqüentemente são transportados para águas naturais (CETESB, 2018).

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui um dos principais nutrientes para a realização dos processos biológicos, os chamados macronutrientes por serem exigidos em grandes quantidades pelas células. Com essa qualidade o fósforo torna-se um parâmetro fundamental em programas de caracterização de efluentes industriais com possibilidade de tratamento por processo biológico (CETESB, 2018). A nível nacional geralmente os esgotos brasileiros apresentam uma concentração de fósforo de 6,0 (seis) a 10,0 mg/L (dez miligramas por litro), entretanto alguns efluentes industriais não possuem fósforo em suas composições ou apresentam concentrações muito baixas.

Na tabela 31 são apresentados os quantitativos de coletas e análises do parâmetro fósforo total na água bruta do rio Montes Claros durante o período correspondente a 2010 até o primeiro semestre do ano de 2024 juntamente com o intervalo de valores mínimos e máximos para cada recorte temporal de realização da pesquisa.

Tabela 31 - Quantitativo de coletas e análises de Fósforo Total na água bruta do rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	00	sem registro	sem registro
2011	06	00	sem registro	sem registro
2012	05	00	sem registro	sem registro
2013	04	00	sem registro	sem registro
2014	05	00	sem registro	sem registro
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	00	sem registro	sem registro
2018	11	01	sem registro	0,02 mg/L
2019	09	01	sem registro	0,02 mg/L
2020	16	05	0,02 mg/L	0,04 mg/L
2021	13	03	0,0 mg/L	0,03 mg/L
2022	20	01	sem registro	0,04 mg/L

2023	24	02	Não detectado valor	0,1 mg/L
2024	14	00	sem registro	sem registro

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

É importante destacar que o quantitativo de coletas não corresponde ao quantitativo de análises das amostras de água bruta extraídas do manancial para todos os períodos de levantamento da pesquisa. Outro ponto importante a destacar são os anos de 2010 a 2017 e no segundo semestre do ano de 2024, foram realizadas coletas porém não ocorreram análises e consequentemente registros de fósforo total.

Nos anos de 2018, 2019 e 2022 foram realizadas coletas de água bruta no entanto ocorreram somente 01 (uma) única análise do parâmetro na água do manancial, no ano de 2023 não foi detectado o valor pelo o aparelho da companhia de abastecimento de água do Estado de Goiás - SANEAGO S/A onde afirma que essa situação ocorre pelo fato dos níveis estar bem abaixo impossibilitando o aparelho de registrar. Todos os valores que foram registrados para o presente parâmetro estão de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação federal.

4.1.26 - Fluoreto

Dentre todos os elementos químicos o flúor é o mais eletronegativo (sendo a capacidade que o núcleo do elemento possui de atrair elétrons envolvidos em uma ligação química), devido essa sua especificidade é um elemento químico tão reativo que nunca é encontrado na sua forma elementar na natureza, é encontrado somente de forma combinada com o fluoreto (CETESB, 2018).

Mesmo o flúor sendo o 17º elemento em abundância na crosta terrestre somente é encontrado na forma de fluorita (CaF_2), fluoroapatita ($\text{F}_{10}(\text{PO}_4)_6$) e criolita (Na_3AlF_6). Porém, para que haja disponibilidade de fluoreto livre, ou seja, disponível naturalmente, são necessárias condições ideais de solo, presença de outros minerais ou outros componentes químicos e água. Geralmente os traços de fluoreto são encontrados em águas naturais e em elevadas concentrações nas águas subterrâneas (CETESB, 2018). Os locais bastante ricos em flúor geralmente estão associados a grandes elevações (como altas montanhas) e depósitos geológicos de origem marinha, com concentrações de 10 mg/L ou até mesmo maiores registradas nesses ambientes. No mundo a maior concentração registrada de flúor foi nas águas naturais do Quênia, onde o valor chegou a 2.800 mg/L.

Atualmente em diversas estações de tratamento de água o fluossilicato de sódio era o composto mais utilizado, porém foi substituído pelo ácido fluossilícico, que apesar da corrosividade do ácido o fato de se apresentar na forma líquida facilita a sua aplicação e o controle seguro das

dosagens no processo de fluoretação. O fluoreto de sódio torna-se inviável neste processo devido seu elevado custo e o fluoreto de cálcio apresenta-se pouco solúvel (EMBRAPA, 2011).

As indústrias de vidro e de fios condutores de eletricidade descarregam fluoreto nas águas naturais através dos seus efluentes industriais, e também de acordo com o tipo de atividade, as indústrias emitem no ar grandes quantidades de fluoretos. Todos os alimentos possuem pelo menos alguns traços de fluoreto, os vegetais são os que mais concentram esse elemento devido a absorção de água e solo. Os peixes também possuem elevadas quantidades de fluoreto (EMBRAPA, 2011).

Estima-se para um ser humano adulto a quantia diária de ingestão do fluoreto entre 0,2 a 3,1 mg e para crianças de 1 a 3 anos 0,5 mg. O fluoreto ingerido através da água é praticamente absorvido em sua totalidade pelo corpo humano, entretanto o flúor presente nos alimentos não é totalmente absorvido. Os peixes possuem maior concentração de fluoretos, mas o consumo desse alimento garante uma absorção pelo corpo humano de somente 25% (FUNASA, 2013).

Em águas de abastecimento público o fluoreto é adicionado para conferir proteção à cárie dentária, pois reduz a solubilidade da parte mineralizada do dente tornando-os mais resistentes a ação de bactérias e também inibem os processos enzimáticos que dissolve a substância orgânica protéica e o material calcificante do dente (FUNASA, 2013).

A ingestão do fluoreto possui a dosagem de 1,5 mg/L, que para o consumo de 1,2 a 1,6 litros de água por dia corresponde a uma concentração de 10 mg/L, porém essa dosagem deve ser executada com controle rigoroso e com a utilização de equipamentos adequados além de efetivo controle residual de fluoreto na rede de abastecimento público (CETESB, 2018).

As concentrações de fluoretos acima de 1,5 mg/L segundo pesquisas clínicas aumentam a incidência da fluorose dental³². As normativas brasileiras como a resolução do CONAMA 357/2005 estabelecem como padrão de potabilidade o valor máximo permitido de 1,4 mg/L e as portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021) do Ministério da Saúde estabelecem um valor máximo permitido para a presença do elemento fluoreto na água para consumo humano como padrão de potabilidade o valor até 1,5 mg/L.

A tabela 32 apresenta o quantitativo de coletas de amostras de água bruta do rio Montes Claros juntamente com o quantitativo de análises dessas coletas acrescentadas dos intervalos correspondentes aos valores mínimos e máximos para cada período de levantamento da pesquisa.

Tabela 32 - Quantitativo de coletas e análises de Fluoreto na água bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
---------	-----------------	-----------------	--------------	--------------

³² A fluorose dental é uma alteração do esmalte dentário causada pelo excesso do flúor no organismo na época de formação dos dentes. Constitui-se, portanto, em um efeito colateral decorrente do uso crônico do flúor. (VIEGAS et al., 2011).

2010	05	00	sem registro	sem registro
2011	06	00	sem registro	sem registro
2012	05	00	sem registro	sem registro
2013	04	00	sem registro	sem registro
2014	05	00	sem registro	sem registro
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	00	sem registro	sem registro
2018	11	00	sem registro	sem registro
2019	09	00	sem registro	sem registro
2020	16	00	sem registro	sem registro
2021	13	00	sem registro	sem registro
2022	20	01	sem registro	0,17 mg/L
2023	24	02	sem registro	0,11 mg/L
2024	14	01	sem registro	0,16 mg/L

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Percebe-se que entre os anos de 2010 até 2021 ocorreram coletas de amostras de água bruta do manancial, porém não ocorreram análises dessas coletas, entretanto não houve registros cadastrados pela empresa de saneamento do Estado de Goiás. Nos anos de 2022 e primeiro semestre do ano de 2024 ocorreram somente 01 (uma) única análise e no ano de 2023 foram 02 (duas) análises. Todos os valores ao qual foram registrados estavam de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pelas Portarias do Ministério da Saúde e pela Resolução 357/2005 do CONAMA.

4.1.27 - Amônia

A amônia é um gás incolor de forte odor sendo usado na fabricação de fertilizantes, aplicações industriais e como intermediário na produção de plásticos, têxteis e de outras substâncias químicas. Esse elemento químico pode ser encontrado tanto na sua forma natural quanto produzida pelo homem e está presente em todos os ambientes, no ar, no solo, na água, em plantas, animais e até mesmo no homem (CETESB, 2018).

Na atmosfera a amônia ocorre pela decomposição de matéria orgânica, excremento de animais e atividades vulcânicas. Pode ser dissolvida em água e transformar-se em amônia líquida ou

aquosa, em contato com o ar pode rapidamente se transformar em gás. Devido a elevada capacidade de absorção pelas plantas, bactérias e animais, a amônia não permanece muito tempo no ambiente e também não se acumula na cadeia alimentar, entretanto serve como um nutriente para as plantas e bactérias (CETESB, 2022).

A exposição humana a amônia ocorre pela inalação e também pela ingestão de água ou alimentos. Os seres humanos ainda podem estar expostos ao contato com a amônia através da decomposição de matéria orgânica e da aplicação de fertilizantes no campo. É um elemento químico altamente irritante para os olhos e para o sistema respiratório. Os sintomas dependem da concentração inalada que podem ser leves, moderadas ou até mesmo graves (FUNASA, 2013).

Nos casos graves do contato do ser humano com a amônia pode causar queimaduras e inflamações dos olhos com possível perda da visão. A normativa brasileira que estabelece o valor máximo permitido da amônia em água para abastecimento público é somente a portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde que determina o valor de até 1,2 mg/L. As demais portarias (518/2004 e 2914/2011) e a resolução do CONAMA 357/2005 não estabelece valores de padrões de potabilidade para esse elemento químico em água para consumo humano (CETESB, 2022).

Na tabela 33 são apresentados os quantitativos das coletas e análises de amostras de água bruta levantadas do rio Montes Claros durante o período de 2010 até o primeiro semestre do ano de 2024. Esses dados e informações foram disponibilizados pela companhia de abastecimento público de Goiás - SANEAGO S/A.

Tabela 33 - Quantitativo de coletas e análises de Amônia na água bruta do Rio Montes Claros/GO.

Período	Qtd. de Coletas	Qtd. Analisadas	Valor Mínimo	Valor Máximo
2010	05	00	sem registro	sem registro
2011	06	00	sem registro	sem registro
2012	05	00	sem registro	sem registro
2013	04	00	sem registro	sem registro
2014	05	00	sem registro	sem registro
2015	12	00	sem registro	sem registro
2016	02	00	sem registro	sem registro
2017	11	00	sem registro	sem registro
2018	11	00	sem registro	sem registro
2019	09	00	sem registro	sem registro
2020	16	00	sem registro	sem registro

2021	13	00	sem registro	sem registro
2022	20	01	sem registro	0,09 mg/L
2023	24	02	0,05 mg/L	0,18 mg/L
2024	14	00	sem registro	sem registro

Fonte: SANEAGO S/A

Organizado: Próprio Autor (2024).

Percebe-se que além da desproporcionalidade quanto ao número de coletas realizadas e de análises registradas entre os anos de 2010 até 2021 e no primeiro semestre do ano de 2024, que foram realizadas 20 coletas de água bruta do manancial durante o ano de 2022 e somente 01 (uma) única análise foi registrada, como também foram coletadas 24 amostras de água e registradas somente 02 (duas) análises durante o ano de 2023.

Entretanto todos os valores registrados para o parâmetro de amônia na água bruta do rio Montes Claros estavam de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde.

4.2 - Análise Descritiva dos Dados de Substâncias Orgânicas, Inorgânicas, Agrotóxicos, Organolépticos e Desinfecção da Água Bruta do Rio Montes Claros

Apesar dos enormes desafios como baixos investimentos em aparato técnico e científico no processo de tratamento e qualidade da água para consumo humano e manutenção dos seus aspectos físicos naturais, um importante avanço foi alcançado pela legislação brasileira com alterações significativas nas análises dos parâmetros com a implantação da Portaria GM/MS nº 888/2021.

Com essa normativa legal foi possível aos órgãos do setor público e setor privado na área de saneamento básico expandirem as análises e adotarem medidas preventivas com grau de detalhamento mais eficaz acerca do nível de compostos orgânicos, inorgânicos, agrotóxicos, organolépticos, desinfecção e cianobactérias presentes ou não em águas superficiais e subterrâneas destinadas ao abastecimento público. Entretanto, com atitude não diferente das outras companhias de abastecimento do setor público a empresa de saneamento do Estado de Goiás (SANEAGO S/A) acrescentou na sua rotina de coletas e análises de amostras de água bruta os novos parâmetros exigidos como cumprimento da atual normativa federal de 2021.

O rio Montes Claros possui cerca de aproximadamente 53 km de extensão sendo fonte de abastecimento público de água para consumo da cidade de Campos Belos-GO, com sua captação e tratamento de água totalmente sob responsabilidade técnica da SANEAGO a qual adequou-se aos novos procedimentos e levantamentos de análises da água exigidos pela portaria nº 888/2021.

A morfologia local da bacia do rio Montes Claros apresenta riscos em seu escoamento superficial com a inserção de elementos químicos através do processo de erosão e lixiviação do solo que entra em condição de solubilidade com a água, principalmente de substâncias orgânicas, inorgânicas, agrotóxicos e cianobactérias presentes naturalmente na pedologia local ou mesmo pela prática de atividades antrópicas de uso e ocupação do solo.

Contudo, desde o ano de 2021 são coletadas na água bruta do rio Montes Claros e analisados nas amostras pela empresa SANEAGO o acréscimo de 06 classes de parâmetros, sendo 32 (trinta e dois) de substâncias orgânicas, 21 (vinte e um) de substâncias inorgânicas, 20 (vinte) de compostos de agrotóxicos, 09 (nove) de produtos organolépticos, 02 (dois) subprodutos de desinfecção e somente 01 (um) correspondente as cianobactérias.

Na pesquisa os dados analisados e descritos logo em seguida foram disponibilizados pela SANEAGO S/A dentro do recorte temporal entre 2021 a 2024, sendo que neste último ano foram disponibilizados dados e informações somente do primeiro semestre, ou seja, resultado das coletas levantadas entre janeiro e julho.

4.2.1 - Substâncias Orgânicas

As coletas de água bruta do rio Montes Claros realizadas entre os anos de 2021 a 2024 possibilitaram à SANEAGO, através do levantamento de amostras, analisar um conjunto de substâncias orgânicas que possam estar presentes em processo de solubilidade com a água do manancial.

Dentre as classes de substâncias orgânicas analisadas destacam-se os seguintes parâmetros: 1,2 Dicloroetano, Acrilamida, Benzeno, Benzo (a) antraceno, Benzo (a) pireno, Benzo (b) fluorante, Benzo (k) fluoranteno, Carbaril, Cloreto de vinila, Clorofenol, Criseno, Di (2 - etilhexil), Diclorometano, Demeton, 1,2 Dicloroetano, 1,1 Dicloroetano, Dibenzeno (a.h), Dodecacoloro, Estireno, Fenóis totais, Gution, Indeno (1,2,3 - cd), Malation, Paration, PCBS bifênicas, Etilbenzeno, Tetracloroeto de carbono, Tetracloroetano, Tolueno, Triclorobenzeno, Tricloroetileno e Xilenos.

Todavia, durante o ano de 2021 foi encontrada entre os dados disponibilizados somente uma única análise para os parâmetros da classe das substâncias orgânicas, sendo realizada na coleta do dia 15 de dezembro (período chuvoso). No entanto, ocorreram chuvas nesse período durante as coletas realizadas nos dias 22 de novembro e no dia anterior (21 de novembro) e também na coleta do dia 15 de dezembro e no dia anterior (14 de dezembro). A exceção do parâmetro acrilamida que nesse dia não foi realizada análise, todos os demais parâmetros foram analisados, porém em todos eles não foram possíveis detectar valores. O serviço de coleta de água do laboratório de

análises da gerência da Saneago no município relata que devido o valor registrado dos elementos estarem bem abaixo do valor mínimo não é possível o aparelho detectar.

Em 2022 foram encontradas 02 (duas) análises dos parâmetros da classe das substâncias orgânicas nas coletas realizadas nos dias 22 de junho (período seco) e 07 de dezembro (período chuvoso). Ocorreram chuvas durante os dias 19 de janeiro e no dia anterior (18 de janeiro), no dia 15 de fevereiro e no dia anterior (14 de fevereiro), no dia 16 de março e no dia anterior (15 de março). No entanto, as demais coletas e seus dias anteriores realizados durante o ano de 2022 não houve ocorrência de chuvas. Em todas as amostras analisadas dos parâmetros sem exceção durante esse período também não foi possível detectar valores, ou seja, a impossibilidade dos aparelhos detectarem.

Durante o ano de 2023 também foram encontradas 02 (duas) coletas com análises dos parâmetros das substâncias orgânicas realizadas nos dias 05 de junho (período seco) e 12 de dezembro (período chuvoso) e com exceção novamente da acrilamida em que não foi realizada análise e do Tolueno que registrou 0,0 µg/L (zero micrômetro por litro) todos os demais elementos não foram detectados valores. Ainda no ano de 2023 ocorreu chuva somente no dia 14 de março (anterior a uma coleta realizada no dia 15 de março), porém não houve ocorrência de chuvas em todas as demais coletas realizadas durante o período em questão como também nos dias anteriores a essas coletas.

Já no primeiro semestre do ano de 2024 foi encontrado somente uma única coleta com análises dos parâmetros das substâncias orgânicas realizada no dia 12 de junho (período seco) onde com exceção da acrilamida que não foi realizada análise, todos os demais parâmetros não foram detectados valores pelos aparelhos de acompanhamento. No primeiro semestre do ano de 2024 ocorreram chuvas durante as coletas dos dias 15 de janeiro e no dia anterior (14 de janeiro), no dia 14 de março e no dia anterior à coleta (13 de março). Entretanto em todas as demais coletas não houve ocorrência de chuvas como também nos dias que antecederam as coletas.

A resolução 357/2005 do CONAMA e as portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021) estabelecem para a acrilamida o valor máximo permitido em água potável para abastecimento público o valor de até 0,5 µg/L. Quanto ao tolueno o valor máximo permitido pela resolução 357/2005 do CONAMA é de até 2,0 µg/L, as portarias (518/2004; 2914/2011) estabelecem o valor de até 20 µg/L e a atual legislação do Ministério da Saúde GM/MS nº 888/2021 determina um valor de até 30 µg/L.

Apesar dos valores analisados estarem bem abaixo dos padrões estabelecidos pelas normativas legais brasileiras, como afirmam o setor de coletas da companhia de abastecimento, esse procedimento pode gerar algumas incertezas quanto ao nível de qualidade da água potável destinada

ao abastecimento público, pois impossibilita a equiparação dos resultados obtidos dos parâmetros na água perante a legislação e um acompanhamento mais detalhado dentro de uma escala temporal de longo prazo.

Podem surgir também incertezas quanto aos efeitos a longo prazo do acúmulo dessa quantia que se encontra abaixo dos padrões estabelecidos no organismo da população que consome diariamente durante todos os anos a água do rio Montes Claros, visto que são elementos tóxicos e prejudiciais quando expostos ao ser humano. Como exemplo o Benzo (a) antraceno e o Benzo (b) fluoranteno que provocam efeitos no processo reprodutivo como a diminuição da fertilidade, impactos no desenvolvimento e ainda a IARC os classifica como provável cancerígeno humano (CETESB, 2022)

E um outro exemplo é o Tolueno (elemento químico que compõem esse grupo) que afeta diretamente o sistema nervoso central (SNC) e expostos a baixas concentrações pode provocar fadiga, sonolência, debilidade e náusea e também sua exposição a longo prazo irrita as vias aéreas superiores e os olhos o que pode causar dor de garganta, tontura e cefaléia e em casos extremos provoca a diminuição auditiva e até surdez (CETESB, 2022).

No caso específico da acrilamida que não foi analisada em 04 (quatro) coletas da água bruta do rio Montes Claros, as vias de exposição humana são por ingestão de alimentos, inalação da fumaça de cigarro, mas também pode ocorrer pela ingestão de água potável contaminada e pode provocar irritação na pele, fadiga generalizada, fraqueza nos pés e alterações sensoriais (CETESB, 2022)

A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classifica a acrilamida como provável cancerígeno humano, com base em estudos com ratos que apresentaram vários tipos de tumores na exposição crônica oral à água potável contendo acrilamida (CETESB, 2022). No entanto é fundamental que os conhecimentos científicos tenham ênfase de amplos investimentos entre as políticas públicas com objetivo de avançar em novas metodologias e tecnologias para conceder melhorias na qualidade socioambiental.

4.2.2 - Substâncias Inorgânicas

As substâncias inorgânicas também conhecidas como metais pesados tornaram-se nas últimas décadas alvo de grandes preocupações principalmente em relação à contaminação/poluição nos mananciais hídricos destinados ao abastecimento público. Geralmente as composições químicas das substâncias inorgânicas são altamente reativas e também bioacumuláveis, o que dificulta sua eliminação pelos organismos. Os metais pesados ou substâncias inorgânicas não possuem a capacidade de biodegradar além de possuir elevado poder de intoxicação, atualmente costumam

estar presentes tanto em corpos hídricos como no solo, através da sua ingestão passam a acumular nos tecidos vivos ao entrar em contato com a cadeia alimentar.

Assim como foram realizadas com as substâncias orgânicas através das coletas de água bruta do rio Montes Claros, a empresa de saneamento de Goiás (SANEAGO S/A) também adotou os mesmos procedimentos de análises das substâncias inorgânicas (metais pesados) nas amostras de água recolhidas junto ao manancial entre o ano de 2021 a 2024.

Entre as classes de substâncias inorgânicas analisadas pela SANEAGO, destacam-se os seguintes parâmetros: Antimônio, Arsênio, Bário, Berílio, Boro Total, Cádmio, Chumbo, Cobalto Total, Cobre Dissolvido, Cromo Total, Fluoreto, Lítio Total, Fósforo Total, Mercúrio Total, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Prata Total, Selênio Total, Urânio Total e Vanádio Total.

Em 2021 foi encontrada somente uma única coleta de água bruta do manancial para análise dos parâmetros das substâncias inorgânicas realizada no dia 15 de dezembro (período chuvoso). No ano de 2021 ocorreram chuvas durante as coletas realizadas nos dias 22 de novembro e no dia anterior (21 de novembro), na coleta do dia 15 de dezembro e no dia anterior (14 de dezembro). Em todas as demais coletas realizadas durante esse período não houve ocorrência de chuvas. No entanto, nesta coleta não foram realizadas análises para os parâmetros de fluoreto, nitrato e nitrito. No caso do antimônio, boro total, cádmio, cromo total, mercúrio total, prata total, selênio total, urânio total e vanádio total não foram detectados valores pelos aparelhos de análise.

Somente 09 (nove) parâmetros obtiveram seus valores registrados como o arsênio (0,0 mg/L), o bário (0,053 mg/L), o berílio (0,0 mg/L), o chumbo (0,001 mg/L), o cobalto (0,0 mg/L), o cobre dissolvido (0,003 mg/L), o lítio (0,009 mg/L), o fósforo total (0,043 mg/L) e o níquel total (0,001 mg/L). Com exceção do fósforo total que apresentou valor em desacordo com a resolução 357/2005 do CONAMA que estabelece como valor máximo permitido para esse parâmetro até 0,025 mg/L, todos os demais parâmetros encontram-se de acordo com o padrão estabelecido pelas normativas legais brasileiras. Como não foi analisado o fluoreto a sua ingestão em baixas concentrações possuem efeitos benéficos na saúde bucal das crianças e adultos, pois acelera a remineralização do esmalte dos dentes danificados e faz com que o esmalte se torne resistente a ataques de ácidos. (CETESB, 2022).

Entretanto, o fluoreto em excesso pode provocar efeitos adversos no esmalte do dente como a fluorose dentária nas crianças e adultos expostos a esse elemento. A exposição crônica através da ingestão ou inalação de grandes quantidades de fluoreto pode causar fluorose óssea com a calcificação e deformidades ósseas (CETESB, 2022).

Quanto ao fósforo total em quantidade excessiva prejudica o uso da água pois gera o processo de eutrofização devido ao aumento dos nutrientes favoráveis ao crescimento das plantas

aquáticas (principalmente algas). Apesar do valor em desacordo com os padrões estabelecidos pelas normativas legais, o excesso de fósforo não provoca problemas relacionados ao sabor e odor da água potável, no entanto, afetam a vida aquática (peixes e outros animais) ao provocar a diminuição de oxigênio presente na água (FUNASA, 2013).

Entre os parâmetros que não foram detectados valores como o caso por exemplo do urânio total, que na sua composição natural no ambiente apresenta baixo risco radioativo perante a exposição humana, quando solúvel em águas de abastecimento público e ocorre sua ingestão em meio aquoso em pequenas quantidades mas a longo prazo podem provocar acúmulo nos ossos e também na medula óssea como também afeta os tecidos do aparelho urinário ao acumular nos rins, sendo assim altamente prejudicial à saúde dos seres humanos (FUNASA, 2013).

Em 2022 foram realizadas 02 (duas) coletas para análise dos parâmetros das substâncias inorgânicas na água bruta do rio Montes Claros nos dias 22 de junho (período seco) e 07 de dezembro (período chuvoso). Ocorreram chuvas durante as coletas realizadas nos dias 19 de janeiro e no dia anterior (18 de janeiro), no dia 15 de fevereiro e no dia anterior (14 de fevereiro), no dia 16 de março e no dia anterior (15 de março). No entanto, em todas as demais coletas e seus dias anteriores realizados durante o ano de 2022 não houve ocorrência de chuvas. Entretanto não foram realizadas análises dos parâmetros fluoreto, fósforo total, nitrato e nitrito na coleta realizada no dia 07 de dezembro.

Na coleta do dia 22 de junho não foram detectados valores para os seguintes parâmetros: boro total, cádmio, chumbo, cobalto total, cromo total, lítio total, mercúrio total, prata total, urânio total e vanádio total. Também no dia 07 de dezembro não foram detectados valores para o arsênio, berílio, novamente o boro total e o cádmio, cromo total, lítio total, fósforo total, mercúrio total, níquel total, prata total, selênio total, urânio total e vanádio total. Foram 12 (doze) parâmetros de substâncias inorgânicas que obtiveram seus valores registrados na coleta do dia 22 de junho como o antimônio (0,0 mg/L), arsênio (0,0 mg/L), bário (0,043 mg/L), berílio (0,0 mg/L), cobre dissolvido (0,004 mg/L), fluoreto (0,28 mg/L), fósforo total - ambiente (0,021 mg/L), fósforo total (0,03 mg/L), níquel total (0,0 mg/L), nitrato (0,4 mg/L), nitrito (0,004 mg/L) e o selênio total (0,0 mg/L).

Com exceção mais uma vez do fósforo total que se encontra em desacordo com o valor máximo permitido pela resolução 357/2005 do CONAMA que estabelece para esse parâmetro o valor até 0,020 mg/L, todos os demais valores dos parâmetros das substâncias inorgânicas registrados nesta data encontram-se de acordo com as normativas legais brasileiras.

Na coleta do dia 07 de dezembro foram somente 05 (cinco) parâmetros das substâncias inorgânicas analisados como o antimônio (0,0 mg/L), bário (0,023 mg/L), chumbo (0,001 mg/L), cobalto total (0,0 mg/L), cobre dissolvido (0,005 mg/L). Todos esses parâmetros encontram-se de

acordo com o padrão estabelecido pelas normativas legais do país. Como não foram analisados o nitrato e o nitrito, o ingresso em altas concentrações no corpo humano provoca intoxicação. A ingestão desses compostos pode ainda provocar a diminuição do transporte de oxigênio para os tecidos, aumento do batimento cardíaco, dor de cabeça, cólica abdominal, vômito e até mesmo a morte (CETESB, 2022).

Em bebês, os baixos níveis de oxigênio no sangue, podem provocar coloração azulada na pele, principalmente pés, mãos, rosto e lábios. A Agência Internacional de Pesquisas em Câncer (IARC) classifica o nitrato e o nitrito ingeridos sob condições que resultem na geração de compostos internos presentes na água, por exemplo, como prováveis cancerígenos para os seres humanos (CETESB, 2022).

No ano de 2023 foram realizadas 02 (duas) coletas para análises dos parâmetros das substâncias inorgânicas na água bruta do rio Montes Claros referentes aos dias 05 de junho (período seco) e 12 de dezembro (período chuvoso). Assim como ocorreu nos anos anteriores não foram realizadas em ambas as coletas as análises dos parâmetros de fluoreto, nitrato e nitrito. Em 2023 ocorreu chuva somente no dia 14 de março (anterior a coleta do dia 15 de março), porém não houve ocorrência de chuvas em todas as demais coletas realizadas durante o período em questão como também nos dias anteriores a essas coletas.

Na coleta realizada no dia 05 de junho não foram detectados valores para o berílio, cobalto total, cromo total, lítio total, fósforo total, mercúrio total, níquel total, selênio total, urânio total e vanádio total. A coleta realizada no dia 12 de dezembro também não detectou valores para o arsênio, boro total, chumbo, mercúrio total, níquel total, selênio total e urânio total. No entanto, foram 08 (oito) parâmetros de substâncias inorgânicas que obtiveram seus valores registrados nas coletas do dia 05 de junho, como o antimônio (0,001 mg/L), arsênio (0,004 mg/L), bário (0,037 mg/L), boro total (0,059 mg/L), cádmio (0,0 mg/L), chumbo (0,01 mg/L), cobre dissolvido (0,005 mg/L), prata total (0,0 mg/L). Todos os valores registrados na coleta estão de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelas normativas legais brasileiras (resolução 357/2005 do CONAMA e as portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021)).

Na coleta do dia 12 de dezembro foram 11 (onze) parâmetros de substâncias inorgânicas com seus valores registrados, sendo o antimônio (0,005 mg/L), bário (0,039 mg/L), berílio (0,0 mg/L), cádmio (0,0 mg/L), cobalto total (0,003 mg/L), cobre dissolvido (0,004 mg/L), cromo total (0,001 mg/L), lítio total (0,002 mg/L), fósforo total (0,035 mg/L), prata total (0,001 mg/L) e vanádio total (0,002 mg/L). Com exceção do fósforo total que apresentou valores em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelas normativas legais brasileiras que determina até 0,020 mg/L para a presença de fósforo na água de abastecimento público, todos os demais

parâmetros com valores registrados estão de acordo com os padrões estabelecidos pela resolução 357/2005 do CONAMA.

No primeiro semestre do ano de 2024 foi realizada somente 01 (uma) única coleta para análise dos parâmetros de substâncias inorgânicas na água bruta do rio Montes Claros no dia 12 de junho (período seco). Entretanto não foram realizadas análises do fluoreto, nitrato e nitrito como também não foram detectados valores do antimônio, arsênio, lítio total, mercúrio total, prata total, selênio total e urânio total. Nesse período ocorreram chuvas durante as coletas dos dias 15 de janeiro e no dia anterior (14 de janeiro), no dia 14 de março e no dia anterior à coleta (13 de março). Em todas as demais coletas não houve ocorrência de chuvas como também nos dias que antecederam as coletas.

Foram 11 (onze) parâmetros que obtiveram seus valores analisados e registrados na coleta do dia 12 de junho, como o bário (0,035 mg/L), berílio (0,0 mg/L), boro total (0,111 mg/L), cádmio (0,0 mg/L), chumbo (0,004 mg/L), cobalto total (0,001 mg/L), cobre dissolvido (0,004 mg/L), cromo total (0,001 mg/L), fósforo total (0,049 mg/L), níquel total (0,004 mg/L), e o vanádio total (0,0 mg/L).

Novamente, com exceção do fósforo total que se encontra em desacordo com as normativas legais brasileiras que determina valor máximo permitido de até 0,020 mg/L, todas os demais valores registrados estão de acordo com o padrão estabelecido pela resolução 357/2005 do CONAMA e pelas portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021) do Ministério da Saúde da presença desses parâmetros na água superficial destinada ao abastecimento público.

4.2.3 - Agrotóxicos

Nas últimas décadas o emprego de agrotóxicos na produção agrícola tem aumentado constantemente e tornaram-se um dos fatores de enormes preocupações da comunidade científica e de ambientalistas de um modo geral. Os princípios ativos dos agrotóxicos podem colaborar no comprometimento da qualidade dos recursos hídricos e provocar impactos praticamente irreversíveis ao ecossistema aquático e à saúde humana (CETESB, 2022).

Em geral os agrotóxicos atingem as águas devido ao manuseio incorreto dos produtos, com o transporte aéreo (pulverização), lixiviação ou até mesmo devido a sua disposição de forma inadequada. Contudo, ao entrar em contato com o ambiente aquático esses princípios ativos bioacumulam nos organismos vivos e produz efeitos sub-letais (mutações) ou mesmo efeitos letais a depender do tipo e do nível de exposição além do grau de dosagem (CETESB, 2022).

Alguns compostos ativos de agrotóxicos como os organoclorados (a exemplo o DDT), são extremamente estáveis degradam de forma lenta ou mesmo formam produtos de degradação persistente. Entretanto é fundamental o estabelecimento de estratégias eficazes para o

monitoramento dos agrotóxicos na rede de qualidade de água, principalmente se o manancial for destinado ao abastecimento público (FUNASA, 2013).

No caso específico do rio Montes Claros, manancial de abastecimento público de água potável, durante o ano de 2021 foi realizada 01 (uma) única análise para os parâmetros de compostos ativos de agrotóxicos no dia 15 de dezembro (período chuvoso). Nesse período ocorreram chuvas durante as coletas realizadas nos dias 22 de novembro e no dia anterior (21 de novembro), na coleta do dia 15 de dezembro e no dia anterior (14 de dezembro). Em todas as demais coletas realizadas durante esse período não houve ocorrência de chuvas.

Entre os compostos de agrotóxicos analisados na água bruta do manancial, destacam-se o alaclor (o), aldrin+dieltrin, atrazina, carbofurano, clordano (cis+t), clorpirifós+clo, DDT+DDD+DDE, endossulfan (I+II), endrin, glifosato, heptacloro épid, hexaclorobenzeno, lindano, metacloro, metoxicloro, molinato, pendimentalina, permetrina, simazina e trifluralina. No entanto, em todos os compostos ativos analisados na coleta referente ao ano de 2021 não foi possível detectar valores. Essa situação resulta segundo o departamento de coletas de água bruta do manancial no laboratório da gerência regional de serviços do município de Campos Belos-GO que os níveis estavam bem abaixo do valor mínimo sendo impossível os aparelhos registrarem.

Entretanto, é importante que se tenha um maior cuidado com a possível presença desses compostos na água de consumo humano mesmo com valores controlados ou abaixo da capacidade de registro devido seu elevado poder de intoxicação e bioacumulação nos organismos vivos a longo prazo. Como por exemplo o caso do glifosato que é o herbicida mais utilizado nas áreas agrícolas do Brasil. (SAMSEL; SENEFF, 2015).

A sua principal via de exposição para a população é por meio da ingestão de alimentos e da água potável contaminada, sua intoxicação aguda provoca efeitos gastrointestinal, cardiovascular, pulmonar, renal e ocasionalmente pode levar até a morte. A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classifica o glifosato como provável cancerígeno humano. (ANVISA, 2018).

Durante o ano de 2022 foram realizadas 02 (duas) análises dos parâmetros de compostos ativos de agrotóxicos nos dias 22 de junho (período seco) e 07 de dezembro (período chuvoso). Nesse período ocorreram chuvas durante os dias 19 de janeiro e no dia anterior (18 de janeiro), no dia 15 de fevereiro e no dia anterior (14 de fevereiro), no dia 16 de março e no dia anterior (15 de março). Em todas as demais coletas e seus dias anteriores realizados durante o ano de 2022 não houve ocorrência de chuvas. Semelhante ao ocorrido no ano anterior (2021) não foram detectados valores referentes a todos os parâmetros analisados como o alaclor (o), aldrin+dieltrin, atrazina, carbofurano, clordano (cis+t), clorpirifós+clo, DDT+DDD+DDE, endossulfan (I+II), endrin,

glifosato, heptacloro épodid, hexaclorobenzeno, lindano, metacloro, metoxicloro, molinato, pendimentalina, permetrina, simazina e trifluralina.

Em 2023 ocorreram coletas para amostras de água bruta do rio Montes Claros com objetivo de analisar os parâmetros referentes aos compostos ativos de agrotóxicos nos dias 05 de junho (período seco) e 12 de dezembro (período chuvoso). Ocorreu chuva somente no dia 14 de março (anterior a coleta do dia 15 de março), porém não houve ocorrência de chuvas em todas as demais coletas realizadas durante o período em questão como também nos dias anteriores a essas coletas.

No entanto, como ocorreram nos dois anos anteriores (2021 e 2022), não foram também detectados valores para todos os parâmetros de agrotóxicos como o alaclor (o), aldrin+dieltrin, atrazina, carbofurano, clordano (cis+t), clorpirifós+clo, DDT+DDD+DDE, endossulfân (I+II), endrin, glifosato, heptacloro épodid, hexaclorobenzeno, lindano, metacloro, metoxicloro, molinato, pendimentalina, permetrina, simazina e trifluralina.

Durante o ano de 2024 ocorreu somente 01 (uma) única análise dos parâmetros de compostos ativos de agrotóxicos registrada no dia 12 de junho (período seco). Assim como ocorreram nos anos anteriores, não foram detectados valores aos parâmetros analisados de agrotóxicos. No primeiro semestre do ano de 2024 ocorreram chuvas durante os dias 15 de janeiro e no dia anterior (14 de janeiro), no dia 14 de março e no dia anterior à coleta (13 de março). Entretanto em todas as demais coletas não houve ocorrência de chuvas como também nos dias que antecederam as coletas.

Os mesmos compostos foram analisados de alaclor (o), aldrin+dieltrin, atrazina, carbofurano, clordano (cis+t), clorpirifós+clo, DDT+DDD+DDE, endossulfân (I+II), endrin, glifosato, heptacloro épodid, hexaclorobenzeno, lindano, metacloro, metoxicloro, molinato, pendimentalina, permetrina, simazina e trifluralina.

Outro agrotóxico bastante presente nas áreas agrícolas do Brasil é o aldrin+dieltrin que são compostos organoclorados sintéticos e que ainda podem ser encontrados no ambiente devido sua elevada capacidade persistência mesmo em locais que não mais admitem o seu uso. Eram utilizados em controles de insetos, combate a mosquitos e são elementos tóxicos aos seres humanos. (ANVISA, 2018)

Atualmente são expostos aos seres vivos através da ingestão da água potável contaminada e provoca efeitos como cefaléia, tontura, náusea, vômito, tremor muscular e convulsões. A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classifica o dieltrin e o aldrin metabolizado a dieltrin como prováveis cancerígenos para o ser humano. (ANVISA, 2018).

4.2.4 - Substâncias Organolépticas

O padrão organoléptico da água superficial ou subterrânea referem-se às características sensoriais da água, ou seja, o processo de percepção humana da água potável destinada ao consumo através dos seus órgãos e sentidos, sendo comum a cor, brilho, transparência, textura, odor, sabor e aparência (CETESB, 2022).

Entretanto, a aparência da água deve ser clara e límpida, a presença de partículas ou sedimentos pode indicar problemas de filtragem ou contaminação. O odor é um padrão fundamental, a água deve ser livre de odores desagradáveis que também possam indicar níveis de contaminação e o sabor pode ser influenciado pela presença de diferentes minerais e compostos químicos como sulfatos, cloretos e ferro. A água potável deve ter um sabor neutro sem a presença de sabores estranhos ou desagradáveis (FUNASA, 2013).

Entre as classes das propriedades organolépticas analisadas pela SANEAGO, destacam-se os seguintes parâmetros: alumínio dissolvido, 1,2 diclorobenzeno, 1,4 diclorobenzeno, ferro dissolvido, manganês, monoclorobenzeno, sódio, turbidez e zinco, amônia, cloreto, dureza total, sólidos dissolvidos e sulfato. No caso do alumínio dissolvido quando se encontra com valores mais elevados, ou seja, acima de 0,2 mg/L, podem conferir coloração à água e/ou promover a formação de depósitos de hidróxido de alumínio no sistema de distribuição, com aparência e cor gelatinosa e esbranquiçada. Para a amônia quando os valores se encontram acima do permitido, ou seja, acima de 1,2 mg/L ocorre a sua manifestação através do odor (WHO, 2022).

O cloreto com valores acima do permitido (acima de 250 mg/L), estão associados a manifestação de gosto e ao potencial de corrosão em sistemas de distribuição de águas. A cor aparente com valores acima de 15 uH são detectáveis através da mudança de sua aparência pelos consumidores. Já o 1,2 diclorobenzeno com valores acima de 0,001 mg/L podem provocar manifestação pelo gosto e o 1,4 diclorobenzeno acima de 0,0003 mg/L podem provocar manifestação de odor (WHO, 2022).

A dureza com valor acima de 300 mg/L pode provocar manifestação de gosto, dificuldade de formação de espuma e precipitação de carbonatos ao longo da rede. A presença de ferro acima do valor de 0,3 mg/L pode provocar manifestação de gosto e cor e o gosto e odor a intensidade é até o padrão 06 acima desse valor a intensidade de gosto e odor torna-se fraco a moderado (WHO, 2022).

No entanto, o manganês com valor acima de 0,1 mg/L pode provocar sabor indesejável na água e manchas em utensílios e roupas, o monoclorobenzeno com valores acima de 0,02 mg/L provoca manifestação de gosto e odor. O sódio com valores acima de 200 mg/L pode provocar manifestação de gosto e os sólidos dissolvidos totais acima de 500 mg/L em águas doces podem provocar manifestação de gosto e deposição de sólidos nas tubulações. (WHO, 2022).

O sulfato com valores acima de 250 mg/L pode provocar manifestação de gosto, o sulfeto de hidrogênio acima de 0,05 mg/L pode provocar manifestação de gosto e odor. A turbidez com valores acima de 5,0 uT são detectáveis pela aparência pela maioria dos consumidores e o zinco com valor acima de 5,0 mg/L pode provocar a manifestação de gosto e cor (WHO, 2022).

No ano de 2021 ocorreu somente 01 (uma) análise dos parâmetros das substâncias organolépticas realizada no dia 15 de dezembro (período chuvoso), entre os elementos analisados neste período na água bruta do manancial destacam-se o alumínio dissolvido, 1,2 diclorobenzeno, 1,4 diclorobenzeno, ferro dissolvido, manganês, monoclorobenzeno, sódio, turbidez e zinco. Ainda neste ano ocorreram chuvas durante os dias 22 de novembro e no dia anterior (21 de novembro), na coleta do dia 15 de dezembro e no dia anterior (14 de dezembro). Em todas as demais coletas realizadas durante esse período não houve ocorrência de chuvas.

Entretanto, não foram detectados valores no 1,2 diclorobenzeno, 1,4 diclorobenzeno e o monoclorobenzeno, no entanto, 06 (seis) parâmetros obtiveram valores registrados no ano de 2021 sendo o alumínio dissolvido (0,109 mg/L), ferro dissolvido (0,129 mg/L), manganês (0,025 mg/L), sódio (5,02 mg/L), turbidez (34,7 NTU/uT) e o zinco (0,075 mg/L). Os parâmetros ferro dissolvido, manganês, sódio e zinco estão de acordo com as normativas legais brasileiras (resolução 357/2005 do CONAMA e as portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021)). O alumínio dissolvido está com nível um pouco elevado em relação a resolução 357/2005 do CONAMA, entretanto, em relação às portarias 518/2004; 2914/2011 e 888/2021 do Ministério da Saúde, encontra-se de acordo com os padrões estabelecidos pelas normativas legais. Essas alterações podem provocar alterações na cor da água do manancial.

A turbidez em relação ao método nefelométrico utilizado como padrão pela resolução 357/2005 do CONAMA encontra-se de acordo com o padrão estabelecido, no entanto em relação ao padrão determinado pelas portarias 518/2004; 2914/2011 e 888/2021 do Ministério de Saúde, o parâmetro encontra-se em desacordo com os níveis normais estabelecidos. A manifestação dessa alteração pode provocar mudanças na aparência da água do manancial.

No ano de 2022 ocorreram 02 (duas) análises dos parâmetros das propriedades organolépticas realizadas nos dias 22 de junho (período seco) e 07 de dezembro (período chuvoso). Ocorreram chuvas durante os dias 19 de janeiro e no dia anterior (18 de janeiro), no dia 15 de fevereiro e no dia anterior (14 de fevereiro), no dia 16 de março e no dia anterior (15 de março). No entanto, em todas as demais coletas e seus dias anteriores realizados durante o ano de 2022 não houve ocorrência de chuvas.

Foram realizadas análises nas amostras de água bruta do manancial neste período para o alumínio dissolvido, amônia, cor aparente, cloreto, 1,2 diclorobenzeno, 1,4 diclorobenzeno, dureza

total, ferro dissolvido, manganês, monoclorobenzeno, sódio, sólidos dissolvidos, sulfato, turbidez e zinco. Na amostra de água bruta do manancial realizada no dia 22 de junho não foram detectados valores para os parâmetros 1,2 diclorobenzeno, 1,4 diclorobenzeno e o monoclorobenzeno. Todos os demais parâmetros obtiveram valores como o alumínio dissolvido (0,057 mg/L), amônia (0,32 mg/L), cor aparente (16,4 uH), cloreto (7,5 mg/L), dureza total (260 mg/L), ferro dissolvido (0,012 mg/L), manganês (0,016 mg/L), sódio (5,196 mg/L), sólidos dissolvidos (231 mg/L), sulfato (1,0 mg/L), turbidez (6,4 NTU/uT) e o zinco (0,063 mg/L).

O parâmetro cor aparente está em desacordo com as normativas legais brasileiras como a resolução 357/2005 do CONAMA e as portarias 518/2004; 2914/2011 e 888/2021 do Ministério da Saúde e o parâmetro de turbidez de acordo com a resolução 357/2005 do CONAMA está de acordo com o padrão estabelecido, entretanto, em relação às portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021) do Ministério da Saúde esse parâmetro não está de acordo com os padrões estabelecidos com as normativas legais brasileiras. A cor aparente com valores acima de 15 uH e a turbidez com valores acima de 5 uT são detectáveis pelos consumidores as alterações na aparência da água do manancial. Os demais parâmetros encontram-se de acordo com o padrão estabelecido pelas normativas legais brasileiras.

Na coleta realizada no dia 07 de dezembro não foram realizadas análises dos parâmetros de amônia, cor aparente, cloreto, dureza total, sólidos dissolvidos e sulfato, como também não foram detectados valores para o 1,2 diclorobenzeno, 1,4 diclorobenzeno e o monoclorobenzeno. Entretanto foram realizadas análises dos parâmetros de alumínio dissolvido (0,016 mg/L), ferro dissolvido (0,055 mg/L), manganês (0,024 mg/L), sódio (3,44 mg/L), turbidez (21,9 mg/L) e zinco (0,04 mg/L).

A turbidez é o único parâmetro nesse período que se encontra em desacordo com as portarias 518/2004; 2914/2011 e 888/2021, entretanto com relação ao método nefelométrico adotado como padrão pela resolução 357/2005, a turbidez passa a encontrar-se de acordo com as normativas legais. Todos os demais parâmetros analisados encontram-se de acordo com as normativas brasileiras como a resolução 357/2005 e as portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021).

Como não foram realizadas análises de alguns parâmetros nesse período, esse procedimento provoca incertezas quanto à qualidade organoléptica da água potável do rio Montes Claros, pois impossibilita realizar o processo de equiparação dos possíveis resultados não obtidos de acordo com os valores máximos permitidos e estabelecidos como padrão pelas legislações específicas da potabilidade da água, situação que possibilita uma verificação incompleta do índice de qualidade da água.

Em 2023 ocorreram 02 (duas) análises dos parâmetros das propriedades dos organolépticos realizados nos dias 05 de junho (período seco) e 12 de dezembro (período chuvoso). Foram realizadas análises dos parâmetros de alumínio dissolvido, 1,2 diclorobenzeno, 1,4 diclorobenzeno, ferro dissolvido, manganês, monoclorobenzeno, sódio, turbidez e zinco. Ainda neste ano, ocorreu chuva somente no dia 14 de março (anterior a uma coleta do dia 15 de março), porém não houve ocorrência de chuvas em todas as demais coletas realizadas durante o período em questão como também nos dias anteriores a essas coletas.

Na amostra de água bruta do manancial realizada no dia 05 de junho não foram detectados valores para o 1,2 diclorobenzeno, 1,4 diclorobenzeno e o monoclorobenzeno, entretanto, quanto ao demais parâmetros foram encontrados valores como o alumínio dissolvido (0,045 mg/L), ferro dissolvido (0,026 mg/L), manganês (0,008 mg/L), sódio (4,743 mg/L), turbidez (16,4 NTU/uT) e zinco (0,017 mg/L). Novamente como ocorreu no ano anterior (2022) a turbidez foi o único parâmetros que segundo as portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021) estavam em desacordo com os padrões estabelecidos, entretanto, com relação a resolução 357/2005 do CONAMA que utiliza o método nefelométrico o parâmetro de turbidez encontra-se de acordo com o padrão estabelecido. A alteração no padrão da turbidez é detectável pelos sentidos humanos através da aparência da água.

Na amostra realizada no dia 12 de dezembro também não foram detectados valores para o 1,2 diclorobenzeno, 1,4 diclorobenzeno e o monoclorobenzeno, no entanto, foram realizadas análises do alumínio dissolvido (0,058 mg/L), ferro dissolvido (0,015 mg/L), manganês (0,014 mg/L), sódio (3,591 mg/L), turbidez (6,09 NTU/uT) e zinco (0,023 mg/L).

O valor do parâmetro de turbidez nesse período encontra-se em desacordo com o padrão estabelecido pelas portarias 518/2004; 2914/2011 e 888/2021, entretanto de acordo com o método nefelométrico adotado pela resolução 357/2005 do CONAMA, o parâmetro de turbidez encontra-se de acordo com o padrão estabelecido pela normativa de potabilidade da água. Todos os demais parâmetros analisados nesse período estavam de acordo com os padrões estabelecidos por ambas normativas legais brasileiras. A alteração no padrão da turbidez é detectável pelos sentidos humanos através da aparência da água.

No ano de 2024 ocorreu somente 01 (uma) única análise dos parâmetros das propriedades organolépticas no dia 12 de junho (período seco), nesta coleta foi realizada a análise dos parâmetros de alumínio dissolvido, 1,2 diclorobenzeno, 1,4 diclorobenzeno, ferro dissolvido, manganês, monoclorobenzeno, sódio, turbidez e zinco. No primeiro semestre do ano de 2024 ocorreram chuvas durante os dias 15 de janeiro e no dia anterior (14 de janeiro), no dia 14 de

março e no dia anterior a uma coleta (13 de março). Entretanto em todas as demais coletas não houve ocorrência de chuvas como também nos dias que antecederam as coletas.

Contudo, na amostra de água bruta do manancial não foram detectados valores para os parâmetros de 1,2 diclorobenzeno, 1,4 diclorobenzeno e o monoclorobenzeno, os demais parâmetros obtiveram valores registrados como o alumínio dissolvido (0,082 mg/L), ferro dissolvido (0,036 mg/L), manganês (0,018 mg/L), sódio (4,954 mg/L), turbidez (13,1 NTU/uT), zinco (0,027 mg/L).

Assim como ocorreu em anos anteriores, a análise do parâmetro de turbidez apresentou em desacordo com os padrões estabelecidos pelas portarias 518/2004, 2914/2011 e 888/2021 do Ministério da Saúde. Em relação aos padrões estabelecidos pela resolução 357/2005 do CONAMA, o valor do parâmetro de turbidez que utiliza o método nefelométrico está de acordo com a normativa legal. Todos os demais parâmetros analisados nesse período estavam de acordo com os padrões estabelecidos em ambas normativas legais brasileiras. A alteração no padrão da turbidez é detectável pelos sentidos humanos através da aparência da água.

4.2.5 - Subprodutos de Desinfecção

Os subprodutos de desinfecção pertencem a um conjunto de produtos químicos formados quando os desinfetantes reagem com a matéria orgânica natural e outras substâncias na água de origem. Os níveis dos subprodutos da desinfecção dependem da natureza da água de origem, do tipo de tratamento para a remoção de partículas da matéria orgânica e do tipo de concentração da desinfecção (FÁVARO, 2019).

O tratamento da água envolve várias etapas e entre elas o processo de desinfecção que possui como objetivo a remoção de microrganismos patogênicos, geralmente essa desinfecção é realizada com a adição de cloro como principal agente desinfetante. Logo após o tratamento da água com o uso do cloro ocorre a formação de trihalometanos³³ (THM) na água destinada ao consumo humano (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2022).

A água bruta contém ácidos fúlvicos e húmicos (fórmulas ainda não completamente conhecidas) resultantes da decomposição de folhas da vegetação que formam a matéria orgânica, entretanto ao adicionar o cloro provoca uma reação que posteriormente resultará na formação dos compostos de trihalometanos (THM). Essa condição pode continuar a ocorrer por muito tempo, enquanto houver reagente disponível (principalmente o cloro livre) (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2022).

³³ Os Trihalometanos (THM) são compostos organoclorados, subprodutos do processo de desinfecção formados a partir da reação entre o cloro residual livre e a matéria orgânica natural presente na água bruta de mananciais de superfície. (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2022).

Nos dados de água bruta do rio Montes Claros realizados pela companhia estadual de abastecimento SANEAGO S/A foram analisados somente 02 (dois) parâmetros do processo de desinfecção por cloração, sendo o 2,4,6 triclorofenol e o 2,4 diclorofenol. O 2,4,6 triclorofenol é um subproduto da cloração e faz parte do padrão de potabilidade da normativa brasileira desde a portaria nº 36/1990, o valor máximo permitido (VMP) de 0,2 mg/L vem desde a portaria nº 1469/2000 e foi mantido nas demais portarias inclusive na portaria nº 888/2021. (WHO, 2022).

Na resolução 357/2005 do CONAMA o valor máximo permitido (VMP) do 2,4,6 triclorofenol corresponde até 0,01 mg/L. O padrão de valor do parâmetro definido pela portaria 888/2021 coincide com o sugerido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que é baseado na modelagem de dados de dose-resposta de experimentos com ratos e na estimativa de risco de câncer (leucemia) (WHO, 2022). Quanto ao 2,4 diclorofenol é também um subproduto da cloração, foi incluído no padrão de potabilidade na atual versão da normativa (portaria nº 888/2021) e possui como referência a norma australiana e seu valor máximo permitido (VMP) foi fixado em 0,2 mg/L pelas normativas do Ministério de Saúde e 0,3 µg/L pela resolução 357/2005 do CONAMA. (WHO, 2022).

Durante o ano de 2021 ocorreu somente 01 (uma) análise para os parâmetros dos subprodutos de desinfecção realizada no dia 15 de dezembro (período chuvoso) em que não foram detectados valores tanto para o 2,4,6 triclorofenol quanto para o 2,4 diclorofenol. No entanto, no ano de 2021 ocorreram chuvas durante os dias 22 de novembro e no dia anterior (21 de novembro), na coleta do dia 15 de dezembro e no dia anterior (14 de dezembro). Em todas as demais coletas realizadas durante esse período não houve ocorrência de chuvas.

Essa situação ocorre segundo o departamento de coletas de amostras de água bruta do laboratório da gerência de serviços da SANEAGO S/A no município que localiza o manancial pelo fato dos registros apresentarem bem abaixo do valor mínimo que incapacita os aparelhos de medição de determinar um valor correspondente ao parâmetro.

No ano de 2022 ocorreram 02 (duas) análises dos parâmetros de subprodutos de desinfecção realizadas nos dias 22 de junho (período seco) e 07 de dezembro (período chuvoso). Assim como ocorreu em 2021, não foram detectados valores para o 2,4,6 triclorofenol e também para o 2,4 diclorofenol. Neste período ocorreram chuvas durante os dias 19 de janeiro e no dia anterior (18 de janeiro), no dia 15 de fevereiro e no dia anterior (14 de fevereiro), no dia 16 de março e no dia anterior (15 de março). No entanto, em todas as demais coletas e seus dias anteriores realizados durante o ano de 2022 não houve ocorrência de chuvas.

Em 2023 ocorreram 02 (duas) análises para os parâmetros dos subprodutos da desinfecção realizadas nos dias 05 de junho (período seco) e 12 de dezembro (período chuvoso). E novamente

não foram detectados valores aos parâmetros de 2,4,6 triclorofenol e 2,4 diclorofenol. Neste ano ocorreu chuva somente no dia 14 de março (anterior a uma coleta realizada no dia 15 de março), porém não houve ocorrência de chuvas em todas as demais coletas realizadas durante o período em questão como também nos dias anteriores a essas coletas.

No ano de 2024 ocorreu somente 01 (uma) análise para os parâmetros dos subprodutos da desinfecção realizada no dia 12 de junho (período seco). Nesse período também não foram detectados valores aos parâmetros de 2,4,6 triclorofenol e 2,4 diclorofenol. No primeiro semestre do ano de 2024 das análises das coletas ocorreram chuvas durante os dias 15 de janeiro e no dia anterior (14 de janeiro), no dia 14 de março e no dia anterior a uma coleta (13 de março). Entretanto em todas as demais coletas não houve ocorrência de chuvas como também nos dias que antecederam as coletas.

4.2.6 - Cianobactérias

O crescimento populacional, a formação de aglomerados urbanos e o aumento da produção agrícola e industrial resultam na elevação do nível de despejos dos poluentes nos corpos hídricos, principalmente matéria orgânica e nutrientes como o nitrogênio e fósforo tornando-os cada vez mais eutrofizados (CETESB, 2013).

Esse fenômeno provoca a proliferação excessiva de algas e cianobactérias potencialmente tóxicas em reservatórios e mananciais destinados ao abastecimento público. São eventos que se tornaram cada vez mais frequentes e conseqüentemente provoca sérios problemas econômicos e de saúde pública (CETESB, 2013).

O aumento das cianobactérias provoca uma drástica redução das concentrações de oxigênio o que leva a morte de muitos organismos aquáticos além de alterações na coloração e no odor da água. Quando ocorre na água que é destinada ao consumo humano essa situação torna-se ainda mais agravante devido a presença de toxinas (cianotoxinas) que acarretam riscos à saúde pública. (PANOSSO et al., 2007).

Segundo Panosso (2007 p. 434) os efeitos das cianotoxinas em mamíferos depende do modo de ação que pode ocasionar efeitos agudos (irritação da pele, gastroenterites e até parada respiratória) ou efeitos crônicos (formação de tumores devido a ingestão contínua de água contaminada com microcistinas). O caso mais dramático ocorrido no Brasil relacionado com a contaminação através das cianotoxinas foi o evento conhecido por “Tragédia de Caruaru (PE) em 1996.

Essa tragédia ocorreu com 116 dos 123 pacientes de hemodiálise que apresentaram sintomas de intoxicação por microcistina e destas, 54 pessoas faleceram até 05 meses após o início dos sintomas de hepatotoxicose, devido à falência das funções hepáticas. No entanto, além de

promover a deterioração da qualidade da água utilizada para abastecimento público, as cianotoxinas podem ser acumuladas em peixes, situação que também contribui para a contaminação das populações consumidoras de pescados (PANOSSO et al., 2007).

Entretanto, o monitoramento das cianotoxinas na água de reservatório para abastecimento público torna-se muito importante especialmente nas estações de tratamento de água que dispõem apenas de métodos simplificados de tratamento de água para consumo humano. O monitoramento desses organismos deve ser permanente com objetivo de proteção da saúde humana (PANOSSO et al., 2007). É fundamental a implementação de medidas de controle da eutrofização artificial, através do tratamento de esgotos domésticos, industriais e agropastoris, o que torna uma etapa muito importante na prevenção ou mesmo solução dos problemas de florações de cianobactérias presentes na água destinada ao abastecimento público (CETESB, 2013).

Segundo as portarias 518/2004; 2914/2011 e 888/2021 quando a densidade de cianobactérias exceder 20.000 células/mL, devem ser realizadas análises de cianotoxinas na água do manancial, no ponto de captação com frequência semanal, bem como na saída do tratamento (SAÚDE, 2016).

Na água bruta do rio Montes Claros durante o ano de 2021, ocorreu somente 01 (uma) análise do parâmetro das cianobactérias realizada pela SANEAGO S/A no dia 15 de dezembro (período chuvoso), entretanto não foi detectado valor para o presente parâmetro. A resolução 357/2005 do CONAMA juntamente com as portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021) do Ministério da Saúde estabelecem como padrão de potabilidade até 20.000 células/mL. Ainda no ano de 2021 ocorreram chuvas durante os dias 22 de novembro e no dia anterior (21 de novembro), na coleta do dia 15 de dezembro e no dia anterior (14 de dezembro). Em todas as demais coletas realizadas durante esse período não houve ocorrência de chuvas.

Essa condição da não detecção dos valores ocorre segundo o departamento de coletas do laboratório da SANEAGO, devido os valores do parâmetro de cianobactérias estarem bem abaixo dos valores mínimos registrados pelo aparelhos de medição, situação que impossibilita a determinação exata do registro do presente parâmetro.

Em 2022 ocorreram 02 (duas) análises do parâmetro das cianobactérias realizada nos dias 22 de junho (período seco) e 07 de dezembro (período chuvoso), assim como ocorreu no ano de 2021 não foram detectados valores em ambas as análises da amostra de água bruta do rio Montes Claros. Neste período ocorreram chuvas durante as coletas realizadas nos dias 19 de janeiro e no dia anterior (18 de janeiro), no dia 15 de fevereiro e no dia anterior (14 de fevereiro), no dia 16 de março e no dia anterior (15 de março). No entanto, em todas as demais coletas e seus dias anteriores realizados durante o ano de 2022 não houve ocorrência de chuvas.

A resolução 357/2005 do CONAMA e as portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021) estabelecem como padrão de potabilidade até 20.000 células/mL de cianobactérias presentes na água de consumo humano.

No ano de 2023 ocorreram 02 (duas) análises do parâmetro das cianobactérias realizadas nos dias 05 de junho (período seco) e 12 de dezembro (período chuvoso) e como ocorreram nos anos anteriores (2021 e 2022) não foram detectados valores em ambas as análises da amostra de água bruta do manancial. A normativa legal brasileira do padrão de potabilidade estabelece como padrão o valor até 20.000 células/mL. Em 2023 ocorreu chuva somente no dia 14 de março (anterior a uma coleta realizada no dia 15 de março), porém não houve ocorrência de chuvas em todas as demais coletas realizadas durante o período em questão como também nos dias anteriores a essas coletas.

Durante o ano de 2024 ocorreu somente 01 (uma) única análise do parâmetro das cianobactérias realizada no dia 12 de junho (período seco) e novamente não foi detectado valor na análise da amostra de água bruta do manancial neste período. No primeiro semestre do ano de 2024 ocorreram chuvas durante os dias 15 de janeiro e no dia anterior (14 de janeiro), no dia 14 de março e no dia anterior a uma coleta (13 de março). Entretanto em todas as demais coletas não houve ocorrência de chuvas como também nos dias que antecederam as coletas.

O limite máximo permitido da presença de cianobactérias na água de abastecimento público é até 20.000 células/mL, estabelecida pelas normativas legais brasileiras (resolução 357/2005 do CONAMA e as portarias 518/2004; 2914/2011 e 888/2021).

4.3 Percentual das Análises Físico-Químicas/Biológicas/Microbiológicas da Água Bruta do rio Montes Claros

De acordo com o recorte temporal da pesquisa que possui intervalo de aproximadamente 14 (quatorze) anos (entre 2010 a 2024) de análise dos dados das amostras de água bruta do manancial, a Gerência Regional de Serviços da SANEAGO S/A em Campos Belos-Goiás realizou durante esse período 157 (cento e cinquenta e sete) coletas com objetivo de monitorar a qualidade da água através dos parâmetros físico-químicos/biológicos e microbiológicos (**Planilha 01**).

A planilha de percentual das coletas é composta pela tabulação dos dados disponibilizados pela SANEAGO acerca da água bruta do rio Montes Claros e formada pelo quantitativo e percentual das coletas no período chuvoso e seco, quantitativo e percentual de coletas em que não foram realizadas análises (NRA), total e percentual das coletas no intervalo de tempo correspondente, frequência de amostragem além do quantitativo e percentual que estão os parâmetros de acordo ou não com o padrão de potabilidade tanto para o período chuvoso quanto para o período seco.

Com exceção da amônia, cianobactérias e sólidos totais o predomínio das coletas e resultados das análises das amostras de água bruta do rio Montes Claros ocorreram geralmente durante o período seco de acordo com a sazonalidade da região. Entretanto foi possível observar um elevado percentual de não realização das amostras (NRA). Esse percentual de não realização das amostras (NRA) para a maioria dos parâmetros superou 50% e em alguns casos chegaram a mais de 90% do total das coletas, com exceção da temperatura ambiente, coliformes totais, temperatura da água, pH, escherichia coli e turbidez que ficaram abaixo de 50% deste percentual.

A companhia de abastecimento do Estado de Goiás - SANEAGO informa que esse elevado número de análises não realizadas está relacionado às mudanças ocorridas com as alterações e avanços das legislações federais e adaptadas pela companhia de abastecimento através das suas instruções de trabalho a depender da característica de localização e uso e ocupação do solo que se encontram os mananciais das quais são responsáveis pela captação e distribuição da água para abastecimento público.

Essas alterações nas legislações dos padrões de potabilidade e saneamento básico infere-se diretamente no monitoramento e análise dos parâmetros, principalmente referente a água bruta onde alguns parâmetros passam a não ter obrigatoriedade de análises pela companhia de abastecimento público. Quanto à frequência de amostragem, a maioria dos parâmetros são coletados e analisados semestralmente, no entanto os coliformes totais, pH, escherichia coli e turbidez são monitorados e avaliados mensalmente. No contexto do enquadramento ou não do padrão de potabilidade da água bruta do rio Montes Claros foram utilizadas como normativas legais brasileiras a resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e as Portarias (518/2004; 2914/2011 e 888/2021) do Ministério da Saúde.

Apesar de haverem registros nas coletas para alguns parâmetros na água bruta do rio Montes Claros (como consta na planilha 01), as instruções de trabalho nº 07.0101 e 07.0613 da companhia de abastecimento de Goiás (SANEAGO S/A) por meio do seu relatório de ensaio físico-químico e bacteriológico de água bruta superficial e subterrânea informa que não há obrigatoriedade de realização da análise do padrão de potabilidade em água bruta para os parâmetros como temperatura ambiente, temperatura da água, alcalinidades (Total, HCO_3 , OH e CO_3), gás carbônico livre, fósforo total, oxigênio dissolvido, oxigênio consumido e condutividade.

A maioria dos resultados dos parâmetros físico-químicos/biológicos/microbiológicos obtidos através das coletas durante os 14 anos de análises da água bruta do rio Montes Claros pela SANEAGO S/A encontram-se de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pelas normativas brasileiras como a amônia, alumínio dissolvido, cianobactérias, cloretos, pH, D.B.O.,

dureza, ferro, fluoreto, bactérias heterotróficas, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, manganês, sulfato, sulfeto de hidrogênio e os sólidos totais.

Entretanto, o resultado do parâmetro da cor aparente apresenta um percentual com o padrão de potabilidade em desacordo com as normativas brasileiras correspondentes a 34,85% para as coletas realizadas durante o período chuvoso e 33,30% para as coletas realizadas durante o período seco, em contrapartida, o percentual de coletas que encontram-se de acordo com o padrão de potabilidade correspondem a 12,15% para as coletas realizadas durante o período chuvoso e 19,70% para as coletas realizadas no período seco.

A turbidez é outro parâmetro em que as análises das coletas de água bruta do manancial encontram-se em desacordo com o padrão de potabilidade estabelecidos pelas normativas brasileiras com percentual de 41,13% para as coletas realizadas durante o período chuvoso e 35,48% para as coletas realizadas durante o período seco. No entanto, os percentuais do parâmetro de turbidez que se encontram de acordo com o padrão de potabilidade correspondem a 8,06% para as coletas realizadas durante o período chuvoso e 15,33% para as coletas realizadas durante o período seco.

A presença do parâmetro ferro em desacordo com os padrões de potabilidade na água bruta do rio Montes Claros obteve um percentual de 24,25% para as coletas realizadas durante o período chuvoso e 12,12% para as coletas realizadas durante o período seco. Porém os níveis de ferro presentes na água bruta do manancial de acordo com as normativas brasileiras foi de 18,18% para as coletas realizadas durante o período chuvoso e 45,45% para as coletas realizadas durante o período seco.

Ainda foi possível constatar a presença de manganês em desacordo com os padrões de potabilidade na água bruta do manancial com baixo percentual de apenas 12,50% para coletas realizadas somente durante o período seco. Os valores do manganês que estão de acordo com as normativas brasileiras obtiveram o percentual de 37,50% para as coletas realizadas durante o período chuvoso e de 50% para as coletas realizadas durante o período seco.

Constatou-se situação análoga com o sulfeto de hidrogênio presente na água bruta do rio Montes Claros com baixo percentual em desacordo com os padrões de potabilidade que obteve o valor de apenas 10% registrado somente para as coletas realizadas durante o período chuvoso. Entretanto, os valores do sulfeto de hidrogênio que estão de acordo com as normativas brasileiras obtiveram o percentual de 30% para as coletas realizadas durante o período chuvoso e 60% para as coletas realizadas durante o período seco.

Quanto aos coliformes totais foi registrado elevado percentual em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelas normativas brasileiras na água bruta do manancial, o

valor atingiu 95% das coletas realizadas durante o período chuvoso e 96,92% das coletas realizadas durante o período seco. Somente 5% das coletas realizadas durante o período chuvoso e 3,08% das coletas realizadas durante o período seco estavam de acordo com os padrões estabelecidos pelas normativas brasileiras.

Situação semelhante ocorreu com a escherichia coli que obteve também elevado percentual em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação brasileira na água bruta do rio Montes Claros, o valor atingiu 95,08% para as coletas realizadas durante o período chuvoso e 96,97% para as coletas realizadas durante o período seco. Entretanto somente 4,92% das coletas realizadas durante o período chuvoso e 3,03% das coletas realizadas durante o período seco estavam de acordo com os padrões estabelecidos pelas normativas brasileiras.

Planilha 01 - Percentual das análises físico-química/biológico/microbiológico de água bruta do rio Montes Claros

QUANTITATIVO DAS COLEITAS DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES QUAOS - CAMPOS BRUOS/GO												
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E MICROBIOLÓGICAS												
PARÂMETROS	Período Chuvas	Porcentagem	Período Seco	Porcentagem	NRA	Percentual	Total de Coletas	Porcentagem	Período Chuvas	Porcentagem	Período Seco	Porcentagem
Temp. Ambiente	77	49,05%	80	50,85%	-	-	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Cor Aparente	62	39,49%	66	42,00%	29	18,47%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Arúbia	31	19,75%	35	22,29%	91	57,96%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Alcalinidade TC03	2	1,27%	1	0,64%	154	98,09%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Alumínio Dissolvido	16	10,19%	24	15,29%	117	74,52%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Clorobactérias	11	7,01%	15	9,50%	131	83,48%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Cloros	5	3,18%	4	2,51%	148	94,27%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Coliformes Total	17	10,83%	23	14,65%	117	74,52%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Temp da Água	60	38,21%	65	41,40%	32	20,39%	157	100%	Mensal	100%	Mensal	100%
pH	53	33,75%	57	36,31%	47	29,94%	157	100%	Mensal	100%	Mensal	100%
Alcalinidade OH	10	6,37%	10	6,37%	137	87,26%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Alcalinidade CO3	10	6,37%	10	6,37%	140	89,17%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
D.B.O.	7	4,46%	10	6,37%	109	69,42%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Dureza Total	21	13,38%	27	17,20%	127	80,89%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
gds Carbonho livre	13	8,28%	17	10,83%	110	69,89%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Escherichia coli	61	38,85%	66	42,00%	30	19,11%	157	100%	Mensal	100%	Mensal	100%
Turbidez	61	38,85%	63	40,13%	33	21,02%	157	100%	Mensal	100%	Mensal	100%
Alcalinidade Total	22	14,01%	25	15,92%	110	70,07%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Ferro	14	8,92%	19	12,10%	124	78,98%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Fosforo Total	5	3,18%	7	4,46%	145	92,36%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Fluoreto	1	0,64%	2	1,21%	154	98,09%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
O.D.	8	5,10%	10	6,37%	139	88,53%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Oxigênio Cons.	10	6,37%	21	13,39%	126	80,25%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
C. Usar. Heterotrófica	17	10,83%	20	12,74%	120	76,43%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Condutividade	14	8,92%	21	13,37%	122	77,21%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Nitrito	6	3,82%	10	6,37%	141	89,81%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Nitrogênio amoniacal	4	2,55%	9	5,73%	147	93,55%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Manganês	6	3,82%	10	6,37%	141	89,81%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Sulfato	7	4,46%	10	6,37%	140	89,17%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Sulfato de Hidrog.	4	2,55%	6	3,82%	147	93,55%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%
Sólidos Totais	5	3,18%	4	2,55%	148	94,27%	157	100%	Semestral	100%	Semestral	100%

PERÍODO - 2010-2014

Dentro do Padrão de Potabilidade

Fora do Padrão de Potabilidade

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO

Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004

Portaria MS 2914/2011; 888/2011

Organização SILVA, A.L. (2021).

Fonte: Companhia de Abastecimento de Goiás - SANEAGO S/A.
 Elaboração: Próprio Autor (2024).

Em relação às bactérias heterotróficas o percentual em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelas legislações brasileiras foi menor com valores de 23,53% para as coletas realizadas durante o período chuvoso e 25% para as coletas realizadas durante o período seco. No entanto, o percentual que estava de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelas normativas brasileiras foi de 76,47% para as coletas realizadas durante o período chuvoso e 75% para as coletas realizadas durante o período seco.

O departamento de coletas das amostras de água da gerência regional de serviços da SANEAGO em Campos Belos informou que é normal os dados dos parâmetros microbiológicos de água bruta do manancial tais como os coliformes totais, escherichia coli e bactérias heterotróficas alcançarem valores elevados nas análises das coletas. O rígido padrão de potabilidade com ausência em 100 mL para esses parâmetros é obrigatório somente na análise da água tratada.

4.4 - Percentual das Análises das Substâncias Inorgânicas na Água Bruta do rio Montes Claros

Entre o período de 2021 a 2024 foram realizadas coletas de amostras de água bruta do rio Montes Claros para análise dos valores máximos permitidos para os parâmetros de substâncias inorgânicas. O total de coletas analisadas nesse intervalo de tempo foram 06 (seis) que corresponderam a 100% das coletas para o período, todos os elementos químicos representavam a frequência de amostragem semestral.

Assim como nas análises físico-químicas foram observadas a sazonalidade (período chuvoso e período seco) de realização das coletas e ficou constatado que a maioria das coletas de amostras da água bruta do manancial ocorreram durante o período de estiagem. Entretanto ocorreram coletas em que não houve análises dos parâmetros (NRA) como também análises cujo valor do parâmetro presente na água não foi detectável pelos aparelhos do laboratório (NDV).

Para os parâmetros em que não houve a detecção por parte dos aparelhos, o departamento de coletas de água bruta da gerência regional de serviços da SANEAGO no município de Campos Belos, informou que essa situação ocorre devido os níveis dos parâmetros estão bem abaixo dos valores mínimos detectáveis pelos aparelhos de análise de qualidade da água.

Os parâmetros como o antimônio, berílio, chumbo e cobalto total obtiveram um percentual de valores não detectáveis correspondente a 33,33% (ou seja, 02 coletas), sendo que o antimônio, berílio e o chumbo obtiveram também 33,33% das coletas realizadas durante o período chuvoso e os mesmos 33,33% das coletas realizadas durante o período seco.

O cobalto total obteve 50% das coletas realizadas durante o período chuvoso e somente 16,67% das coletas realizadas durante o período seco. Já o arsênio, cádmio e o níquel total obtiveram o percentual de 50% das coletas com os valores não detectáveis e esses três elementos

químicos obtiveram ainda o percentual de 16,67% para as coletas realizadas durante o período chuvoso e o percentual de 33,33% para as coletas realizadas durante o período seco.

As substâncias inorgânicas como o boro total, cromo total, lítio total, prata total e vanádio total obtiveram um percentual de valores não detectáveis correspondente a 66,67%, ou seja, 04 coletas. Para as coletas realizadas durante o período chuvoso o boro total não obteve percentual correspondente, o cromo total, a prata total e o vanádio total obtiveram o percentual de 16,67% e por último o lítio total obteve um percentual correspondente a 33,33%.

No período seco o boro total obteve percentual correspondente a 33,33%, o cromo total obteve o percentual de 16,67%, o lítio total não obteve percentual correspondente e a prata total juntamente com o vanádio total obtiveram percentual correspondente a 16,67%. O arsênio, cádmio e o níquel total obtiveram percentual correspondente a 50% não detectável e no período chuvoso as coletas desses elementos químicos corresponderam a um percentual de 16,67%.

O percentual do arsênio, cádmio e níquel total durante as coletas realizadas no período seco foi de 33,33%. O bário e o cobre dissolvido obtiveram os seus percentuais de 50% para as coletas realizadas durante o período chuvoso e também 50% para as coletas do período seco, com registro de valores detectáveis. O mercúrio total e o urânio total obtiveram o percentual de 100% dos seus valores não detectáveis.

O selênio total obteve o percentual correspondente a 83,33% das coletas com valores não detectáveis, esse mesmo elemento químico não obteve percentual correspondente durante as coletas realizadas no período chuvoso e apenas 16,67% para as coletas realizadas durante o período seco. Para os elementos químicos como o fluoreto, nitrato e nitrito o percentual em que não houve análise do parâmetro corresponde a 83,33%, correspondente a 05 coletas realizadas.

Durante a realização das coletas no período chuvoso não ocorreram percentual correspondente para os parâmetros fluoreto, nitrato e nitrito, no entanto, durante as coletas realizadas no período seco o percentual dos três elementos químicos atingiu o percentual de 16,67%. Por último o fósforo total obteve um percentual de 16,67% de coletas com valores não detectáveis como também 16,67% de coletas em que o parâmetro não foi analisado.

Nas coletas realizadas durante o período chuvoso a substância do fósforo total obteve um percentual correspondente a 33,33%, durante as coletas do período seco esse mesmo percentual foi registrado para o parâmetro do fósforo. Este mesmo parâmetro foi o único que estava em desacordo com o padrão de potabilidade estabelecido pelas normativas brasileiras com percentual de 80% das coletas realizadas (40% das coletas realizadas no período chuvoso e 40% das coletas realizadas durante o período seco). Somente o percentual de 20% das coletas analisadas estavam de acordo com as normativas brasileiras e todas ocorreram durante o período seco.

Todos os demais parâmetros que compõem o grupo das substâncias inorgânicas estavam de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação brasileira, sejam os que registraram valores não detectáveis pelos aparelhos ou mesmo os que obtiveram os seus valores registrados.

Planilha 02 - Percentual das análises de substâncias inorgânicas da água bruta do rio Montes Claros

QUANTITATIVO DAS COLEIS DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BRLOS/GO															
SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS															
PERÍODO: 2021 - 2024															
PARÂMETROS	Período Úmido		Período Seco		NBR	Percentual	NOV	Percentual	Total de Coleta	Percentagem	Freq. Anomalia	Dentro do Padrão de Probabilidade		Fora do Padrão de Probabilidade	
	Período	Percentagem	Período	Percentagem								Período Úmido	Percentagem	Período Seco	Percentagem
Amônio	2	33,33%	2	33,33%	-	-	2	33,33%	6	100%	Semestral	3	50,00%	3	50,00%
Ársenico	1	16,67%	2	33,33%	-	-	3	50,00%	6	100%	Semestral	3	50,00%	3	50,00%
Bário	3	50,00%	3	50,00%	-	-	-	-	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Boro	2	33,33%	2	33,33%	-	-	2	33,33%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Boro Total	-	-	2	33,33%	-	-	4	66,67%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Cálcio	1	16,67%	2	33,33%	-	-	3	50,00%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Chumbo	2	33,33%	2	33,33%	-	-	2	33,33%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Cobalto Total	3	50,00%	1	16,67%	-	-	2	33,33%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Cobre Dissolvido	3	50,00%	3	50,00%	-	-	-	-	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Cromo Total	1	16,67%	1	16,67%	-	-	4	66,66%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Ferro	-	-	1	16,67%	5	83,33%	-	-	6	100%	Semestral	0	0,00%	1	100,00%
Líbio Total	2	33,33%	-	-	-	-	4	66,67%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Fósforo Total	2	33,33%	2	33,33%	1	16,67%	1	16,67%	6	100%	Semestral	0	0,00%	1	20,00%
Mercúrio Total	-	-	-	-	-	-	6	100,00%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Níquel Total	1	16,67%	2	33,33%	-	-	3	50,00%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Nitrato	-	-	1	16,67%	5	83,33%	-	-	6	100%	Semestral	0	0,00%	1	100,00%
Nitrato Total	-	-	1	16,67%	5	83,33%	-	-	6	100%	Semestral	0	0,00%	1	100,00%
Sódio Total	1	16,67%	1	16,67%	-	-	4	66,66%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Sulfato Total	-	-	1	16,67%	-	-	5	83,33%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Urânio Total	-	-	-	-	-	-	6	100,00%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-
Vanádio Total	1	16,67%	1	16,67%	-	-	4	66,66%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-

LEGENDA:	
Período Úmido	Período Inverno
Período Seco	Período Verão
NBR	Não Realizada Análise

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO	
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004	Portaria MS 3914/2011; 888/2011
Organização: SIVA, L.L./2024.	

Fonte: Companhia de Abastecimento de Goiás - SANEAGO S/A. **Elaboração:** Próprio Autor (2024).

4.5 - Percentual das Análises das Substâncias Orgânicas na Água Bruta do rio Montes Claros

O grupo de parâmetros das substâncias orgânicas registrou um total de 06 (seis) coletas correspondentes a 100% entre o ano de 2021 e o primeiro semestre do ano de 2024, com frequência de amostragem em todos os parâmetros deste grupo de forma semestral. Entretanto houve duas exceções, sendo a acrilamida e o tolueno, no caso da acrilamida foi o único elemento químico em que não foi realizada análise em 66,67% das coletas, com 33,33% das coletas em que não foram detectados valores para esse parâmetro.

O tolueno foi outro parâmetro desta classe de substâncias químicas que apresentou um percentual em que não houve a detecção pelos aparelhos correspondente a 83,33% com registro de percentual correspondente a 16,67% realizada em uma única coleta durante o período seco. Todos os demais parâmetros que compõem esse grupo das substâncias orgânicas obtiveram percentual de 100% dos quais não foram detectados os valores pelos aparelhos, ou seja, os seus níveis estavam muito abaixo do mínimo.

Em relação aos parâmetros das substâncias orgânicas presentes na água bruta do rio Montes Claros todos estão de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pelas normativas brasileiras conforme os registros em que não foram detectados pelos aparelhos.

4.6 - Percentual das Análises dos Compostos de Agrotóxicos na Água Bruta do rio Montes Claros

Planilha 04 - Percentual de análises dos compostos agrotóxicos na água bruta do rio Montes Claros.

QUANTITATIVO DAS CONDIÇÕES DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS ELÍSTICO																		
AGROTÓXICOS																		
PERÍODO: 2011 - 2014																		
AGROTÓXICOS	Período Úmido		Período Seco		N/A	Percentual	NDV	Percentual	Total de Coletas	Freq. Análises	Dentro do Padrão de Qualidade			Fora do Padrão de Qualidade				
	3	50,00%	3	50,00%							Período Úmido	Período Seco	Período Úmido	Período Seco	Período Úmido	Período Seco	Período Úmido	Período Seco
Aclorfen	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Alin + Faldin	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Azinfa	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Carbendaz	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Clorfen (r + l)	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Clorpirif + Os	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
DDT (DDP + DDE)	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Endossulf (+ II)	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Faldin	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Gifosato	*	50,00%	*	50,00%	1	16,67%	5	83,33%	6	100,00%	2	40,00%	3	60,00%	*	*	*	*
Heptaclor epóxido	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Hexaclorbenzeno	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Lodano	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Machobon	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Mecodeno	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Moliquat	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Pendimetalina	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Pirimethio	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Sinazol	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*
Thiuraz	*	50,00%	*	50,00%	*	*	6	100,00%	6	100,00%	3	30,00%	3	50,00%	*	*	*	*

LEGENDA:																	
Período Úmido				Período Seco				Fonte: SANEAGO S/A - SANEAGO									
Período Úmido		Período Seco		N/A		Percentual		NDV		Total de Coletas		Freq. Análises		Dentro do Padrão de Qualidade		Fora do Padrão de Qualidade	
Período Úmido		Período Seco		N/A		Percentual		NDV		Total de Coletas		Freq. Análises		Dentro do Padrão de Qualidade		Fora do Padrão de Qualidade	
Período Úmido				Período Seco				Fonte: SANEAGO S/A - SANEAGO									
Período Úmido		Período Seco		N/A		Percentual		NDV		Total de Coletas		Freq. Análises		Dentro do Padrão de Qualidade		Fora do Padrão de Qualidade	
Período Úmido		Período Seco		N/A		Percentual		NDV		Total de Coletas		Freq. Análises		Dentro do Padrão de Qualidade		Fora do Padrão de Qualidade	

Fonte: Companhia de Abastecimento de Goiás - SANEAGO S/A.
 Elaboração: Próprio Autor (2024).

Os parâmetros pertencentes ao padrão organoléptico registraram 06 (seis) coletas, correspondentes a 100% do total entre os anos de 2021 ao primeiro semestre de 2024 com exceção da turbidez que possui frequência de amostragem mensal, todos os demais parâmetros apresentam frequência semestral das coletas de amostras da água bruta no manancial superficial. Somente três parâmetros registraram um percentual de 100% das coletas das quais não foram detectados valores pelos aparelhos como o 1,2 Diclorobenzeno, 1,4 Diclorobenzeno e o Monoclorobenzeno. Quanto a amônia, cor aparente, cloreto, dureza total, sólidos dissolvidos e sulfato não foram realizadas análises em 83,33% das coletas realizadas durante esse período.

Durante o período chuvoso não foram registrados percentuais correspondentes para esses parâmetros, no entanto durante as coletas realizadas no período seco todos apresentaram um percentual correspondente a 16,67%. Em relação ao alumínio dissolvido, ferro dissolvido, manganês, sódio, turbidez e zinco apresentaram um percentual de 50% nas coletas realizadas durante o período chuvoso e 50% nas coletas realizadas durante o período seco.

A turbidez e a cor aparente foram os únicos parâmetros analisados que apresentaram em desacordo com o padrão de potabilidade estabelecidos pelas normativas brasileiras, sendo para a cor aparente um percentual de 100% para as coletas registradas durante o período seco e para a turbidez 50% para as coletas registradas durante o período chuvoso e 50% para as coletas registradas durante o período seco.

No entanto, todos os demais parâmetros pertencentes ao grupo dos organolépticos registrados nas coletas deste período apresentaram valores de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelas legislações brasileiras, inclusive os que não foram detectados valores como dentro do padrão de qualidade da água.

4.7 - Percentual das Análises dos subprodutos da desinfecção na Água Bruta do rio Montes Claros

Durante o intervalo de tempo entre 2021 até o primeiro semestre do ano de 2024 foram registradas 06 (seis) coletas para os subprodutos da desinfecção correspondente a 100% das coletas, com dois parâmetros analisados sendo o 2,4,6 triclorofenol e o 2,4 diclorofenol ambos com frequência de amostragem semestral.

O 2,4,6 triclorofenol e o 2,4 diclorofenol obtiveram 100% das coletas registradas com valores não detectados devido seus níveis apresentarem valores bem abaixo do mínimo estabelecido. Os dois parâmetros dos produtos de desinfecção na água bruta do rio Montes Claros obtiveram percentual de 100% das coletas de acordo com o padrão de potabilidade estabelecidas pelas normativas brasileiras de acordo com seus baixos índices constatados pela não detecção dos aparelhos.

Planilha 06 - Percentual de análises dos subprodutos da desinfecção na água bruta do rio Montes Claros.

QUANTITATIVO DAS COLEITAS DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO																
SUBPRODUTOS DA DESINFECÇÃO																
PERÍODO - 2021 - 2024																
PARAMETROS	Período Chuva		Período Seco		NBA	Período	NDV	Período	Total de Coletas	Período	Freq. Análises	Dentro do Padrão de Qualidade				
	Período	Porcentagem	Período	Porcentagem								Período Chuva	Período Seco	Período Chuva	Período Seco	
2,4,6 Triclorfenol	-	50,00%	3	50,00%	-	-	6	100,00%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-	-
2,4,6 Diclorfenol	-	-	-	-	-	-	6	100,00%	6	100%	Semestral	3	50,00%	-	-	-
LEGENDA:																
	Período Chuva	-	Período Chuva										Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO			
	Período Seco	NDV	Período Seco										Resolução CONAMA 357/2005, Portaria MS 518/2004			
	NBA	Não Realizada Análise	NBA										Portaria MS 2914/2011, 888/2012			
			NDV										Organismo: SIVA, At. (2024)			

Fonte: Companhia de Abastecimento de Goiás - SANEAGO S/A.
Elaboração: Próprio Autor (2024).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é um patrimônio natural de elevada importância mundial para a sobrevivência dos seres vivos no planeta, por esse motivo tornou-se palco de disputas territoriais entre diversos países que possuem enorme demanda populacional e reduzida quantidade hídrica disponível e de qualidade para os seus diversos usos, principalmente para o consumo.

Com a rápida e elevada taxa de desenvolvimento industrial e urbano associado ao aumento do nível de consumo mundial, as águas superficiais e subterrâneas tornaram-se vulneráveis ao processo de contaminação e poluição, seja por aspectos relacionados aos fatores naturais do planeta (como o tipo de solo por exemplo), seja por fatores de ordem humana que alteram e transformam as características do espaço natural.

A busca incessante por água potável de qualidade tornou-se cada vez mais acirrada devido a sua escassez, esse motivo fez com que os governantes de diversas nações avançassem no desenvolvimento ou mesmo na reformulação de novas técnicas e normas conservacionistas de recursos hídricos com objetivo de tentar garantir a disponibilidade e acessibilidade a todos deste bem natural.

A situação do Brasil não é diferente, apesar de ser o país que possui as maiores reservas de água doce do planeta, também contribui para a sua elevada contaminação, principalmente, em áreas de lavouras agrícolas (com uso intenso de insumos e agrotóxicos) e os baixos investimentos no tratamento da água destinada ao abastecimento público, que juntos são fatores que proporcionam ao país um elevado risco de contaminação e poluição dos mananciais superficiais e subterrâneos.

Diante deste contexto, o rio Montes Claros localizado no nordeste goiano é caracterizado como um manancial superficial destinado ao abastecimento público em termos de captação, tratamento e distribuição de água potável sob responsabilidade da companhia de abastecimento do Estado de Goiás - SANEAGO S/A. Ao longo de cerca de 03 (três) décadas o manancial passou por modificações e avanços nas técnicas e segmentos legais quanto a análise do padrão de potabilidade empregados aos parâmetros avaliados no quesito de qualidade da água.

Dentre os parâmetros físico-químicos, bacteriológicos, microbiológicos, substâncias orgânicas e inorgânicas, compostos de agrotóxicos, organolépticos e produtos de desinfecção analisados através das coletas de amostras da água bruta do rio Montes Claros no intervalo de tempo de aproximadamente 14 anos foi possível constatar algumas alterações significativas na cor aparente, turbidez (parâmetros físico-químicos) bem como nos coliformes totais e escherichia coli (parâmetros microbiológicos).

Geralmente quando o parâmetro da cor aparente encontra-se alterado indica que há elevado grau de matéria orgânica, metais pesados como ferro, manganês e resíduos industriais

presentes na água destinada ou não ao consumo humano. Além de ser esteticamente indesejável em águas de abastecimento público, a alteração do parâmetro de cor aparente provoca rejeição por parte dos consumidores, que buscam outras fontes de suprimentos de água, sendo em muitos casos fontes inseguras ou mesmo impróprias para o consumo.

Quanto ao rio Montes Claros ocorre a associação entre a cor aparente com o aumento do nível do parâmetro de dureza (elevada composição de cálcio e magnésio na água) o que vem ocasionar alterações tanto na cor quanto no sabor, tornando-os indesejáveis na água do manancial. Esses fatores obrigam a população do município de Campos Belos/GO a procurar outros recursos hídricos como por exemplo a abertura de poços artesianos comunitários ou particulares sem os cuidados sanitários necessários e legais, muitos desses são abertos em locais pontuais da cidade como forma de suprir as demandas por água para consumo.

O parâmetro da turbidez está diretamente relacionado à propriedade óptica da luz na água, ou seja, o grau de intensidade que um feixe de luz atravessa e espalha, uma vez a turbidez alterada o feixe de luz acaba sendo absorvido e não transmitido em linha reta. Esse processo ocorre devido a presença de sólidos em suspensão como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) assim como a presença de detritos orgânicos como algas, bactérias, plânctons e outros organismos microscópicos.

Durante o período chuvoso há uma intensificação do processo de erosão junto às margens dos rios provocado pela retirada de cobertura vegetal do solo situação que ocasiona o aumento da turbidez na água e conseqüentemente a redução da fotossíntese na vegetação submersa contribuindo para a diminuição da fauna aquática. Essa problemática na água destinada ao abastecimento público exigirá obrigatoriamente soluções mais eficazes junto aos sistemas operacionais de tratamento com acréscimo de coagulantes e produtos auxiliares.

Quanto aos elevados percentuais dos parâmetros microbiológicos (como os coliformes totais e *Escherichia coli*) registrados nas coletas de água bruta do rio Montes Claros, o departamento de coletas e amostras de água do laboratório da gerência regional de serviços da SANEAGO garante que é comum a sua presença em níveis elevados por se tratar de análises da água bruta, sendo que o padrão de potabilidade estabelece a ausência deste parâmetro em 100 mL para a água tratada.

Nas últimas décadas tornaram-se fundamentais o avanço do campo científico no desenvolvimento de técnicas modernas para o processamento e tratamento da água destinada ao consumo humano, o progresso das pesquisas adotaram padrões mais eficazes e bem mais elaborados com a regulamentação escrita como demonstrado através da atualização nas normativas legais.

O monitoramento contínuo da água bruta no rio Montes Claros torna-se uma ferramenta indispensável para a análise dos índices de qualidade da água do manancial destinada ao abastecimento público, pois auxilia no controle de valores máximos permitidos situação que promove alcançar menores riscos para a saúde da população consumidora assim como a sobrevivência da vida aquática.

O estudo desenvolvido por esta pesquisa não é esgotar o tema proposto, mas incentivar a ampliação do conhecimento acerca dos parâmetros de qualidade da água para que outras pesquisas na área possam aprofundar e expandir mais sobre o estudo dos recursos hídricos no Brasil e sua importância essencial ao abastecimento de água potável, fundamental para a existência de vida no planeta tanto humana quanto vegetal e animal (sejam terrestres e aquáticos).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil**. Informe Anual/Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília (DF): 2024, 118p.

Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil**. Informe Anual/Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília (DF): 2023, 118p.

Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil**. Informe Anual/Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília (DF): 2022, 105p.

Informações Contextualizadas sobre Saneamento no Brasil (InfoSanbas). 2013. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/camposbelos-go/>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2023.

Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**. Caderno de Recursos Hídricos 1. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília (DF): 2005, 176p.

Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica: Sistema de Informações Hidrológicas (SGH). 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Monografias autorizadas**. Brasília, DF: ANVISA, 2018.

AGM. ASSOCIAÇÃO GOIANA DE MUNICÍPIOS [online]. 2019. Disponível em: <http://www.agmgo.org.br/municipio/331-campos-belos>. Acesso em: 20 set. 2022.

AGR. AGÊNCIA GOIANA DE REGULAÇÃO, CONTROLE E FISCALIZAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS. **Relatório de Fiscalização (Campos Belos - Falta de Água)**. 2017. Disponível em: https://goias.gov.br/agr/wp-content/uploads/sites/43/images/imagens_migradas/upload/arquivos/2018-03/rf-097-2017---campos-belos---falta-de-Agua.pdf. Acesso em: 25 de setembro de 2023.

ALMEIDA, E.S.dos; ROSA, E.V.C.; PAIXÃO, J.F.da. **Avaliação da Legislação para Lançamento de Efluentes em Relação a Ecotoxicidade**. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS). Salvador (BA): 2013.

ALVES, A.G; FORMAGGIA, D.M.E; FERNANDES, M.L.R.P. da; MACHADO, P.A.M.da; SOUZA, R.M.G.L. de. **Padrão de potabilidade: Contexto histórico das portarias de potabilidade, dúvidas, indagações, considerações e preocupações da nova Portaria GM/MS nº 888/21**. Portal do Tratamento da Água. São Paulo: 2021.

ARIAS, A.R.L.; BUSS, D.F.; ALBUQUERQUE, C. de.; INÁCIO, A.F.; FREIRE, M.M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D.F. **Utilização de Bioindicadores na Avaliação de Impacto e no Monitoramento de Contaminação de Rios e Córregos por Agrotóxicos**. Revista Ciência e Saúde Coletiva. Vol.12(1), Rio de Janeiro (RJ): 2007. p. 61-72.

ASSEITUNO, A.P.F. **Avaliação da Legislação do Estado de São Paulo Quanto ao Reuso de Efluentes Líquidos Industriais e sua Viabilidade Legal**. Monografia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (USP). Piracicaba (SP): 2016.

BAIRD, R.B., Eaton, A.D. e Rice, E.W. **Método Padrão para o Exame de Água e Efluentes**. 23ª Edição, Associação Americana de Saúde Pública, Associação Americana de Obras Hidráulicas, Federação do Meio Ambiente Aquático, Washington D.C.: 2017.

BALDOTTO, M.A.; BALDOTTO, L.E.B. **Ácidos Húmicos**. Revista Ceres, V.61. Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Viçosa (MG): 2014. p. 856-881.

BARBOSA, A.M. **Análise Química Multi-elementar de Amostras de Água Tratada e Aspectos de Saúde Pública de Municípios da Mesorregião Sul de Goiás**. Dissertação de Mestrado - Universidade Católica de Goiás (UCG), Instituto de Ciências Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde. Goiânia-GO, 2009. 108p.

BARTRAM J.; COTRUVO, J.; EXNER. M.; FRICKER, C. **Heterotrophic plate counts and drinking water safety: the significance of HPCs for water quality and human health**. Londres: WHO: IWA, 2003. Expert Consensus. Expert meeting group. 2003.

BASTOS, R.K.X. et al. **Revisão da Portaria 36 GM/90**. Premissas e princípios norteadores. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 2001. João Pessoa. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2001. (CD-ROM).

BASTOS, R.K.X.; **A norma brasileira de qualidade da água para consumo humano em revisão – um convite à reflexão sob a ótica dos direitos**. Observatório Nacional dos Direitos Humanos à Água e ao Saneamento – ONDAS da Universidade de Brasília (UNB), Brasília (DF): 2021.

BATTESTIN, V.; MATSUDA, L.K.; MACEDO, G.A. **Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos**. Alim. Nutr. Araraquara, v.15, n.1, p.63-72, 2004.

BITENCOURT, C.C.A.,de; FERNANDES, C.V.S., GALLEGO, C.E.C. **Panorama do enquadramento no Brasil: Uma reflexão crítica**. Revista de Gestão de Água da América Latina, v.16, ed. 09, 2019.

BRASIL. Constituição de 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2023. 190 p. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: Junho de 2023.

_____. **Decreto Federal 49.974 A, de 21 de janeiro de 1961**. Regulamenta, sob a denominação de Código Nacional de Saúde, a Lei nº 2.312, de 3 de setembro de 1954, de normas gerais sobre defesa e proteção da saúde. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-49974-a-21-janeiro-1961-333333-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: Agosto de 2023.

_____. **Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Presidência da República, 1997.

_____. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº. 36 GM de 19 de janeiro de 1990**. Brasília, 1990. Aprova normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano. Disponível em: <

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1990/prt0036_19_01_1990.html Acesso em: 07 de jul. 2023.

Ministério do Meio Ambiente. **Resoluções CONAMA**. Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2021. Brasília (DF): 2012. 1.126p.

Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº. 518 de 25 de março de 2004**. Brasília, 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em: < <https://bvsmms.saude.gov.br> > Acesso em: 07 de jul. 2022.

Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº. 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Brasília, 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: < <https://bvsmms.saude.gov.br> > Acesso em: 07 de jul. 2022.

Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria GM/MS Nº 888 de 04 de maio de 2021**. Brasília, 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: < <https://bvsmms.saude.gov.br> > Acesso em: 07 de jul. 2022.

Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. Brasília, 2014, 215 p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab_Versao_Conselho_s_Nacionais_020520131.pdf. Acesso em: 15 set. 2022.

Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2021**. Brasília, 2019a. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-eesgotos/diagnostico-ae-2021>. Acesso em: 5 mar. 2022.

Ministério do Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012**. Edição Especial. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012. 1.126p.

Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Nº 91 de 05 de Novembro de 2008**. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Brasília: 2008. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2008/res0091_28_11_2008.html#:~:text=Pro%C3%ADbe%20o%20uso%20isolado%20de,esteriliza%C3%A7%C3%A3o%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias. Acesso em: 07 de Janeiro de 2024.

Ministério da Saúde; Organização Pan-Americana da Saúde. **Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos**. Brasília (DF): 2000. 69p.

Ministério da Saúde; Secretaria de Vigilância da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212p - Série B. Textos Básicos de Saúde.

BRITES, A.P.Z. **Enquadramento dos Corpos de Água através de Metas Progressivas: Probabilidade de Ocorrência e Custo de Despoluição Hídrica**. Tese de Doutorado - Escola

Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Ed. Revisada, São Paulo-SP: 2010. 177 p.

BRITO, F.S.R. **Abastecimento de águas: parte geral, tecnologia e estatística**. v. 3. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943.

BOGOSSIAN, J. **Mineralizações Primárias e Supergênicas de Urânio do Nordeste de Goiás e Sudeste do Tocantins**: Contexto Geológico, Mineralogia e Implicações Metalogenéticas. Brasília-DF, 2010. 54p. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas.

CAMPOS BELOS. Prefeitura Municipal. **História [online]**. 2017. Disponível em: <https://www.camposbelos.go.gov.br/>. Acesso em: 2 maio 2022.

CAMPOS, L.P.S.dos; **Filtração em margem no tratamento de água: avaliação da aplicação da técnica no manancial da lagoa do peri, santa catarina, e análise prévia de viabilidade de aplicação em rio grande, Rio Grande do Sul**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis (SC): 2012. 58f.

CAPITANI, E.M. **Epidemiologia e Geologia Médica**. Efeitos dos Materiais e Fatores Geológicos na Saúde Humana e Meio Ambiente. Workshop Internacional de Geologia Médica. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro: 2006, p. 15-18.

CASTRO, S. V. **Efeitos de Metais Pesados presentes na Água sobre a Estrutura das Comunidades Bentônicas do Alto Rio das Velhas-MG**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte (MG): 2006. 97p.

CEBALLOS, B.S.; DANIEL, L.A.; BASTOS, R.K.X. **Remoção de microrganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

CETESB. **Aldrin, Dieldrin e Endrin: Valores de Referência**: Toxicidade para a Saúde Humana, São Paulo: CETESB, 2022. 98p. (Série Valores de Referência para a Saúde Humana, v.1).

_____. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem**. São Paulo: CETESB, 2018.

_____. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Ficha de Informação Toxicológica: Cianotoxinas**. São Paulo: CETESB, 2017.

_____. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Anexo A - Legislações Federais: Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA**. São Paulo: CETESB, 2013.

_____. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Manual de Orientação para Elaboração de Estudos de Análises de Risco**. São Paulo: CETESB, 2006.

_____. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Apêndice D – Índices de Qualidade das Águas**. São Paulo: CETESB, 2004.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

_____. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. *Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes*. Disponível em: < <http://www.conama.mma.gov.br> > Acesso em: 07 de jul. 2022.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011**. *Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente-CONAMA*. Disponível em: < <http://www.conama.mma.gov.br> > Acesso em: 07 de jul. 2022.

CORTECCI, Gianni. **Geologia e saúde**. Bologna. Università degli Studi di Bologna – Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientale. Trad. de Wilson Scarpelli. 2006. p. 05-17.

COSTA, M.P. da; CONEJO, J.G.L. **A Implementação do Enquadramento dos Corpos d'água em Bacias Hidrográficas: Conceitos e Procedimentos**. In: XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Campo Grande, Anais/CD-ROM, Campo Grande, 2009.

CRUZ, J.V.B.; SANTOS, E.P. de; SILVA, N.J.; LIMA, F.L.O.; MARTINELLI, P.P.; NETO, J.R.T.V. **Influência dos Metais Pesados no Acometimento do Câncer: Uma Revisão da Literatura**. Research, Society and Development, v. 10, n. 6, e45810615992, 2021.

DAMSTRA, T. et al. Global assessment of the state-of-the-science of endocrine disruptors. Genebra: WHO, 2002.

D'AGUILA, P. S.; ROQUE, O, C da C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P. **Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2000, v.16, n.3 p. 791-798.

DINIZ, L.T. **Efetivação das Metas de Qualidade de Águas Superficiais no Brasil**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo (SP): 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de procedimentos de Amostragem e Análise Físico-Químico da Água**. Embrapa Florestas, ed. 01, versão digital, dados eletrônicos. Colombo (PR): 2011.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 5ª Edição, Revista e Ampliada. Brasília (DF): 2018. 356p.

FAGUNDES, A.K.B.; MENDES, T.A.; PEREIRA, T.S.R. **Classificação preliminar de corpos d'água com base na resolução CONAMA nº 357/2005: Caso do rio Meia Ponte - GO**. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Vol. 38, nº 03, Santa Maria (RS): 2016. p. 1382 – 1393.

FALEIRO, F. F. **Análise da Paisagem da Bacia do Rio Corrente (GO): Estudo Geoquímico e Implicações no Uso e Ocupação**. Goiânia-GO, 2013. 96p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Goiás - UFG, Instituto de Estudos Sócio Ambientais - IESA. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

FÁVARO, A.L. **Subprodutos da Desinfecção da Água**. Revista Environmental Science & Engineering (Revista de Ciência e Engenharia Ambiental) – 220 Industrial Parkway South, Aurora, ON L4G 3V6, Canadá, 2019.

FERREIRA, N. C.; RIBEIRO, N. V.; OLIVEIRA, W. N. de.; RIBEIRO, H. J.; **Aspectos Físicos do Município de Campos Belos-GO**. Saneamento e Saúde Ambiental Rural SanRural- Org: Paulo Sérgio Scalize. Cegraf(UFG). Goiânia-GO, 2019.

FILHO, N.R.A; ALVES, M.I.R; OLIVEIRA, L.G.; FURTADO, S.T.F. **Avaliação da Contaminação por Pesticidas Organoclorados em Recursos Hídricos do Estado de Goiás**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH. Vol. 15 nº 1 jan/mar 2010, p. 67-74.

FILHO, R.A.C. **Avaliação da Redução de Toxicidade em Efluentes Industriais**. Artigo de Opinião - Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Maceió (AL): 2013.

FIGUEIREDO, A. M. de OESTERLEN, P. M. **Prospecção de Urânio no Estado de Goiás**. Revista Brasileira de Geociências, Vol. 11 Nº 03. São Paulo - SP: 1981. p. 147-152.

FOMAGGIA, D. M. E., PERRONE, M. A., MARINHO, M. J. F., SOUZA, R. M. G. L. **Portaria 36 GM de 19/01/90**. Necessidade de revisão. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 2, abr./jun. 1996. p. 5-10.

FORMAGGIA, D.M.E.; SOUZA, R.M.G.L. **Legislação Brasileira de Potabilidade de Água para Consumo Humano: Evolução e Involução**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). Rio de Janeiro, RJ: 2021.

FONSECA, I. F.; BURSZTYN, M.; MOURA, A. M. **Conhecimentos técnicos, políticas públicas e participação: o caso do Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Revista de sociologia e política, Curitiba, v. 20, n. 42, p. 183-198, 2012.

FORTES, A.C.C.; BARROCAS, P.R.G.; KLIGERMAN, D.C. **A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso**. Revista Saúde Debate, v.03, N Especial 03, p. 20-34: 2019.

FRÓIS, A.C.F.; PEREIRA, S.G. **Qualidade da Água do Rio Paranaíba na Região de Patos de Minas-MG: Organoclorados e Metais Pesados e a sua Relação com Saúde Pública e Coletiva**. Revista Scientia Generalis 2675-2999. Vol. 1, nº 3, Faculdade de Patos de Minas. Patos de Minas (MG): 2020. p. 54-99.

FROTA, E. B.; VASCONCELOS, N.M.S. **Química Ambiental**. Editora da Universidade Estadual do Ceará (EduECE). 2ª Edição, Fortaleza (CE): 2019. p. 205.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. 4. ed. rev. Brasília, p.150, 2013.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento - Engenharia de Saúde Pública**. Orientações Técnicas. 3ª edição revisada, 2ª reimpressão. Brasília (DF): 2007.

GAZOLA, L.; **Análise das Legislações Estaduais Brasileiras sob Ensaio Ecotoxicológicos como Ferramenta no Controle de Lançamentos de Efluentes Industriais**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis (SC): 2020. 75p.

GOIÁS. **Lei Estadual nº 773, de 16-09-1953**. Publicado no Diário Of. de 03-10-1953. Dispõe sobre a mudança do nome do município de Chapéu para Monte Alegre de Goiás. Disponível em: http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis_ordinarias/1953/lei_773.pdf. Acesso em: 20 set. 2022.

_____. **Lei Estadual nº 781, de 01-10-1953**. Publicado no Diário Of. De 23-10-1953. Cria o município de Campos Belos e dá outras providências. Disponível em: http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis_ordinarias/1953/lei_781.htm. Acesso em: 20 set. 2022.

_____. Tribunal de Contas do Estado de Goiás - TCE-GO. **301-Processos de Fiscalização - Atos de Inspeção**. Sistema de Abastecimento de Água do Município de Campos Belos-Goiás (2015). Disponível em: <https://www.tce.go.gov.br/ConsultaProcesso?proc=297160>. Acesso em: Janeiro de 2025.

GOMES, F.B.R.; ASSUNÇÃO, T.O.G.de; CASTRO, S.R.; PEREIRA, R.O.; BRANDT, E.M.F. **Ocorrência de Chumbo, Cromo e Mercúrio em Mananciais de Abastecimento de Água de Consumo Humano no Brasil**. Revista de Gestão de Água da América Latina, maio de 2021, V.18, Ed.5. <https://doi.org/10.21168/reg.v18e5>.

GUEDES, J. A. **Poluição de Rios em Áreas Urbanas**. Ateliê Geográfico. Instituto de Estudos Sócio Ambientais (IESA) - Universidade Federal de Goiás (UFG), V. 05 N° 02. Goiânia-GO: 2011. p. 212-226.

GURGEL, R. S.; DA SILVA, L. S.; SILVA, L. A. **Investigação de coliformes totais e Escherichia coli em água de consumo da comunidade Lago do limão, Município de Iranduba-AM**. Brazilian Applied Science Review, v. 4, n. 4, p. 2512-2529, 2020.

HAGE, D. S.; CARR, J. D. **Química analítica e análise quantitativa**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

HELLER, L.; GOMES, U.A.F. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil**. Ministério das Cidades - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Vol. 04, 1ª Edição. Brasília (DF): 2014.

IBAM. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Caderno de Estudo: Política Nacional do Meio Ambiente**. Série - Programa de Qualificação Gestão Ambiental, IBAM - Rio de Janeiro: IBAM, 2016. 69p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades [on line]**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/campos-belos/panorama>. Acesso em: 20 de dezembro de 2023.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Glossário de termos: gestão de recursos hídricos e meio ambiente**. Belo Horizonte: Igam, 2008. p.22

JACOMINE, P. K. T.; **A Nova Classificação Brasileira de Solos**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma, Vols. 05 e 06. Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Recife (PE): 2009. p. 161-179.

JARDIM, Wilson F. **Medição e interpretação de valores do potencial redox (Eh) em matrizes ambientais**. Química Nova, v. 37, n. 7, Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas (SP): 2014, p. 1233-1235.

KELLNER, E. **Introdução aos sistemas de saneamento**. Coleção UAB-UFSscar. Educação a Distância (SEAD). São Carlos: 2014.

LEAL, V.G. **Desenvolvimento de Plataforma Portátil e de Baixo Custo para determinação de Sulfeto em Águas utilizando Smartphones e Impressão 3D**. Dissertação de Mestrado - Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia (MG): 2020

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. **Introdução à Química da água: ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

LICHT, O.A.B. **A Geoquímica Multielementar na Gestão Ambiental**. Curitiba, 2001. 236p. Tese. (Doutorado em Geologia, Área de Concentração Geologia Ambiental). Universidade Federal do Paraná-UFPR, 2001.

LIMA, D. P.de; **Avaliação da Contaminação por Metais Pesados na água e nos peixes da Bacia do Rio Cassiporé, Estado do Amapá, Amazônia, Brasil**. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical. Departamento de Medicina Tropical da Universidade Federal do Amapá - UNIFAP. Macapá (AP): 2013.

LIMA, L. R. P.; CARVALHO, R. S; **Projeto Campos Belos (GO)- Subárea II**. Trabalho de Mapeamento Geológico. Vol. 01. Instituto de Geociências da Universidade de Brasília UNB, Brasília: 2022.

LUCAS, A.A.T.; MOURA, A.S.A.; NETTO, A.O.A. de; FACCIOLI, G.G.; SOUSA, I.F.de. **Qualidade da Água no Riacho Jacaré, Sergipe Brasil usada para irrigação**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada - v.08, nº 02, p. 98-105. Fortaleza (CE): 2014.

MAINIER, F.B.; VIOLA, E.D.M. **O Sulfeto de Hidrogênio (H₂S) e o Meio Ambiente**. II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGet. Associação Educacional Dom Bosco (AEDB). Resende (RJ): 2005.

MAPBIOMAS. Disponível em: <http://mapbiomas.org/>. Acesso em: 25 de maio de 2024.

_____. Disponível em: <http://mapbiomas.org/>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2025.

MEIRELLES, E. M. L.; FERREIRA, E. A. B.; TOKARSKI, D. J. (Org.). **Bacia Hidrográfica do Alto Tocantins - Retrato e Reflexões**. Eco Data: WWF-Brasil. Brasília, 2007. 102 p.

MIERZA, J. C.; AQUINO, S. F. de. **Contaminantes orgânicos presentes em micro quantidades em mananciais de água para abastecimento público**. In: Remoção de microrganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano/ Valter Lúcio de Pádua (coord.). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

MUNIZ, D.H.F.; FILHO, E.C.O.; **Metais Pesados Provenientes de Rejeitos de Mineração e seus Efeitos Sobre a Saúde e o Meio Ambiente**. Universitas: Ciências da Saúde, Vol. 4, nº 1/2, 2006. p.83-100.

NAKASHIMA, Sandra Yoshimi; CARVALHO, Márcia Siqueira de. **Aproximações entre saúde urbana e meio ambiente**. In: MARANDOLA, Eduardo; FUSCALDO, Wladimir Cesar;

FERREIRA, Yoshiya Nakagawara (Org.). **Geografia, ciência e filosofia: interdisciplinaridade e interfaces de conhecimento – contribuições científicas da XVIII Semana de Geografia da Universidade Estadual de Londrina**. Londrina: Ed. Humanidades, 2002. p.239-242.

NASCIMENTO, D. T. F.; OLIVEIRA, I. J.; **Os sistemas atmosféricos atuantes e responsáveis pela gênese das chuvas no Estado de Goiás e no Distrito Federal**. Revista

Brasileira de Climatologia, Ano 16, Vol. 27. Jul/Dez 2020. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14293>. Acesso em: 18 de janeiro de 2024.

OLIVEIRA, J.M.B; BRANDÃO, C.C.S; PIRES JR, O.R. **Remoção de *Cylindrospermopsis raciborskii* por meio de sedimentação e de flotação**: Avaliação em escala de bancada. Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. 2007. 8 p.

OLIVEIRA, M.R.de. **Investigação da Contaminação por Metais Pesados da Água e do Sedimento de Corrente nas margens do Rio São Francisco e tributários, a jusante da Represa da Cemig, no município de Três Marias, Minas Gerais**. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte: 2007.

OPAS/OMS. Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial de Saúde. **Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos**. Representação no Brasil. Brasília (DF): 2000.

PÁDUA, V. L.; FERREIRA, A. C. S. **Qualidade da água para consumo humano**. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2006.

PANOSSO, R.; COSTA, I.A.; SOUZA, N.R. de.; ATTAYDE, J.L. **Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Oecologia Brasiliensis, v. 11, n. 3, p. 433-449, 2007. <https://doi.org/10.4257/oeco.2007.1103.12>.

PAULA, M.M. **Parâmetros indicadores de qualidade da água da bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO**. In: Anais do Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão – CONPEEX. Universidade Federal de Goiás – UFG/GO, 2010.

PERES, F.; MOREIRA, J.C.; DUBOIS, G.S. **Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema**. In: PERES, F.; MOREIRA, J.C. (org.). É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, p. 21-41, 2003.

PIMENTEL, L. C. F.; CHAVES, C.R.; FREIRE, L.A.A.; AFONSO, J.C. **O inacreditável emprego de produtos químicos perigosos no passado**. Química Nova v.29, n. 5, p. 1138-1149, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ): 2006.

PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E.; DEL PRETTE, M.E. **A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais**. In: SCHIAVETTI, A. & CAMARGO, A.F.M. (Ed.). Conceitos de Bacias Hidrográficas: Teorias e Aplicações. Ilheus, BA: Editus, 2002. p.17-35.

PIROLI, E.L. **Água e bacias hidrográficas: planejamento, gestão e manejo para enfrentamento das crises hídricas**. São Paulo – SP: Editora Unesp Digital, 2022. p. 11-139.

PRAZERES, T.M.O. **Potabilidade da Água**: Comparativo das Portarias GM/MS N° 888/2021 e Anexo XX da PC GM/MS N° 5/2017, Obrigatoriedade e Análises de Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos nas Estações de Tratamento de Água. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química - Instituto Federal Goiano (IFGoiano) - Campus Morrinhos. Morrinhos (GO): 2023. 41p.

REIS, S. L. S.; VALE, R. M. C.; LOBÃO, J. S. B.; **Identificação de áreas degradadas no oeste da Bahia através de técnicas de Geoprocessamento**. Departamento de Ciências

Humanas e Filosofia- Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana- BA: 2008.

ROCHA, H. M.; CABRAL, J. B. P.; BRAGA, C. C.; & ROCHA, I. R. **Análise Ambiental dos Afluentes do Reservatório da UHE Barra dos Coqueiros do Município de Caçu-Goiás** - Departamento de Geografia - Universidade Federal de Goiás - Campus Jataí - UFG, 2011.

RODRIGUES, M.L.K. **Origem, Distribuição e Mobilidade Potencial de Metais Pesados em Ambiente Fluvial Impactado por Curtumes**. Tese de Doutorado em Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Departamento de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, Porto Alegre, 2007. 230p.

RODRIGUES, H.V.A.; OLIVEIRA, C.S.P.de; **Água para consumo humano: Um levantamento sobre artigos publicados**. Visão Acadêmica, v.23, nº 02. Curitiba (PR): 2022.

ROSS, J.L.S. **Bacia Hidrográfica: Unidade de Análise Integrada**. In: MORATO, Rúbia Gomes; KAWAKUBO, Fernando Shinji; GALVANI, Emerson; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches (Org.). **Análise Integrada em Bacias Hidrográficas – Estudos Comparativos com Distintos Usos e Ocupação do Solo**. FFLCH/USP. São Paulo: 2019. p.27-43.

SAEIJIS, H. L. F. & BERKEL, M. J. (1997). **A crise hídrica global: a grande questão do século XXI, um problema crescente e explosivo**. In: Brans, E. H. P. (Org.) **A escassez de água: respostas jurídicas e políticas emergentes**. (pp.3-20). Kluwer Law International, Alphen aan den Rijn. 328p.

SAMSEL, A., SENEFF, S. **Glifosato, caminhos para doenças modernas III: Manganês, doenças neurológicas e patologias associadas**. Surg Neurol Int. 2015, v. 6:45. Publicado em 24 de março de 2015.

SANEAGO. Saneamento de Goiás S.A. **Formulário de Elementos Químicos Orgânicos e Metais Pesados**, Sistema de Controle de Qualidade do Produto. Goiânia (GO): 2022.

_____. Saneamento de Goiás S.A. **Resultados Físico-Químicos e Bacteriológicos de Água Bruta**. Sistema de Controle e Qualidade do Produto. Goiânia (GO): 2024.

SAÚDE. Ministério da Saúde. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Secretaria de Vigilância em Saúde - Coordenação de Vigilância em Saúde. Textos Básicos de Saúde, Série B - Brasília: MS, 2006. 212 p.

SANTOS, H.G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 531 p. ISBN 978-85-7035-817-2. URL: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>.

SILVA, C.L. (2004). **Análise da vulnerabilidade ambiental aos principais pesticidas recomendados para os sistemas de produção de algodão, arroz, café, cana-de-açúcar, citros, milho e soja**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2004. 135p.

SILVA, C.R.; FIGUEIREDO, B.R.; CAPITANI, E.M. **Geologia Médica no Brasil**. Efeitos dos Materiais e Fatores Geológicos na Saúde Humana e Meio Ambiente. Workshop Internacional de Geologia Médica. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro: 2006, p. 6-14.

SILVA, S.C.da; MARIANI, C.F.; POMPÊO, M. **Análise Crítica da Resolução CONAMA N° 357 à luz da Diretiva do Quadro da Água da União Europeia: Estudo de Caso - Represa do Guarapiranga - São Paulo - SP.** Ecologia de reservatórios e interface - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo: 2015.

SILVA, T. A.; **Morfogênese do relevo de chapadas no divisor hidrográfico entre as bacias do Tocantins/Araguaia com o São Francisco.** Dissertação de Mestrado- Programa de Pós-Graduação em Geografia. Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG. Belo Horizonte (MG): 2018.

SILVA, C.G.da. **Predições in silico sobre a toxicidade das microcistinas e caracterização de cianobactérias e cianotoxinas em pontos de atividade recreacional do reservatório de billings - SP.** Tese de Doutorado - Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas da Universidade Federal de São Paulo (UFSP). Diadema (SP): 2023. 123f.

SILVEIRA, A. L. L. **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica.** In: TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2001. p. 35-51.

SKOOG, D. A.; WEST, D.; HOLLER, J.; CROUCH, C. **Fundamentos de Química Analítica.** São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SOBRAL, M. C. GUNKEL, G.; BARROS, A. M. de L.; PAES, R.; FIGUEIREDO, R. de C. **Classificação de Corpos d' água segundo a diretiva-quadro da água da União Européia – 2000/60/CE.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 11 p. 30-39, 2008.

SOUZA, I.R.A.S.; CORCINO, F.H.C.; SILVA, C.L.B.; DANTAS, A.N.S. **Determinação do Teor de Cloreto em Águas de Abastecimento da Região Agreste Potiguar.** 4ª Semana da Química do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). Natal (RN): 2016.

SOUZA, F. C. R.; SALGADO, A. A. R.; SILVA, T. A.; CHEREM, L. F. S.; **Caracterização de Depressões fechadas no Vão do Paranã, a oeste da Serra Geral de Goiás.** Geografia, Ensino & Pesquisa, Vol. 22 (2018). p. 01-08. Disponível <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/29857>. Acesso: 15 de janeiro de 2024.

STANDING COMMITTEE OF ANALYSTS. **The microbiology of drinking water: water quality and public health - part 1.** Nottingham: Environment Agency, 2002. Disponível em: < <http://www.environment-agency.gov.uk/science/> >. Acesso em: 13 set. 2024.

STEFFEN, G.P.K.; STEFFEN, R.B.; ANTONIOLLI, Z.I. **Contaminação do Solo e da Água pelo uso de Agrotóxicos.** Revista do Departamento de Física e Química (Tecno-Lógica), Vol. 15, n. 1 – Universidade de Santa Cruz do Sul. Santa Cruz do Sul (RS): 2011. p.15-21.

TAVARES, T.M.; CARDOSO, D.D.P. de; BRITO, W.M.E.D.de. **Vírus Entéricos Veiculados por Água: Aspectos Microbiológicos e de Controle da Qualidade da Água.** Revista de Patologia Tropical - vol. 34 (2): 85-104p. Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública da UFG. Goiânia (GO): 2005.

VASCONCELLOS, J. M. **Considerações sobre a Geoquímica das Águas Superficiais do Alto Rio Paraná, na Região de Porto Rico (PR) e as contribuições para a Geografia da Saúde.** Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geografia - Universidade Estadual de Londrina - UEL - Londrina (PR), 2011.

VIEGAS, C.M.; SCARPELLI, A.C.; JÚNIOR, J.B.N.; PAIVA, S.M.; PORDEUS, I.A.; **Fluorose dentária: abordagens terapêuticas para recuperação estética.** Revista Gaúcha de Odontologia (RGO) - v. 59, nº 03, p. 497-501. Porto Alegre (RS): 2011.

VILLELA, F. N. J.; NOGUEIRA, C.; **Geologia e Geomorfologia da estação ecológica Serra Geral do Tocantins.** Biota Neotrop. vol. 11. n. 01. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). São Carlos-SP, 2011.

VIRGA, R.H.P; GERALDO, L.P; SANTOS, F.H. dos. **Avaliação de contaminação por metais pesados em amostras de siris azuis.** Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas, vol. 27, n.4. p.779-785, Dec.2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612007000400017. Acesso em 05 de fevereiro de 2022.

WALKER, C. H.; SIBLY, R.M.; HOPKIN, S.P.; PEAKALL, D.B. **Principles of Ecotoxicology.** 3. ed. New York: CRC Press, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO **guidelines for drinking water quality.** Nottingham, 2003. Chapter 7. Draft. Disponível em: http://cidbimena.bvs.hn/docum/crid/CD_Agua/pdf/eng/doc14601/doc14601-1.pdf. Acesso em: 13 set. 2024

_____. **guidelines for drinking water quality.** Nottingham, 2022. Chapter 7. Draft. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064>. Acesso em: 13 mar. 2025.

ZANCOPE, M. H. C.; MOMOLI, R. S.; NUNES, E. D.; BAYER, M.; BUENO, G. T.; **Litoestruturas dobradas na dissecação da borda ocidental da Chapada do Alto Rio Maranhão, Planalto Central Goiano: o caso da Reserva Legado Verdes do Cerrado, Votorantim, Niquelândia/GO.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 24. nr. 02. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg>. Acesso em: 10 de janeiro de 2024.

ZULPO, D.L.; PERETTI, J.; ONO, L.M.; GARCIA, J.L. **Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil.** Semina: Ciências Agrárias, v.27, n.01, p. 107-110. Londrina (PR): 2006.

7. APÊNDICE – PLANILHAS

Planilha 07 - Resultados das Amostras de Captação da Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2010

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO																					
PADRÃO DE POTABILIDADE - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E MICROBIOLÓGICAS																					
PERÍODO - 2010																					
PARÂMETROS	12-fev.			27-mar.			30-jul.			24-set.			30-nov.			Unidade	Freq. Amostragem	Comuna 357/2005	Portaria MS 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
	27-mar.	30-jul.	24-set.	30-nov.	23-nov.	23-nov.	23-nov.	23-nov.	23-nov.	23-nov.	23-nov.	23-nov.	23-nov.	23-nov.							
Tempo Ambiente	32	29	28	29	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	°C	Semestral	///	///	///	///	
Cor Aparente	50	35	40	23	24	24	24	256	256	256	256	256	256	256	uH	Semestral	///	15 uH	///	15 uH	
Alcalinidade HCO3	230	248	280	320	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	mg/L	Semestral	///	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al	
Alumínio Dissolvido	0	NRA	NRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mg/L	Semestral	///	250 mg/L Cl	250 mg/L	250 mg/L	
Clorofes	12	10	12	30	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	mg/L	Semestral	///	250 mg/L Cl	250 mg/L	250 mg/L	
Coliformes Total	5400	1600	430	920	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	NMP/100ml	Semestral	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	
Temp da Água	26	26	24	22	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	°C	Semestral	///	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	
pH	7,73	7,72	7,85	7,55	7,68	7,68	7,68	7,68	7,68	7,68	7,68	7,68	7,68	7,68	adimensional	Mensal	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0	
Alcalinidade OH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mg/L	Semestral	///	///	///	///	
Alcalinidade CO3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mg/L	Semestral	///	///	///	///	
Dureza Total	190	242	250	320	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	mg/L CaCO3	Semestral	///	NCl	500 mg/L	500 mg/L	
Gás Carbônico Livre	8,69	9,59	8,03	18,31	10,86	10,86	10,86	10,86	10,86	10,86	10,86	10,86	10,86	10,86	mg/L	Semestral	///	///	///	///	
Escherichia coli	330	240	73	27	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	NMP/100ml	Mensal	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml		
Turbidez	28	14,6	6,95	4,84	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	NTU/OT	Mensal	até 40 NTU	5 OT	5 OT		
Alcalinidade Total	230	248	280	320	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	mg/L CaCO3	Semestral	///	///	///	///	
Ferro	0	NRA	NRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mg/L Fe	Semestral	///	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	
Oxigênio Cons.	1,8	NRA	3,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	mg/L	Semestral	///	///	///	///	
C. bac. Heterotrofica	1400	632	1400	332	848	848	848	848	848	848	848	848	848	848	UFC/ml	Semestral	///	NCl	500 UFC/ml	500 UFC/ml	
Condutividade	NRA	486	NRA	518	504	504	504	504	504	504	504	504	504	504	µS/cm	Semestral	///	///	///	///	
Sólidos Totais	NRA	267,3	NRA	284,9	277,2	277,2	277,2	277,2	277,2	277,2	277,2	277,2	277,2	277,2	mg/L	Semestral	500 mg/L	1.000 mg/L	1.000 mg/L	500 mg/L	

LEGENDA:

Período Chuvisco	NCI	Não Correta Inferiores
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores
NRA	//////	Não Recomendou Análises em Água Bruta (Superfície e Subterrâneo)

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
 Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004; 2914/2011; 888/2021.
 Organizado: SIVIA, A. L. (2020)

Planilha 08 - Resultados das Amostras de Captação da Água Bruta do Rio Montes Claros/GO – 2011

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO												
PADRÃO DE POTABILIDADE - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E MICROBIOLÓGICAS												
PERÍODO - 2011												
PARÂMETROS						Unidade	Freq. Amostragem	Valores Máximos Permissíveis (VMP)				
	23-jan.	18-fev.	28-jun.	8-ago.	29-set.			27-dez.	Conama 357/2005	Portaria MS 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
Temp. Ambiente	30	28	29	29	NRA	°C	Semestral	////	////	////	////	////
Cor Aparente	36,5	36,8	20	15	NRA	uH	Semestral	NC	15 uH	15 uH	15 uH	15 uH
Alcalinidade de HCO3	NRA	212	252	248	NRA	mg/L	Semestral	////	////	////	////	////
Alumínio Dissolvido	NRA	0	0	0	NRA	mg/L	Semestral	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al
Cloretos	NRA	10	14	21	NRA	mg/L	Semestral	250 mg/L Cl	250 mg/L	250 mg/L	250 mg/L	250 mg/L
Coliformes Total	1600	1600	350	2200	340	NMP/100ml	Mensal	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Temp da Água	25	25	26	25	NRA	°C	Semestral	////	////	////	////	////
pH	7,44	8,11	8,23	7,97	NRA	adimensional	Mensal	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Alcalinidade OH	NRA	0	0	0	NRA	mg/L	Semestral	////	////	////	////	////
Alcalinidade CO3	NRA	0	0	0	NRA	mg/L	Semestral	////	////	////	////	////
Dureza Total	260	214	188	182	NRA	mg/L CaCo3	Semestral	NCI	500 mg/L	500 mg/L	300 mg/L	300 mg/L
Gás Carbônico Livre	NRA	3,34	3,01	5,39	17,2	mg/L	Semestral	////	////	////	////	////
Escherichia coli	1600	170	78	790	130	NMP/100ml	Mensal	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Turbidez	9,08	19,6	4,28	3,21	NRA	NTU	Mensal	até 40 NTU	5 uT	5 uT	5 uT	5 uT
Alcalinidade Total	250	212	252	248	NRA	mg/L CaCo3	Semestral	////	////	////	////	////
Ferro	NRA	0,52	0,34	0,12	NRA	mg/L Fe	Semestral	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe
Oxigênio Cons.	NRA	3,5	3,7	2,8	NRA	mg/L	Semestral	////	////	////	////	////
C. bac. Heterotófic	50	NRA	635	1400	160	UFC/ml	Semestral	NCI	500 UFC/ml	500 UFC/ml	500 UFC/ml	500 UFC/ml
Condutividade	516	1222	NRA	NRA	NRA	µS/cm	Semestral	////	////	////	////	////
Sólidos Totais	NRA	672,1	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	500 mg/L	1.000 mg/L	1.000 mg/L	500 mg/L	500 mg/L

LEGENDA:

Período Chuveso	NCI	Não Consta Informações
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores
NRA	////	Não Recomendadas Análises em Água Bruta (Superficial e Subterrânea)

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
 Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004; 2914/2011; 888/2021.
 Organizador: SILVA, A. L. (2024)

Planilha 09 - Resultados das Amostras de Captação da Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2012.

DADOS DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BETOS/GO												
PADRÃO DE POTABILIDADE - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E MICROBIOLÓGICAS												
PERÍODO - 2012												
PARAMETROS	10-fev	27-abr	13-jun	24-ago	21-dez	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria MS 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/NIS 888/2021	
Temp Ambiente	27	24	32	26	31	°C	Semestral	////	////	////	////	
Cor Aparente	15	10,5	9,2	12,9	72,6	uH	Semestral	NC	15 uH	15 uH	15 uH	
Alcalinidade HCO3	190	280	290	280	241	mg/L	Semestral	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al	
Alumínio Dissolvido	0,018	0	0	0	NRA	mg/L	Semestral	250 mg/L Cl	250 mg/L	250 mg/L	250 mg/L	
Cloratos	5	15	7,5	17,5	26	mg/L	Semestral	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	
Coliformes Total	1600	1600	580	220	920	NMP/100ml	Mensal	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	
Temp da Água	25	24	23	20	23	°C	Semestral	////	////	////	////	
pH	7,76	7,41	7,27	7,87	7	adimensional	Mensal	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0	
Alcalinidade OH	0	0	0	0	0	mg/L	Semestral	////	////	////	////	
Alcalinidade CO3	0	0	0	0	0	mg/L	Semestral	////	////	////	////	
Dureza Total	180	180	240	240	210	mg/L CaCO3	Semestral	NCI	500 mg/L	500 mg/L	300 mg/L	
Gas Carbonico Livre	6,7	22,11	31,62	7,67	48,92	mg/L	Semestral	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	
Eschichia coli	540	1600	130	94	110	NMP/100ml	Mensal	Ausência em 100 ml	5 uT	5 uT	5 uT	
Turbidez	26,5	9,81	6,96	11,8	31	NTU	Mensal	até 40 NTU	5 uT	5 uT	5 uT	
Alcalinidade Total	190	280	290	280	241	mg/L CaCO3	Semestral	////	////	////	////	
Ferro	0,61	0,44	0,18	0,32	0,32	mg/L Fe	Semestral	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	
Oxigênio Cons.	3	8	1,5	2,5	4,2	mg/L	Semestral	////	////	////	////	
C. bac. Heterotófic.	800	100	65	90	380	UFC/ml	Semestral	NCI	500 UFC/ml	500 UFC/ml	500 UFC/ml	
Condutividade	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	µS/cm	Semestral	////	////	////	////	
Sólidos Totais	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	500 mg/L	1.000 mg/L	1.000 mg/L	500 mg/L	

LEGENDA:

NCI	Não Conta Informações
NCV	Não Detectado Valores
////	Não Recomendado Análises em Água Bruta (Superficial e Subterrânea)

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004; Portaria 2914/2011; 888/2021.
Organizador: SILVA, A. L. (2024)

Planilha 10 - Resultados das Amostras de Captação da Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2013.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO										
PADRÃO POTABILIDADE - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E MICROBIOLÓGICAS										
PERÍODO - 2013										
PARÂMETROS					Unidade	Freq. Amostragem	Valores Máximos Permitidos (VMP)			
	27-abr. 27	23-mai. 32	2-set. 28	12-nov. 30			Conama 357/2005	Portaria MS 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
Temp. Ambiente	27	32	28	30	°C	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Cor Aparente	33,1	13,4	12,9	208	uH	Semestral	NC	15 uH	15 uH	15 uH
Alcalinidade HCO3	NRA	220	270	180	mg/L	Semestral	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al
Alumínio Dissolvido	NRA	0	0,004	0	mg/L	Semestral	250 mg/L Cl	250 mg/L	250 mg/L	250 mg/L
Cloretos	NRA	24	11,5	4,5	mg/L	Semestral	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Coliformes Total	2700	1600	33	1600	MMP/100ml	Mensal	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Temp da Água	24	24	27	25	°C	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
pH	7,74	7	7,79	7,66	adimensional	Mensal	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Alcalinidade OH	NRA	0	0	0	mg/L	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Alcalinidade CO3	NRA	0	0	0	mg/L	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Dureza Total	NRA	188	290	190	mg/L CaCo3	Semestral	NCI	500 mg/L	500 mg/L	300 mg/L
Gás Carbônico Livre	NRA	44,66	8,88	7,99	mg/L	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Escherichia coli	780	240	33	1600	NMP/100ml	Mensal	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Turbidez	18,9	4,76	4,81	63,4	NTU/ut	Mensal	até 40 NTU	5 ut	5 ut	5 ut
Alcalinidade Total	NRA	220	270	180	mg/L CaCo3	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Ferro	NRA	0	0,05	0,65	mg/L Fe	Semestral	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe
Oxigênio Cons.	NRA	2,7	2,5	5	mg/L	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
C. hac. Heterotrófic	2400	420	300	100	UFC/ml	Semestral	NCI	500 UFC/ml	500 UFC/ml	500 UFC/ml
Condutividade	NRA	NRA	NRA	NRA	µS/cm	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Sólidos Totais	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	500 mg/L	1.000 mg/L	1.000 mg/L	500 mg/L

LEGENDA:

Período Chuveso	NCI	Não Consta Informações
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores
NRA	//////	Não Realizou Análise
	//////	Não Recomenda Análises em Água Bruta (Superficial e Subterrânea)

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
 Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004; 2914/2011; 888/2021.
 Organizador: SILVA, A. L. (2024)

Planilha 11 - Resultados das Amostras de Captação da Água Bruta do Rio Montes Claros/GO – 2014

DADOS DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO											
PADRÃO POTABILIDADE - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E MICROBIOLÓGICAS											
PERÍODO - 2014											
PARÂMETROS	9-jan.	22-abr.	28-abr.	17-jul.	17-out.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria MS 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
Temp. Ambiente	28	30	28	28	34	°C	Semestral	Conama 357/2005	Portaria MS 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
Cor Aparente	54,2	44,6	89,6	26	276	uH	Semestral	NC	15 uH	15 uH	15 uH
Alcalinidade HCO3	240	NRA	NRA	250	NRA	mg/L	Semestral	////////////////////	////////////////////	////////////////////	////////////////////
Alumínio Dissolvido	0	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al
Cloretos	38	6,5	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	250 mg/L Cl	250 mg/L	250 mg/L	250 mg/L
Coliformes Total	0	555	1600	1600	541	NMP/100ml	Semestral	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Temp da Água	27	24	27	25	23	°C	Semestral	////////////////////	////////////////////	////////////////////	////////////////////
pH	7	7,53	7,14	7,48	7,62	adimensional	Mensal	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Alcalinidade OH	0	NRA	NRA	NRA	270	mg/L	Semestral	////////////////////	////////////////////	////////////////////	////////////////////
Alcalinidade CO3	0	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	////////////////////	////////////////////	////////////////////	////////////////////
Dureza Total	182	NRA	NRA	260	220	mg/L CaCO3	Semestral	NCI	500 mg/L	500 mg/L	300 mg/L
Gás Carbônico Livre	48,72	NRA	NRA	NRA	23,15	mg/L	Semestral	////////////////////	////////////////////	////////////////////	////////////////////
Escherichia coli	0	550	49	350	544	NMP/100ml	Mensal	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Turbidez	19,8	13,8	32,7	5,01	59	NTU	Mensal	até 40 NTU	5 UT	5 UT	5 UT
Alcalinidade Total	240	NRA	NRA	250	270	mg/L CaCO3	Semestral	////////////////////	////////////////////	////////////////////	////////////////////
Ferro	0,22	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L Fe	Semestral	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe
Oxigênio Cons.	7,2	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	////////////////////	////////////////////	////////////////////	////////////////////
C. bac. Heterotrófica	230	100	140	29	600	UFC/ml	Semestral	NCI	500 UFC/ml	500 UFC/ml	500 UFC/ml
Condutividade	NRA	NRA	NRA	496	NRA	µS/cm	Semestral	////////////////////	////////////////////	////////////////////	////////////////////
Nitrato	NRA	NRA	NRA	0,3	0,3	mg/L N-NO3	Semestral	10 mg/L	10 mg/L	10 mg/L	10 mg/L
Sólidos Totais	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	500 mg/L	1.000 mg/L	1.000 mg/L	500 mg/L
LEGENDA:											
Período Chuvoso	NCI		Não Constata Informações								
Período Seco	NDV		Não Detectado Valores								
NRA	////		Não Realizou Análise								
			Não Recomenda Análises em Água Bruta (Superficial e Subterrânea)								
Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO											
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004; 2914/2011; 888/2021.											
Organizador: SILVA, A. L. (2024)											

Planilha 12 - Resultados das Amostras de Captação da Água Bruta do Rio Montes Claros/GO-2015

DADOS DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO																		
PADRÃO POTABILIDADE - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E MICROBIOLÓGICAS																		
PERÍODO - 2015																		
PARÂMETROS	23-jan.	25-fev.	27-fev.	31-mar.	28-abr.	30-jun.	13-jul.	14-ago.	27-ago.	28-out.	26-nov.	14-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria MS 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
Temp. Ambiente	23	27	27	28	28	28	31	35	29	33	29	35	°C	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Cor Aparente	36,5	83,2	83,2	0,61	89,6	NRA	3,9	19,3	15,6	87,2	178	23,4	uH	Semestral	15 uH	15 uH	15 uH	15 uH
Alcalinidade HCO3	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	242	mg/L	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Alumínio Dissolvido	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Cloretos	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Coliformes Total	1600	170	170	0	555	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	NMP/100ml	Mensal	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Temp da Água	23	24	24	27	27	24	25	30	25	25	24	30	°C	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
pH	7,49	7,22	7,22	6,56	7,14	NRA	6,04	6,93	7,61	7,01	7	6,45	adimensional	Mensal	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Alcalinidade OH	250	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Alcalinidade CO3	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	0	mg/L	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Dureza Total	260	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	22	NRA	NRA	NRA	NRA	202,2	mg/L CaCO3	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Gás Carbônico Livre	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Escherichia coli	1600	170	170	0	520	79	540	920	130	170	540	350	NMP/100ml	Mensal	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Turbidez	9,08	30,8	30,8	1,21	32,7	10,7	9,8	3,74	5,88	20,4	112	4,42	NTU/UT	Mensal	até 40 NTU	5 UT	5 UT	5 UT
Alcalinidade Total	250	NRA	NRA	2,6	NRA	NRA	109	NRA	NRA	NRA	NRA	242	mg/L CaCO3	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Ferro	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L Fe	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Oxigênio Cons.	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
C. bac. Heterotófica	50	230	230	0	140	65	250	37	120	190	300	75	UFC/ml	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Condutividade	516	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	500	545	NRA	NRA	NRA	0,005	µS/cm	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Sólidos Totais	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0

LEGENDA:			
 	Período Chuvisco	NCI	Não Conta Informações
 	Período Seco	NDV	Não Detectado Valores
 	Não Realizou Análise		Não Recomendou Análises em Água Bruta (superficial e subterrânea)
Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO			
Resolução CONAMA 357/2005, Portaria MS 518/2004, 2914/2011, 888/2021.			
Organizado: SILVA, A. L. (2024)			

Planilha 13 - Resultados das Amostras de Captação da Água Bruta do Rio Montes Claros/GO – 2016

DADOS DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO									
PADRÃO POTABILIDADE - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E MICROBIOLÓGICAS									
PERÍODO - 2015									
PARÂMETROS			Unidade	Freq. Amostragem	Valores Máximos Permitidos (VMP)				
	31-mar.	19-abr.			Conama 357/2005	Portaria MS 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021	
Temp. Ambiente	32	29	°C	Semestral	////	////	////	////	////
Cor Aparente	NRA	NRA	uH	Semestral	NCI	15 uH	////	15 uH	15 uH
Alcalinidade HCO ₃	NRA	NRA	mg/L	Semestral	////	////	////	////	////
Alumínio Dissolvid	NRA	NRA	mg/L	Semestral	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L Al	////	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al
Cloretos	NRA	NRA	mg/L	Semestral	250 mg/L Cl	250 mg/L Cl	////	250 mg/L Cl	250 mg/L Cl
Coliformes Total	1600	1600	NMP/100ml	Mensal	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	////	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Temp da Água	26	25	°C	Semestral	////	////	////	////	////
pH	NRA	NRA	adimensional	Mensal	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	////	entre 6,0 e 9,0	entre 6,0 a 9,0
Alcalinidade OH	NRA	NRA	mg/L	Semestral	////	////	////	////	////
Alcalinidade CO ₃	NRA	NRA	mg/L	Semestral	////	////	////	////	////
Dureza Total	NRA	NRA	mg/L CaCO ₃	Semestral	NCI	500 mg/L	////	500 mg/L	300 mg/L
Gás Carbônico Livre	NRA	NRA	mg/L	Semestral	////	////	////	////	////
Escherichia coli	170	350	NMP/100ml	Mensal	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	////	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Turbidez	8,72	10,7	NTU	Mensal	até 40 NTU	5,0 UT	////	5,0 UT	5,0 UT
Alcalinidade Total	NRA	NRA	mg/L CaCO ₃	Semestral	////	////	////	////	////
Ferro	NRA	NRA	mg/L Fe	Semestral	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	////	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe
Oxigênio Cons.	NRA	NRA	mg/L	Semestral	////	////	////	////	////
C. bac. Heterotrófic	190	NRA	UFC/ML	Semestral	NCI	500 UFC/ml	////	500 UFC/ml	500 UFC/ml
Condutividade	NRA	NRA	µS/cm	Semestral	////	////	////	////	////
Sólidos Totais	NRA	NRA	mg/L	Semestral	500 mg/L	1.000 mg/L	////	1.000 mg/L	500 mg/L

LEGENDA:

Período Chuvisoso	NCI	Não Consta Informações
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores
NRA	////	Não Recomendou Análises em Água Bruta (Superficial e Subterrânea)

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
Resolução CONAMA 357/2005;
Portaria MS 518/2004; 2914/2011; 888/2021.
Organizador: SILVA, A. L. (2024)

Planilha 14 - Resultados das Amostras de Captação da Água Bruta do Rio Montes Claros/GO – 2017

DADOS DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO																	
PRIORIDADE POTABILIDADE - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E MICROBIOLÓGICAS																	
PERÍODO - 2017																	
PARÂMETROS	Valores Máximos Permitidos (VMP)																
	6-jan.	20-fev.	15-mar.	13-abr.	9-mai.	5-jul.	29-ago.	12-set.	2-out.	23-nov.	6-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria MS 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
Temp. Ambiente	NRA	NRA	27	NRA	NRA	20	31	31	30	33	28,5	°C	Semestral				
Cor Aparente	NRA	NRA	302	NRA	NRA	10,8	NRA	NRA	9,8	NRA	72,1	uH	Semestral	NCl	15 uH		15 uH
Alcalinidade HCO3	NRA	NRA	168	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral				
Alumínio Dissolvido	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al
Cloretos	NRA	NRA	17,5	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	7,5	mg/L	Semestral	250 mg/L Cl	250 mg/L Cl	250 mg/L Cl	250 mg/L Cl
Coliformes Total	2420	NRA	2419,8	NRA	2419,7	2419,7	2419,7	2419,7	NRA	2419,7	1986,3	NMP/100ml	Mensal	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Temp da Água	NRA	NRA	23,6	NRA	NRA	20	22	22	24	26	25	°C	Semestral				
pH	NRA	NRA	7,84	NRA	7,86	8,36	NRA	NRA	7,7	NRA	7,59	adimensional	Mensal	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
Alcalinidade OH	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral				
Alcalinidade CO3	NRA	NRA	0	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral				
Dureza Total	NRA	NRA	180	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	288	NRA	140	mg/L CaCO3	Semestral	NCl	500 mg/L	500 mg/L	300 mg/L
Gás Carbônico Livre	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral				
Escherichia coli	410,6	261,3	344,8	410,6	23,5	305	201,4	57,6	NRA	344	629,4	NMP/100ml	Mensal	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Turbidez	NRA	10	148	0,62	4,93	1,98	3,31	3,33	1,74	50,6	14,5	NTU	Mensal	ate 40 NTU	5,0 UT	5,0 UT	5,0 UT
Alcalinidade Total	NRA	NRA	168	NRA	NRA	190	NRA	NRA	237	NRA	70	mg/L CaCO3	Semestral				
Ferro	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L Fe	Semestral	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe
Oxigênio Cons.	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	3,5	NRA	NRA	NRA	NRA	6,5	mg/L	Semestral				
C. bac. Heterotrfica	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	UFC/ml	Semestral	NCl	500 UFC/ml	500 UFC/ml	500 UFC/ml
Condutividade	NRA	NRA	147	NRA	211	144	NRA	NRA	232	NRA	125	µS/cm	Semestral				
Oxigênio Dissolvido	NRA	NRA	5,9	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L O2	Semestral				
D.B.O. 5 dias a 20° C	NRA	NRA	1	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L O2	Semestral	5,0 mg/L	NCl	NCl	NCl
Nitrato	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	0,002	mg/L N-NO3	Semestral	10 mg/L	10 mg/L	10 mg/L	10 mg/L
Nitrito	NRA	NRA	NRA	NRA	0	0,003	NRA	NRA	NRA	NRA	0,003	mg/L N-NO2	Semestral	1,0 mg/L	1,0 mg/L	1,0 mg/L	1,0 mg/L
Sulfato	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	24	mg/L SO4	Semestral	250 mg/L	250 mg/L	250 mg/L	250 mg/L
Sólidos Totais	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	500 mg/L	1,000 mg/L	1,000 mg/L	500 mg/L

LEGENDA:

Período Chuvoso	NCl	Não consta informações
Período Seco	NCl	Não Detectado valores
NRA		Não Recomendado Análises em Água Bruta (Superficial e Subterrânea)

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
 Resolução CONAMA 357/2005, Portaria MS 518/2004, Portaria 2914/2011, 888/2021.
 Organizador: SILVA, A. L. (2024)

Planilha 15 - Resultados das Amostras de Captação da Água Bruta do Rio Montes Claros/GO – 2018

DADOS DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO												
PARÂMETROS												
	4-jun.	28-fev.	19-mar	3-abr.	14-mai.	17-jul.	5-set.	24-out.	20-nov.	26-nov.	5-dez.	Unidade
Temp. Ambiente	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	°C
Cor Aparente	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	uH
Alcalinidade HCO3	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L
Alumínio Dissolvido	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L
Cloretos	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L
Coliformes Total	2419,7	2419,7	2420	2420	1119,9	2420	2420	2420	1119	1119	1411,6	UFC/100ml
Temp da Água	24	30	27	28	25	21	23	24	26	26	25	°C
pH	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	adimensional
Alcalinidade OH	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L
Alcalinidade CO3	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L
Dureza Total	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L CaCO3
Gás Carbônico Livre	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L
Escherichia coli	239,5	816,4	387,3	435,2	14,5	365	307,8	989,4	272	0	686,7	UFC/100ml
Tuberc.	60,4	86,2	50,6	5,98	18	8,05	4,08	56,1	49,8	1,71	930	NTU
Alcalinidade Total	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L CaCO3
Ferro	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L Fe
Fósforo Total	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L P-PO4
Orgânicos Cons.	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L
C. bac. Heterotóf.	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	UFC/ml
Condutividade	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	µS/cm
Orgânicos Dissolvidos	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L O2
DB5	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L O2
Manganês	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L Mn
Nitrogênio amoniacal	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L N
Nitrito	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L N-NO2
Nitro	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L N-NO3
Sulfato	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L SO4
Sulfeto de Hidrog.	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L S
Sólidos Totais	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L

	Comuna 357/2005	Portaria MS 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
Comuna 357/2005	NRA	NRA	NRA	NRA
Portaria MS 518/2004	NRA	NRA	NRA	NRA
Portaria 2914/2011	NRA	NRA	NRA	NRA
GM/MS 888/2021	NRA	NRA	NRA	NRA

Planilha 18 - Resultados das Amostras de Captação da Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2021

PARÂMETROS	DADOS DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO												PÁRABO POTABILIDADE - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, BACTERIOLÓGICAS E MICROBIOLÓGICAS						
	PERÍODO - 2021												Valores Máximos Permitidos (VMP)						
	19-jan.	18-fev.	16-mar.	7-abr.	3-mai.	21-jun.	5-jul.	3-ago.	8-set.	18-out.	22-nov.	11-dez.	15-diz.	Unidade	Freq. Amostragem	Comun 337/2005	Portaria MS 519/2004	Portaria 2934/2011	GM/MS-888/2021
Temp. Ambiente	32	26	28	31	23	31	28	27	35	30	25	28	26	°C	Semestral	NCI	15 uH	15 uH	15 uH
Cor Aparente	NRA	155	130	NRA	47	28,5	15	NRA	34,7	NRA	64	NRA	26	uH	Semestral	NCI	15 uH	15 uH	15 uH
Alcalinidade HCO3	NRA	NRA	NRA	NRA	245	220	NRA	290	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al
Alumínio Dissolvido	NRA	NRA	NRA	NRA	0,003	0,043	NRA	NRA	0,019	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	20,000 cd/ml	20,000 cd/ml	20,000 cd/ml	20,000 cd/ml
Clorobactérias	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NDV	NRA	NRA	NRA	cfu/ml	Manual	250 mg/L Cl	250 mg/L Cl	250 mg/L Cl	250 mg/L Cl
Cloroforms Total	NRA	NRA	NRA	NRA	2420	2420	2420	2420	2420	2420	2420	2420	25	µg/L	Semestral	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Temp de Água	25	24	24	25	23	22	21	23	24,5	25	25	25	25	°C	Manual	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,5	entre 6,0 a 9,0	entre 6,0 a 9,0
pH	8	8	8	NRA	8	8	8	8	7,9	8	8	8	8	adimensional	Semestral	NCI	NCI	NCI	NCI
Alcalinidade OH	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	NCI	NCI	NCI	NCI
D.O.	NRA	NRA	NRA	NRA	0,9	1,1	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	NCI	NCI	NCI	NCI
Dureza Total	NRA	NRA	NRA	NRA	190	208	NRA	NRA	280	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L CaCO3	Semestral	NCI	500 mg/L	300 mg/L	300 mg/L
Gás Carbônico Livre	NRA	NRA	NRA	NRA	4,97	4,47	NRA	NRA	7,41	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml
Escherichia coli	126	220	219	138	128	285	58	216	345	228	276	276	NTU	Manual	até 40 NTU	5,0 uT	5,0 uT	5,0 uT	
Turbidez	25,1	1,22	72,1	NRA	18,9	12,3	3,35	2,99	4,5	8,31	0,5	23,6	NTU	Semestral	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	
Aluminação Total	NRA	NRA	NRA	NRA	245	220	NRA	290	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L CaCO3	Semestral	NCI	NCI	NCI	NCI
Ferro Total	NRA	NRA	NRA	NRA	0,28	0,049	0	NRA	0,019	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L Fe	Semestral	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe
O2	NRA	NRA	NRA	NRA	6	7,5	NRA	NRA	3,2	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L O2	Semestral	NCI	NCI	NCI	NCI
Origem Com.	NRA	NRA	NRA	NRA	2,2	1,8	NRA	NRA	3,2	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L O2	Semestral	NCI	NCI	NCI	NCI
C. bac. Heterotrfico	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	ufc/ml	Semestral	NCI	NCI	NCI	NCI
Condutividade	NRA	NRA	NRA	NRA	390	415	NRA	NRA	490	NRA	NRA	NRA	NRA	µS/cm	Semestral	NCI	500 ufc/ml	500 ufc/ml	500 ufc/ml
Nitrito	NRA	NRA	NRA	NRA	0	0,3	NRA	NRA	0,4	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L N-NO2	Semestral	10 mg/L	10 mg/L	10 mg/L	10 mg/L
Nitro	NRA	NRA	NRA	NRA	0	0,003	NRA	NRA	0,004	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L N-NO3	Semestral	10 mg/L	10 mg/L	10 mg/L	10 mg/L
Nitrogênio amoniacal	NRA	NRA	NRA	NRA	0	0	NRA	NRA	0	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L N-NH2	Semestral	NCI	NCI	NCI	NCI
Manganês	NRA	NRA	NRA	NRA	0,035	0,071	NRA	NRA	0,086	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L Mn	Semestral	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,1 mg/L
Sulfato	NRA	NRA	NRA	NRA	2	2	NRA	NRA	7	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L S04	Semestral	250 mg/L	250 mg/L	250 mg/L	250 mg/L
Sulfato de Hidrog.	NRA	NRA	NRA	NRA	0,01	0,02	NRA	NRA	0	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L S	Semestral	0,002 mg/L	0,05 mg/L	0,1 mg/L	0,05 mg/L
Sólidos Totais	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	NRA	mg/L	Semestral	500 mg/L	1.000 mg/L	1.000 mg/L	500 mg/L

Planilha 22 - Resultados de Substâncias Inorgânicas nas Amostras de Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2021.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO									
PADRÃO DE POTABILIDADE - SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS									
RESULTADOS - 2021									
Valores Máximos Permitidos (VMP)									
PARÂMETROS	15-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021		
Antimônio	NDV	mg/L Sb	Semestral	0,005 mg/L Sb	0,005 mg/L Sb	0,005 mg/L Sb	0,006 mg/L Sb		
Arsênio	0	mg/L As	Semestral	0,01 mg/L As	0,01 mg/L As	0,01 mg/L As	0,01 mg/L As		
Bário	0,053	mg/L Ba	Semestral	0,7 mg/L Ba	0,7 mg/L Ba	0,7 mg/L Ba	0,7 mg/L Ba		
Bérblio	0	mg/L Be	Semestral	0,04 mg/L Be	NCI	NCI	NCI		
Boro Total	NDV	mg/L B	Semestral	0,5 mg/L B	NCI	NCI	NCI		
Cádmio	NDV	mg/L Cd	Semestral	0,001 mg/L Cd	0,005 mg/L Cd	0,005 mg/L Cd	0,003 mg/L Cd		
Chumbo	0,001	mg/L Pb	Semestral	0,01 mg/L Pb	0,01 mg/L Pb	0,01 mg/L Pb	0,01 mg/L Pb		
Cobalto Total	0	mg/L Co	Semestral	0,05 mg/L Co	NCI	NCI	NCI		
Cobre Dissolvido	0,003	mg/L Cu	Semestral	0,009 mg/L Cu	2 mg/L Cu	2 mg/L Cu	2 mg/L Cu		
Cromo total	NDV	mg/L Cr	Semestral	0,05 mg/L Cr	0,05 mg/L Cr	0,05 mg/L Cr	0,05 mg/L Cr		
Fluoreto	NRA	µg/L	Semestral	1,4 mg/L F	1,5 mg/L F	1,5 mg/L F	1,5 mg/L F		
Lítio Total	0,009	mg/L Li	Semestral	2,5 mg/L Li	NCI	NCI	NCI		
Fósforo Total	0,043	mg/L P	Semestral	0,020 mg/L P	NCI	NC	NCI		
Mercurio total	NDV	mg/L Hg	Semestral	0,0002 mg/L Hg	0,001 mg/L Hg	0,001 mg/L Hg	0,001 mg/L Hg		
Níquel Total	0,001	mg/L Ni	Semestral	0,025 mg/L Ni	NCI	0,07 mg/L Ni	0,07 mg/L Ni		
Nitrato	NRA	mg/L	Semestral	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N		
Nitrito	NRA	mg/L	Semestral	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N		
Prata Total	NDV	mg/L Ag	Semestral	0,01 mg/L Ag	NCI	NCI	NCI		
Selênio Total	NDV	mg/L Se	Semestral	0,01 mg/L Se	0,01 mg/L Se	0,01 mg/L Se	0,04 mg/L Se		
Urânio Total	NDV	mg/L U	Semestral	0,02 mg/L U	NCI	0,03 mg/L U	0,03 mg/L U		
Vanádio Total	NDV	mg/L V	Semestral	0,1 mg/L V	NCI	NCI	NCI		

LEGENDA:

Período Chuvisoso	NCI	Não Consta Informações
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores
NRA	Não Realizou Análise	

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
 Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
 Portaria MS 2914/2011; 888/2021
 Organização: SILVA, A.L. (2024).

Planilha 23 - Resultados de Agrotóxicos nas Amostras de Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2021.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO									
PADRÃO DE POTABILIDADE - AGROTÓXICOS									
RESULTADOS - 2021									
Valores Máximos Permitidos (VMP)									
PARÂMETROS	15-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021		
Alaclor (o)	NDV	µg/L	Semestral	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L		
Aldrin + Dieldrin	NDV	µg/L	Semestral	0,005 µg/L	0,03 µg/L	0,03 µg/L	0,03 µg/L		
Atrazina	NDV	µg/L	Semestral	2 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L		
Carbofurano	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	7,0 µg/L	7,0 µg/L		
Clordano (cis + t)	NDV	µg/L	Semestral	0,04 µg/L	0,2 µg/L	0,2 µg/L	0,2 µg/L		
Clorpirifós + Clo	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	30,0 µg/L	30,0 µg/L		
DDT+DDD+DDE	NDV	µg/L	Semestral	0,002 µg/L	2,0 µg/L	1,0 µg/L	1,0 µg/L		
Endossulfan (I + II)	NDV	µg/L	Semestral	0,056 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI		
Endrin	NDV	µg/L	Semestral	0,004 µg/L	0,6 µg/L	0,6 µg/L	NCI		
Glifosato	NRA	µg/L	Semestral	65,0 µg/L	500,0 µg/L	500,0 µg/L	500,0 µg/L		
Heptacloro epóxid	NDV	µg/L	Semestral	0,01 µg/L	0,03 µg/L	NCI	NCI		
Hexaclorobenzeno	NDV	µg/L	Semestral	0,0065 µg/L	1,0 µg/L	NCI	NCI		
Lindano	NDV	µg/L	Semestral	0,02 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L		
Metolacloro	NDV	µg/L	Semestral	10 µg/L	10,0 µg/L	10,0 µg/L	10,0 µg/L		
Metoxicloro	NDV	µg/L	Semestral	0,03 µg/L	20,0 µg/L	NCI	NCI		
Molinate	NDV	µg/L	Semestral	NCI	6,0 µg/L	6,0 µg/L	6,0 µg/L		
Pendimetalina	NDV	µg/L	Semestral	NCI	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI		
Permetrina	NDV	µg/L	Semestral	NCI	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI		
Simazina	NDV	µg/L	Semestral	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L		
Trifluralina	NDV	µg/L	Semestral	0,2 µg/L	20 µg/L	20 µg/L	20 µg/L		

LEGENDA:

Período Chuvaso	NCI	Não Consta Informações
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores
NRA	Não Realizou Análise	

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
 Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
 Portaria MS 2914/2011; 888/2021
 Organização: SILVA, A.L. (2024).

Planilha 24 - Resultados das Substâncias Orgânicas nas Amostras de Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2021

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO							
PADRÃO DE POTABILIDADE - SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS							
RESULTADOS - 2021							
PARÂMETROS	15-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Valores Máximos Permitidos (VMP)			
				Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
1,2 Dicloroetano	NDV	mg/L	Semestral	0,01 mg/L	10,0 µg/L	10,0 µg/L	5,0 µg/L
Acilamida	NRA	µg/L	Semestral	0,5 µg/L	0,5 µg/L	0,5 µg/L	0,5 µg/L
Benzeno	NDV	mg/L	Semestral	0,005 mg/L	5,0 µg/L	5,0 µg/L	5,0 µg/L
Benzo (a) antraceno	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Benzo (a) pireno	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	0,7 µg/L	0,7 µg/L	0,4 µg/L
Benzo (b) fluorante	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Benzo (k) fluoranteno	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Carbaril	NDV	µg/L	Semestral	0,02 µg/L	NCI	NCI	NCI
Cloreto de vinila	NDV	µg/L	Semestral	NCI	5,0 µg/L	2,0 µg/L	0,5 µg/L
Clorofenol	NDV	µg/L	Semestral	0,1 µg/L	NCI	NCI	NCI
Criseno	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Di (2 - etilhexil)	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	8,0 µg/L	8,0 µg/L
Diclorometano	NDV	mg/L	Semestral	0,02 mg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L
Demeton	NDV	µg/L	Semestral	0,1 µg/L	NCI	NCI	NCI
1,2 Dicloroetano	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	50,0 µg/L	NCI
1,1 Dicloroetano	NDV	mg/L	Semestral	0,003 mg/L	30,0 µg/L	30,0 µg/L	NCI
Dibenzeno (a,h) antracen	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Dodecacloro penta	NDV	µg/L	Semestral	0,001 µg/L	NCI	NCI	NCI
Estireno	NDV	mg/L	Semestral	0,02 mg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI
Fenóis Totais	NDV	mg/L C6H5	Semestral	0,003 mg/L C6H5OH	NCI	NCI	NCI
Gutton	NDV	µg/L	Semestral	0,005 µg/L	NCI	NCI	NCI
Indeno (1,2,3-cd) pire	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Malation	NDV	µg/L	Semestral	0,1 µg/L	NCI	NCI	NCI
Paration	NDV	µg/L	Semestral	0,04 µg/L	NCI	NCI	NCI
PCBS - bifenilas pol	NDV	µg/L	Semestral	0,001 µg/L	NCI	NCI	NCI
Etilbenzeno	NDV	µg/L	Semestral	90,0 µg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L	300 µg/L
Tetracloreto de Carb.	NDV	mg/L	Semestral	0,002 mg/L	2,0 µg/L	4,0 µg/L	4,0 µg/L
Tetracloroetano	NDV	mg/L	Semestral	0,01 mg/L	40,0 µg/L	40,0 µg/L	40,0 µg/L
Tolueno	NDV	µg/L	Semestral	2,0 µg/L	0,17 mg/L	0,17 mg/L	30,0 µg/L
Triclorobenzeno	NDV	mg/L	Semestral	0,02 mg/L	20 µg/L	20 µg/L	NC
Tricloroetano	NDV	µg/L	Semestral	0,03 mg/L	70,0 µg/L	20 µg/L	4,0 µg/L
Xilenos	NDV	µg/L	Semestral	300 µg/L	0,3 mg/L	0,3 mg/L	500 µg/L

Planilha 25 - Resultados das Substâncias Organolépticas nas Amostras de Água Bruta do Rio Montes Claros/GO – 2021

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO							
PADRÃO ORGANOLÉPTICO DE POTABILIDADE							
RESULTADOS - 2021							
			Valores Máximos Permitidos (VMP)				
PARÂMETROS	15-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
Alumínio Dissolv.	0,109	mg/L Al	Semestral	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al
1,2 Diclorobenzeno	NDV	mg/L	Semestral	NCI	NCI	0,01 mg/L	0,001 mg/L
1,4 Diclorobenzeno	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	0,03 mg/L	0,0003 mg/L
Ferro Dissolvido	0,129	mg/L Fe	Semestral	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe
Manganês	0,025	mg/L Mn	Semestral	0,1 mg/L Mn	0,1 mg/L Mn	0,1 mg/L Mn	0,1 mg/L Mn
Monoclorobenzeno	NDV	mg/L	Semestral	NCI	0,12 mg/L	0,12 mg/L	0,02 mg/L
Sódio	5,02	mg/L	Semestral	NCI	200 mg/L	200 mg/L	200 mg/L
Turbidez	34,7	NTU/úT	Semestral	40 NTU	5 úT	5 úT	5 úT
Zinco	0,075	mg/L Zn	Semestral	0,18 mg/L Zn	5,0 mg/L Zn	5,0 mg/L Zn	5,0 mg/L Zn
LEGENDA:							
Período Chuvoso			NCI				Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
Período Seco			NDV				Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
NRA			Não Realizou Análise				Portaria MS 2914/2011; 888/2021
							Organização: SILVA, A.L. (2024).

Planilha 26 - Resultados dos Subprodutos da Desinfecção nas Amostras de Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2021

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO							
PADRÃO DE POTABILIDADE - SUBPRODUTOS DE DESINFECÇÃO							
RESULTADOS - 2021							
			Valores Máximos Permitidos (VMP)				
PARÂMETROS	15-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
2,4,6 Triclorofenol	NDV	mg/L	Semestral	0,01 mg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L
2,4 - Diclórofenol	NDV	µg/L	Semestral	0,3 µg/L	NCI	NCI	0,2 mg/L
LEGENDA:							
Período Chuvoso		NCI		Não Consta Informações			
Período Seco		NDV		Não Detectado Valores			
NRA		Não Realizou Análise					
<p>Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004 Portaria MS 2914/2011; 888/2021 Organização: SILVA, A.L. (2024).</p>							

Planilha 27 - Resultados de Cianobactérias nas Amostras de Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2021.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO							
PADRÃO DE POTABILIDADE - CIANOBACTÉRIAS							
RESULTADOS - 2021							
			Valores Máximos Permitidos (VMP)				
PARÂMETROS	15-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
Cianobactérias	NDV	cel/mL	Semestral	20.000 cel/mL	NCI	20.000 cel/mL	20.000 cel/mL
LEGENDA:							
Período Chuvoso		NCI		Não Consta Informações			
Período Seco		NDV		Não Detectado Valores			
NRA		Não Realizou Análise					
<p>Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004 Portaria MS 2914/2011; 888/2021 Organização: SILVA, A.L. (2024).</p>							

Planilha 28 - Resultados das Substâncias Inorgânicas nas Amostras de Água Bruta do Rio Montes Claros/GO – 2022

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO								
PADRÃO DE POTABILIDADE - SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS								
RESULTADOS - 2022								
PARÂMETROS	22-jun.	7-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Valores Máximos Permitidos (VMP)			
					Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
Antimônio	0	0	mg/L Sb	Semestral	0,005 mg/L Sb	0,005 mg/L Sb	0,005 mg/L Sb	0,006 mg/L Sb
Arsênio	0	NDV	mg/L As	Semestral	0,01 mg/L As	0,01 mg/L As	0,01 mg/L As	0,01 mg/L As
Bário	0,043	0,023	mg/L Ba	Semestral	0,7 mg/L Ba	0,7 mg/L Ba	0,7 mg/L Ba	0,7 mg/L Ba
Berílio	0	NDV	mg/L Be	Semestral	0,04 mg/L Be	NCI	NCI	NCI
Boro Total	NDV	NDV	mg/L B	Semestral	0,5 mg/L B	NCI	NCI	NCI
Cádmio	NDV	NDV	mg/L Cd	Semestral	0,001 mg/L Cd	0,005 mg/L Cd	0,005 mg/L Cd	0,003 mg/L Cd
Chumbo	NDV	0,001	mg/L Pb	Semestral	0,01 mg/L Pb	0,01 mg/L Pb	0,01 mg/L Pb	0,01 mg/L Pb
Cobalto Total	NDV	0	mg/L Co	Semestral	0,05 mg/L Co	NCI	NCI	NCI
Cobre Dissolvido	0,004	0,005	mg/L Cu	Semestral	0,009 mg/L Cu	2 mg/L Cu	2 mg/L Cu	2 mg/L Cu
Cromo total	NDV	NDV	mg/L Cr	Semestral	0,05 mg/L Cr	0,05 mg/L Cr	0,05 mg/L Cr	0,05 mg/L Cr
Fluoreto	0,28	NRA	µg/L	Semestral	1,4 mg/L F	1,5 mg/L F	1,5 mg/L F	1,5 mg/L F
Lítio Total	NDV	NDV	mg/L Li	Semestral	2,5 mg/L Li	NCI	NCI	NCI
Fósforo Total (ambien	0,021	NDV	mg/L P	Semestral	NCI	NCI	NCI	NCI
Fósforo Total	0,03	NRA	mg/L P	Semestral	0,020 mg/L P	NCI	NCI	NCI
Mercurio total	NDV	NDV	mg/L Hg	Semestral	0,0002 mg/L Hg	0,001 mg/L Hg	0,001 mg/L Hg	0,001 mg/L Hg
Níquel Total	0	NDV	mg/L Ni	Semestral	0,025 mg/L Ni	NCI	0,07 mg/L Ni	0,07 mg/L Ni
Nitrato	0,4	NRA	mg/L	Semestral	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N
Nitrito	0,004	NRA	mg/L	Semestral	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N
Prata Total	NDV	NDV	mg/L Ag	Semestral	0,01 mg/L Ag	NCI	NCI	NCI
Selênio Total	0	NDV	mg/L Se	Semestral	0,01 mg/L Se	0,01 mg/L Se	0,01 mg/L Se	0,04 mg/L Se
Urânio Total	NDV	NDV	mg/L U	Semestral	0,02 mg/L U	NCI	0,03 mg/L U	0,03 mg/L U
Vanádio Total	NDV	NDV	mg/L V	Semestral	0,1 mg/L V	NCI	NCI	NCI

LEGENDA:			
Período Chuvoso	NCI	Não Consta Informações	
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores	
NRA	Não Realizou Análise		

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO			
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004			
Portaria MS 2914/2011; 888/2021			
Organização: SILVA, A.L. (2024).			

Planilha 29 - Resultados de Agrotóxicos na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2022.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO										
PADRÃO DE POTABILIDADE - AGROTÓXICOS										
RESULTADOS - 2022										
Valores Máximos Permitidos (VMP)										
PARÂMETROS	22-jun.	7-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021		
Atrazina	NDV	NDV	µg/L	Semestral	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L		
Aldrin + Dieldrin	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,005 µg/L	0,03 µg/L	0,03 µg/L	0,03 µg/L		
Carbofurano	NDV	NDV	µg/L	Semestral	2 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L		
Clordano (cis + t)	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,04 µg/L	0,2 µg/L	0,2 µg/L	0,2 µg/L		
Clorpirifós + Clo	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	30,0 µg/L	30,0 µg/L		
DDT+DDD+DDE	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,002 µg/L	2,0 µg/L	1,0 µg/L	1,0 µg/L		
Endossulfan (I + II)	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,056 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI		
Endrin	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,004 µg/L	0,5 µg/L	0,5 µg/L	NCI		
Glifosato	NDV	NDV	µg/L	Semestral	65,0 µg/L	500,0 µg/L	500,0 µg/L	500,0 µg/L		
Heptacloro epóxid	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,01 µg/L	0,03 µg/L	NCI	NCI		
Hexaclorobenzeno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,0065 µg/L	1,0 µg/L	NCI	NCI		
Lindano	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,02 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L		
Metolacloro	NDV	NDV	µg/L	Semestral	10 µg/L	10,0 µg/L	10,0 µg/L	10,0 µg/L		
Metoxicloro	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,03 µg/L	20,0 µg/L	NCI	NCI		
Molinato	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NCI	6,0 µg/L	6,0 µg/L	6,0 µg/L		
Pendimetalina	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NCI	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI		
Permetrina	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NCI	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI		
Simazina	NDV	NDV	µg/L	Semestral	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L		
Trifluralina	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,2 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L		

LEGENDA:

Período Chuvoso	NCI	Não Consta Informações
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores
NRA	Não Realizou Análise	

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
 Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
 Portaria MS 2914/2011; 888/2021
 Organização: SILVA, A.L. (2024).

Planilha 30 - Resultados das Substâncias Orgânicas na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2022.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO								
PADRÃO DE POTABILIDADE - SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS								
RESULTADOS - 2022								
PARÂMETROS	22-jun.	7-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Valores Máximos Permitidos (VMP)			
					Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
1,2 Dicloroetano	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,01 mg/L	10,0 µg/L	10,0 µg/L	5,0 µg/L
Acrilamida	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,5 µg/L	0,5 µg/L	0,5 µg/L	0,5 µg/L
Benzeno	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,005 mg/L	5,0 µg/L	5,0 µg/L	5,0 µg/L
Benzo (a) antraceno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Benzo (a) pireno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	0,7 µg/L	0,7 µg/L	0,4 µg/L
Benzo (b) fluorante	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Benzo (k) fluoranteno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Carbañil	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,02 µg/L	NCI	NCI	NCI
Cloreto de vinila	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NC	5,0 µg/L	2,0 µg/L	0,5 µg/L
Clorofenol	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,1 µg/L	NCI	NCI	NCI
Criseno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Di (2 - etilhexil)	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	8,0 µg/L	8,0 µg/L
Diclorometano	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,02 mg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L
Demeton	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,1 µg/L	NCI	NCI	NCI
1,2 Dicloroetano	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	50,0 µg/L	NCI
1,1 Dicloroetano	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,003 mg/L	30,0 µg/L	30,0 µg/L	NCI
Dibenzeno (a,h) antraceno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Dodeccloro penta	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,001 µg/L	NCI	NCI	NCI
Estireno	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,02 mg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI
Fenóis Totais	NDV	NDV	mg/L C6H	Semestral	0,003 mg/L C6H5OH	NCI	NCI	NCI
Gutlon	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,005 µg/L	NCI	NCI	NCI
Indeno (1,2,3-cd) pire	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Malabion	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,1 µg/L	NCI	NCI	NCI
Paration	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,04 µg/L	NCI	NCI	NCI
PCBS - bifenilas pol	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,001 µg/L	NCI	NCI	NCI
Etilbenzeno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	90,0 µg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L	300 µg/L
Tetracloroeto de Carb.	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,002 mg/L	2,0 µg/L	4,0 µg/L	4,0 µg/L
Tetracloroetano	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,01 mg/L	40,0 µg/L	40,0 µg/L	40,0 µg/L
Tolueno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	2,0 µg/L	0,17 mg/L	0,17 mg/L	30,0 µg/L
Triclorobenzeno	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,02 mg/L	20 µg/L	20 µg/L	NC
Tricloroetano	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,03 mg/L	70,0 µg/L	20 µg/L	4,0 µg/L
Xilenos	NDV	NDV	µg/L	Semestral	300 µg/L	0,3 mg/L	0,3 mg/L	500 µg/L

Planilha 31 - Resultados das Substâncias Organolépticas na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2022.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO									
PADRÃO ORGANOLÉPTICO DE POTABILIDADE									
RESULTADOS - 2022									
PARÂMETROS	22-jun.	7-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Valores Máximos Permitidos (VMP)			
						Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021	
Alumínio Dissolv.	0,057	0,016	mg/L Al	Semestral	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al	
Amônia	0,32	NRA	mg/L	Semestral	NCI	1,5 mg/L	1,5 mg/L	1,2 mg/L	
Cor Aparente	16,4	NRA	uH	Semestral	NCI	15 uH	15 uH	15 uH	
Cloreto	7,5	NRA	mg/L	Semestral	250 mg/L Cl	250 mg/L Cl	250 mg/L Cl	250 mg/L Cl	
1,2 Diclorobenzeno	NDV	NDV	mg/L	Semestral	NCI	NCI	0,01 mg/L	0,001 mg/L	
1,4 Diclorobenzeno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	0,03 mg/L	0,0003 mg/L	
Dureza Total	260	NRA	mg/L	Semestral	NCI	500 mg/L	500 mg/L	300 mg/L	
Ferro Dissolvido	0,012	0,055	mg/L Fe	Semestral	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	
Manganês	0,016	0,024	mg/L Mn	Semestral	0,1 mg/L Mn	0,1 mg/L Mn	0,1 mg/L Mn	0,1 mg/L Mn	
Monoclorobenzeno	NDV	NDV	mg/L	Semestral	NCI	0,12 mg/L	0,12 mg/L	0,02 mg/L	
Sódio	5,196	3,44	mg/L	Semestral	NCI	200 mg/L	200 mg/L	200 mg/L	
Sólidos dissolvidos	231	NRA	mg/L	Semestral	500 mg/L	1.000 mg/L	1.000 mg/L	500 mg/L	
Sulfato	1	NRA	mg/L	Semestral	250 mg/L SO4	250 mg/L SO4	250 mg/L SO4	250 mg/L SO4	
Turbidez	6,4	21,9	NTU	Semestral	40 NTU	5 UT	5 UT	5 UT	
Zinco	0,063	0,04	mg/L Zn	Semestral	0,18 mg/L Zn	5,0 mg/L Zn	5,0 mg/L Zn	5,0 mg/L Zn	

LEGENDA:

Período Chuvaso	NCI	Não Consta Informações
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores
NRA	Não Realizou Análise	

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
Portaria MS 2914/2011; 888/2021
Organização: SILVA, A.L. (2024).

Planilha 32 - Resultados dos Subprodutos da Desinfecção na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO – 2022

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO										
PADRÃO DE POTABILIDADE - SUBPRODUTOS DE DESINFECÇÃO										
RESULTADOS - 2022										
Valores Máximos Permitidos (VMP)										
PARÂMETROS	22-jun.	7-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021		
2,4,6 Triclorofenol	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,01 mg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L		
2,4 - Diclorofenol	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,3 µg/L	NCI	NCI	0,2 mg/L		
LEGENDA:										
Período Chuvoso					NCI					Não Consta Informações
Período Seco					NDV					Não Detectado Valores
NRA					Não Realizou Análise					
Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO										
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004										
Portaria MS 2914/2011; 888/2021										
Organização: SILVA, A.L. (2024).										

Planilha 33 - Resultados das Cianobactérias na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2022.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO									
PADRÃO DE POTABILIDADE - CIANOBACTÉRIAS									
RESULTADOS - 2022									
					Valores Máximos Permitidos (VMP)				
PARÂMETROS	22-Jun.	7-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021	
Cianobactérias	NDV	NDV	cel/ml	Semestral	20.000 cel/ml	NCI	20.000 cel/ml	20.000 cel/ml	
LEGENDA:									
	Período Chuvoso	NCI	Não consta informações		Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO				
	Período Seco	NDV	Não Detectado Valores		Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004				
NRA	Não Realizou Análise		Portaria MS 2914/2011; 888/2021						
	Organização: SILVA, A.L. (2024).								

Planilha 34 - Resultados das Substâncias Inorgânicas na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2023.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELLOS/GO									
PADRÃO DE POTABILIDADE - SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS									
RESULTADOS - 2023									
PARÂMETROS	5-jun.	12-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Valores Máximos Permitidos (VMP)			
						Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021	
Antimônio	0,001	0,005	mg/L Sb	Semestral	0,005 mg/L Sb	0,005 mg/L Sb	0,005 mg/L Sb	0,006 mg/L Sb	
Arsênio	0,004	NDV	mg/L As	Semestral	0,01 mg/L As	0,01 mg/L As	0,01 mg/L As	0,01 mg/L As	
Bário	0,037	0,039	mg/L Ba	Semestral	0,7 mg/L Ba	0,7 mg/L Ba	0,7 mg/L Ba	0,7 mg/L Ba	
Berílio	NDV	0	mg/L Be	Semestral	0,04 mg/L Be	NCI	NCI	NCI	
Boro Total	0,059	NDV	mg/L B	Semestral	0,5 mg/L B	NCI	NCI	NCI	
Cádmio	0	0	mg/L Cd	Semestral	0,001 mg/L Cd	0,005 mg/L Cd	0,005 mg/L Cd	0,003 mg/L Cd	
Chumbo	0,01	NDV	mg/L Pb	Semestral	0,01 mg/L Pb	0,01 mg/L Pb	0,01 mg/L Pb	0,01 mg/L Pb	
Cobalto Total	NDV	0,003	mg/L Co	Semestral	0,05 mg/L Co	NCI	NCI	NCI	
Cobre Dissolvido	0,005	0,004	mg/L Cu	Semestral	0,009 mg/L Cu	2 mg/L Cu	2 mg/L Cu	2 mg/L Cu	
Cromo total	NDV	0,001	mg/L Cr	Semestral	0,05 mg/L Cr	0,05 mg/L Cr	0,05 mg/L Cr	0,05 mg/L Cr	
Fluoreto	NRA	NRA	µg/L	Semestral	1,4 mg/L F	1,5 mg/L F	1,5 mg/L F	1,5 mg/L F	
Lítio Total	NDV	0,002	mg/L Li	Semestral	2,5 mg/L Li	NCI	NCI	NCI	
Fósforo Total	NDV	0,035	mg/L P	Semestral	0,020 mg/L P	NCI	NCI	NCI	
Mercurio total	NDV	NDV	mg/L Hg	Semestral	0,0002 mg/L Hg	0,001 mg/L Hg	0,001 mg/L Hg	0,001 mg/L Hg	
Níquel Total	NDV	NDV	mg/L Ni	Semestral	0,025 mg/L Ni	NCI	0,07 mg/L Ni	0,07 mg/L Ni	
Nitrato	NRA	NRA	mg/L	Semestral	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N	
Nitrito	NRA	NRA	mg/L	Semestral	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N	
Prata Total	0	0,001	mg/L Ag	Semestral	0,01 mg/L Ag	NCI	NCI	NCI	
Selênio Total	NDV	NDV	mg/L Se	Semestral	0,01 mg/L Se	0,01 mg/L Se	0,01 mg/L Se	0,04 mg/L Se	
Urânio Total	NDV	NDV	mg/L U	Semestral	0,02 mg/L U	NCI	0,03 mg/L U	0,03 mg/L U	
Vanádio Total	NDV	0,002	mg/L V	Semestral	0,1 mg/L V	NCI	NCI	NCI	

LEGENDA:

Período Chuvoso	NCI	Não Consta Informações
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores
NRA	Não Realizou Análise	

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
 Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
 Portaria MS 2914/2011; 888/2021
 Organização: SILVA, A.L. (2024).

Planilha 35 - Resultados dos Agrotóxicos na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO – 2023

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO										
PADRÃO DE POTABILIDADE - AGROTÓXICOS										
RESULTADOS - 2023										
Valores Máximos Permitidos (VMP)										
PARÂMETROS	5-jun.	12-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021		
Alaclor (o)	NDV	NDV	µg/L	Semestral	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L		
Aldrin + Dieldrin	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,005 µg/L	0,03 µg/L	0,03 µg/L	0,03 µg/L		
Atrazina	NDV	NDV	µg/L	Semestral	2 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L		
Carbofurano	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	7,0 µg/L	7,0 µg/L		
Clordano (cis + t)	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,04 µg/L	0,2 µg/L	0,2 µg/L	0,2 µg/L		
Clorpirifós + Clo	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	30,0 µg/L	30,0 µg/L		
DDT+DDD+DDE	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,002 µg/L	2,0 µg/L	1,0 µg/L	1,0 µg/L		
Endossulfan (I + II)	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,056 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI		
Endrin	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,004 µg/L	0,6 µg/L	0,6 µg/L	NCI		
Glifosato	NDV	NDV	µg/L	Semestral	65,0 µg/L	500,0 µg/L	500,0 µg/L	500,0 µg/L		
Heptacloro epóxid	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,01 µg/L	0,03 µg/L	NCI	NCI		
Hexaclorobenzeno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,0065 µg/L	1,0 µg/L	NCI	NCI		
Lindano	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,02 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L		
Metolacoloro	NDV	NDV	µg/L	Semestral	10 µg/L	10,0 µg/L	10,0 µg/L	10,0 µg/L		
Metoxicloro	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,03 µg/L	20,0 µg/L	NCI	NCI		
Molinato	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NCI	6,0 µg/L	6,0 µg/L	6,0 µg/L		
Pendimetalina	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NCI	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L		
Permetrina	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NCI	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI		
Simazina	NDV	NDV	µg/L	Semestral	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L		
Trifluralina	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,2 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L		

LEGENDA:			
Período Chuvoso	NCI	Não Consta Informações	
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores	
NRA	Não Realizou Análise		

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO	
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004	
Portaria MS 2914/2011; 888/2021	
Organização: SILVA, A.L. (2024).	

Planilha 36 - Resultados das Substâncias Orgânicas na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2023.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO								
PADRÃO DE POTABILIDADE - SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS								
RESULTADOS - 2023								
PARÂMETROS	5-jun.	12-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Valores Máximos Permitidos (VMP)			
					Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
1,2 Dicloroetano	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,01 mg/L	10,0 µg/L	10,0 µg/L	5,0 µg/L
Acrilamida	NRA	NRA	µg/L	Semestral	0,5 µg/L	0,5 µg/L	0,5 µg/L	0,5 µg/L
Benzeno	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,005 mg/L	5,0 µg/L	5,0 µg/L	5,0 µg/L
Benzo (a) antraceno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Benzo (a) pireno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	0,7 µg/L	0,7 µg/L	0,4 µg/L
Benzo (b) fluorante	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Benzo (k) fluoranteno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Carbairil	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,02 µg/L	NCI	NCI	NCI
Cloreto de vinila	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NC	5,0 µg/L	2,0 µg/L	0,5 µg/L
Corofenol	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,1 µg/L	NCI	NCI	NCI
Criseeno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Di (2 - etilhexil)	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NC	NCI	8,0 µg/L	8,0 µg/L
Diclorometano	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,02 mg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L
Demeton	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,1 µg/L	NCI	NCI	NCI
1,2 Dicloroetano	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NC	NCI	50,0 µg/L	NCI
1,1 Dicloroetano	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,003 mg/L	30,0 µg/L	30,0 µg/L	NCI
Dibenzeno (a,h) antraceno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Dodecacioreto penta	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,001 µg/L	NCI	NCI	NCI
Estireno	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,02 mg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI
Fenóis Totais	NDV	NDV	mg/L C6H	Semestral	0,003 mg/L C6H5OH	NCI	NCI	NCI
Gutlon	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,005 µg/L	NCI	NCI	NCI
Indeno (1,2,3-cd) pire	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Malation	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,1 µg/L	NCI	NCI	NCI
Paration	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,04 µg/L	NCI	NCI	NCI
PCBS - bifenilas pol	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,001 µg/L	NCI	NCI	NCI
Etilbenzeno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	90,0 µg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L	300 µg/L
Tetracloroeto de Carb.	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,002 mg/L	2,0 µg/L	4,0 µg/L	4,0 µg/L
Tetracloroetano	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,01 mg/L	40,0 µg/L	40,0 µg/L	40,0 µg/L
Tolueno	0	NDV	µg/L	Semestral	2,0 µg/L	0,17 mg/L	0,17 mg/L	30,0 µg/L
Triclorobenzeno	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,02 mg/L	20 µg/L	20 µg/L	NC
Tricloroetano	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,03 mg/L	70,0 µg/L	20 µg/L	4,0 µg/L
Xilenos	NDV	NDV	µg/L	Semestral	300 µg/L	0,3 mg/L	0,3 mg/L	500 µg/L

Planilha 37 - Resultados das Substâncias Organolépticas na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2023

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO									
PADRÃO ORGANOLÉPTICO DE POTABILIDADE									
RESULTADOS - 2023									
PARÂMETROS	5-jun.	12-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Valores Máximos Permitidos (VMP)			
						Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021	
Alumínio Dissolv.	0,045	0,058	mg/L Al	Semestral	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al	
1,2 Diclorobenzeno	NDV	NDV	mg/L	Semestral	NCI	NCI	0,01 mg/L	0,001 mg/L	
1,4 Diclorobenzeno	NDV	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	0,03 mg/L	0,0003 mg/L	
Ferro Dissolvido	0,016	0,015	mg/L Fe	Semestral	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	
Manganês	0,008	0,014	mg/L Mn	Semestral	0,1 mg/L Mn	0,1 mg/L Mn	0,1 mg/L Mn	0,1 mg/L Mn	
Monoclorobenzeno	NDV	NDV	mg/L	Semestral	NCI	0,12 mg/L	0,12 mg/L	0,02 mg/L	
Sódio	4,743	3,591	mg/L	Semestral	NCI	200 mg/L	200 mg/L	200 mg/L	
Turbidez	16,4	6,09	NTU	Semestral	40 NTU	5 UT	5 UT	5 UT	
Zinco	0,017	0,023	mg/L Zn	Semestral	0,18 mg/L Zn	5,0 mg/L Zn	5,0 mg/L Zn	5,0 mg/L Zn	

LEGENDA:

Período Chuvoso	NCI	Não Consta Informações
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
Portaria MS 2914/2011; 888/2021
Organização: SILVA, A.L. (2024).

Planilha 38 - Resultados dos Subprodutos de Desinfecção na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2023.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BEIOS/GO										
PADRÃO DE POTABILIDADE - SUBPRODUTOS DE DESINFECÇÃO										
RESULTADOS - 2023										
PARÂMETROS						Valores Máximos Permitidos (VMP)				
	5-jun.	12-dez.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021		
2,4,6 Triclorofenol	NDV	NDV	mg/L	Semestral	0,01 mg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L		0,2 mg/L
2,4 - Diclórofenol	NDV	NDV	µg/L	Semestral	0,3 µg/L	NCI	NCI			0,2 mg/L

LEGENDA:

Período Chuvoso	NCI	Não Consta Informações
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores
NRA	Não Realizou Análise	

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
 Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
 Portaria MS 2914/2011; 888/2021
 Organização: SILVA, A.L. (2024).

Planilha 39 - Resultados das Cianobactérias na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2023.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO											
PADRÃO DE POTABILIDADE - CIANOBACTÉRIAS											
RESULTADOS - 2023											
PARÂMETROS						Valores Máximos Permitidos (VMP)					
Cianobactérias	5-jun. NDV	12-dez. 99	Unidade cél/ml	Freq. Amostragem Semestral	Conama 357/2005 20.000 cel/MI	Portaria 518/2004 NCI	Portaria 2914/2011 20.000 cel/MI	GM/MS 888/2021 20.000 cel/MI			
LEGENDA:											
	Período Chuvoso		NCI	Não Consta Informações						Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO	
	Período Seco		NDV	Não Detectado Valores						Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004	
NRA	Não Realizou Análise									Portaria MS 2914/2011; 888/2021 Organização: SILVA, A.L. (2024).	

Planilha 40 - Resultados das Substâncias Inorgânicas na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO – 2024

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO									
PADRÃO DE POTABILIDADE - SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS									
RESULTADOS - 2024									
					Valores Máximos Permitidos (VMP)				
PARÂMETROS	12-jun.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021		
Antimônio	NDV	mg/L Sb	Semestral	0,005 mg/L Sb	0,005 mg/L Sb	0,005 mg/L Sb	0,006 mg/L Sb		
Arsênio	NDV	mg/L As	Semestral	0,01 mg/L As	0,01 mg/L As	0,01 mg/L As	0,01 mg/L As		
Bário	0,035	mg/L Ba	Semestral	0,7 mg/L Ba	0,7 mg/L Ba	0,7 mg/L Ba	0,7 mg/L Ba		
Berílio	0	mg/L Be	Semestral	0,04 mg/L Be	NC	NC	NC		
Boro Total	0,111	mg/L B	Semestral	0,5 mg/L B	NC	NC	NC		
Cádmio	0	mg/L Cd	Semestral	0,001 mg/L Cd	0,005 mg/L Cd	0,005 mg/L Cd	0,003 mg/L Cd		
Chumbo	0,004	mg/L Pb	Semestral	0,01 mg/L Pb	0,01 mg/L Pb	0,01 mg/L Pb	0,01 mg/L Pb		
Cobalto Total	0,001	mg/L Co	Semestral	0,05 mg/L Co	NCI	NCI	NCI		
Cobre Dissolvido	0,004	mg/L Cu	Semestral	0,009 mg/L Cu	2 mg/L Cu	2 mg/L Cu	2 mg/L Cu		
Cromo total	0,001	mg/L Cr	Semestral	0,05 mg/L Cr	0,05 mg/L Cr	0,05 mg/L Cr	0,05 mg/L Cr		
Fluoreto	NRA	µg/L	Semestral	1,4 mg/L F	1,5 mg/L F	1,5 mg/L F	1,5 mg/L F		
Lítio Total	NDV	mg/L Li	Semestral	2,5 mg/L Li	NCI	NCI	NCI		
Fósforo Total	0,049	mg/L P	Semestral	0,020 mg/L P	NCI	NCI	NCI		
Mercurio total	NDV	mg/L Hg	Semestral	0,0002 mg/L Hg	0,001 mg/L Hg	0,001 mg/L Hg	0,001 mg/L Hg		
Níquel Total	0,004	mg/L Ni	Semestral	0,025 mg/L Ni	NCI	0,07 mg/L Ni	0,07 mg/L Ni		
Nitrato	NRA	mg/L	Semestral	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N	10,0 mg/L N		
Nitrito	NRA	mg/L	Semestral	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N	1,0 mg/L N		
Prata Total	NDV	mg/L Ag	Semestral	0,01 mg/L Ag	NCI	NCI	NCI		
Selênio Total	NDV	mg/L Se	Semestral	0,01 mg/L Se	0,01 mg/L Se	0,01 mg/L Se	0,04 mg/L Se		
Urânio Total	NDV	mg/L U	Semestral	0,02 mg/L U	NCI	0,03 mg/L U	0,03 mg/L U		
Vanádio Total	0	mg/L V	Semestral	0,1 mg/L V	NCI	NCI	NCI		

LEGENDA:

Período Chuvoso	NCI	Não Consta Informações
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores
NRA	Não Realizou Análise	

Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
 Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
 Portaria MS 2914/2011; 888/2021
 Organização: SILVA, A.L. (2024).

Planilha 41 - Resultados dos Agrotóxicos na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO – 2024.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO							
PADRÃO DE POTABILIDADE - AGROTÓXICOS							
RESULTADOS - 2024							
				Valores Máximos Permitidos (VMP)			
PARÂMETROS	12-jun.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
Alaclor (o)	NDV	µg/L	Semestral	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L
Aldrin + Dieldrin	NDV	µg/L	Semestral	0,005 µg/L	0,03 µg/L	0,03 µg/L	0,03 µg/L
Atrazina	NDV	µg/L	Semestral	2 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L
Carbofurano	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	7,0 µg/L	7,0 µg/L
Clordano (cis + t)	NDV	µg/L	Semestral	0,04 µg/L	0,2 µg/L	0,2 µg/L	0,2 µg/L
Clorpirifós + Clo	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	30,0 µg/L	30,0 µg/L
DDT+DDD+DDE	NDV	µg/L	Semestral	0,002 µg/L	2,0 µg/L	1,0 µg/L	1,0 µg/L
Endossulfan (I + II)	NDV	µg/L	Semestral	0,056 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI
Endrin	NDV	µg/L	Semestral	0,004 µg/L	0,6 µg/L	0,6 µg/L	NCI
Glifosato	NDV	µg/L	Semestral	65,0 µg/L	500,0 µg/L	500,0 µg/L	500,0 µg/L
Heptacloro epóxid	NDV	µg/L	Semestral	0,01 µg/L	0,03 µg/L	NCI	NCI
Hexaclorobenzeno	NDV	µg/L	Semestral	0,0065 µg/L	1,0 µg/L	NCI	NCI
Lindano	NDV	µg/L	Semestral	0,02 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L
Metolacloro	NDV	µg/L	Semestral	10 µg/L	10,0 µg/L	10,0 µg/L	10,0 µg/L
Metoxicloro	NDV	µg/L	Semestral	0,03 µg/L	20,0 µg/L	NCI	NCI
Molinato	NDV	µg/L	Semestral	NCI	6,0 µg/L	6,0 µg/L	6,0 µg/L
Pendimetalina	NDV	µg/L	Semestral	NCI	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI
Permetrina	NDV	µg/L	Semestral	NCI	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI
Simazina	NDV	µg/L	Semestral	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L	2,0 µg/L
Trifluralina	NDV	µg/L	Semestral	0,2 µg/L	20 µg/L	20 µg/L	20 µg/L

LEGENDA:

Período Chuvoso	NCI	Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO
Período Seco	NDV	Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004
		Portaria MS 2914/2011; 888/2021
NRA	Não Realizou Análise	Organização: SILVA, A.L. (2024).

Planilha 42 - Resultados das Substâncias Orgânicas na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO – 2024

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO							
PADRÃO DE POTABILIDADE - SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS							
RESULTADOS - 2024							
PARAMETROS	12-jun.	Unidade	Freq. Amostragem	Valores Máximos Permitidos (VMP)			
				Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
1,2 Dicloroetano	NDV	mg/L	Semestral	0,01 mg/L	10,0 µg/L	10,0 µg/L	5,0 µg/L
Acrilamida	NRA	µg/L	Semestral	0,5 µg/L	0,5 µg/L	0,5 µg/L	0,5 µg/L
Benzeno	NDV	mg/L	Semestral	0,005 mg/L	5,0 µg/L	5,0 µg/L	5,0 µg/L
Benzo (a) antraceno	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Benzo (a) pireno	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	0,7 µg/L	0,7 µg/L	0,4 µg/L
Benzo (b) fluorante	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Benzo (k) fluorante	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Carbaril	NDV	µg/L	Semestral	0,02 µg/L	NCI	NCI	NCI
Cloreto de vinila	NDV	µg/L	Semestral	NCI	5,0 µg/L	2,0 µg/L	0,5 µg/L
Clorofenol	NDV	µg/L	Semestral	0,1 µg/L	NCI	NCI	NCI
Criseno	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Di (2 - etilhexil)	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	8,0 µg/L	8,0 µg/L
Diclorometano	NDV	mg/L	Semestral	0,02 mg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L
Demeton	NDV	µg/L	Semestral	0,1 µg/L	NCI	NCI	NCI
1,2 Dicloroetano	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	50,0 µg/L	NCI
1,1 Dicloroetano	NDV	mg/L	Semestral	0,003 mg/L	30,0 µg/L	30,0 µg/L	NCI
Dibenzeno (a,h) antraceno	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Dodecacioreto penta	NDV	µg/L	Semestral	0,001 µg/L	NCI	NCI	NCI
Estireno	NDV	mg/L	Semestral	0,02 mg/L	20,0 µg/L	20,0 µg/L	NCI
Fenóis Totais	NDV	mg/L C6H5	Semestral	0,003 mg/L C6H5OH	NCI	NCI	NCI
Guttion	NDV	µg/L	Semestral	0,005 µg/L	NCI	NCI	NCI
Indeno (1,2,3-cd) pire	NDV	µg/L	Semestral	0,05 µg/L	NCI	NCI	NCI
Malation	NDV	µg/L	Semestral	0,1 µg/L	NCI	NCI	NCI
Paration	NDV	µg/L	Semestral	0,04 µg/L	NCI	NCI	NCI
PCBS - bifenilas pol	NDV	µg/L	Semestral	0,001 µg/L	NCI	NCI	NC
Edilbenzeno	NDV	µg/L	Semestral	90,0 µg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L	300 µg/L
Tetracloreto de Carb.	NDV	mg/L	Semestral	0,002 mg/L	2,0 µg/L	4,0 µg/L	4,0 µg/L
Tetracloroetano	NDV	mg/L	Semestral	0,01 mg/L	40,0 µg/L	40,0 µg/L	40,0 µg/L
Tolueno	NDV	µg/L	Semestral	2,0 µg/L	0,17 mg/L	0,17 mg/L	30,0 µg/L
Triclorobenzeno	NDV	mg/L	Semestral	0,02 mg/L	20 µg/L	20 µg/L	NC
Tricloroetano	NDV	µg/L	Semestral	0,03 mg/L	70,0 µg/L	20 µg/L	4,0 µg/L
Xilenos	NDV	µg/L	Semestral	300 µg/L	0,3 mg/L	0,3 mg/L	500 µg/L

LEGENDA:				Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO	
Período Chuvoso	NCI	Não Consta Informações		Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004	
Período Seco	NDV	Não Detectado Valores		Portaria MS 2914/2011; 888/2021	
NRA	Não Realizou Análise		Organização: SILVA, A.L. (2024).		

Planilha 43 - Resultados das Substâncias Organolépticas na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2024.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO									
PADRÃO ORGANOLÉPTICO DE POTABILIDADE									
RESULTADOS - 2024									
		Valores Máximos Permitted (VMP)							
PARÂMETROS	12-jun.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021		
Alumínio Dissolv.	0,082	mg/L Al	Semestral	0,1 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al	0,2 mg/L Al		
1,2 Diclorobenzeno	NDV	mg/L	Semestral	NCI	NCI	0,01 mg/L	0,001 mg/L		
1,4 Diclorobenzeno	NDV	µg/L	Semestral	NCI	NCI	0,03 mg/L	0,0003 mg/L		
Ferro Dissolvido	0,036	mg/L Fe	Semestral	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe		
Manganês	0,018	mg/L Mn	Semestral	0,1 mg/L Mn	0,1 mg/L Mn	0,1 mg/L Mn	0,1 mg/L Mn		
Monoclorobenzeno	NDV	mg/L	Semestral	NCI	0,12 mg/L	0,12 mg/L	0,02 mg/L		
Sódio	4,954	mg/L	Semestral	NCI	200 mg/L	200 mg/L	200 mg/L		
Turbidez	13,1	NTU	Semestral	40 NTU	5 uT	5 uT	5 uT		
Zinco	0,027	mg/L Zn	Semestral	0,18 mg/L Zn	5,0 mg/L Zn	5,0 mg/L Zn	5,0 mg/L Zn		
LEGENDA:									
Período Chuvoso				NCI		Não Consta Informações			
Período Seco				NDV		Não Detectado Valores			
NRA				Não Realizou Análise					
Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO									
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004									
Portaria MS 2914/2011; 888/2021									
Organização: SILVA, A.L. (2024).									

Planilha 44 - Resultados dos Subprodutos de Desinfecção na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2024.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO							
PADRÃO DE POTABILIDADE - SUBPRODUTOS DE DESINFECÇÃO							
RESULTADOS - 2024							
				Valores Máximos Permitidos (VMP)			
PARÂMETROS	12-jun.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
2,4,6 Triclorofenol	NDV	mg/L	Semestral	0,01 mg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L	0,2 mg/L
2,4 - Diclorofenol	NDV	µg/L	Semestral	0,3 µg/L	NCI	NCI	0,2 mg/L
LEGENDA:							
	Período Chuvoso			NCI	Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO		
	Período Seco			NDV	Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004		
NRA	Não Realizou Análise			Não Detectado Valores			Portaria MS 2914/2011; 888/2021
				Organização: SILVA, A.L. (2024).			

Planilha 45 - Resultados das Cianobactérias na Água Bruta do Rio Montes Claros/GO - 2024.

DADOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO RIO MONTES CLAROS - CAMPOS BELOS/GO							
PADRÃO DE POTABILIDADE - CIANOBACTÉRIAS							
RESULTADOS - 2024							
PARÂMETROS	12-jun.	Unidade	Freq. Amostragem	Conama 357/2005	Valores Máximos Permitidos (VMP)		
Cianobactérias	NDV	cél/ml	Semestral	20.000 cel/MI	Portaria 518/2004	Portaria 2914/2011	GM/MS 888/2021
LEGENDA:							
	Período Chuvoso			NCI	Não Consta Informações		
	Período Seco			NDV	Não Detectado Valores		
NRA	Não Realizou Análise						
Fonte: Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO							
Resolução CONAMA 357/2005; Portaria MS 518/2004							
Portaria MS 2914/2011; 888/2021							
Organização: SILVA, A.L. (2024).							