



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL CATALÃO
UAE – UNIDADE ACADEMICA ESPECIAL DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

JONAS FREITAS DE JESUS

**QUALIDADE DA ÁGUA SUBSUPERFICIAL CAPTADA POR POÇOS
RASOS NO BAIRRO ITANHANGÁ EM CALDAS NOVAS (GO)**

CATALÃO (GO)

2019

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO 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 nº 9610/98, 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.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

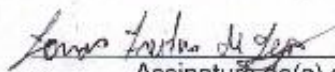
Nome completo do autor: Jonas Freitas de Jesus

Título do trabalho: QUALIDADE DA ÁGUA SUBSUPERFICIAL CAPTADA POR POÇOS RASOS NO BAIRRO ITANHANGÁ EM CALDAS NOVAS (GO)

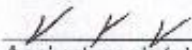
3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 30/04/2019

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados 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.

² A assinatura deve ser escaneada.

JONAS FREITAS DE JESUS

**QUALIDADE DA ÁGUA SUBSUPERFICIAL CAPTADA POR POÇOS
RASOS NO BAIRRO ITANHANGÁ EM CALDAS NOVAS (GO)**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação *Stricto Sensu* em Geografia, da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, como requisito para obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de conhecimento: Geografia e Ordenamento do território

Linha de Pesquisa: Estudos Ambientais

Orientador: Rildo Aparecido Costa

CATALÃO (GO)

2019

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

de Jesus, Jonas Freitas
QUALIDADE DA ÁGUA SUBSUPERFICIAL CAPTADA POR
POÇOS RASOS NO BAIRRO ITANHANGÁ EM CALDAS NOVAS (GO)
[manuscrito] / Jonas Freitas de Jesus. - 2019.
CVI, 108 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, , Catalão,
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Catalão, 2019.
Bibliografia. Anexos.
Inclui siglas, mapas, fotografias, abreviaturas, gráfico, tabelas,
lista de figuras, lista de tabelas.

1. Itanhangá. 2. Caldas Novas. 3. água. 4. qualidade. 5. poços. I.
Costa, Rildo Aparecido, orient. II. Título.

CDU 911.2



ATA DA SESSÃO DE JULGAMENTO DA DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE
Jonas Freitas de Jesus

Aos cinco do mês de abril do ano de dois mil e dezanove (05/04/2019), às 14h (quatorze horas), na Sala de Aulas do Mestrado em Geografia, Regional Catalão/UFG, teve lugar a 155ª Sessão Pública de Julgamento da Dissertação de Mestrado de **Jonas Freitas de Jesus**, matrícula nº 2017101547, CPF 083.254.924-06, sob o título "QUALIDADE DE ÁGUA SUPERFICIAL CAPTADA POR POÇOS RASOS NO BAIRRO ITANHANGÁ EM CALDAS NOVAS (GO)". A Banca Examinadora foi composta, conforme Portaria nº. 004/2018 do Programa de Pós-Graduação em Geografia-RC/UFG, pelos Professores Dr. Rildo Aparecido Costa (Orientador) - CPF nº 635.442.886-72, Dr. Paulo César Mendes (Membro Externo) - CPF nº 841.657.316-68, e Dr. Rafael de Ávila Rodrigues (Membro Interno) - CPF nº 055.658.536-40. Os examinadores arguíram na ordem citada, tendo o mestrando respondido satisfatoriamente. Às 16 horas e 00 minutos a Banca Examinadora passou ao julgamento, em Sessão Secreta, tendo o mestrando obtido os seguintes resultados:

Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa - Ass. Rildo

Aprovado (X) Reprovado ()

Prof. Dr. Paulo César Mendes - Ass. Paulo

Aprovado (X) Reprovado ()

Prof. Dr. Rafael de Ávila Rodrigues - Ass. Rafael de Ávila Rodrigues

Aprovado (X) Reprovado ()

Obs.:

Atender as sugestões da Banca

Presidente da Banca - Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa - Ass. Rildo

Resultado final: APROVADO (X) REPROVADO ()

Reaberta a Sessão Pública, o Presidente da Banca Examinadora proclamou o resultado e encerrou a Sessão, da qual foi lavrada a presente Ata, que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora, Mestrando examinado e pela Secretária do Programa de Pós-Graduação em Geografia-RC/UFG.

Assinatura do Mestrando: Jonas Freitas de Jesus

Secretária do PPGGC-RC/UFG: Priscila Querino de Lima

Obs: O(a) aluno(a) deverá encaminhar, no prazo de até 30 dias após a data da Defesa Pública, os exemplares definitivos da Dissertação, para arquivamento e devidos encaminhamentos, conforme as normas definidas pelo PPGGC-RC/UFG.

Dedico esta dissertação, primeiro a mim, por ter tido muita paciência e superado todas as adversidades que apareceram no caminho, que não foram poucas. A Deus por ter me dado forças e sabedoria nas horas de mais infortúnio. Para minha família que me aguentou em horas de extremo estresse.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Rildo Aparecido Costa, por ter sido compreensível quando passei por vários contratemplos e não ter me deixado desistir do mestrado. Pelas dicas dadas e pela confiança em mim de saber que conseguiria ultrapassar os obstáculos e concluir o mestrado.

Para os professores do programa de pós-graduação e de outros departamentos, por ter me ajudado de todas as formas. Alguns com assuntos das disciplinas, conversas e oferecimento sincero de ajuda, outros com comportamentos indecifráveis que despertaram sentimentos perniciosos, mas que no fim me ajudaram a me tornar resiliente.

Do mesmo modo ao Professor Laurindo Elias Pedrosa, por ter me dado oportunidade de fazer perícias, então agregando grandes conhecimentos para minha formação. As conversas descontraídas de corredor que sempre foram esclarecedoras e a ajuda oferecida.

Ao professor Rafael de Ávila Rodrigues, que acompanhou meu desempenho e meu projeto desde o primeiro momento, observando as mudanças ocorridas e sempre contribuindo para meu crescimento.

Agradeço também aos meus colegas de turma, em especial a Anna Sarah e a Clícia S. Feitosa, que me ajudaram de determinado modo em algumas ocasiões a concluir a dissertação. A raiva que alguns outros me passaram, me mostrando que certas coisas podem e devem ser ignoradas.

Ao DCO Engenharia de processos pela sua atenção por ter realizado as análises bacteriológica e físico-química em tempo hábil.

E a Deus por ter me feito traçar esta direção, revelando que alguns caminhos realizados são muitas vezes incompreensíveis, mas que no final são as melhores coisas para nós.

“O Brasil jamais teve cidadãos, nós, a classe média, não queremos direitos, nós queremos privilégios, e os pobres não tem direitos, não há, pois, cidadania neste país, nunca houve.”
(Milton Santos)

RESUMO

No município de Caldas Novas (GO) é comum nas residências a existência de poços artesianos para uso doméstico, contudo na mesma área da residência também existem fossas secas. Dessa maneira, por estarem em um mesmo terreno e muito próximos, há grande possibilidade de a água utilizada pelos moradores estar contaminada. O bairro escolhido para estudo foi o Itanhangá por ser residencial com alguns comércios, e ter os problemas supracitados. O objetivo principal é determinar a qualidade da água utilizada pelos moradores do bairro através de amostras colhidas nas residências, assim determinar se atendem os parâmetros físico-químico e microbiológico da portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Através da metodologia qualitativa foi possível realizar a análise de 10 amostras, com ensaios de coliformes totais, coliformes termotolerantes, pH, turbidez, condutividade, sólidos totais dissolvidos, cloro residual, ferro total, amônia, nitrato, nitrito, cor aparente, dureza total, cloretos e alcalinidade total. Algumas amostras possuem a maioria dos padrões estabelecidos, de acordo com a portaria, dentro do permitido, contudo, se ao menos um ensaio não estiver correspondente com o estabelecido a água se torna inadequada para consumo. Dessa maneira foi constatado que nenhuma das amostras analisadas possui resultados que atendem os requisitos do Ministério da Saúde, segundo a portaria 2.914, assim não tendo a qualidade ideal para a utilização dos moradores.

Palavras-chave: Itanhangá; Caldas Novas; água; qualidade; poços.

RESUMEN

En el municipio de Caldas Novas (GO) es común en las residencias la existencia de pozos artesianos para uso doméstico, pero en la misma área de la residencia también existen fosas secas. De esta manera, por estar en un mismo terreno y muy cerca, hay gran posibilidad de que el agua utilizada por los habitantes esté contaminada. El barrio elegido para estudio fue el Itanhangá por ser residencial con algunos comercios, y tener los problemas arriba citados. El objetivo principal es determinar la calidad del agua utilizada por los habitantes del barrio a través de muestras tomadas en las residencias, así determinar si atienden los parámetros físico-químico y microbiológico de la portaria 2.914 del 12 de diciembre de 2011 del Ministerio de Salud. A través de la metodología cualitativa se puede realizar el análisis de 10 muestras, con ensayos de coliformes totales, coliformes termotolerantes, pH, turbidez, conductividad, sólidos totales disueltos, cloro residual, hierro total, amoníaco, nitrato, nitrito, color aparente, dureza total, cloruros y alcalinidad total. Algunas muestras poseen la mayoría de los patrones establecidos, de acuerdo con la ordenanza, dentro de lo permitido, sin embargo, si al menos un ensayo no coincide con el establecido el agua se vuelve inadecuada para el consumo. De esta manera se constató que ninguna de las muestras analizadas tiene resultados que atiende los requisitos del Ministerio de Salud, según la ordenanza 2.914, por lo que no tiene la calidad ideal para la utilización de los residentes.

Palabras clave: Itanhangá; Caldas Novas; agua; calidad; pozos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo conceitual de risco.....	23
Figura 2 – Evolução do saneamento básico no Brasil	30
Figura 3 – Fluxograma de etapas e atividades de revisão Portaria MS 518/200	39
Figura 4 – Localização bairro Itanhangá	42
Figura 5 – Climograma de Caldas Novas	48
Figura 6 – Lago e rios de Caldas Novas	52
Figura 7 – Rede de drenagem Caldas Novas	53
Figura 8 – Padrões básicos de drenagem.....	54
Figura 9 – Frasco de vidro para coleta de amostra	63
Figura 10 – Luva de látex para coleta	64
Figura 11 – Placa de Petri.....	67
Figura 12 – Tubo de ensaio.....	68
Figura 13 - Equipamento de realização da técnica membrana filtrante.....	69
Figura 14 - Estufa digital	70
Figura 15 – Phmetro.....	72
Figura 16 – Turbidímetro	73
Figura 17 – Condutivímetro	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAS	Associação Brasileira de Águas Subterrâneas
ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ANA	Agência Nacional de Águas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DEMAE	Departamento Municipal Águas Esgotos
FEMAGO	Fundação Estadual do Meio Ambiente de Goiás
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
SIEG	Sistema Estadual de Geoinformação

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação da evolução populacional.....	43
Tabela 2 – Precipitação e temperatura de Caldas Novas	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conceitos utilizados em análises de riscos	24
Quadro 2 – Brasil, Padrão Microbiológico, Ministério da Saúde, 2014.....	32
Quadro 3 – Doenças disseminadas através da água e formas de prevenção, Ministério da Saúde, 2014.....	34
Quadro 4 – Doenças através de suporte na água, Ministério da Saúde, 2014	35
Quadro 5 – Principais evoluções da legislação de potabilidade de água	38
Quadro 6 – Padrão microbiológico, Portaria 2.914/11, Ministério da Saúde, Brasil ..	65
Quadro 7 – Padrão físico-químico, Portaria 2.914/11, Ministério da Saúde, Brasil ...	66
Quadro 8 - Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Análise microbiológica coliformes totais, 2019.....	80
Quadro 9 - Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, análise microbiológica coliformes termotolerantes (E. coli), 2019	81
Quadro 10 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, turbidez, 2019	82
Quadro 11 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, pH, 2019	82
Quadro 12 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, sólidos totais dissolvidos, 2019.	83
Quadro 13 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Cloro residual, 2019.....	83
Quadro 14 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, ferro total, 2019.....	84
Quadro 15 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, cor aparente, 2019.....	84
Quadro 16 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, dureza total, 2019	85
Quadro 17 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, cloretos, 2019	85
Quadro 18 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, nitrato, 2019.....	86
Quadro 19 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, nitrito, 2019	86
Quadro 20 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, amônia, 2019	87
Quadro 21 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, condutividade, 2019.....	87
Quadro 22 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, alcalinidade total, 2019	88

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Localização do município de Caldas Novas	41
Mapa 2 – Mapa turístico do Estado de Goiás.....	46
Mapa 3 – Solos de Caldas Novas	51
Mapa 4 – Geologia de Caldas Novas.....	57

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 ÁGUA, RISCO E SAÚDE	18
1.1 Análise sobre riscos	22
1.2 Sobre saneamento básico.....	25
1.3 Relação água e saúde.....	31
1.4 PORTARIA Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.....	36
2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CALDAS NOVAS (GO)	41
2.1 Características socioculturais	42
2.2 Características físicas	47
2.2.1 Clima	47
2.2.2 Pedologia.....	49
2.2.3 Hidrografia	52
2.2.4 Geomorfologia	56
2.2.5 Geologia	56
2.2.5.1 Grupo Paranoá.....	58
2.2.5.2 Grupo Araxá	58
2.2.6 Hidrogeologia.....	59
3 MATERIAIS E MÉTODOS	61
3.1 Coleta e material	63
3.2 Metodologia adotada pelo Ministério da Saúde.....	65
3.3 Análise bacteriológica	67
3.3.1 Coliformes totais	69
3.3.2 Coliformes termotolerantes.....	70
3.4 Análise físico-químico	71
3.4.1 pH.....	71
3.4.2 Turbidez.....	72
3.4.3 Sólidos totais dissolvidos	73
3.4.4 Cloro residual.....	73
3.4.5 Ferro total	74

3.4.6	Cor aparente.....	74
3.4.7	Dureza total	74
3.4.8	Cloretos	75
3.4.9	Amônia.....	75
3.4.10	Nitrato	76
3.4.11	Nitrito	76
3.4.12	Condutividade.....	77
3.4.13	Alcalinidade total.....	78
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	79
4.1	Resultado microbiológico	79
4.2	Resultado físico-químico	81
4.3	Discussão dos resultados.....	88
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
	REFERÊNCIAS.....	94
	ANEXOS	100

INTRODUÇÃO

Desde a idade antiga o homem percebeu que a água suja é um transmissor de vários tipos de doenças infectocontagiosas como cólera, diarreia, hepatites, febre tifoide entre outras. Com isso, a partir dessa época existe uma preocupação com a qualidade da água consumida pela humanidade. Dessa forma iniciou a ideia na qual surgiu algumas técnicas referente a obtenção de água limpa para consumo e descarte de resíduo.

Assim então aparece as primeiras medidas que dão início ao saneamento básico, na tentativa de evitar danos à saúde do ser humano, para aumentar a qualidade e perspectiva de vida e minimizando os riscos. Algumas dessas técnicas utilizadas foram a canalização, irrigação, construções de diques entre outros, consequentemente despontando as medidas sanitárias.

Como a água é um elemento vital para a vida e saúde do indivíduo, além de ser dotado de valor econômico, ela foi amplamente utilizada em vários setores de diversas formas com o passar dos séculos. O que fez com que houvesse um maior uso, praticamente indiscriminado, desse recurso e também com que ocorresse mais degradação.

Esse uso crescente é quase proporcional ao engendro de resíduos que poluem e contaminam a água, solo e outras formas de recursos naturais. Alguns países, considerados desenvolvidos, conseguem otimizar a utilização e reutilização desses recursos e fazer descarte dos resíduos sem que haja grandes impactos ao ambiente e ao homem, mesmo que tenham grandes indústrias que os manuseiam. Já que os avanços tecnológicos e escassez, como no caso de Israel com a água, faz com que haja a necessidade de preservar e reaproveitar.

Com o crescimento urbano, do campo e da população existe a necessidade de maior consumo de água para diversos fins, além da criação exacerbada de resíduos que a poluem, que acaba por contaminar os recursos superficiais tanto quanto os subterrâneos. Dessa maneira a implementação de saneamento básico se torna imprescindível para que não haja poluição ao ambiente, além de melhoria sanitária. Contudo nos casos dos países considerados em desenvolvimento e subdesenvolvidos, essa questão ainda é complicada por falta de investimento público, pela urbanização desordenada e uso de agrotóxicos no campo de forma que respeite a natureza.

Dessa maneira a indagação sobre como a poluição e contaminação da água ocorre, quais as melhores maneiras de protegê-la e como utilizar de modo consciente esse recurso é antigo e ao mesmo tempo atual. Uma vez que os estudos da Organizações das Nações Unidas (ONU) revelam que até 2025 ocorrerá uma crise hídrica no mundo, pois a disponibilidade de água potável está diminuindo com o tempo.

Essa diminuição dos recursos hídricos tem ligação direta com a preservação do ambiente e seus recursos e a poluição causada pelo homem, não sendo exclusivamente isso, de um modo geral faltam políticas públicas que atendam às necessidades da população e protejam a natureza para que coexistam.

Mesmo que a água seja abundante na superfície da terra, a sua distribuição é apresentada de forma heterogênea, em sua maior parte concentrada em mares e oceanos em sua forma líquida, em geleiras em seu estado sólido, na atmosfera com nuvens e partículas de água entre outros no aspecto gasoso. O que o homem utiliza para consumo, água doce, é apenas uma pequena parte encontrado no estado líquido presente em rios, lagos e lençóis freáticos.

Destarte, mesmo que a água utilizada pelo homem seja pouca, se comparado ao total de água no planeta, a maioria da população não tem noção disso e a colocam como um recurso ilimitado, isso somado a falta de políticas públicas afetam diretamente a quantidade e qualidade desse recurso. Principalmente os rios e lençóis freáticos que são os mais utilizados para abastecimento, e o último que demanda mais tempo para uma reposição natural.

No que concerne as águas subterrâneas, aparenta ser mais protegido e mais difícil de haver contaminação. Todavia não é dessa maneira que ocorre, pois, a retirada em excesso dos lençóis freáticos pode contaminar a água ali inserida, além de lixões e cemitérios que poluem e contaminam o solo e conseqüentemente atingem os lençóis também contaminando-os. Utilização de agrotóxicos segue a mesma premissa de contaminação dos lixões, fossas secas que não são sépticas igualmente degradam esses reservatórios, colocando em risco as pessoas que a utilizam sem um tratamento adequado.

Risco esse que é a soma da periculosidade com a vulnerabilidade, periculosidade do consumo de uma água contaminada e da vulnerabilidade social, pois em sua maioria quem utiliza esse recurso são as camadas mais baixas da

sociedade. Que majoritariamente não possuem acesso ao saneamento básico, como água encanada, coleta e tratamento de esgoto.

Geralmente a população de baixa renda se encontram nas áreas periféricas das cidades, locais que são marginalizadas de várias formas, principalmente nos pontos de saneamento e saúde. Isso ocorre devido ao crescimento urbano desordenado e a falta de políticas públicas, que se implantados garantiriam seus direitos básicos e aumentariam sua qualidade de vida.

Essa falta de política pública é o principal fator de degradação de recursos naturais nas cidades, a ausência de coleta e tratamento de esgoto, local ideal para descarte de resíduos, fiscalização das empresas no que tange o despejo de resíduos nos rios entre outros. No campo, o principal fator é a utilização de agrotóxicos e indústrias que contaminam os recursos.

O município de Caldas Novas (GO) está indo na mesma direção da maioria das cidades do Brasil, com falta de administração que aumentem o saneamento básico para atender todos os cidadãos. Com crescimento não planejado, sem infraestrutura e com falta de planejamento que criaram vários bairros periféricos sem estrutura que não possuem água tratada, coleta de lixo, coleta e tratamento de esgoto. Colocando os moradores desses bairros em uma situação precária e de subsistência, pois não possuem seus direitos como cidadãos assegurados pelos gestores.

Através disso os moradores desses bairros periféricos recorrem a utilização de fossas secas e poços rasos em suas residências, para obter o mínimo necessário de saneamento, contudo essa proximidade entre eles colocam a população em risco, pois contaminam os lençóis freáticos. Com a utilização dessa água não tratada, a possibilidade de contrair uma doença infectocontagiosa é muito grande, pois são de veiculação hídrica.

Doenças essas que são a cólera, a febre tifoide, a shigella, a poliomielite, a meningite, as hepatites A, E e C e a diarreia. Que se não tratadas podem levar a complicações graves e em casos extremos a morte.

O objetivo principal do presente trabalho foi investigar e estabelecer a qualidade da água captada por poços rasos no município de Caldas Novas (GO), mais especificamente no bairro Itanhangá. Em virtude de, mesmo que possuam água encanada e coleta de esgoto na maioria das residências, parte dos moradores possuem poços rasos e fossas secas no mesmo terreno onde moram. Com isso foi

realizado análise microbiológica, coliformes totais e termotolerantes, e análises físico-química, Turbidez, pH, Condutividade, Sólidos Totais Dissolvidos, Cloro Residual, Ferro total, Cor aparente, Dureza total, Alcalinidade total, Nitrato, Nitrato, Amônia e Cloretos.

Todos parâmetros comparados com o do Ministério da Saúde de acordo com a Portaria 2.914, que colocam requisitos de padrão para qualidade da água para consumo de seres humanos. Mesmo que a água não seja tratada, existem orientações e propriedades para que haja sua utilização sem risco a saúde e a vida de quem a usa.

Pois os moradores desse bairro a utilizam sem um tratamento prévio, colocando a saúde e em casos mais graves suas vidas em risco, principalmente as crianças que tem seu sistema imunológico em formação. A falta de informação, orientação e políticas públicas originaram esse tipo de situação, que se torna caso de saúde pública pelos indícios de doenças proveniente da contaminação.

A dissertação possui quatro capítulos além das considerações finais, no primeiro capítulo é descrito a teoria que embasa a pesquisa discorrendo sobre a água, a importância de sua qualidade e quais tipos de poços; análise sobre riscos com conceitos e tipos de riscos existentes; a importância do saneamento básico para qualidade de vida do homem com a necessidade de maior investimento; poluição da água que transmite doenças que colocam a saúde de quem a consome em risco e os tipos de doenças provenientes da contaminação; portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde que estabelece os parâmetros necessários da qualidade da água e as mudanças ao longo do tempo.

No segundo capítulo está descrito a caracterização de Caldas Novas, com aspectos socioculturais, com descrição histórica, populacional e turística da área. Característica física expondo o tipo de clima, solos, hidrografia, geomorfologia, geologia e hidrogeologia.

O capítulo três consiste em materiais e métodos utilizados na pesquisa, os procedimentos realizados na coleta e nas análises microbiológicas e físico-químico das amostras colhidas até a obtenção dos resultados. O último capítulo é a discussão dos resultados obtidos de cada ensaio realizado pelo laboratório. Por fim as considerações finais com a explanação geral do trabalho realizado.

1 ÁGUA, RISCO E SAÚDE

A água é colocada como um recurso natural renovável, utilizado por todos os habitantes para diversas finalidades, encontrando-se na atmosfera, na superfície, na subsuperfície, nas formas de rios, lagos, geleiras, oceanos e etc. Em suma, em praticamente todos os lugares e setores do planeta, além de ser o único elemento encontrado na natureza em seus três estados físicos: sólido, líquido e gasoso.

Praticamente o homem dispõe de apenas dois recursos para o seu abastecimento de água: de superfície e subterrânea (Natal e Nascimento, 2004). Onde está água subterrânea tem extrema importância para o suprimento de água, sendo o solo e suas camadas um filtro natural para ela, então não se tem necessidade de um tratamento prévio (Natal e Nascimento, 2004). De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2018), 97,5% da água que existe no mundo está no oceano e o restante nos continentes.

É importante levar em conta que a água é um recurso de extrema relevância para todas as espécies vivas. O consumo de água tratada é um dos fatores relevantes para a conservação e manutenção da saúde, ela se torna indispensável para o homem. Contudo, para isso a qualidade da água para consumo humano deve respeitar a PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011, do Ministério da Saúde, onde estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, de outras providências e parâmetros.

Com o crescimento dos centros urbanos, os avanços da sociedade e da indústria modificaram o ambiente de forma drástica, fazendo com que a utilização dos recursos naturais fosse utilizada de forma indiscriminada e sem preocupações com consequências. Um desses recursos é a água, que está sendo contaminada tanto superficialmente quanto subterraneamente através do mau descarte de resíduos produzidos pelas indústrias nas cidades e no campo, além de agrotóxicos na agricultura, fazendo com que a água se torne imprópria para o consumo de acordo com os parâmetros estipulados pelo Ministério da Saúde.

Dessa forma fica inviável o consumo da água direto sem um tratamento prévio, pois a ingestão em seu estado natural pode colocar em risco a saúde da população. Por mais que haja a atuação do poder público ainda se dá de uma forma pouco eficiente, pois falta planejamento em diversos setores, alguns exemplos

simples é a falta de água encanada tratada, coleta e tratamento de esgoto. Lugares que não tem esse tipo de saneamento básico tem uma propensão maior a ter água contaminada e conseqüentemente o consumo dela sem tratamento prévio.

Por mais que a água seja considerada um recurso renovável, a reserva de água, principalmente a subterrânea, não garante um abastecimento e disponibilidade eternos, uma vez que seu processo de reposição se dá de uma forma lenta. E seu uso indiscriminado pode gerar falta de água em diversas cidades, mas preocupante que esse fato é a poluição dos lençóis freáticos, seja através de agrotóxicos, perfuração inadequadas de poços, lançamento de esgoto, descarte de lixo inadequado. Isso tudo vem ocorrendo no município de Caldas Novas podendo contaminar os lençóis freáticos e as pessoas que a utilizam essa água sem tratamento adequado pode estar colocando sua vida em risco.

Essa contaminação da água de uma forma geral não é recente, vem acontecendo há alguns séculos, contudo com o avanço tecnológico e da sociedade a degradação e poluição do ambiente se tornou algo de grandes proporções, atingindo diretamente a água fazendo com que a crise hídrica acelere. Quando se é falado em crise hídrica não entra na perspectiva apenas de falta de água, mas também doenças veiculadas através dela que coloca a saúde e a vida das pessoas risco.

Então desde 1977 foi atribuído ao Ministério da Saúde a responsabilidade de normatizar, estabelecer e realizar a regulação do padrão de potabilidade de água no Brasil, fazendo com que Estados e Municípios exerçam também a fiscalização e o controle do padrão estabelecido por ele, sendo utilizado atualmente a Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 (Ministério da Saúde, 2008).

Dessa maneira notasse a preocupação dos órgãos competentes com a qualidade da água, saúde e bem-estar da população. Entretanto fazer uma resolução com parâmetros não é suficiente quando praticamente 50% da população não tem saneamento básico, se tornando suscetível a várias doenças veiculadas através da água não tratada e não tratamento adequado de esgoto (Ministério da Saúde, 2008).

Essas doenças podem ser a cólera, leptospirose, disenteria bacteriana, parasitoides entre outros que colocam a saúde das pessoas que entram em contato com a água contaminada em risco. Além de outros fatores inorgânicos e orgânicos citados pela própria portaria que podem leva até mesmo ao câncer.

A falta de investimento do setor público não reflete, no tocante ao saneamento básico, principalmente nas áreas mais pobres e de periferias dos centros urbanos o planejamento da portaria. Deixando aqueles menos favorecidos em situação de risco a saúde e a vida, até mesmo por que eles não sabem do direito ao saneamento básico.

No município de Caldas Novas existe a utilização da água de poços rasos, mesmo que haja água encanada na sua residência, aonde o Departamento Municipal Águas Esgotos (DEMAE) faz a distribuição de água e também faz o tratamento dela, além da coleta e tratamento de esgoto. Porém muitas casas, hotéis e vários outros estabelecimentos possuem um poço raso em suas dependências, mesmo possuindo essa água encanada. Levando em conta que essas residências e estabelecimentos tem fossas secas na mesma localidade com apenas alguns metros de distância dos poços rasos, podendo haver então um risco ambiental no que concerne a contaminação e poluição da água por microrganismos e metais pesados nocivos ao homem.

O manancial subterrâneo é uma das mais importantes reservas para o suprimento de água. Na maioria das vezes, esta água não necessita de tratamento para o seu consumo quando não há fatores externos, humanos, que o degradem, devido ao seu processo natural do subsolo. Fazem parte deste manancial: poços rasos e profundos, nascentes e galerias de infiltração. As camadas subterrâneas que podem conter água são chamadas de aquíferos, sendo formações geológicas com poros ou espaços abertos (fissuras ou fraturas) em seu interior. (PHILIPPI, 2005). E o tempo médio de permanência da água nesses depósitos subterrâneos é de 1.400 anos, contra apenas 16 dias para a água fluvial (REBOUÇAS, 2003).

Apesar da crença popular que a água subterrânea está protegida contra as diversas formas de contaminação, os cientistas estão descobrindo contaminação em aquíferos em todos os continentes, tanto nas proximidades das lavouras, quanto de fábricas e de cidades. No caso do esgoto doméstico possui características físicas, químicas e biológicas que devem ser consideradas antes da sua disposição no meio ambiente (JORDÃO e PESSOA, 2011). Sua destinação final nos corpos hídricos ou no solo, sem tratamento prévio e adequado, implica em consequências negativas para a qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente.

De uma forma mais ampla a água subterrânea tem mais resistência aos processos de poluição do que as águas da superfície, pois a camada do solo atua

como um filtro físico e químico, o que não significa que não possa haver contaminação ou poluição (QUEIROZ Et.al, 2015). De acordo com Todd (1959) existe basicamente dois tipos de poços: os tubulares rasos mini poços e tubulares profundos. Os tubulares rasos pela pouca profundidade e natureza da área de instalação são também fortes contribuintes a poluição da água subterrânea, os tubulares profundos são construídos com profundidades maiores são mais bem estruturados com selos para proteção de contaminação superficial e revestimentos apropriados. Por este motivo, estes tipos de poços são menos susceptíveis a contaminação (TODD, 1959).

A Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS) faz uma definição e traz alguns sinônimos mais precisos do que são poços rasos e poços profundos, demonstrando as diferenças básicas entre eles, sendo destacado:

POÇO TUBULAR PROFUNDO - Obra de engenharia geológica de acesso a água subterrânea, executada com Sonda Perfuratriz mediante perfuração vertical com diâmetro de 4" a 36" e profundidade de até 2000 metros, para captação de água.

POÇO RASO, CISTERNA, CACIMBA OU AMAZONAS - Poços de grandes diâmetros (1 metro ou mais), escavados manualmente e revestidos com tijolos ou anéis de concreto. Captam o lençol freático e possuem geralmente profundidades na ordem de até 20 metros (ABAS, 2018).

As fontes de poluição podem ser lineares ou difusas, como coloca Queiroz Et.al (2006):

I) Fontes lineares de poluição: São as provocadas pela infiltração de águas superficiais de rios e canais contaminados. A possibilidade de esta poluição ocorrer dependerá do sentido de fluxo hidráulico existente entre o curso de água e o aquífero subjacente.

II) Fontes difusas de poluição: São as que contaminam áreas extensas. Normalmente são devidas a poluentes transportados por correntes aéreas, chuva e pela atividade agrícola. Em aglomerados urbanos, onde não haja rede de esgotamento sanitário, as fossas sépticas e sumidouros estão de tal forma regularmente espaçada que o conjunto acaba por ser uma fonte difusa de poluição. (QUEIROZ, ET. AL. 2006)

Essas fontes são responsáveis por facilitar a alta concentração em aglomerados urbanos, onde não existe rede de esgotamento sanitário e/ou fossas sépticas e sumidouros, estão distribuídas de forma espaçada, de maneira que não forma uma rede coesa, e acaba se tornando uma fonte difusa de poluição e contaminação (ALEXANDRE E SZIKSZAY,1999). Dessa forma a contaminação da

água pode ocorrer com coliformes termotolerantes colocando a saúde e a vida das pessoas que a utilizam em risco.

Determinando a concentração de coliformes mostra-se o indicador da possibilidade de possíveis microrganismos de vetores patológicos, que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, desintéria bacilar e cólera (CONAMA, 2000). E se dividem em grupos de acordo com a resolução CONAMA 274/2000:

A *Escherichia coli*, bactéria pertencente ao grupo dos coliformes termotolerantes, é atualmente utilizada pelas estações de tratamento de água como indicador de maior representabilidade da contaminação fecal. Segundo Cerqueira e Horta (1999), *E. coli* representa percentuais em torno de 96 a 99% nas fezes humanas e de animais homeotérmicos tendo somente sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente. Enterococos: bactérias do grupo dos estreptococos fecais, pertencentes ao gênero *Enterococcus* (previamente considerado estreptococos do grupo D), o qual se caracteriza pela alta tolerância às condições adversas de crescimento, tais como: capacidade de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C. A maioria das espécies dos *Enterococcus* são de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais; (CONAMA, 2000).

Comumente esse tipo de bactéria, *Escherichia coli*, já está instalada nos nossos intestinos (FRAZÃO, 2018). Contudo o organismo humano se adaptou ao longo do tempo com a *Escherichia coli*, de forma que qualquer outra bactéria de uma fonte externa entra em contato no corpo existe grandes possibilidades de se tornar nociva e levar a alguns tipos de doenças, sendo as mais comuns a infecção urinária e a diarreia bacteriana (FRAZÃO, 2018).

Essa infecção e os sintomas surgem, geralmente, de 5 a 7 horas após a entrada dessa bactéria no sistema digestório, colocando a saúde das pessoas em risco, em casos mais graves alguns indivíduos, pode levar a complicações mais graves, como um súbito comprometimento renal, que pode causar uma lesão renal permanente (FRAZÃO, 2018).

1.1 Análise sobre riscos

No que concerne aos estudos sobre riscos ambientais, iniciou-se nos Estados Unidos no início do século XX. Contudo o risco propriamente dito é inerente à vida,

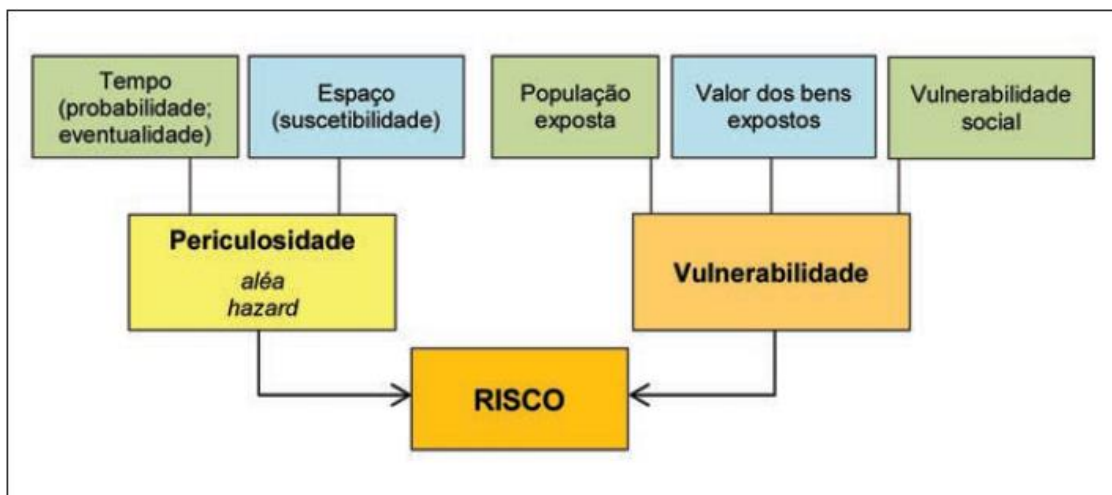
não deixando de existir, apenas então variando no tempo e espaço. Desse modo, por mais que os estudos sobre riscos sejam recentes, o risco sempre existiu, porém, tratado apenas de uma forma mais contundente na modernidade.

De acordo com Lombardo (2003) para se compreender o risco, leva-se em conta a percepção do perigo, gestão da crise e consciência do risco. Dessa maneira é possível considerar o risco como a probabilidade de que um evento, esperado ou não, se torne realidade (LOMBARDO, 2003). Sendo indissociável da vulnerabilidade, onde a fragilidade material e social está intrínseca ao grau de perda, tendo-se então uma ideia de que algo pode vir a ocorrer, configurando então em risco (LOMBARDO, 2003). Burton, Kates e White (1993, p. 248) validam essa ideia e informam ainda que “[...]an analysis of risk needs to take account to how it is perceived by the people directly affected, individuals and organizations involved in responding to risk, as well as the perceptions of scientific and technical analysts.”

Se analisado com uma categoria, o risco associado à exposição de um determinado perigo, que pode levar uma dada sociedade a perdas e prejuízos, tantos de bens, materiais, como até mesmo na vida humana. O risco refere-se à probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço e as maneiras de como estes processos afetam a vida humana.

Portanto, o conceito de risco perpassa por outros conceitos e categorias como pode ser analisado na figura 1. Que são importantes para o entendimento da relação homem e natureza, no que se vinculam as manifestações dos processos naturais perigosos (LOMBARDO, 2003).

Figura 1 – Modelo conceitual de risco



Fonte: LOMBARDO (2003, p. 22)

De acordo com a Figura 1, (LOMBARDO, 2003) nota-se que a vulnerabilidade é composta pela população exposta, valor dos bens expostos e pelo aspecto social. Considerando o grau de perda pelo processo analisado, na periculosidade, são levados em conta o tempo e espaço, avaliando a potência de danos.

Para um maior entendimento dos termos mencionados, é de suma importância saber definir e discernir cada um deles para que não haja equívocos referentes às suas aplicações, como mostra a quadro 1.

Quadro 1 – Conceitos utilizados em análises de riscos

TERMO	DEFINIÇÃO
Risco	Probabilidade e severidade de ocorrência de um processo perigoso (periculosidade) e respectiva estimativa das suas consequências sobre as pessoas, propriedades ou ambiente. Expressar em danos corporais e/ou prejuízos materiais e funcionais, diretos ou indiretos (vulnerabilidade).
Periculosidade	Probabilidade de ocorrência de um processo ou ação com potencial destruidor, com uma determinada severidade em uma determinada área em um determinado período.
Vulnerabilidade	Particularidade que indica o grau de perda de algum elemento, grupo de elementos e pessoas afetado por um processo considerado.
Suscetibilidade	Propensão de uma área a ser afetada por um determinado processo perigoso, em tempo indeterminado.
Perigo	Condição com potencial de causar uma consequência desagradável.

Fonte: Baseado em International Union of Geological Sciences - IUGS Working Group - Committee on Risk Assessment (1997); Lombardo (2003).

Então com isso entender o que seria o risco ambiental, como aplica Veiret (2007), “Resultam da associação entre os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação do território.”

Através dessa tabela, pode-se então diferenciar alguns termos utilizados nos estudos referentes aos riscos ambientais. Identificado assim riscos ou possíveis riscos em determinadas áreas estudadas, levando em consideração o perigo,

suscetibilidade, vulnerabilidade, periculosidade. Contemplando ainda os riscos tecnológicos e riscos sociais, que estão devidamente dentro de riscos; e associando esses dois ao risco natural se obtêm o risco ambiental, podendo-se afirmar que é a junção desses três fatores.

Por mais que alguns termos possam ter quase o mesmo significado, a sua aplicação, forma de usar e sua conotação o diferenciam. Fazendo com que cada significado se apresente da melhor forma sem equívocos.

Cada tipo de risco difere em perspectiva entre si, mesmo que estejam dentro da mesma categoria de risco. O risco natural basicamente faz referência ao risco não relacionado ao homem, mesmo que isso seja difícil. Rebelo (2003, p. 11-22) informa que existem tipologias de riscos naturais, sendo eles: riscos tectônicos e magmáticos; riscos climáticos; riscos geomorfológicos, os mais típicos, tais quais ravinamento, de movimentações de massa, como desabamento ou deslizamento e outros riscos geomorfológicos como os decorrentes da erosão eólica e do descongelamento de neves de altitude e os riscos hidrológicos.

Risco tecnológico possui três fatores que o configuram, Filho (1988, p. 81) aborda que eles devem ser levados em conta e indissociáveis, sendo eles: processo de produção; processo de trabalho; e condição humana. De modo geral se um desses fatores existir, haverá a possibilidade de risco tecnológico ou algo decorrente dele.

No risco social relaciona-se o produto da sociedade com as formas de economia e política, como o crescimento urbano e industrialização. Que podem ser associados a elementos naturais e ameaças externas, que de forma geral é o que mais ocorre quando se aplica o risco. Mas quando existe o risco natural somado ao risco tecnológico e o social, ocorre o risco ambiental, em que o termo engloba os três, mas não os ignora.

1.2 Saneamento básico

Na conferência de Mar del Plata em 1977, no período de 1981-1990 que foi chamado de “Década Internacional do Abastecimento de Água e Saneamento” visando o “abastecimento adequado de água segura e saneamento apropriado para todos, até o ano de 1990.” Países membros da ONU foram solicitados a preparar planos de ações. Contudo tornou-se evidente que países em estágio de

desenvolvimento e de rápida industrialização, não conseguiriam ser atingidos na Década da Água. Se fazendo ainda necessários décadas de investimentos para que os déficits de água tratada e saneamento sejam eliminados (Braga Et. al, 2015).

A evolução em nível global (África, Ásia e região do Pacífico, América Latina e Região do Caribe), da cobertura da água e saneamento entre 1990-1994 não mudou praticamente nada no setor de abastecimento de água urbano e houve apenas um pequeno crescimento significativo no setor rural.

Na América Latina e região do Caribe, é um pouco melhor ao resto do mundo, porém é alarmante que a redução de cobertura reduziu significativamente. No setor urbano decresceu de 90% para 88% em termos de abastecimento de água e de 83% para 73% no saneamento, explicando assim a expansão de cólera que atinge atualmente toda América Latina. (BRAGA Et al, p.270, 2015).

Apesar de ser assegurado pela constituição através da Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) regulamentado pela Lei nº 11.445/2007, o saneamento básico torna-se algo distante de ser garantido para a maioria da população brasileira. Embora tenham ocorrido significativos avanços nos últimos 20 anos, ainda se tornam existentes problemas relacionados com as desigualdades regionais, resposta ao desenvolvimento social desigual no território brasileiro.

Tal fato é observado na disparidade se comparamos o saneamento básico adequado, segundo o IBGE (2010), de algumas capitais brasileiras do Sul e Sudeste como: São Paulo (92,6%), Rio de Janeiro (94,4%) e Curitiba (96,3%) com de outras Regiões como Norte e Nordeste: Maceió (47,1%), Porto Velho (42,8%) e Macapá (26,8). Podemos observar que algumas capitais do Norte e Nordeste detêm menos da metade do serviço assegurado, enquanto outras regiões atingem o percentual de serviços que atende quase o universo total de seus habitantes.

O conceito de saneamento básico, em seu aspecto formal, corresponde ao conjunto de serviços públicos, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. (SAKER, p. 16, 2007).

O conceito do saneamento básico, sendo práticas adotadas pelo governo, agregado a um conjunto de medidas e infraestruturas que tem como o objetivo preservar ou modificar as condições do meio ambiente com intuito de prevenir doenças e proporcionar saúde, melhor qualidade de vida da população além de

facilitar as atividades econômicas. A totalidade de serviços estruturais inclui abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de lixos e águas pluviais em áreas urbanas e manejo de resíduo sólido.

Sem sombra de dúvidas, os serviços de saneamento são primordiais, pois por meio deles é possível proporcionar as condições mínimas de desenvolvimento social, dessa forma, compete aos gestores e as políticas públicas a função de articulação e reversão da situação atual do Brasil. (LEONETI, PRADO E OLIVEIRA, 2011).

O Brasil não possui lugar de destaque entre países da América Latina e região do Caribe, no que diz respeito ao abastecimento de água no setor urbano. Braga Et. Al (2015) discorre que no setor rural a população brasileira abastecida é de 31%, superando apenas Bolívia 22%, Haiti 23%, Peru 24% e Nicarágua 27%. No setor urbano a porcentagem atendida é de 55%, superior ao Haiti 42%, Nicarágua 34% e Belize 23%. “Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2018), 748 milhões de pessoas no mundo não têm acesso a uma fonte melhorada de água potável e 2,5 bilhões de pessoas vivem sem instalações básicas de saneamento”.

A disponibilidade na oferta dos serviços é marcante, onde as Regiões Sul e Sudeste são visivelmente beneficiadas em relação às outras regiões, sendo que os maiores índices de necessidade desse serviço estarão nas faixas de renda mais baixa.

Estimativas do Departamento de Saneamento da Secretaria de Política Urbana, Ministério do Planejamento e Orçamento demonstram que serão necessários até 2033, investimentos superiores a 19 bilhões de reais ao ano, para proporcionar a população urbana do Brasil atendimento completo em abastecimento de água e saneamento (ONU, 2018).

The UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) reports on the capacity of countries to make progress towards the Millennium Development Goals' water and sanitation targets and on the effectiveness of external support agencies to facilitate this process. UN-Water GLAAS has been designed in response to the need to reduce the reporting burden and harmonize different reporting mechanisms of UN-family Member States. GLAAS also increases the comprehensiveness and accountability of information on the drinking water and sanitation sectors. (United Nations, 2018).

A agenda 21 – plano de metas em termos ambiente e desenvolvimento para o século XXI – produzida pela Conferência sobre Desenvolvimento e Ambiente (CNUMAD, 1992), volta a insistir na urgência do tratamento água e saneamento pelos Países Membros da Nações Unidas.

Cerca de 80% de todas as doenças de origem hídrica e um terço das mortes em países em desenvolvimento são causados pelo consumo de água contaminada (OMS, 2018). Ainda nos países em desenvolvimento, excretas humanas e esgotos são fatores de deterioração da qualidade da água. Nesse sentido Braga Et. Al (2015) propõem as seguintes atividades para melhoria do atendimento e proteção da saúde pública dos consumidores:

- Estabelecer áreas de proteção para mananciais de água utilizados para abastecimento público;
- Coletar, tratar e dispor excretas e esgotos por meio de sistemas adequados, tanto e áreas urbanas como rurais;
- Construir e expandir, onde necessário, sistemas de tratamento de esgotos e sistemas de drenagem;
- dar maior atenção às áreas rurais e peri-urbanas.

Os impactos de uma gestão inadequada de efluentes sobre o ambiente e a saúde se entendem além das conurbações desprotegidas, resultando na contaminação do ar, solo e água em áreas extensas. Implementação de políticas sustentáveis para assegurar água potável e saneamento. Sendo indispensáveis medidas de controle de doenças transmissíveis, especialmente no que se refere a água e saneamento.

A gestão do saneamento básico brasileiro passa por um longo processo evolutivo, adaptando-se as oscilações políticas. Sendo os grandes desafios a expansão urbana, poluição dos recursos hídricos, precariedade do aporte financeiro, política governamental volátil e dificuldade de ordenação institucional (Braga Et. al, 2015).

Braga Et. al (2015) ainda afirma que as políticas brasileiras de saneamento passaram por um processo evolutivo muito lento, podendo ser agrupadas em cinco períodos básicos: Período anterior a 1968 – modelo institucional público-privado; Criação do Sistema Financeiro do Saneamento – SFS e da política Nacional de Saneamento; O Plano Nacional de Saneamento – Planasa; O Planasa da Nova República; As políticas de saneamento a partir de 1990.

Com isso diversas ações, projetos de lei e programas, em nível federal, foram e estão sendo implementados e desenvolvidos, entre esses destacam-se: PLC-199 de 1993; PLS-266 de 1996; Projeto de Modernização do Setor Saneamento-PMSS; PMSS II.

A maioria dos serviços públicos de água e saneamento são afetados por diversos problemas que geram baixos níveis de desempenho e produtividade, sendo eles de ordem institucional, econômico-financeiros, comerciais, técnicos, operacionais, de recursos humanos e ambientais (BRAGA Et. al, 2015).

Isso tudo faz com que exista um déficit muito considerável no Brasil referente ao saneamento básico, inúmeros fatores que prejudicam diretamente a população não fazendo que a meta estabelecida seja atingida. Mesmo assim o saneamento básico deve ser ampliado para o conceito mais amplo de saneamento ambiental, devendo se desvincular a executor de obras públicas e se constituir em ação integrada direcionada à preservação da qualidade ambiental e social. Sair do engessamento de organizações públicas, que mesmo visando o melhoramento não desenvolve por questões burocráticas.

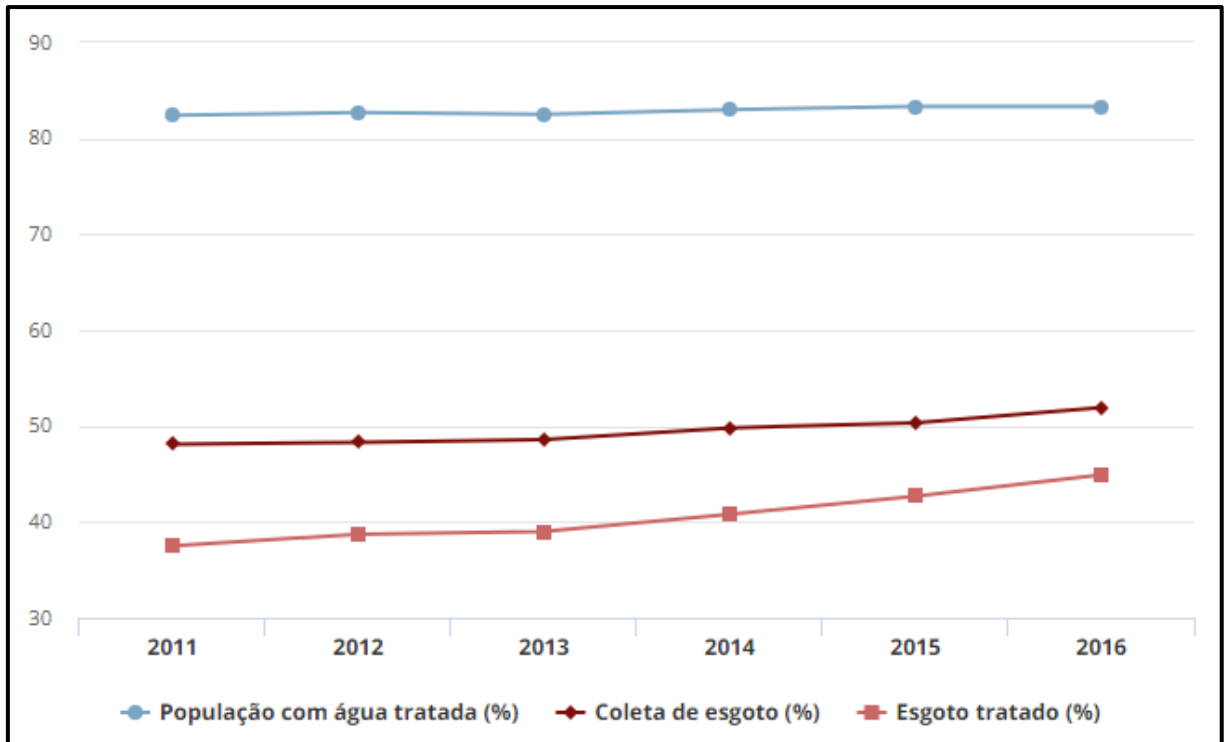
Por mais que em 1950, a primeira reunião do grupo de especialistas em saneamento ambiental da Organização Mundial da Saúde definiu saneamento ambiental como controle adequado dos seguintes serviços: abastecimento de água potável; disposição de excretas e esgotos; coleta de lixo; controle de vetores transmissores de doenças; drenagem urbana; habitação salubre; suprimentos de alimentos; condições atmosféricas adequadas; segurança no ambiente de trabalho. Sem a aplicabilidade e investimento isso não passa apenas de conceitos que por vezes acaba se tornando inviável.

O controle da qualidade da água de abastecimento público, deve ser necessariamente efetuado por meio de dois instrumentos. O primeiro é o controle operacional e o segundo é o controle legal. Braga Et. al (2015) ressalta que na maioria dos países, a qualidade da água para consumo humano, é atribuição inalienável dos Ministérios de Saúde ou Secretarias Estaduais de Saúde. No Brasil, a vigilância da água potável distribuída não é feita adequadamente.

Contudo apesar das críticas, é inegável o fato que existe um aumento no percentual de saneamento básico no Brasil como demonstra a figura 2. Mas isso não quer dizer que esse aumento ainda é o suficiente, de uma forma geral por mais

precário que o poder público possa estar fornecendo esse tipo de serviço, ainda é de extrema importância e fundamental para população.

Figura 2 – Evolução do saneamento básico no Brasil, 2016



Fonte: Instituto Trata Brasil, 2017

De acordo com os dados da figura 2 notasse de uma forma geral que houve ao longo dos anos entre 2011 e 2016 um aumento significativo do saneamento básico. Pode parecer em alguns parâmetros que foi até mesmo um aumento insignificante, mas se colocado nas proporções do País atinge bastante pessoas.

Em 2011 a porcentagem da população com água tratada era de 82,4%, aproximadamente 35 milhões de pessoas não tinham acesso a esse tipo de serviço, já em 2016 passou a ser de 83,3%, um aumento de 0,9%. Referente a coleta de esgoto, houve um aumento percentual maior, de 48,1% para 51,9%, dessa forma notasse que em 2011 mais de 100 milhões de brasileiros não possuíam coleta de esgoto em suas residências. Visivelmente o que teve um maior crescimento de acordo com a figura é o esgoto tratado, um aumento considerável se comparado aos outros parâmetros.

Em 2011 apenas 37,5% do esgoto era tratado, em 2016 com o aumento de 7,4 pontos percentuais, esse índice chegou a 44,9%. Como foi dito anteriormente o

aumento é lento, mas acontece, não da forma que esperamos, mas gradativamente vai beneficiando a população brasileira, fazendo com que os riscos ambientais também diminuam em proporção direta.

1.3 Relação água e saúde

Os lençóis freáticos ficam muito comprometidos no que concerne a contaminação quando próximos a eles estão fossas, lixões e cemitérios. AIMI (2000) reforça que a exploração sem controle e a contaminação do lençol freático pelo esgoto cloacal, depósitos de lixos, resíduos industriais são problemas enfrentados pelas cidades. Pois dessa forma a contaminação ocorre, podendo colocar a saúde das pessoas que a consomem em risco.

Muitas indústrias podem contribuir para a contaminação das águas subterrâneas. Seus metais pesados e compostos químicos orgânicos, entre outros, apesar de em pequenas quantidades, podem ser altamente tóxicos, geradores de câncer e de mutações genéticas. (BIELLA, 2008).

A poluição do aquíferos ocorre de diversas formas, porém estão relacionadas diretamente com atividades antrópicas. Locais sem coleta de esgoto e tratamento ocorrem contaminação por efluentes domésticos, uma vez que existem elevadas concentrações de elementos químicos, inclusive alguns metais pesados e variadas concentrações de organismos patogênicos (SCHMIDT, 2006).

Além disso a sociedade humana coloca sua saúde em risco, quando não projetam e previnem de forma adequada a ocupação do meio em que vivem de modo sustentável principalmente no que se refere à água, contaminando-a sem levar em consideração as medidas sanitárias e físico-químicas, através do lançamento inadequado de resíduos líquidos e sólidos nos rios, da retirada da vegetação e da construção das edificações e outras estruturas de caráter antrópico sem o devido estudo de impacto sanitário e ambiental (BARCELLOS E QUITÉRIO, 2006).

A saúde humana sofre esses efeitos ocasionados pela água, Braga Et. al (2015) faz uma separação de como doenças infecciosas associadas a água podem ser classificadas de acordo com os modos de propagação, essa classificação é mais utilizada por engenheiros sanitaristas do que por outros profissionais da área.

Esta classificação engloba quatro categorias básicas de acordo com Braga (2015): 1) Com suporte na água – quando os organismos patogênicos são carreados passivamente na água que é consumida por uma pessoa, ou animal, causando infecção; 2) Associados à higiene – infecções causadas por falta de água e que podem ser controladas com disponibilidade de água e melhoria de hábitos de higiene; 3) De contato com a água (ou com base na água) – infecções transmitidas por um animal invertebrado aquático que vive na água ou que passa uma parte de seu ciclo de vida em moluscos aquáticos ou outros animais aquáticos, podendo causar infecção pelo contato com a pele; 4) Associados a vetores desenvolvidos na água – infecções transmitidas por organismos patogênicos, através de insetos desenvolvidos na água ou que ficam nas proximidades da água.

Contudo Macêdo (2001) discorre que mesmo o isolamento e identificação de cada microrganismo exige uma metodologia diferente, a ausência ou presença de um patógeno não exclui a outra. Podendo então uma pessoa em contato com água contaminada contrair vários tipos de doenças deixando claramente a não potabilidade dela.

No que concerne a potabilidade deve seguir a Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011 em conformidade com o padrão microbiológico quadro 2. Tanto para os coliformes fecais quanto os termotolerantes mais precisamente *Escherichia coli*.

Quadro 2 – Brasil, Padrão Microbiológico, Ministério da Saúde, 2014

Tipo de água		Parâmetro		VMP
Água para consumo humano		Escherichia coli		Ausência em 100 mL
Água Tratada	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Coliformes totais		Ausência em mL
		Escherichia coli		Ausência em mL
		Coliformes totais	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês

Fonte: Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2014

Como mostrado no quadro 2 existem parâmetro microbiológicos para água no consumo humano sem um prévio tratamento, que é a ausência de *E. coli* em 100 ml de amostra analisada. Em água tratada na saída do tratamento também deve atestar ausência de coliformes totais, no sistema de distribuição (reservatórios e redes) deve obter ausência de *E. coli* e de coliformes totais existe uma variação, em lugares com menos de 20.000 habitantes apenas uma amostra de todas coletadas no mês pode ter a presença, em lugares habitados com mais de 20.000 habitantes 5% das amostras podem conter.

Contudo não existem apenas de coliformes termotolerantes o *E. coli*, Salvatori (2003) demonstra que o grupo de coliformes inclui *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae* e *Klebsiella pneumoniae*. Mas o Ministério da Saúde trabalha apenas com o primeiro exemplo citado pelo autor, o que tem maior preocupação pelas autoridades.

Escherichia coli (*E. coli*) es una bacteria presente frecuentemente en el intestino distal de los organismos de sangre caliente. La mayoría de las cepas de *E. coli* son inocuas, pero algunas pueden causar graves intoxicaciones alimentarias. (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2018).

Os coliformes totais são microrganismos que possuem bastonetes Gram-negativos não-esporogênicos, aeróbios, ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás em 24 a 48 horas a 35°C de acordo com Macêdo (2001).

COLIFORMES TOTAIS (bactérias do grupo coliforme) ◊ bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo. (PORTARIA MINISTÉRIO DA SAÚDE 518, DE 25/03/2004).

Com a ingestão de água contaminada por dejetos humanos, animais ou químicos o risco de contrair doenças é muito alto. De acordo com o Ministério da Saúde (2017) esses são o exemplo de algumas doenças infecto contagiosa que pode ser contraída: cólera, a febre tifoide, a shigella, a poliomielite, a meningite, as hepatites A, E e C e a diarreia. Estas doenças são produzidas por despejos de

águas residuais, sendo que a maioria pode ser prevenida com um tratamento prévio antes de ser usada.

Porém essas não são as únicas doenças transmitidas através da água, a falta de água também pode disseminar enfermidade como exemplifica a quadro 3, mostrando uma relação dos possíveis problemas que podem colocar a saúde e a vida da população em risco.

Quadro 3 – Doenças disseminadas através da água e formas de prevenção, Ministério da Saúde, 2014

Grupos de doenças	Formas de Transmissão	Principais Doenças Relacionadas	Formas de Prevenção
Feco – Orais (não bacterianas)	Contato de pessoa para pessoa, por falta de higiene pessoal e doméstica.	Poliomielite; hepatite A; Giardíase; disenteria amebiana; diarreia por vírus.	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar as moradias e as instalações sanitárias; • Implantar sistema de abastecimento de água; • Promover a educação sanitária.
Feco-orais (bacterianas)	Contato de pessoa para pessoa, por ingestão de alimento e água contaminada e contato com fontes de água contaminada por fezes	Febre tifoide; febre paratifoide; diarreia e desinterias bacterianas como a cólera.	<ul style="list-style-type: none"> • Implantar sistema de abastecimento de água; • Promover a educação sanitária. • Implantar sistema adequando de esgoto, melhorar moradias.
Helminhos transmitidos pelo solo	Ingestão de alimentos contaminados e contato da pele com o solo.	Ascaridíase (lombriga) Tricuríase Ancilostomíase (amarelão)	<ul style="list-style-type: none"> • Construir e manter limpas as instalações sanitárias; • Tratar os esgotos antes da disposição no solo; • Evitar contato direto com o solo.
Tênias (solitárias) na carne de boi e de porco	Ingestão de carne malcozida de animais infectados.	Teníase cisticercose	<ul style="list-style-type: none"> • Construir instalações sanitárias adequadas; • Tratar os esgotos antes da disposição no solo; • Inspeccionar a carne e ter cuidados na sua preparação.
Helminhos associados à água	Contato da pele com água contaminada.	Esquistossomose	<ul style="list-style-type: none"> • Construir instalações sanitárias adequadas; • Tratar os esgotos antes do lançamento em cursos de água; • Controlar os caramujos; • Evitar o contato com água contaminada.

Fonte: Tabela baseado em dados do MS e da OMS, 2016

Na imagem nota-se que as doenças são de propagação por falta de água, comprovando que sua falta também é um fator determinante para o risco a saúde.

Mas podem ser controladas facilmente com uma melhor higiene, para a qual é imprescindível dispor de suprimento adequado de água potável (OMS, 2003).

Como Braga (2015) ressalta que uma das vias de transmissão de doenças também é o suporte na água – quando os organismos patogênicos são carreados passivamente na água que é consumida por uma pessoa, ou animal, causando infecção. A quadro 4 mostra algumas doenças causadas através dessa contaminação.

Quadro 4 – Doenças através de suporte na água, Ministério da Saúde, 2014

Grupos de doenças	Formas de Transmissão	Principais Doenças Relacionadas	Formas de Prevenção
Transmissão pela via feco-oral (alimentos contaminados por fezes)	Patógeno ingerido.	Amebíase; leptospirose; hepatite infecciosa; giárdia; cólera, desintéria; diarreia.	<ul style="list-style-type: none"> • Tratar a água de abastecimento e evitar fontes contaminadas; • Higiene pessoal, doméstica e dos alimentos, abundância de água tratada.
Controladas pela limpeza com água	Falta de água e higiene pessoal pode disseminar.	Tifo relacionado com Piolhos; escabiose; infecções na pele e nos olhos.	<ul style="list-style-type: none"> • Boa higiene pessoal e doméstica, fornecimento abundante de água.
Associadas à água (uma parte do ciclo de vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático).	O patógeno entra pela pele ou é ingerido.	Esquistossomose	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas adequadas para disposição do esgoto; • Evitar contato com água contaminada; • Proteção dos mananciais; • Combater o hospedeiro intermediário.
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	Propagadas por insetos que nascem na água ou ficam próximo a ela	Malária, febre amarela, dengue, elefantíase.	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar condições que favoreçam os criadouros; • Combater os insetos transmissores.

Fonte: Tabela baseado em dados do MS e da OMS, 2016

Como foi mostrado nas figuras 5 e 6 existem uma gama de doenças e fatores para sua disseminação, basicamente nas duas imagens a falta de água e ela contaminada. Saneamento básico é indispensável à qualidade de vida, dessa forma sanear é controlar os fatores do meio físico do homem, que exercem ou possam exercer efeito prejudicial ao seu bem-estar físico, mental e social (LOPES, 2004).

Saúde e água estão diretamente ligados, fazendo com que o mínimo desequilíbrio possível possa gerar riscos que devam ser controlados e monitorados.

“O gerenciamento de riscos refere-se ao processo de integrar os resultados da avaliação de riscos com questões sociais, econômicas e políticas, ponderando as alternativas e selecionando a mais apropriada à ação reguladora.” (NAVARRO, p. 44, 2009).

Para que exista um gerenciamento dos riscos, as ações de vigilância sanitária tentam manter um controle para as fontes de riscos, identificando a origem do perigo relacionando os danos e suas consequências caracterizando então algumas formas de controle (NAVARRO, P. 47, 2009). Com isso o Ministério da Saúde tem a atribuição de editar normas e estabelecer o padrão de potabilidade para o consumo humano zelando pelo seu efetivo cumprimento, conforme estabelecido no Decreto n.º 79367, de 9 de março de 1977 (Ministério da Saúde, p. 5, 2012).

1.4 PORTARIA Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011

O ministério da saúde tem a responsabilidade de normatizar e estabelecer os parâmetros de potabilidade da água para consumo humano desde 1977, para isso utiliza a legislação atual que é a Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011. O Ministério da saúde (2012) estabelece o padrão de potabilidade, procedimentos e responsabilidades no que concerne o controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano.

A portaria vigente foi criada no processo de revisão da Portaria MS nº 518/2004 realizado em 2007 por intermédio do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador, da Secretaria de Vigilância em Saúde, atendendo o disposto em seu artigo 4º, que determina a revisão da Norma de Potabilidade no prazo de cinco anos ou a qualquer tempo, mediante solicitação justificada. Ministério da Saúde (2012).

A revisão da Portaria MS nº 518/2004 considerou os avanços do conhecimento técnicocientífico da área de interesse, as experiências internacionais e as recomendações da 4ª Edição das Guias de Qualidade da Água para Consumo Humano da Organização Mundial da Saúde (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2004).

Com a revisão a Portaria MS 518, de 25 de março de 2004 foram adicionados conteúdos preconizados pela 3ª edição das Guias da Organização Mundial da Saúde (OMS), sendo alguns deles a visão sistêmica e integrada no controle da

qualidade da água; princípios de boas práticas; avaliação, gerenciamento e comunicação de risco; enfoque epidemiológico; e direito do consumidor à informação. Ministério da Saúde (2012).

A Portaria MS nº 518/2004 foi considerada um avanço nacional e internacional, por induzir a atuação harmônica e integrada entre os responsáveis pelo controle e pela vigilância da qualidade da água, sempre sob a perspectiva da avaliação de riscos à saúde humana, abordando desde o manancial até o consumidor. (Ministério da Saúde, p. 8, 2012).

Para atender as diferentes realidades da população brasileira de formas demográfica e socioculturais, foi visada a redução de riscos à saúde pública através das normas de potabilidade que apresentaram de um modo significativo um avanço de conteúdo. Ministério da Saúde (2012). No quadro 5 é demonstrada as principais evoluções das portarias até a penúltima em vigor para o consumo de água no Brasil no tocante a estrutura, conteúdo, princípios e metodologia.

Quadro 5 – Principais evoluções da legislação de potabilidade de água

Portaria BSB nº 56/1977	Portaria GM nº 36/1990	Portaria MS nº 518/2004
<p>1. Quanto à estrutura</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Portaria <p>2. Quanto ao conteúdo</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Padrão de potabilidade contemplava aspectos microbiológicos e parâmetros de qualidade física, química e organoléptica, incluindo Valores Máximos Desejáveis (VMD), além do Valor Máximo Permitido (VMP) para os parâmetros físicos e químicos. <p>3. Metodologia da Revisão</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baseada na experiência internacional, com destaque para os guias da OMS. 	<p>1. Quanto à estrutura</p> <ul style="list-style-type: none"> • Portaria e Anexos <p>2. Quanto ao conteúdo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definições • Normas e padrão de potabilidade, incluindo valores máximos permissíveis e critérios de amostragem; • Condições específicas: <ul style="list-style-type: none"> - Recomendação de manutenção do teor mínimo de cloro residual livre em qualquer ponto da rede de distribuição; - Obrigatoriedade na manutenção de pressão positiva em qualquer ponto do sistema de distribuição; - Exigência do envio de relatórios sobre a qualidade da água distribuída pelos responsáveis pelo abastecimento ao setor saúde. <p>3. Motivação da revisão</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definição dos princípios norteadores; • Centrada na definição do padrão de potabilidade; • Parâmetros e padrões desatualizados em relação aos guias de referência e legislações internacionais; • Maior clareza na aplicabilidade <p>4. Metodologia da Revisão</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baseada nos Guias para la Calidad del Agua Potable da OMS de 1984 e 1985. 	<p>1. Quanto à estrutura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Portaria; • Anexo como norma de qualidade. <p>2. Quanto ao conteúdo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definições • Norma de Qualidade: <ul style="list-style-type: none"> - Das disposições preliminares - Das definições - Dos deveres e das responsabilidades - Do padrão de potabilidade - Dos planos de amostragem - Das exigências aplicáveis aos sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água - Das disposições gerais e transitórias. <p>3. Princípios da revisão:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrangência da norma brasileira às diferentes formas de abastecimento; • Enfoque epidemiológico; • Visão sistêmica e integrada da qualidade da água, desde o manancial a distribuição; • Princípios de boas práticas e múltiplas barreiras; • Definição das competências do setor saúde nas três esferas de governo e os responsáveis pelos sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água; • Valorização dos direitos do consumidor ao acesso à informação sobre a qualidade da água consumida. <p>4. Metodologia da Revisão</p> <p>Baseada nas publicações dos Guias para la Calidad del Agua Potable da OMS (1995, 1996 e 1997) e legislações internacionais (Estados Unidos, Canadá e Europa).</p>

Fonte: Ministério da Saúde, p. 10, 2012

É notado através do quadro 5 que todas as metodologias estão pautadas em guias de água potável colocada pela OMS que também evoluíram com o tempo, no caso da portaria MS 518/2004 foi adicionado legislações internacionais de países desenvolvidos. Em relação ao conteúdo, foi crescendo com o tempo e agregando

valores para melhor se enquadrar nas exigências da OMS. Nos princípios da revisão é previsto sempre que ocorra a cada cinco anos ou quando se fizer necessário mediante justificativa Ministério da Saúde (2012). A estrutura basicamente permaneceu a mesma com portaria e anexos ao longo dos anos.

As diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS) também se encontram assentes na abordagem de remoção necessária em função da ocorrência de (oo)cistos no manancial, nesse caso para nível de proteção à saúde de 10-6 DALYs pppa. Nas diretrizes da OMS encontram-se também sugestões de remoção de oocistos por diferentes técnicas de tratamento, mas a turbidez não é assumida como parâmetro microbiológico, explícito e numérico, de qualidade da água pósfiltração e, ou, pré-desinfecção, muito embora se enfatize que, idealmente, a turbidez prédesinfecção deva ser tão reduzida quanto 0,1 uT (OMS, 2006).

Na revisão da Portaria MS 518/2004 foi desenvolvido um processo elaborado em um plano de trabalho com o objetivo de definir as etapas e suas respectivas atividades como mostrado na figura 3, sendo elas planejamento de atividades, desenvolvimento do trabalho, consulta pública e publicação no Diário Oficial da União. (Ministério da Saúde 2012).

Figura 3 – Fluxograma de etapas e atividades de revisão Portaria MS 518/2004



Fonte: Ministério da Saúde, p. 11, 2012

Como demonstrado na figura 3 supracitada existe uma ordem para que as atividades de revisão ocorram, o Ministério da Saúde (2012) utiliza algumas etapas que devem ser seguidas, sendo a primeira etapa o planejamento de atividades, depois o desenvolvimento do trabalho, consultoria pública e na quarta e última etapa a Publicação no Diário Oficial da União.

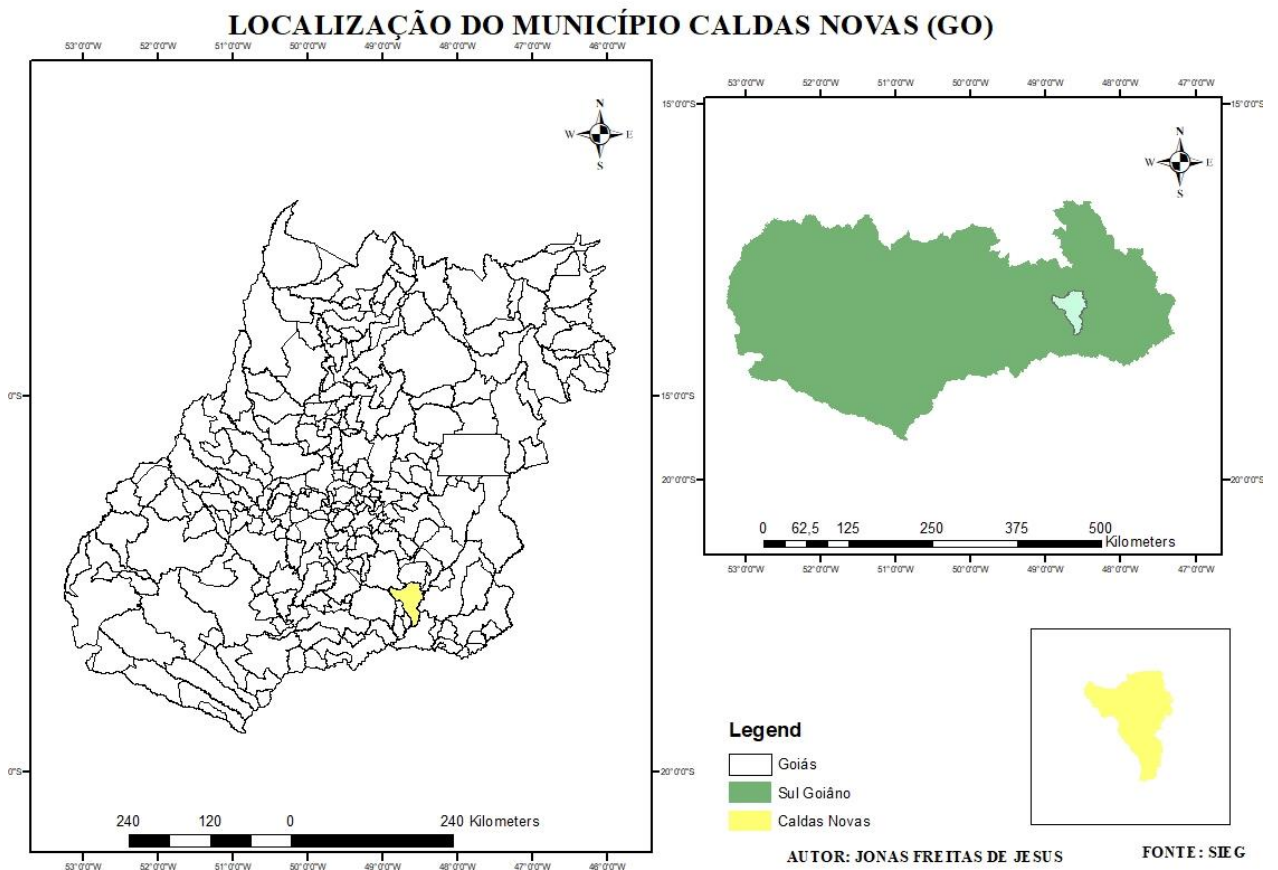
O Ministério da Saúde iniciou oficialmente o processo de Revisão da Portaria MS n.º 518/2004 em 17 de junho de 2009, e concluiu no segundo semestre de 2011, após a submissão do documento a diversas instâncias do Sistema Único de Saúde, como Conselho Nacional dos Secretários de Saúde - CONASS, Conselho Nacional de Secretários Municipais de Saúde - CONASEMS, Comissão Intergestores Tripartite - CIT e Consultoria Jurídica - Conjur. Segundo os resultados apresentados neste documento, o número de contribuições recebidas da comunidade brasileira foi de 569, sendo 317 sugestões recebidas das quatro Oficinas Macrorregionais e 252 recebidas da consulta pública. Todas as sugestões foram encaminhadas ao GT, para análise de pertinência das contribuições, enriquecendo o processo participativo da revisão da Portaria MS nº 518/2004. (Ministério da Saúde, p. 134, 2012).

No geral a revisão da Portaria para MS nº 518/2004 para atual 2.914/2011 sofreu alterações nas disposições gerais; definições, nível Federal – das competências da União; nível Estadual e Distrito Federal – das competências dos Estados; nível Municipal – das competências dos Municípios; do Responsável pela Operação do Sistema e/ou Solução Alternativa - do Responsável pelo Sistema ou Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água para Consumo Humano; do Padrão de Potabilidade - dos Deveres e das Responsabilidades Seção V Dos Laboratórios de Controle e Vigilância; das Exigências Aplicáveis aos Sistemas e Soluções Alternativas de Abastecimento de Água - das Exigências Aplicáveis aos Sistemas e Soluções Alternativas Coletivas de Abastecimento de Água para Consumo Humano; das Disposições Finais - das Disposições Finais e Transitórias. (Ministério da Saúde, 2012).

2 CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO DE CALDAS NOVAS

Localizado na mesorregião sul de Goiás, na microrregião do Rio Meia Ponte e na região do Centro-Oeste do Brasil, Caldas Novas (Mapa 1) tem uma distância aproximada de 170 Km de Goiânia, capital do Estado de Goiás, 270 Km de Brasília (DF) e 87 Km de Catalão. Também conhecida como o maior balneário hidrotermal do mundo, com temperatura da água variando entre 40° a 60° C, esse aquecimento da água ocorre devido ao grau geotérmico, que é o aumento da temperatura conforme a água adentra a estrutura rochosa em direção ao centro da terra. Penetrando então na Serra de Caldas e aquecendo, descendo posteriormente pelo Rio Quente.

Mapa 1 - Localização do município de Caldas Novas, 2018



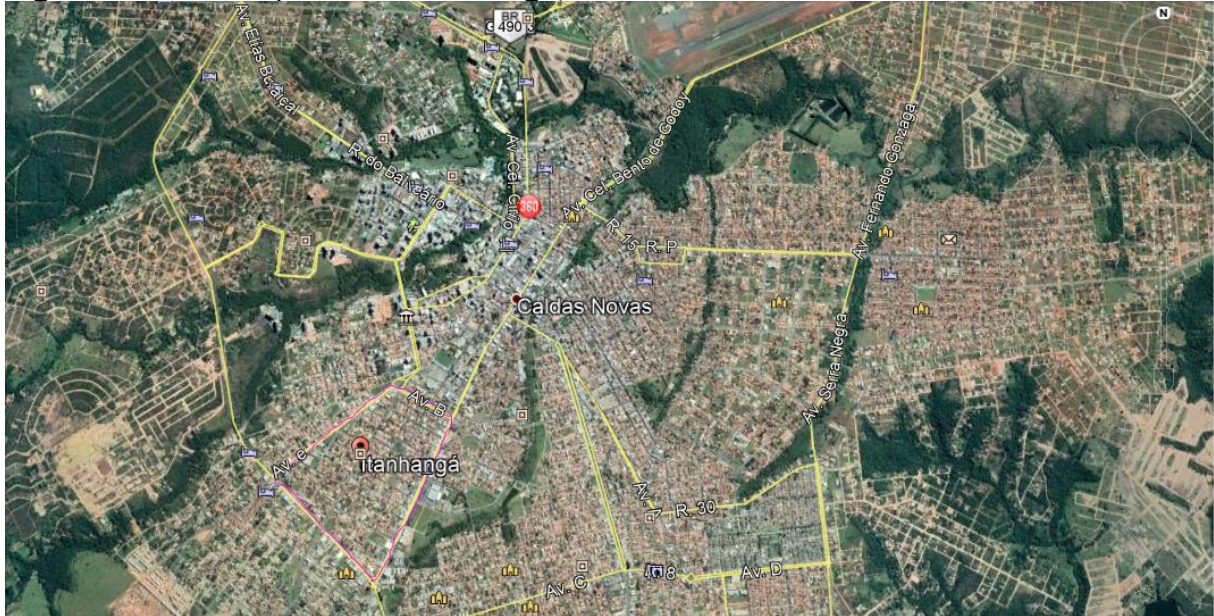
Fonte: Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG), 2018

Suas coordenadas geográficas são 17° 28' e 18° 05' de latitude Sul e 48° 27' e 48° 56' de longitude Oeste, ocupando uma área de 1.590 Km². Faz limite com os municípios de Piracanjuba, Santa Cruz de Goiás, Corumbaíba, Marzagão, Ipameri,

Morrinhos, Rio Quente e Pires do Rios. Sua altitude em relação ao nível do mar varia entre 520 metros até 1.043 metros, tendo uma média de 695 metros.

Na figura 4, é possível observar o bairro Itanhangá e sua localização geográfica na cidade em relação a região central e outras porções com suas principais vias de acesso.

Figura 4 – Localização bairro Itanhangá, 2019



Fonte: Google Earth, 2019.

2.1 Características Socioculturais

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE - 2017), a economia do município de Caldas Novas é oriunda de fontes externas 58.9%. Também possui uma forte renda em relação ao turismo devido a suas águas termais, atraindo público de vários Estados. Além disso possui renda menores vinda da indústria, agropecuária e serviços.

Ainda de acordo com o IBGE (2017), o município possui um PIB per capita de R\$ 2.5716.72, colocando na posição de 57 em relação aos demais municípios do Estado. A estimativa da população calda-novense é de 89.087 pessoas (tabela 1), tendo uma densidade demográfica de 44,16 hab/km².

Tabela 1 – Comparação da evolução populacional, Brasil, 2018

REFERÊNCIA	CENSO			
	1991	2000	2010	2018 (Estimativa)
Brasil	146.825.475 hab.	169.799.170 hab.	190.755.799 hab.	208.494.900 hab.
Centro-Oeste	9.427.601 hab.	11.636.728 hab.	14.058.094 hab.	-
Goiás	4.018.903 hab.	5.003.228 hab.	6.003.788 hab.	6.921.161 hab.
Caldas Novas	24.159 hab.	49.660 hab.	70.473 hab.	89.087 hab.

Fonte: IBGE, 2018.

A velocidade em que a população de Caldas Novas aumenta, em termos de taxa média de crescimento é maior do que a do Estado de Goiás, do que a Região Centro-Oeste e do País. Com o aumento da população e investimento por seu um lugar turístico, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) também aumento com o passar dos anos, em 1991 o índice era de 0,497, em 2000 0,623 e em 2010 0,733.

Caldas Novas originou-se de um núcleo colonizador que teve início em 1777 por Martinho Coelho de Siqueira, assim como a maioria dos municípios atuais. O fato que gerou os surgimentos desses núcleos que posteriormente se tornaram municípios, ocorreu a partir do século XVIII no período do Ciclo do Ouro através das Bandeiras que procuravam ouro, pedras preciosas e índios para se tornarem escravos. Estas terras tinham ouro de boa qualidade daí o surgimento do garimpo de ouro nos barrancos dos córregos, principalmente no córrego das Lavras, com a utilização de escravos (FEMAGO, 2015).

Contudo a quantidade de ouro era pequena, Martinho Coelho que havia adquirido sesmaria próximo a serra de Caldas Novas em sua fazenda, Fazenda das Caldas, começou a explorar as águas termais que brotavam em sua propriedade. Para tanto construiu banheiras de pau-a-pique com bicas de madeiras para facilitar o uso das águas termais pelos já numerosos frequentadores (FEMAGO, 2015).

Com um aproveitamento econômico e a construção de uma base turística terapêutica, várias pessoas portadoras de doenças infectocontagiosas procuravam o lugar pra tratamento com banhos medicinais e acabaram por residir próximos a fazenda e ao Ribeirão das Lavras. Os moradores do povoado procuraram se afastar da estância, receosos do contágio de alguma doença, o que levou o proprietário a

colocar fogo nos ranchos e proibir a permanência dos doentes no arraial (TEIXEIRA NETO, et. al., 1986).

Porém, no século XIX com o processo de divulgação das águas termais e suas potencialidades terapêuticas, o governador de Goiás, Fernando Delgado de Castelo, vai tratar de uma doença reumática em Caldas Novas. Após um período de tratamento teve sua doença curada, autorizando então a propaganda oficial das águas termais. Em função do seu renome, em 1819, o naturalista francês August Saint Hilaire, financiado por Dom João VI, estuda as propriedades das águas quentes. É o primeiro estrangeiro a pisar na região (BORGES, 2005).

Vários relatos de cura por pessoas com doenças de pele e articulações com a utilização das águas termais se tornaram frequentes. A partir disso existe um crescimento significativo no arraial, em 1842 já haviam aproximadamente 200 habitantes e ao passar dos anos continua seu desenvolvimento.

Em 1850 inicia-se a construção da igreja matriz, em 1870 a primeira escola e em 1893 inaugura-se a agência dos correios e telégrafos, consolidando-se no fim do século XIX o povoamento do município. No entanto, a emancipação política só foi efetivada em 1911 por força do movimento político dos moradores, desligando-se Caldas Novas do município de Morrinhos. (FEMAGO, 2015).

Com a obtenção de propriedades por várias famílias surgiu a cultivação da terra e a de gado, fazendeiros de Minas Gerais e São Paulo estabeleceram-se nesse lugar e tiveram suma importância na construção, ocupação e desenvolvimento do espaço urbano de Caldas Novas. De fato, embora fosse lugar isolado no interior da Província Goiana, muitas pessoas dirigiam-se, a cavalo, para lá, para se banharem nas águas quentes (BORGES, 2005).

Com esse isolamento, a população de Caldas Novas teve que ser autossuficiente para sobreviver, tendo que ter vestimenta, alimentação de vários gêneros, remédios, energia, transporte entre outros.

As famílias que vivem na zona rural, tornaram-se auto – suficientes em alimentação (grãos, frutas, leite, ovos, carnes, verduras); vestuário (plantavam algodão, fiavam, teciam e confeccionavam as próprias roupas); energia (lenha, óleo para as lamparinas); remédios obtidos de plantas e animais locais; produziam açúcar, aguardente, rapadura, moveis e utensílios para cozinha. Só dependiam do sal, ferramentas, pregos, metais e outras coisas que eram impossíveis de serem produzidos localmente (ALBUQUERQUE, 1998, p. 51).

Apesar das dificuldades enfrentadas Caldas Novas conseguiu crescer e prosperar, se tornando um ponto turístico de Goiás. Caldas Novas é um dos pontos turísticos de maior destaque no mercado consumidor interno de bens turísticos. Ao lado deste, no sopé da Serra de Caldas, encontra-se o resort Pousada do Rio Quente (BORGES, 2005).

Em relação ao turismo o Goiás Turismo – Agência Estadual de Turismo, estabelece dez regiões turísticas (MAPA 2) em Goiás, sendo elas: Região Pegadas do Cerrado; Região da Chapada dos Veadeiros; Região das Águas e Cavernas do Cerrado; Região Lagos do Paranaíba; Região da Estrada de Ferro; Região dos Negócios e Tradições; Região do Ouro e Cristais; Região Vale da Serra da Mesa; Região Vale do Araguaia; Região das Águas Quentes

Mapa 2 – Mapa Turístico do Estado de Goiás



Fonte: Goiás Turismo – Agência Estadual De Turismo, 2018.

O município de Caldas Novas está inserido na Região das Águas Quentes, assim como outros principais pontos turísticos como Rio Quente, Jataí, Aragarças, Colinas do Sul e Lagoa Santa.

Maior manancial hidrotermal do mundo e dotada de diversificado parque hoteleiro, com parques aquáticos e piscinas hidrotermais, recebe anualmente mais de dois milhões de turistas de todas as idades. Além das águas termais, o ecoturismo é forte vocação no município. Ele se encontra às margens do lago da Represa de Corumbá e possui o Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, com suas trilhas e cachoeiras. Outro ponto alto é o Santuário de Nossa Senhora Salete, localizado no Morro do Capão, proporcionando uma vista contemplativa da cidade. É muito procurado para meditação e reflexão. Outro local com forte energia espiritual é o Jardim Japonês, um passeio pela tradição budista. Inúmeros eventos realizados durante todo o ano contribuem ainda mais na atração de turistas (GOIÁS TURISMO – AGÊNCIA ESTADUAL DE TURISMO, 2018).

Dentro dessa região Caldas Novas tem um papel de destaque por ter vários atrativos como: Parques aquáticos; represa de Corumbá; Parque Estadual da Serra de Caldas Novas; Santuário de Nossa Senhora Salete; Jardim Japonês; Lagoa Quente; Museu das Águas Termais Oscar Santos; Cachaçaria Vale das Águas Quentes; Casarão.

Além dos aspectos econômicos, social, cultural e espacial, o município se reestruturou principalmente em função das águas quentes, fazendo com que a população crescesse e houvesse uma diversificação de serviços e comércios, principalmente no que concerne as imobiliárias com suas especulações.

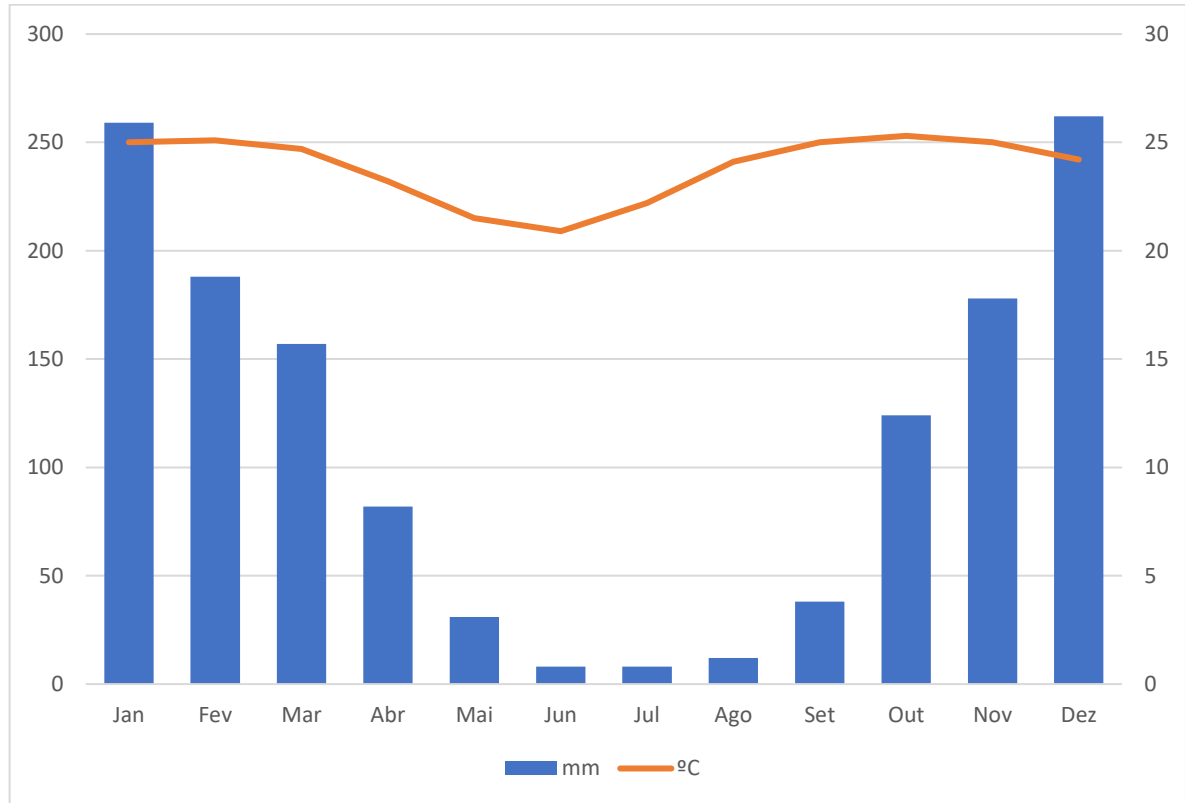
2.2 Características Física

2.2.1 Clima

Com o clima tropical semiúmido por causa da circulação intertropical com massas Tropical Atlântica e Equatorial Continental, fazendo com que exista predominantemente duas estações, uma seca, outono e inverno podendo ficar mais de 120 dias sem chuvas, e uma chuvosa, primavera e verão (CLIMATE-DATA. ORG, 2018). Possui uma temperatura média de 23.8°C e uma pluviosidade média anual de 1,347mm como demonstra a figura 5. A dinâmica atmosférica, em Caldas Novas,

está sob controle dos sistemas intertropicais. Esses sistemas de circulação ocasionam um clima tropical alternadamente seco e úmido (DEL GROSSI, 1991).

Figura 5 – Climograma de Caldas Novas



Fonte: CLIMATE-DATA, 2017

Através da Figura 5 foi possível notar que o mês com menor precipitação é junho com média de 8mm e o mês com maior precipitação é dezembro com uma média de 262 mm. Sendo os maiores meses com precipitação janeiro e dezembro podendo ter uma diferença de até 254 mm de precipitação. Os mais secos junho e julho, outubro em termos de temperatura é o mais quente com média de 25.3° C e junho com a temperatura mais baixa do ano com média de 20.9°C, com uma variação anual de aproximadamente de 4.4°C.

Baseado na figura 8 foi montado uma tabela (2) para melhor análise da temperatura média, máxima, mínima e a precipitação média que ocorre no município. Sendo mais claro perceber as estações de estiagem e chuvosas que são bem definidas, características típicas do Centro-Oeste com o clima tropical. Com relação direta com a umidade relativa do ar, que varia entre 100% até 36,89% na época de chuva e estiagem.

Tabela 2 – Caldas Novas (GO) Precipitação e Temperatura, 2018

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Temperatura média (°C)	25	25.1	24.7	23.2	21.5	20.9	22.2	24.1	25	25.3	25	24.2
Temperatura máxima (°C)	30.5	30.9	31.2	30.3	29.6	29.6	31	32.1	31.8	31.2	30.3	30.4
Temperatura mínima (°C)	19.5	19.3	18.3	16.1	13.5	12.2	13.5	16.1	18.2	19.4	19.7	18.1
Precipitação(mm)	259	188	157	82	31	8	8	12	38	124	178	262

Fonte: ANA, CLIMATE-DATA

Através desse quadro fica evidente que o clima de segundo Köppen (1948) é do tipo Aw, com algumas características predominantes e marcantes como período chuvoso entre final de setembro e meados de abril; maiores índices pluviométricos no verão; período seco mais intenso entre os meses de junho a agosto, com diminuição da umidade no ar; temperaturas mais altas se concentram nos meses de setembro e outubro, com médias máximas entre 29° e 31° C; temperaturas mais baixas nos meses de junho e julho, com mínimas variando entre 13° e 18° C.

2.2.2 Pedologia

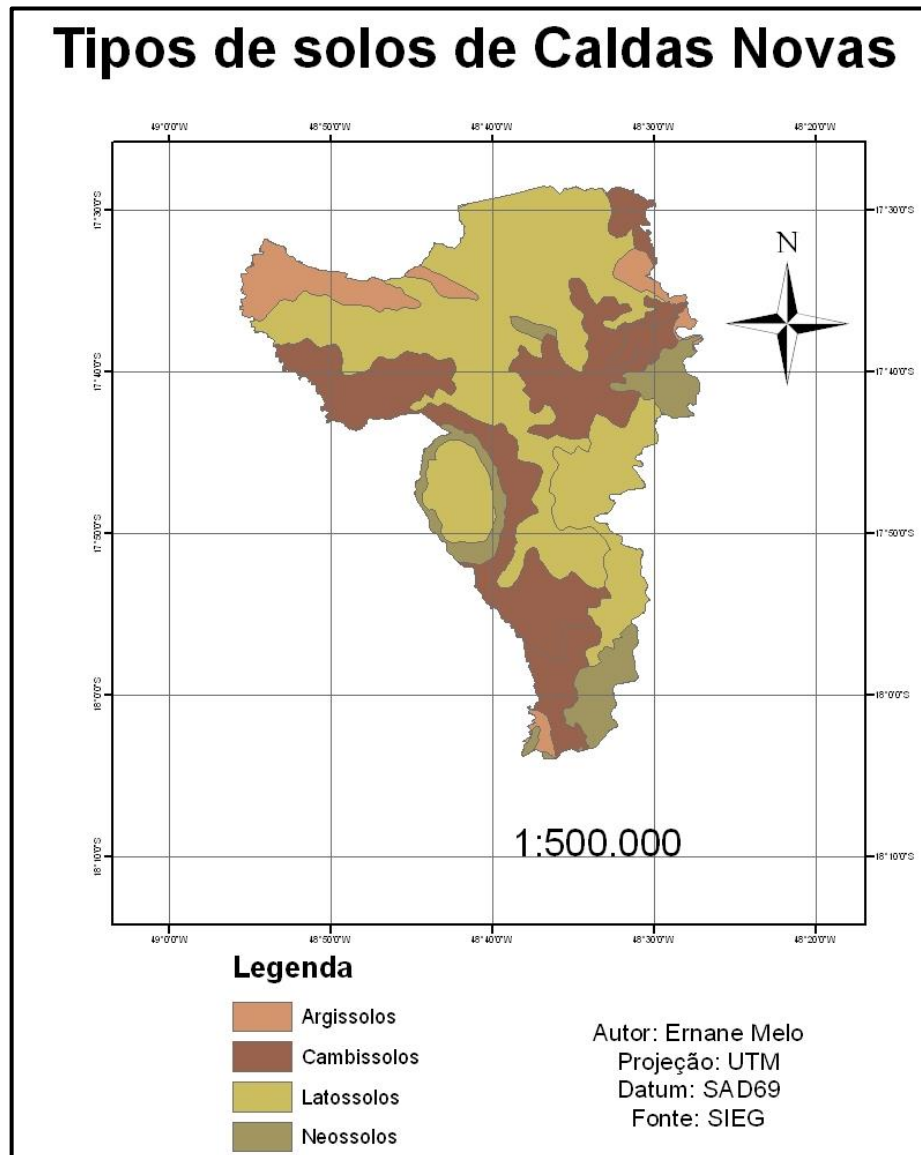
Basicamente existem quatro tipos de solo em Caldas Novas, sendo eles: argissolos, cambissolos, latossolos e neossolos. Contudo, alguns estudiosos como Haesbaert e Costa; Tröeger e Campos consideram apenas três tipos não incluindo o neossolos e utilizando uma nomenclatura diferente para argissolos, que é solo podzólico. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018) faz a caracterização dos tipos de solo da seguinte maneira.

- **Argissolo.** - Solos minerais, não-hidromórficos, com horizonte A ou E (horizonte de perda de argila, ferro ou matéria orgânica, de coloração clara) seguido de horizonte B textural, com nítida diferença entre os horizontes. Apresentam horizonte B de cor avermelhada até amarelada e teores de óxidos de ferro inferiores a 15%. No Cerrado, as classes mais comuns de Podzólicos são o Podzólico Vermelho-Amarelo (PV) e Podzólico Vermelho-Escuro (PE). Esse último distingue-se pela coloração avermelhada mais escura e teor de óxidos de ferro mais elevado (EMBRAPA, 2018).

- **Latosolos** - São solos minerais, não-hidromórficos, profundos (normalmente superiores a 2 m), horizontes B muito espesso com sequência de horizontes A, B e C pouco diferenciados; as cores variam de vermelhas muito escuras a amareladas, geralmente escuras no A, vivas no B e mais claras no C. A sílica (SiO₂) e as bases trocáveis são removidas do sistema, levando ao enriquecimento com óxidos de ferro e de alumínio que são agentes agregantes, dando à massa do solo aspecto maciço poroso; apresentam estrutura granular muito pequena; são macios quando secos e altamente friáveis quando úmidos, com alta permeabilidade à água, podendo ser trabalhados em grande amplitude de umidade, sendo pouco suscetível aos processos erosivos. Geralmente encontrados em terrenos de relevo plano a suavemente elevado (EMBRAPA, 2018).
- **Cambissolos** - Solos pouco desenvolvidos, que ainda apresentam características do material originário (rocha) evidenciado pela presença de minerais primários. Definidos pela presença de horizonte diagnóstico B incipiente (pouco desenvolvimento estrutural) apresentando baixa (distróficos) ou alta (eutróficos) saturação por bases, baixa a alta atividade da argila, segundo critérios do SiBCS. Variam de solos pouco profundos a profundos, sendo normalmente de baixa permeabilidade. Comumente associados a relevo montanhoso a ondulado com declive acentuado com abundância de cascalho sendo suscetível a erosão (EMBRAPA, 2018).
- **Neossolos** - São solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso com menos de 20 cm de espessura, não apresentando nenhum tipo de horizonte B. Podem apresentar alta (eutróficos) ou baixa (distróficos) saturação por bases, acidez e altos teores de alumínio e de sódio. Ocorrem em áreas de relevos muito movimentados (ondulados a montanhosos) até as áreas planas, sob a influência do lençol freático (EMBRAPA, 2018).

No mapa 3 é possível observar os locais onde estão situados cada tipo de solo no município, a partir disso é possível estabelecer o uso do solo, uma vez que cada tipo tem suas características influenciado em plantações, construções, turismo entre outros.

Mapa 3 – Solos de Caldas Novas, 2011



Fonte: SIEG, 2011

Latossolos é o tipo que tem a maior predominância no município, seguido pelos cambissolos, argissolos e neossolos respectivamente. Essa distribuição reflete diretamente no uso do solo como pode ser verificado no Plano Diretor da cidade, já que cada solo tem especificidades que devem ser trabalhados de formas distintas.

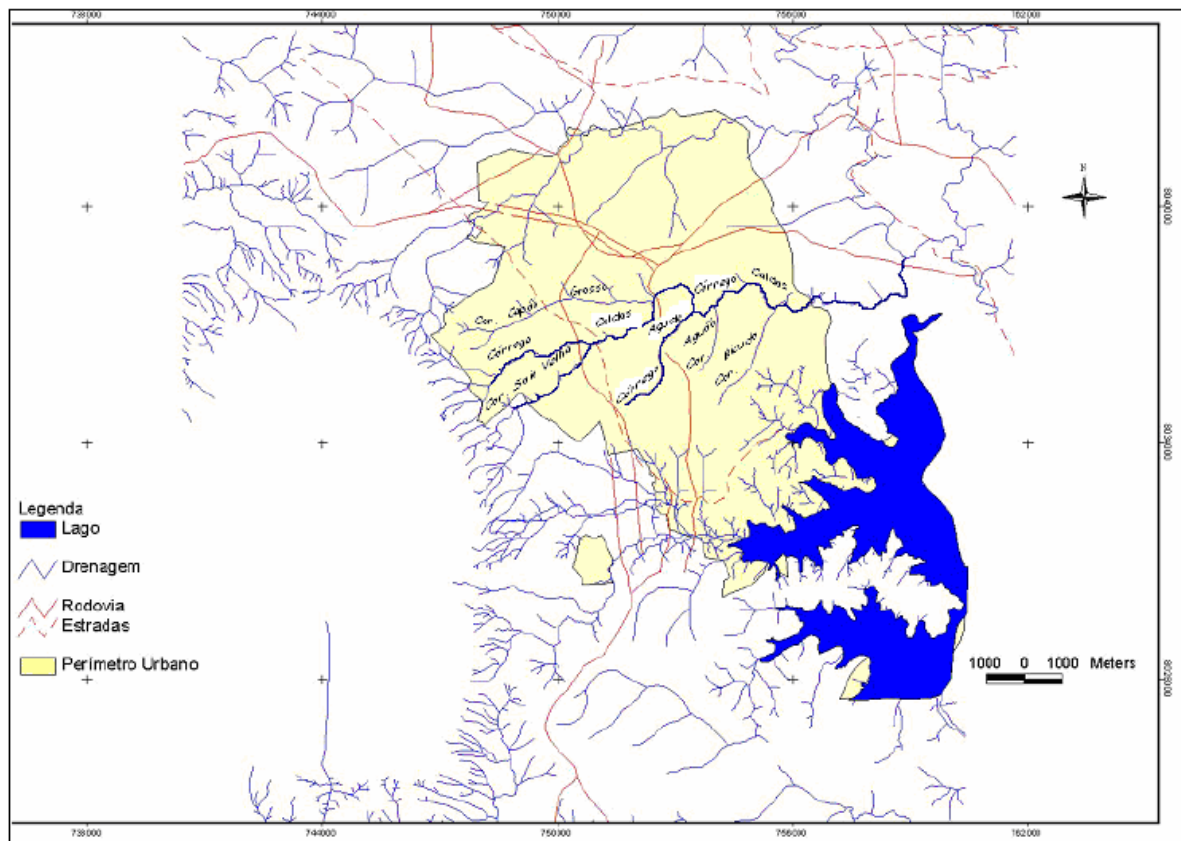
A potencialidade no uso agrícola dos solos de acordo com a EMBRAPA (2018), varia de um para o outro, no caso do neossolos tem uma aptidão maior na agricultura em áreas mais planas uma vez que sua fertilidade natural é maior, com exceção se tiver textura arenosa devido a baixa retenção de umidade e ambientes com relevo em declividade, pois são mais rasos. No caso do latossolos possuem um alto potencial de uso agrícola principalmente na produção de grãos como milho,

arroz, feijão, soja entre outros. Com o cambissolos que ocorrem em áreas mais planas, ocorre o potencial para plantio, contudo em terrenos com declive são mais rasos não sendo bons suficientes para isso. Argissolos tem potencialidade se tiver em terrenos suaves, porém por ser suscetível a erosão pode haver comprometimento da plantação e de construções que ali estiverem alocados.

2.2.3 Hidrografia

O município de Caldas Novas está inserido na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba nos interflúvios dos rios Corumbá e Piracanjuba, afluentes da margem direita do rio Paranaíba, sendo os principais cursos de água da região no tocante a volume de água da região, levando também em consideração o seu potencial hidrelétrico. Onde está instalado a UHE Corumbá I, que represou o rio e criou o Lago Corumbá (figura 6) que se tornou ponto turístico da região, também em relação ao turismo conta com o ribeirão do Rio quente da pousada do Rio quente.

Figura 6 – Caldas Novas (GO) Hidrografia, 2005

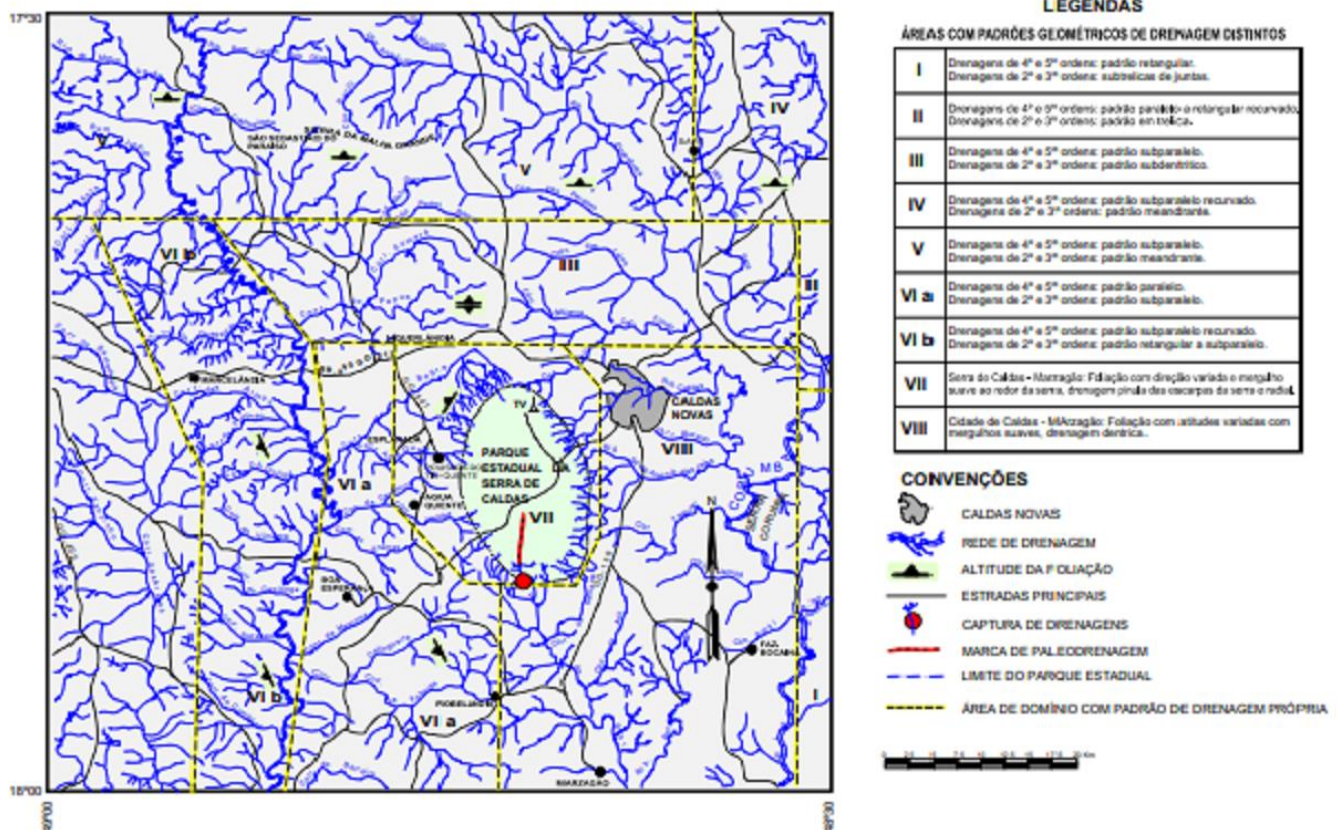


Fonte: Biella e Costa, 2005.

Devido a estrutura geológica e geomorfológica, a drenagem do município é do tipo treliça. Os afluentes de 1a. e 2a. ordens já apresentam padrão dendrítico, enquanto os cursos de água que correm sobre as coberturas detrítico-lateríticas pleistocênicas, apresentam o padrão semi-paralelo, como o exemplo do ribeirão das Araras e seus afluentes (FEMAGO, 2015).

Com padrões geométricos variados a rede de drenagem do município apresenta vários tipos de padrões (Figura 7). As drenagens apresentam diferenças bruscas nas suas morfologias, dependendo da região geomorfológica em que se encontram, podendo ser subdivididas em diferentes zonas com características distintas (TRÖGER; CAMPOS, 2000). Na região superior de Caldas Novas caracterizada por uma chapada com predominância de Latossolos, a drenagem é pouca limitado as bordas, possuindo algumas nascentes também se originando nas bordas do topo.

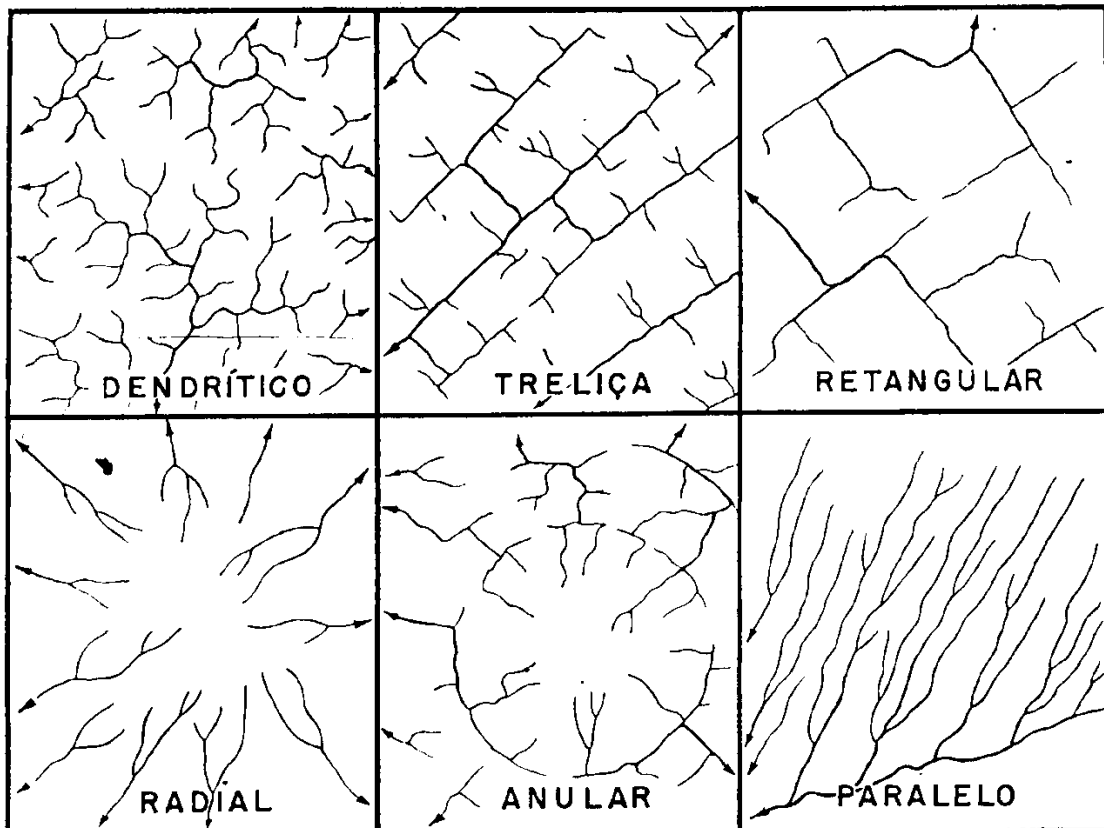
Figura 7 – Caldas Novas (GO) Rede de Drenagem, 2015



Na área I, existem drenagem de 4^o e 5^o ordens com padrão retangular e drenagens de 2^o e 3^o ordem subtreliças de juntas. Na área II drenagens de 4^o e 5^o

ordem com padrão paralelo a retangular recurvado, e drenagem de 2º e 3º ordem com padrão em treliça. Na área III as drenagens são de ordem 4º e 5º com padrão subparalelo, e drenagens de 2º e 3º ordem com padrão subdentritico. Já na área IV, existem rios de 5º e 4º ordem com padrão subparalelo recurvado, além das drenagens de 2º e 3º ordem em padrão meandrante. Área V possui drenagens de 4º e 5º ordem em padrão subparalelo e drenagens de 2º e 3º ordem em padrão meandrante. A área VI é dividida em duas partes, em VI a e VI b, respectivamente são de Drenagens de 4º e 5º ordens: padrão paralelo e drenagens de 2º e 3º ordens: padrão subparalelo; Drenagens de 4º e 5º ordens: padrão subparalelo recurvado e drenagens de 2º e 3º ordens: padrão retangular a subparalelo. Na área VII é a Serra de Caldas – Marzagão: Foliação com direção varia e mergulho suave ao redor da serra, drenagem pínula das escarpas da serra e radial. Por último a área VIII Cidade de Caldas - Marzagão: Foliação com atitudes variadas com mergulhos suaves, drenagem dendrítica. Para entender melhor os padrões de drenagem, a figura 8 mostra os padrões básicos de drenagem.

Figura 8 – Padrões básicos de drenagem.



Fonte: Universidade Federal do Amazonas, 2015 (UFAM).

De uma forma geral existem 6 tipos básicos de padrões de um rio, Classificação dos padrões de drenagem utilizando-se do critério, CHRISTOLETTI (1980).

- **Drenagem em Treliça:** as confluências formam ângulos retos – drenagem de direção dominante com uma outra secundária de direção perpendicular. Controle estrutural: rochas inclinadas ou dobradas alternadamente de diferentes resistências.
- **Drenagem dendrítica:** seu desenvolvimento assemelha-se à configuração de uma árvore – Nenhuma orientação aparente de canais. Controle estrutural: sedimentos horizontais ou rochas cristalinas homogêneas. Falta de controle estrutural em rochas de resistências uniformes.
- **Drenagem radial:** apresenta-se composta por correntes fluviais que se encontram dispostas como os raios de uma roda, em relação a um ponto central – cursos fluviais correndo para fora do centro. Controle estrutural: cones vulcânicos e domos.
- **Drenagem retangular:** consequência da influência exercida por falhas ou pelo sistema de juntas ou de diaclases – forma uma rede de drenagem perpendicular com duas direções igualmente desenvolvidas. Controle estrutural: juntas ou falhas.
- **Drenagem Paralela:** os cursos de água escoam paralelamente uns aos outros – regularmente espaçadas e paralelos ou subparalelos. Rios tributários unem-se aos canais principais em ângulos muito agudos. Controle estrutural: falhas espaçadas, monoclinais ou dobras.
- **Drenagem Anular:** esse padrão assemelha-se a anéis. São típicas das áreas dômicas profundamente entalhadas – os rios principais têm um padrão circular com canais tributários em ângulos retos. Controle estrutural: domo erodido alternadamente em rochas de diferentes resistências.

2.2.4 Geomorfologia

O município de Caldas Novas acomoda o Domo de caldas, que de acordo com CASSETI (2005) um domo é uma estrutura circular resultante de atividade intrusiva (plutonismo ou fenômenos magmáticos) que provocou arqueamento da

paleoforma, e terrenos rebaixados onde estão estabelecidos a área urbana, esses estão inseridos na unidade fisiográfica do Planalto Central Goiano, esse por sua vez possui quatro subunidades sendo eles: Planalto do Distrito Federal; Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba; Planalto Rebaixado de Goiânia; e Depressões Intermontanas. Isso devido a fisionomia do relevo e da sub - compartimentação topográfica.

Esta unidade abrange um vasto planalto sub-compartimentado em níveis topográficos distintos, drenado por afluentes da margem direita do rio Paranaíba, entre os quais se destacam os rios Corumbá, Meia Ponte, dos Bois e Turvo (FEMAGO, p. 24, 2015).

Em Caldas Novas é possível notar feições de duas subunidades que configuram o relevo da região, a do Planalto Rebaixado de Goiânia e do Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba. Existem algumas distinções entre elas que devem ser explanadas para melhor conhecimento.

A delimitação dessas unidades e subunidades teve como base a similitude de formas, o posicionamento altimétrico relativo, as características genéticas e a interação do relevo com a litologia e estrutura. A análise desse conjunto de variáveis permitiu avaliar o relevo e a distribuição das unidades geomorfológicas (NASCIMENTO, 1991).

O Planalto Central Goiano localiza-se ao centro-leste de Goiás, sendo uma grande unidade geomorfológica figurado pelo complexo estrutural pré-cambriano. Caracterizado pela multiplicidade de relevos, rochas metamorizadas, cotas altimétricas entre 400m a 1.200m, intrusões, metamorfismo e falhas. Através disso foi dividido em quatro subunidades já citadas.

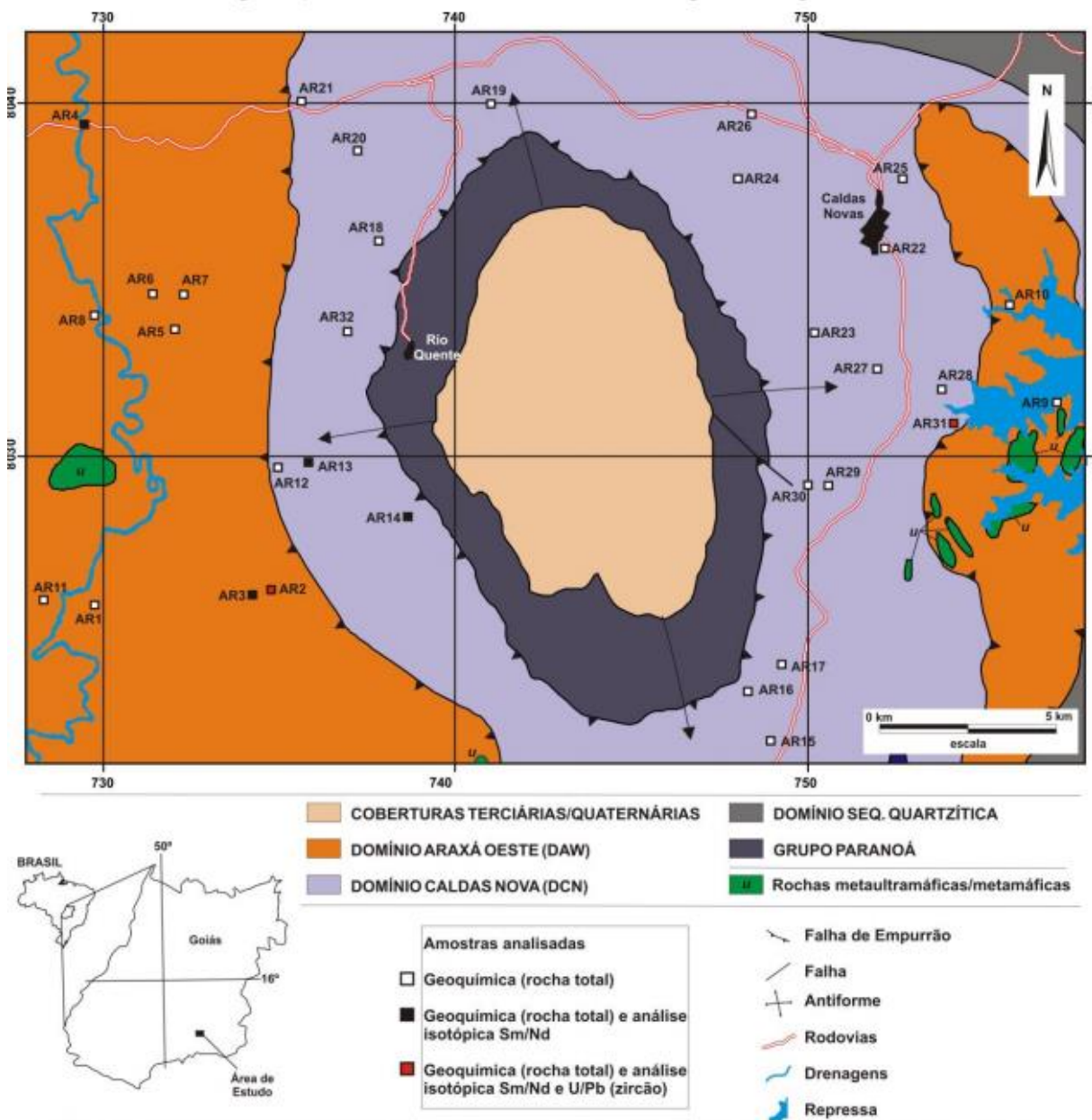
2.2.5 Geologia

A geologia do município de Caldas Novas tem um aspecto interessante pela superposição do Grupo Araxá e do Grupo Paranoá, pois estão presentes litologias que concernem aos dois grupos. Onde indícios de rochas indicam a distribuição e a presença de metapelitos (xistos) a oeste e metapsamitos (quartzitos) a leste.

O Grupo Araxá, que possuem os xistos variados recobrem o Grupo Paranoá, caracterizando dessa forma uma inversão metamórfica regional (MAPA 4). De qualquer modo, sendo uma bacia sedimentar, as rochas originais sofreram inversão

tectônica com situação de subsidência substituída por compressão tectônica (CAMPOS e COSTA, 1980).

Mapa 4 – Caldas Novas (GO) Geologia, 2017



Fonte: NAVARRO Et. al, 2017.

Rochas cristalinas da região estão reunidos em diversos conjuntos litológicos, onde o micaxisto está mais concentrado constituído por quartzo e sericita, comumente com biotita e/ou clorita, contendo por vezes feldspatos; quartzoxistos são bem expressivos com lentes de quartzitos (FEMAGO, 2015).

2.2.5.1 Grupo Paranoá

O Grupo Paranoá corresponde de uma forma geral a uma sequência psamo-pelito-carbonatada que está exposta desde o sul do Estado de Tocantins passando pelo Distrito Federal até o extremo norte de Goiás. Além disso no chamado Domo de Caldas, o Paranoá é representado por três conjuntos litoestratigráficos: os quartzitos basais, a sequência de metarritmitos intermediários e os metassiltitos do topo (TRÖEGER; CAMPOS, 2000) (HAESBAERT; COSTA, 2000).

Na zona externa, compreendendo a região do Distrito Federal até Alto Paraíso de Goiás, o Grupo Paranoá caracteriza-se pelo seu caráter anquimetamórfico até a fácies xisto verde baixo, englobando como litotipos característicos conglomerados, ardósias, metarritmitos, metacalcáreos e metadolomitos onde, em geral, as feições sedimentares primárias estão preservadas (CAMPOS Et. al. 2013).

Devido a inúmeras variações ambientais e paleogeográficas, a estratigrafia desse grupo possuem diversas variações laterais e verticais (CAMPOS Et. al. 2013). Faria (1995) detalhou a estratigrafia do Grupo Paranoá na área-tipo de Alto Paraíso de Goiás e São João D'Aliança; contudo, não formalizou as unidades em nível de formações. Condé et al. (1994) estudaram o Grupo Paranoá na Serra do Paranã na região de São Gabriel, Goiás. Freitas Silva & Campos (1995, 1998) detalharam a sucessão dos metassedimentos do Grupo Paranoá no Distrito Federal.

2.2.5.2 Grupo Araxá

Dividido em duas unidades (Unidade B e C), onde a unidade B (Grupo Araxá Médio) se constitui basicamente de quartzito e a unidade C (Grupo Araxá Superior) de micaxisto, a ocorrência desse grupo se dá na porção plana e é distribuída nas adjacências da Serra de Caldas Novas.

A unidade B (Grupo Araxá Médio) é constituída por quartzito, às vezes granatífero, com intercalações de xisto (muscovita/biotita xisto). A Unidade C (Grupo Araxá Superior) é constituída por micaxisto (muscovita-biotita-quartzo xisto, com ou sem granada, feldspático ou não, frequentemente calcítico e clorítico; quartzomuscovita xisto), com intercalações de quartzito (quartzito micáceo), calco xisto (calco-plagioclásio-biotita-muscovita xisto com ou sem clorita e granada), metacalcário (metacalcário quartzoso, micáceo) e lentes de talco xisto, clorita xisto, serpentinito, anfíbolito e anfibólio xisto (actinolita xisto). (apud NAVARRO Et. al, 2017, p. 396).

A Serra da Matinha em Caldas Novas, um inselberg destacado na paisagem, é constituída por sedimentos de plataforma marinha rasa metamorfisados, representados por muscovita-clorita xisto por vezes com cloritóide, biotita-muscovita-quartzo xisto, granada-muscovita-clorita xisto, clorita-quartzo xisto, sericita quartzito, granada-biotita-xisto feldspático, calci-clorita xisto, calci-clorita-biotita xisto feldspático às vezes granatífero e intercalações subordinadas de paragnaisse (hornblendabiotita-granada gnaisse), grafita xisto, hematita-sericita xisto, hematita-sericita quartzito, muscovita quartzito com lentes de metacalcário e talco xisto.

Os xistos à muscovita e à biotita são os tipos mais comuns, apresentando textura lepidoblástica, os tipos granadíferos mostram feições de rotação de granadas. O protolito desta sucessão sem dúvida é representado por metapelitos de plataforma. A foliação dos xistos é bastante variável, tanto em direção quanto nos valores de mergulho, o que deve representar redobramentos após o deslocamento da massa de xistos sobre o anteparo crustal representado pelo Grupo Paranoá (TRÖEGER; CAMPOS, 2000).

Na região de Rio Quente – Caldas Novas, a Serra de Caldas corresponde a uma janela estrutural, relacionada a um domo braquianticlinal (Barbosa et al., 1970). A parte central do domo tem sua base gerada por uma sequência de baixo grau metamórfico (fácies xisto verde, zona da biotita), constituída segundo Simões (2005), da base para o topo por: i) metarenitos quartzosos localmente com lentes de metaconglomerados, ii) intercalações de metassiltitos e metarenitos, iii) metassiltitos com intercalações de metargilitos, iv) metargilito com intercalações locais de metassiltitos, e intercalações de metacalcários no topo, v) metassiltitos, com intercalações de metargilitos. Os dados estruturais mostram que a estrutura braquianticlinal desenvolveu-se em estágios precoces da fase deformacional que gerou a foliação principal (Sn) (Simões et al., 2003, 2005).

2.2.6 Hidrogeologia

A hidrogeologia da origem às águas termais de Caldas Novas, toda área sobre a bacia marinha geológica se constitui em locais de recarga do reservatório termal. Que possui um sistema constituído por três aquíferos nomeados de Paranoá, Freático e Araxá.

Como a serra de Caldas, a cidade Caldas Novas e a lagoa do Pirapitinga estão situadas geometricamente no ponto central desta bacia, todas as águas de infiltração, através do intenso fraturamento primário e secundário das rochas, levam estas águas para os sistemas de falhamentos subverticais e profundos os quais constituem os condutores das águas frias para a profundidade, tendo como resultante dos vetores de descidas, o sentido do centro desta bacia. (FEMAGO, 2015, p. 43 e 44).

Além disso é dividido em dois domínios, sendo eles domínio Fraturado e domínio Poroso, em relação aos tipos hidroquímicos regionais ali existentes, são quatro grupos principais, Araxá, Paranoá, Freático e Rio Quente.

HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS TERMAIS - Os estudos levados a efeito por CPRM/DNPM (Campos, Costa et alii, 1979) revelaram que as águas termais mais profundas da região são bicarbonatadas, exceto as que ocorrem em cloritaxistos, que são predominantemente cloretadas. Os diversos tipos geoquímicos estão mais ou menos relacionados com a litologia regional: nos argilitos, siltitos e quartzitos, são magnesianas; nos sericitaxistos e quartzitos, são magnesianas-cálcicas ou mistas; e nos gnaisses e xistos a duas micas, são sódicas. (FEMAGO, 2015, p. 49)

No domínio Fraturado o fluxo das águas termais é realizado através das fraturas, onde o fluxo é circunstancialmente rápido o que permite uma menor perda de calor. Em contrapartida as águas atingem uma temperatura acima do ponto de ebulição, provocando uma maior dissolução dos minerais, dando assim os benefícios terapêuticos conhecidos de Caldas Novas.

Funcionando como uma espécie de filtro, o domínio Poroso favorece a reposição dos aquíferos na sua base e regula a vazão das drenagens superficiais nos períodos de cheias e estiagem.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Caldas Novas, mais especificamente o bairro Itanhangá, utiliza água de poços rasos mesmo que exista água tratada encanada nas residências, aonde o Departamento Municipal Águas Esgotos (DEMAE) faz a distribuição de água e também faz o tratamento dela, além da coleta e tratamento de esgoto. Porém muitas casas, hotéis e vários outros estabelecimentos possuem um poço raso ou profundo em suas dependências, mesmo possuindo essa água encanada.

Levando em conta que algumas dessas residências e estabelecimentos tem fossas secas na mesma localidade com apenas alguns metros de distância dos poços rasos, pode haver então um risco ambiental no que concerne a contaminação e poluição da água por microrganismos e metais nocivos ao homem.

Alguns lugares do município sofrem no que se refere a questão do saneamento básico, já que por falta de verba, interesse público, dificuldade por sua geomorfologia e outros fatores físicos acabam dificultando a implementação de uma rede de tratamento de esgoto nesse e em outros bairros. O que leva a população a recorrer para as fossas secas e poços, para ter o mínimo de saneamento, todavia não existe uma secretaria que fiscalize e oriente como se deve ser construída de uma forma segura nos aspectos ambientais e sociais para que não haja algum tipo de risco.

Em relação aos poços rasos, os moradores do bairro Itanhangá, em sua maioria, o constroem por alguns motivos, sendo eles: 1) pelo fato do custo-benefício, já que não precisam perfurar profundamente para obter água, não ficando tão caro, e diminuindo sua conta de água dado que não são cobrados pela água retirada do poço; 2) independência em relação a água encanada, uma vez que em época de alta temporada ocorre falta de água, obtendo então uma “segurança hídrica”.

Por falta de conhecimento, em grande parte, as fossas secas e poços rasos são construídos e perfurados muito próximos um do outro, além de ter praticamente a mesma profundidade, uma vez que o lençol freático do município é muito raso, chegando em alguns casos o lençol freático mais profundo ter apenas dois metros de profundidade. Sendo mais raso do que a profundidade de uma fossa, indicado pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), de três metros.

Então a população utiliza essa água para consumo sem um tratamento prévio e adequado, eles estão suscetíveis a vários tipos de contaminações colocando sua saúde em risco. Sendo por vetores bacteriológicos quanto por metais pesados, já que não existe uma regularização da abertura dos poços, da qualidade dessa água utilizada pela população pelos órgãos competentes que deveriam fazer esta fiscalização e nem de um tratamento prévio dos próprios usuários.

Portanto realizar a análise para constatar a qualidade da água no bairro se torna importante, pois pode-se configurar como risco para a população essa contaminação e poluição. Levando a doenças veiculadas a esses fatores, que podem colocar a saúde e a vida dos moradores em grave situação.

Com a pouca profundidade e a utilização da água dos poços rasos para uso doméstico que estão apenas há alguns metros de fossas secas, é pertinente a pesquisa, pois trata diretamente com um recurso indispensável ao homem e de sua saúde. Portanto realizar uma análise da água microbiológica e de metais pesados é indispensável nessa perspectiva para se verificar se realmente existe algum perigo e risco a saúde humana.

Destarte um monitoramento do uso da qualidade da água desses poços, além de uma análise química e bacteriológica para a identificação dos riscos ambientais em que se encontram os poços rasos se tornam imprescindíveis. A análise e verificação da profundidade de cada poço, e comparação com a distância e profundidade das fossas secas em cada área pode ser um fator determinante para identificar se existe contaminação. Pode-se também ser considerado como fator de risco ambiental para o lençol freático lixões, aterros sanitários, postos de gasolina e cemitérios estão afetando de uma forma direta e indireta a qualidade da água. Já que a qualidade da água é definida por sua composição química, física e bacteriológica.

Determinando então se a água analisada está dentro dos parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde estipulados na Portaria 2.914, sendo assim adequado para utilização humano e conseqüentemente viável para consumo sem que haja risco de doenças relacionadas com a água.

A análise das dez amostras coletadas foi realizada pela Empresa DCO Engenharia de processos de Caldas Novas (GO) com a metodologia adaptada da membrana filtrante, onde realizará análises microbiológicas, coliformes termotolerantes (*E. coli*) e coliformes totais; análise físico-química, Ph; turbidez;

condutividade; sólidos totais dissolvidos; cloro residual; ferro total; cor aparente; dureza total; alcalinidade total; nitrito; nitrato; amônia; e cloretos.

3.1 Coleta e material

Para coleta das amostras foram necessários 400 mililitros recolhidos em 10 frascos de vidro (figura 9) para análise microbiológica e para análise físico-química. Higienizados em ácido clorídrico, HCl 4 mol L⁻¹, mergulhado por 48 horas aquecidos entre 65°C e 75°C em uma capela em exaustão. Enxaguada três vezes em água pura secando na sombra para que não haja contaminação e alteração dos resultados, todo esse procedimento será realizado no laboratório da DCO engenharia de processos.

Figura 9 – Frasco de vidro para coleta de amostra.



Fonte: Jonas Freitas de Jesus, 2019

A coleta foi realizada no dia 07 de fevereiro de 2019 com início às 15:00 horas, com entrega no laboratório de 10 amostras recolhidas para análise às 16:30

h. Foi solicitado aos moradores do bairro Itanhangá uma pequena coleta da água dos poços utilizados e suas residências para análise laboratorial.

Em cada um dos 10 pontos de coleta das amostras, foi dialogado com os moradores sobre a pesquisa realizada, para isso foi seguida uma sequência para a coleta do material. Onde no primeiro momento foi realizada a identificação na condição de mestrando da Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão; Explicação da pesquisa realizada; solicitação para permissão de coleta do material; coleta das amostras em material esterilizado; envio das amostras ao laboratório para análise. Como a coleta e o envio do material foi realizado rapidamente, não houve necessidade de acondicionar as amostras em local refrigerado, pois não haveria tempo suficiente para que ocorresse alguma reação que modificasse os resultados.

Para coleta além do uso das garrafas de vidro higienizadas, foi necessário a utilização de luvas de látex branca (figura 10) para não contaminar as garrafas e a água por algum eventual contato com as mãos. Depois colocadas em sacolas plásticas no carro para envio ao laboratório e numeradas de 1 a 10. Não houve nenhum tipo de identificação dos pontos de coleta, pois alguns poços rasos foram construídos de forma não legal, e para não prejudicar os moradores do bairro Itanhangá de algum modo foi então mantido sigilo de nome e localização.

Figura 10 – Luva de látex para coleta



Fonte: Jonas Freitas de Jesus, 2019

Esses procedimentos foram seguidos de acordo com a orientação do corpo técnico do laboratório que realizou as análises, onde atendem os requisitos do Ministério da Saúde (MS) segundo a Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.

Na data da coleta o dia estava nublado com pancadas de chuvas ao longo do dia, a temperatura era mínima de 19°C, máxima de 28°C com média de 21°C. A umidade do ar estava variando entre 62% até 94%, com velocidade do vento entre 6 km/h a 20 km/h. Os resultados levaram 3 dias para ficarem prontos e a entrega das análises foram realizadas dia 09 de fevereiro de 2019

3.2 Metodologia adotada pela Ministério da Saúde

A Portaria 2.914/11 usa tabelas em seu anexo com os parâmetros adotados pelo Ministério da Saúde para a qualidade da água para o consumo humano. Como padrão microbiológico (quadro 6) será utilizado Coliformes Termotolerante e Coliformes Totais, essa metodologia também será reproduzida no trabalho, pois a pesquisa está pautada nisso.

Quadro 6 – Padrão Microbiológico, Portaria 2.914/11, Ministério da Saúde, Brasil

Unidade Padrão Microbiológico
Referência: Portaria 2.914/11
Coliformes Termotolerantes
Resultados: Se amostra apresentar: Presença em 100 ml, inadequado Se amostra apresentar: Ausência em 100 ml, adequado.
Conclusão: Inadequado/Adequado.
Coliformes Totais
Resultados: Apenas uma amostra entre as examinadas poderá apresentar resultado positivo.
Conclusão: inadequado/adequado.

Fonte: Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011.

Dessa maneira a ausência de Coliformes Termotolerantes tem que ser ausente em todas as amostras para ser adequado ao consumo humano, no caso dos Coliformes Totais apenas uma amostra pode ter resultado positivo. Os parâmetros físico-químico também entram na perspectiva do resultado adequado e/ou inadequado como mostra o quadro 7.

Quadro 7 – Padrão físico-químico, Portaria 2.914/11, Ministério da Saúde, Brasil

Unidade Padrão de Físico-Químico			
Ensaio	Valor de referencia	Resultado	Conclusão
pH	6,0 a 9,0	<ul style="list-style-type: none"> • Resultado de pH < 6,0 e pH > 9,5 inadequado • resultado pH estiver entre 6,0 a 9,5 adequado 	inadequado/adequado
Turbidez	≤ 1,0 uT e ≤ 2,0 uT	<ul style="list-style-type: none"> • resultado de < 1,0uT e > 2,0 uT inadequado • resultado turbidez estiver entre 1 e 2 adequado 	inadequado/adequado
Condutividade	µS	Não aplicável	Não aplicável
Sólidos totais dissolvidos	1000 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • resultado ≥ 1000 inadequado • resultado igual ou menor que 1000 adequado 	inadequado/adequado
Cloro residual	≤ 5 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • resultado de 5 ≥ inadequado • resultado igual ou menor que 5 adequado 	inadequado/adequado
Ferro total	0,3 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • resultado ≥ 0,3 inadequado • resultado igual ou menor que 0,3 adequado 	inadequado/adequado
Cor aparente	15 uH	<ul style="list-style-type: none"> • resultado ≥ 15 inadequado • resultado igual ou menor que 15 adequado 	inadequado/adequado
Dureza total	500 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • resultado ≥ 500 inadequado • resultado igual ou menor que 500 adequado 	inadequado/adequado
Cloretos	250 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • resultado ≥ 250 inadequado • resultado igual ou menor que 250 adequado 	inadequado/adequado
Alcalinidade total	mg/l	Não aplicável	Não aplicável
Nitrato	10 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • resultado ≥ 10 inadequado • resultado igual ou menor que 10 adequado 	inadequado/adequado
Nitrito	1 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • resultado ≥ 1 inadequado • resultado igual ou menor que 1 adequado 	inadequado/adequado
Amônia (NH ₃)pç	1,5 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • resultado ≥ 1,5 inadequado • resultado igual ou menor que 1,5 adequado 	inadequado/adequado

Fonte: Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011.

Esses parâmetros utilizados pela Portaria 2.914/2011 são a referência utilizado no trabalho e pelo laboratório do DCO engenharia de processos, todos os resultados obtidos das análises das amostras recolhidas foram comparados com os supracitados e então verificado se a água é adequada ou não para consumo humano. Alguns parâmetros resultaram em não aplicável, pois foram realizadas pelo laboratório, mas o Ministério da Saúde não impôs valores e nem os colocam na portaria.

3.3 Análise bacteriológica

Para análise bacteriológica foram analisadas a presença de coliformes fecais e termotolerantes, onde a maioria pertencem aos grupos Escherichia, Citrobacter, Klebsiella e Enterobacter. O método utilizado para verificação da existência dessas bactérias foram o método SM 9221 .B para coliformes totais, analisados em placa de Petri (figura 11); e SM 9221 .F para coliformes termotolerantes, também foram analisados em placa de Petri e tubos de ensaio (figura 12).

Figura 11 – Placa de Petri



Fonte: Jonas Freitas de Jesus, 2019

Figura 12 – Tubo de ensaio



Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Nos dois casos os métodos SM 9221 .B e SM 9221 . F perpassam pelo método de membrana filtrante que utiliza placas de Petri e tubos para confirmar a presença ou não de coliformes totais e termotolerantes nas amostras de água colhida como demonstra National Environmental Methods Index (NEMI).

Method is especially useful when high sediment concentrations preclude membrane filtration. A dilution series of the sample is added to tubes of lauryl-tryptose broth and incubated at $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ for 24-48 h. The presence of growth (turbidity), an acidic reaction (yellow color) and gas is presumptive positive for total coliforms. Calculate the most-probable number (MPN) value (Standard Methods 20th ed. Section 9221C). Transfer growth from presumptive positive tubes to EC-MUG broth (E. coli broth, supplemented with the enzyme substrate 4-methylumbelliferyl-beta-D-glucuronide; Standard Methods 20th ed. Section 9221F). Incubate at $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ for 24 h. Enzymatic hydrolysis of MUG is positive for E. coli, indicated by the presence of a bright-blue fluorescence using a long-wavelength ultraviolet lamp. Requirements: Ingredients for lauryl-tryptose broth and EC-MUG medium; fermentation test tubes; water baths at 35 and 44.5°C ; refrigeration; autoclave; a long-wave ultraviolet light source (366 nm) to read results; sterile swabs, pipets. (National Environmental Methods Index, 2019).

Desse modo se obtém um ambiente controlado e esterilizado para realização dos procedimentos que seguem uma ordem de monitoramento para não haver algum tipo de erro.

3.3.1 Coliformes Totais

No meio de cultura onde é preparado o material utilizado, esterilizado para análise de coliformes totais, foi usado 51,0 g do meio M-Endo Agar para 1000 ml de água destilada, adicionado então 20 ml de álcool etílico 95% e aquecido até o início de fervura, após o resfriamento foi distribuído em placas de Petri.

Após isso foi montado o equipamento de filtração (figura 13), a membrana filtrante foi inserida na porta do filtro com uma pinça anteriormente flambada e fria. Agita-se o frasco e posteriormente esquentando a boca do frasco. Em seguida é colocado 100 ml da amostra colhida no porta filtro e assim ligando a bomba de sucção para filtração. Realizado esses procedimentos utiliza-se a pinça flambada e fria para remover a membrana e inserir na placa de Petri contendo o meio de cultura.

Figura 13 – Equipamento de realização da técnica membrana filtrante



Fonte: Bancada Pronta, 2019

Seguidamente a filtragem, as placas de Petri são incubadas invertidas na estufa (figura 14) em uma temperatura de 37° por 24 horas. Com o passar do tempo de incubação foi realizado a contagem das colônias, que possuem características do seu tipo, com coloração rosa a vermelho escuro e brilho metálico, podendo esse

brilhar estar no centro da colônia ou na periferia. Colônias atípicas tem coloração vermelho claro ou escuro sem brilho metálico.

Figura 14 – Estufa digital



Fonte: Jonas Freitas de Jesus, 2019

Dessa maneira foi obtido o resultado positivo ou negativo para presença de coliformes totais nas amostras colhidas e analisadas, sendo informado também a quantidade de colônias se confirmado a contaminação.

3.3.2 Coliformes Termotolerantes

De início foi preparado o meio de cultura para realizar a análise, para termotolerantes é usado 52,0 g do meio mFC Agar desidratado para 1000 ml de água destilada. Adicionado 10 ml de solução ácido rosólico ($C_{19}H_{14}O_3$) 1% em NaOH 2N, aquecido então até início de fervura, em seguida distribuída em placas de Petri.

Mais uma vez é realizado a preparação para colocar no filtro, utilizando os mesmos procedimentos dos coliformes totais, após isso foi colocado a membrana em nas placas de Petri. Utilizando a estufa, foi incubado as placas em 44°C durante

24 horas, depois desse tempo foi contado as colônias suspeitas de serem coliformes termotolerantes, essas possuem coloração azul.

Para confirmar se os resultados são positivos as colônias são repicadas assepticamente para tubos de ensaios contendo caldo de BRILA e outro tubo com água peptona, assim incubado mais uma vez na estufa em temperatura de 44°C por mais 24 horas. Foram considerados positivos os tubos de BRILA turvos e com gás, nos tubos de água peptona que apresentaram turvação foi adicionado reagentes de Kovacs, o aparecimento de um anel vermelho comprava a presença de E. coli.

3.4 Análise físico-químico

Os parâmetros deferidos aplicáveis para as análises de acordo com a portaria 2.914 foram: turbidez, pH, sólidos totais dissolvidos, cloro residual, ferro total, cor aparente, dureza total, cloretos, nitrato, nitrito e amônia. Alguns dos procedimentos de como foram realizadas as análises não foram repassados por políticas internas do laboratório.

3.4.1 pH

Realizado através do phmetro (figura 15), que basicamente consiste em eletrodo de referência, eletrodo indicador e um dispositivo de medida. O pH pode ser definido como medida numérica da expressão do equilíbrio entre íons H^+ e os OH^- , variando em uma escala de 0 a 14 onde 7 é neutro, valores menores que 7 representam acidez e maior que 7 alcalinidades (EMBRAPA, 2011). De acordo com a portaria 2.914/2011 estabelece que o valor ideal é entre 6,0 e 9,0.

Figura 15 – phmetro

Fonte: Laborglas, 2019

O método utilizado para realizar a análise foi o SM 4500 H+, que consiste em molhar os eletrodos em cloreto de potássio (KCl), enxaguar e secar. Após esse procedimento foi realizado a calibração do aparelho, usa-se o sulfito de sódio (Na_2SO_3) para deixar o OD zero. Depois em um recipiente de vidro limpo a amostra é coletada e o eletrodo do phmetro colocado nela para aferir a acidez da água.

3.4.2 Turbidez

A turbidimetria consiste na utilização do turbidímetro (figura 16) para analisar a presença de material em suspensão de vários tamanhos e composições, o método utilizado para essa análise foi SM 2130.B. Para realizá-lo a amostra estava em temperatura ambiente e foi agitada para ser colocada na cubeta de medição, assim medindo a luz dispersada em um ângulo de 90° através da água. Essa análise deve ser a primeira a ser realizada e possível para não interferir nos resultados dos outros parâmetros.

Figura 16 – Turbidímetro

Fonte: Laborglas, 2019

3.4.3 Sólidos totais dissolvidos

É a soma de todos componentes químicos presentes na água, medindo a concentração iônica, tendo como função a qualidade estética e de indicador de existência de produtos químicos na água (Un Water, 2018). O método utilizado foi o SM 2540, onde os procedimentos iniciais foram a lavagem do recipiente com água destilada e secado em estufa ($180 \pm 2^{\circ}\text{C}$). Com ajuda de um Becker a água foi filtrada com ajuda de um sistema a vácuo, transferidos para recipientes de vidro e secadas em banho maria para obter os resultados.

3.4.4 Cloro residual

Tem o objetivo de monitorar a presença de resíduos de produtos à base de cloro na água, o método utilizado é o mesmo do trecho supracitado que é o SM 2540 (EMBRAPA, 2011). Com os mesmo procedimentos e materiais utilizados para obter os resultados. O que difere são apenas os reagentes utilizados para alcançar os objetivos de cada parâmetro especificado. Esse reagente é proveniente de um kit específico e resultado mostrado em espectro.

3.4.5 Ferro total

Não é nocivo à saúde humana em concentração aceitável pelo ministério da Saúde, fontes de ferro são minerais escuros que em oxidação se torna insolúvel e se precipita tornando a água amarelada, com sabor amargo e adstringente (Un Water, 2018). Para a análise desse parâmetro foi utilizado o método SM 3500 Fe, onde é considerado o monitoramento de arraste de ferrugem por tubulações ou equipamentos, realizado com ajuda de kit específico em espectrômetro.

Foi utilizado um recipiente a parte, junto com a água analisada foi tratado com ácido para colocar o ferro em solução e evitar deposição nas paredes do recipiente. Foi levado em conta o ácido adicionado na análise.

3.4.6 Cor aparente

Através do método SM 2120 C foi possível medir a cor da amostra que provém de matéria orgânica natural, principalmente da matéria húmica aquática. Contudo não apenas por substâncias dissolvidas apenas nela, mas também as que estão suspensas. Através do espectrofotômetro foi realizada a medida em um comprimento de onda 455nm, sem a necessidade de uso de algum reagente. Entretanto as partículas suspensas de tamanho coloidal como ferro, argila e manganês foram removidas através de filtração antes da análise ser realizada, uma vez que esses elementos alteram o valor real.

3.4.7 Dureza total

Analisa a presença de alguns elementos como magnésio em solução e sais de cálcio, a medição desse parâmetro foi realizada por titulometria (titulação EDTA) com método SM 2340 C. A titulação foi conduzida a temperatura ambiente normal ou próxima dela, as amostras foram neutralizadas para pH 7 com NaOH, facilitando a contagem dos íons de cálcio e magnésio.

Titulação é uma técnica para medir a quantidade de uma determinada substância em amostras, com adição de reagentes químicos em solução padrão que reage com o elemento de interesse (EMABRAPA, 2011).

3.4.8 Cloretos

Na forma de cloreto (Cl^-), o cloreto se torna um dos principais aniões inorgânicos na água, dando um sabor salgado a água. Contudo algumas águas para apresentarem esse sabor detectável necessita da presença de catião de sódio, pois se não haver essa presença pode haver cloreto, mas não detectável ao paladar (EMBRAPA, 2011).

O método utilizado para análise foi o SM 4500 Cl B, conhecido como argentométrico que é mais adequado em águas claras quando 0,15 a 10 mg Cl⁻ estão presentes na porção titulada. Dessa maneira as amostras não foram armazenadas pois a exposição ao sol, luz forte e agitação acelera a redução do cloro. Uma vez que o cloro em solução aquosa não é estável e diminui rapidamente.

Com a versão colorimétrica do método citado os procedimentos são dados para estimar a mono- e dicloramina separadas e frações combinadas. Usado para cloro total em amostras contendo quantidades significativas de matéria orgânica.

3.4.9 Amônia

A amônia (NH_3) foi realizada de forma direta e manualmente, uma vez que é de baixa concentração confinada em água subterrânea. Para isso foi realizado o método SM 4500 NH_3 .C, ou método titrimétrico, com procedimentos de destilação e titulação, usados em concentrações de NH_3 -N superior a 5 mg/l. Utilizado também ácido bórico (H_3BO_3) como absorvente após a destilação depois da titulação para obter o resultado (Un Water, 2018).

Para um resultado mais eficiente e preciso as amostras foram analisadas mais rápido possível, contudo é possível realizar a análise em até 28 dias após a coleta se congelado a -20°C não acidificado e com $\text{pH} < 2$. Através disso a quantidade de amônia é determinada na água com a aplicação de fenol alcalino e o hipoclorito, que reagem com a amônia para formar o azul de indofenol, que é proporcional à concentração de amônia. A cor azul é intensificada com nitroprussiato de sódio.

3.4.10 Nitrato

Geralmente tem presença em águas superficiais podendo ter concentração em águas subterrâneas quando em contato com esgoto doméstico. Para obter o resultado da quantidade de nitrato (NO_3^-) foi utilizado o método SM 4500 B, com a técnica química de ultravioleta (UV) que mede a absorvência a 220 nm (Un Water, 2018).

O resultado dos valores do nitrato são a soma de NO_3^- e NO_2^- , foi então preparado um padrão de verificação de calibração (CVS) com uma solução de estoque separada da usada para preparar os padrões de calibração. Em seguida foi executado um branco de calibração inicial (ICB) imediatamente após o CVS para verificar se há contaminação. A leitura do ICB deve ser $\leq \frac{1}{2}$ do nível mínimo de notificação (MRL).

Foi realizado um um padrão de calibração de ponto médio como verificação de calibração contínua (CCV) e um branco de calibração contínua (CCB) após cada 10 amostras e após a última amostra.

A necessidade de verificação da presença de nitrato na água é devido à sua alta potencialidade de causar câncer, já que é um contaminante inorgânico que causa preocupação principalmente em águas subterrâneas. Tem como principais origens a aplicação de fertilizantes com nitrogênio, cultivo do solo, plantações e esgoto.

3.4.11 Nitrito

É um estado de oxidação do nitrogênio que ocorre pela oxidação do amônio e/ou redução do nitrato, que indica a contaminação derivado de material orgânico vegetal ou animal. Se a concentração for maior que o estabelecido pode causar doenças que colocam em risco de quem consome essa água (Un Water, 2018).

Assim como o nitrato, para análise do nitrito (NO_2^-) foi utilizado o método SM 4500 B, também com a técnica ultravioleta feita por espectrometria para obtenção do resultado. Que é a medida da absorção da luz pelas soluções e elementos em questão que é diretamente proporcional a quantidade de luz absorvida.

3.4.12 Condutividade

A condutividade eletrolítica ocorre com a capacidade de uma solução aquosa de conduzir uma corrente elétrica através de íons. Apesar de ser um indicador representante de qualidade, não existe um valor de normatização que ateste algum valor mínimo ou máximo permitido (Ministério da Saúde, 2002). Na análise é verificado a concentração total de íons na solução, para isso são utilizados condutímetros (figura 17) que tem por base a intensidade da corrente elétrica imersos nas amostras.

Figura 17 – Condutímetro



Fonte: Laborglas

Na célula de medição do aparelho existe eletrodos que medem a condutividade das amostras analisadas, para isso foi utilizado o método SM 2510 B. A corrente é conduzida entre os eletrodos pelos íons dissolvidos com amostras na temperatura de 25°C.

O aparelho antes da análise foi calibrado e testados em soluções padrões e valores conhecidos que é o Siemens por centímetro ($S\text{ cm}^{-1}$) na temperatura de 25°C, para aferir com maior precisão o parâmetro desejado. O tamanho dos íons

interfere diretamente na condutividade, onde os maiores movem-se mais lentamente do que os menores que se movem rapidamente, dessa maneira a concentração e íons presentes determinam o resultado.

3.4.13 Alcalinidade total

É a capacidade que a água possui para neutralizar certos tipos de ácidos, a soma de todas as bases tituláveis, com a presença de bases fortes e fracas e de sais de ácidos fracos (Un Water, 2018). Determinada nas amostras de água por volumetria em mg L^{-1} de CaCO_3 .

O método utilizado foi o SM 2320 B com técnica de titulação, realizado em 1 dia para não haver perda e/ou ganho de CO_2 ou outros tipos de gases que poderiam comprometer o resultado das análises. Evitando também agitação e exposição prologada ao ar para não alterar sua composição na hora da análise, obtendo assim resultados mais exatos e confiáveis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através dos métodos utilizados pelo laboratório que realizou as análises bacteriológicas e físico-químico, foram obtidos os resultados de acordo com a portaria 2.914/11. Em alguns casos os resultados decorreram em não aplicáveis, não existe parâmetro de acordo com o Ministério da Saúde, adequado e inadequado para consumo humano.

Nas análises microbiológicas foram realizados os ensaios de coliforme termotolerantes e coliformes totais. Onde a ausência desses coliformes na água atesta a qualidade boa para utilização e a presença confirma a contaminação desse recurso o que torna inadequado para uso.

O ensaio físico-químico utilizou os parâmetros das seguintes análises: pH, turbidez, sólidos totais dissolvidos, cloro residual, ferro total, cor aparente, dureza total, cloretos, nitrato, nitrito e amônia. Que dentro dos padrões estabelecidos é adequado para consumo, fora dele se torna inadequado pois não atendem os requisitos do Ministério da Saúde.

Os parâmetros de alcalinidade e condutividade não existem orientações de valores para saber se a água é adequada para consumo, dessa maneira independente do resultado obtido sempre será não aplicável.

4.1 Resultado microbiológico

Nas análises realizadas nas 10 amostras colhidas, foi constatado a presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes em 60% dos ensaios. Revelando que mais da metade é imprópria para consumo humano, pois pode acarretar diversas doenças que colocam a saúde e a vida dos moradores do bairro Itanhangá em risco.

De acordo com o Ministério da Saúde e a portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011, a água ideal para consumo não deve haver presença dessas bactérias. Evitando assim qualquer tipo de doença infectocontagiosa através dela, os quadros a seguir mostram quais amostras estão dentro e fora dos padrões estabelecidos e que podem ser utilizados sem maiores preocupações referente a esse quesito.

No quadro 8 foi tabulado os dados obtidos do diagnóstico sobre coliformes totais, resultados, valor mínimo, valor máximo, amostra, método utilizado e unidade para avaliação em 100 mililitros de água.

Quadro 8 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Análise microbiológica coliformes totais, 2019

Análise microbiológica coliformes totais					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	Ausente	Não aplicável	Ausente	N.M.P/100 mL	SM 9221 .B
2	Ausente	Não aplicável	Ausente		
3	Ausente	Não aplicável	Ausente		
4	11	Não aplicável	Ausente		
5	Ausente	Não aplicável	Ausente		
6	48	Não aplicável	Ausente		
7	36	Não aplicável	Ausente		
8	25	Não aplicável	Ausente		
9	31	Não aplicável	Ausente		
10	27	Não aplicável	Ausente		

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Dessa maneira foi possível perceber que seis dos dez ensaios estão contaminados por colônias de coliformes totais, tornando assim a água inadequada para consumo, independentemente do valor obtido. O valor mínimo permitido não existe pois deve ser ausente aplicado apenas no valor máximo permitido. As análises foram realizadas em 100 ml das amostras colhidas com o método SM 9221 .B.

A verificação de coliformes termotolerantes basicamente teve o mesmo processo dos coliformes totais, diferenciando apenas nos resultados com presença, de E. coli, e não com a contagem de colônias e o método utilizado. É possível analisar no quadro 9 os resultados e as diferenças do anterior.

Quadro 9 - Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Análise microbiológica coliformes termotolerantes (E. coli), 2019

Análise microbiológica coliformes termotolerantes (E. coli)					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	Ausente	Não aplicável	Ausente	N.M.P/100 mL	SM 9221 .F
2	Ausente	Não aplicável	Ausente		
3	Ausente	Não aplicável	Ausente		
4	Ausente	Não aplicável	Ausente		
5	Ausente	Não aplicável	Ausente		
6	Presente	Não aplicável	Ausente		
7	Presente	Não aplicável	Ausente		
8	Presente	Não aplicável	Ausente		
9	Presente	Não aplicável	Ausente		
10	Presente	Não aplicável	Ausente		

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

O resultado foi que cinco das dez amostras colhidas estão contaminadas e são inadequadas para consumo humano, um total de 50% de contaminação. A presença de coliformes totais não é indício da presença de E. coli, como é possível verificar no quadro 9 na amostra 4, são de grupos diferentes e podem existir independente uma da outra.

4.2 Resultado físico-químico

Com as análises realizadas percebe-se que alguns parâmetros ficaram dentro do normal e alguns deram alterações ficando assim inadequadas para consumo, uma vez que não atendem os requisitos estabelecidos pelo ministério da saúde, segundo a portaria 2.914/11.

O primeiro ensaio realizado com os valores obtido foi o de turbidez, como colocado no quadro 10. O valor mínimo para ser adequado é 1,0 uT e o máximo permitido é de 2,0 uT.

Quadro 10 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Turbidez, 2019

Turbidez					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	0,48	1,0	2,0	Unidade de turbidez (uT)	SM 2130 .B
2	0,75				
3	0,26				
4	0,20				
5	0,37				
6	0,83				
7	1,3				
8	0,33				
9	0,24				
10	0,95				

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Nota-se que apenas uma das amostras, a 7, processadas está dentro do parâmetro estabelecido. Isso faz com que apenas ela esteja adequada para uso dos moradores do bairro Itanhangá nesse quesito.

O próximo padrão realizado foi o de pH, que deve estar no valor entre 6,0 e 9,0 para ser adequado. O quadro 11 mostra a grandeza atingida nas amostras avaliadas.

Quadro 11 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, pH, 2019

pH					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	6,6	6,0	9,0	pH	SM 4500 H+
2	6,7				
3	6,9				
4	6,8				
5	6,3				
6	6,3				
7	6,5				
8	6,7				
9	6,8				
10	6,1				

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Dessa maneira todas as amostras nesse parâmetro ficaram adequadas de acordo com a portaria vigente. Todas estão entre os valores mínimos e máximos permitidos.

Sólidos totais dissolvidos têm como referência 1000 mg/L como valor máximo estabelecido e sem mínimo, como foi usado 100 ml para análise a referência torna-se 1 como demonstrando no quadro 12.

Quadro 12 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Sólidos totais dissolvidos, 2019

Sólidos totais dissolvidos					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	34	Não aplicável	1,0	mg/L	SM 2540
2	16				
3	27				
4	16				
5	20				
6	18				
7	25				
8	13				
9	31				
10	21				

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Todos os ensaios obtiveram quantidade muito maior do que o permitido para uma utilização sem maiores riscos de saúde e vida, portanto nesse ponto nenhuma é considerado adequado.

Cloro residual tem como base 5mg/L, sendo o adequado ser menor que esse valor, os resultados obtidos é pode ser visto no quadro 13.

Quadro 13 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá,) Cloro residual, 2019

Cloro residual					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	0,0	Não aplicável	5,0	mg/L	SM 2540
2	0,0				
3	0,0				
4	0,0				
5	0,0				
6	0,0				
7	0,0				
8	0,0				
9	0,0				
10	0,0				

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Como a água colhida não tem contato com nenhum produto que tenha em sua composição o cloro, nenhum dos frascos apresentou presença, assim sendo ideal para utilização nesse ponto.

Com referência de 0,3 mg/L, o valor máximo da quantidade de ferro total na água também não possui valor mínimo, a medida avaliada é demonstrada no quadro 14.

Quadro 14 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Ferro total, 2019

Ferro total					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	0,0	Não aplicável	0,3	mg/L Fe	SM 3500 Fe
2	0,1				
3	0,2				
4	0,0				
5	0,1				
6	0,2				
7	0,1				
8	0,0				
9	0,3				
10	0,1				

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Todas as amostras estão dentro dos parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde, dentro do valor máximo permitido se tornando adequado para consumo nesse ponto.

A cor aparente para ser considerado adequado tem que ter menos de 15 unidade de Hazen (uH). O quadro 15 mostra os resultados obtidos das análises realizadas.

Quadro 15 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Cor aparente, 2019

Cor aparente					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	2	Não aplicável	15	Unidade de Hazen (uH)	SM 2120 C
2	4				
3	2				
4	2				
5	3				
6	3				
7	4				
8	2				
9	2				
10	3				

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Como resposta da verificação, todas as amostras estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela portaria 2.914/11.

No que concerne a dureza total, existe um valor máximo de 500 mg/L sem um valor mínimo adequado. No quadro 16 se tem os resultados obtidos da análise realizada.

Quadro 16 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Dureza total, 2019

Dureza total					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	250	Não aplicável	500	Mg/L CaCO ₃	SM 2340 C
2	200				
3	200				
4	200				
5	150				
6	230				
7	200				
8	200				
9	190				
10	170				

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Por conseguinte, os indicadores estão dentro dos estabelecidos nesse ponto, assim sendo considerado adequado para utilização.

Os níveis de cloretos na água deve ser de no máximo 250 mg/L para ser considerado adequado e aceitável. O quadro 17 mostra os níveis de concentração nas amostras.

Quadro 17 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Cloretos, 2019

Cloretos					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	15	Não aplicável	250	Mg/L Cl	SM 4500 Cl B
2	10				
3	15				
4	10				
5	15				
6	15				
7	15				
8	10				
9	15				
10	15				

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Mais uma vez o resultado está dentro do padrão estabelecido. A qualidade relacionada ao nitrato e ao nitrito pode ser verificado nos quadros 18 e 19 respectivamente.

Quadro 18 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Nitrato, 2019

Nitrato					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	1,3	Não aplicável	10	Mg/L N	SM 4500 B
2	4,5				
3	4,2				
4	5,2				
5	4,6				
6	1,4				
7	5,7				
8	4,1				
9	1,1				
10	5,5				

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Quadro 19 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Nitrito, 2019

Nitrito					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	0,02	Não aplicável	1	Mg/L N	SM 4500 B
2	0,01				
3	0,04				
4	0,03				
5	0,04				
6	0,01				
7	0,04				
8	0,04				
9	0,05				
10	0,01				

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Por serem potencialmente cancerígeno ao homem o nitrato e o nitrito devem sempre estar dentro dos limites estabelecidos pelo ministério da saúde, nesse caso todas as amostras estão em padrões aceitáveis que não colocam os moradores do bairro em risco.

O último parâmetro indicativo de qualidade que consta na portaria 2.914/11 realizado pelo laboratório é a amônia, o quadro 20 mostra o resultado obtido tendo como referência 1,5 mg/l.

Quadro 20 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Amônia, 2019

Amônia					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	0,09	Não aplicável	1,5	Mg/L	SM 4500 – NH3
2	0,07				
3	0,12				
4	0,07				
5	0,06				
6	0,09				
7	0,07				
8	0,06				
9	0,09				
10	0,10				

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Os últimos dois ensaios restantes foram realizados pelo laboratório, mas o Ministério da Saúde não coloca valores e padrões para definir se a água é adequada ou não para consumo e se existe algum tipo de risco referente. Os quadros 21 e 22 são de condutividade e alcalinidade respectivamente. Os resultados não influenciam na potabilidade da água.

Quadro 21 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Condutividade, 2019

Condutividade					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	68	Não aplicável	Não aplicável	µS	SM 2510 B
2	32				
3	54				
4	32				
5	40				
6	39				
7	51				
8	62				
9	38				
10	44				

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Quadro 22 – Caldas Novas (GO), Bairro Itanhangá, Alcalinidade total, 2019

Alcalinidade total					
Amostra	Resultado	Valor mínimo	Valor máximo	Unidade	Método
1	40	Não aplicável	Não aplicável	Mg/L CaCO ₃	SM 2320 B
2	30				
3	40				
4	40				
5	40				
6	40				
7	30				
8	40				
9	40				
10	40				

Fonte: DCO engenharia de processos, 2019

Como não há referência para qualificar os valores obtidos, esses parâmetros estão como não aplicáveis, foram colocados nos resultados por terem sido realizados pelo laboratório responsável.

4.3 Discussão dos resultados

Nos resultados obtidos dos ensaios realizados a taxa de acerto e confiabilidade é de 95%, assim sendo, as análises são o reflexo da qualidade da água subsuperficial captada por poços rasos e utilizada pelos moradores do bairro Itanhangá.

Na análise microbiológica, o resultado de coliformes totais mostrou-se positivo para presença em 60% das amostras colhidas, com vários tipos de colônias. A portaria 2.914/11 coloca que apenas uma das amostras deve ter a presença desses coliformes para em um quadro geral a água ser considerada como adequado para consumo. Nesse caso a água é inadequada para consumo dos poços que apresentaram colônias.

Referente a análise de coliformes termotolerantes, o resultado foi a presença de E. coli em 50% das unidades pesquisada. Onde o ideal estabelecido é a ausência em todos os frascos verificados, tornando-se então inadequado para consumo nos poços que tiveram a presença confirmada. Não existe necessariamente a relação dos coliformes totais e termotolerantes nas mesmas amostras analisadas, eles independem uma da outra.

Com a presença dos coliformes totais e termotolerantes na água utilizada pelos moradores, existe o risco de contrair doenças infectocontagiosas as pessoas que possuem contato com as amostras dos poços 4, 6, 7, 8, 9 e 10.

As doenças mais prováveis de acometer a população são: diarreia, desintéria bacilar, verminoses, cólera, febre tifoide e paratifoide, shigella entre outros. Doenças essas que por vezes colocam a saúde e a vida das pessoas em risco, principalmente as das crianças que são mais vulneráveis por ter seu sistema imunológico ainda em formação.

O crescimento e a proliferação desses microrganismos estão diretamente ligados ao fato de se ter fossas próximas aos poços, que contaminam o solo e conseqüentemente a água subterrânea. O não tratamento prévio dela para consumo aumenta potencialmente a reprodução bacteriana, pois são bastantes resistentes como demonstra o Ministério da Saúde.

De acordo com o ministério da Saúde e os parâmetros microbiológicos estabelecidos, mais da metade da água dos poços analisados estão impróprios para consumo humano. Essa contaminação configura em risco ambiental, uma vez que a natureza e os moradores estão a mercê de algum tipo de consequência.

Com os parâmetros físico-químico, foram treze ensaios realizados para averiguar a qualidade da água subterrânea e se está adequada para consumo. De uma forma geral cada análise foi executada com métodos diferentes, salvo alguns parâmetros, para obter o resultado da pesquisa.

No quadro geral as amostras foram reprovadas nos quesitos de turbidez e sólidos totais dissolvidos, nas outras onze análises todos os resultados obtidos foram satisfatórios e dentro da referência estabelecida. Contudo para ser adequado para consumo, todas as amostras devem estar no padrão estipulado pelo Ministério da saúde.

Dessa forma a água subsuperficial captada por poços rasos no bairro Itanhangá em Caldas novas não atendem os requisitos do Ministério da Saúde, segundo a portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Independentemente se a maioria das análises estão de acordo com as normas, se um dos parâmetros estiver fora dos valores estipulados, a água se torna inadequada para consumo.

No caso da turbidez, partículas sólidas sem suspensão como argila e matéria orgânica formam coloides e interferem na propagação da luz e na qualidade da

água. Desse modo a turbidez está diretamente ligada a presença de microrganismo patogênicos à saúde.

Sólidos totais dissolvidos são majoritariamente compostos por partículas com diâmetros menores que 10^{-3} μm e permanecem na água mesmo após filtração. Podem entrar na água por duas vias, de forma natural ou antropogênica (lixo ou esgoto). Fazendo com que a água se torne inadequada para consumo se houver grandes quantidades, pois reflete a influência de esgoto, nesse caso de fossas, afetando a qualidade da água e a contaminando.

Destarte, é afirmado que a qualidade da água estudada é baixa e inadequada para consumo humano sem algum tipo de tratamento prévio, pois coloca a saúde de quem a utiliza em risco uma vez que pode levar a vários tipos de doenças que diminuem a qualidade de vida e em casos graves a perda dela.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante desses levantamentos de dados sobre a qualidade da água subsuperficial captada por poços rasos no bairro Itanhangá em Caldas Novas (GO), evidenciou-se que a água é inadequada para consumo humano, uma vez que não atendem todos os requisitos necessários estabelecidos pelo Ministério da Saúde junto a portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011.

A pesquisa evidenciou os potenciais riscos ambientais e a saúde dos moradores, pois 60% dos poços analisados estão contaminados com algum tipo de microrganismo veiculado através da água nocivo a vitalidade. Bactérias com fonte de contaminação fecal devido a atividade humana, no caso as fossas secas no mesmo nível e próximos aos poços.

Medidas relacionados ao tratamento da água utilizado, a conscientização dos riscos corridos por parte dos moradores junto com a ampliação da coleta e tratamento de esgoto pelo município é de fundamental importância.

Mesmo com o crescimento populacional do município, a falta de investimento em saneamento básico é visível e sentido pela população da cidade. Devido a isso a concentração de poços rasos e fossas secas tendem a aumentar, principalmente nos bairros que estão surgindo e são mais distante da malha urbana.

Um exemplo é o setor mansões águas quentes, que não possuem água encanada e nem coleta de esgoto, os habitantes dependem exclusivamente de fossas e poços para o mínimo de saneamento necessário para ter qualidade de vida. Mas torna-se mais grave pela proximidade das fossas com os poços, fazendo com que a contaminação exista.

A coleta realizada em diferentes pontos no bairro para análise microbiológica e físico-químico corroboraram para a confirmação da hipótese de contaminação e inadequação para consumo. Justificando a necessidade de ampliação e intervenção do serviço público no que concerne ao planejamento da cidade e saneamento, pois trata-se de uma questão de saúde pública.

Visto que os moradores do bairro e da cidade de uma forma geral estão em risco, podendo contrair vários tipos de doenças que podem ser controladas e até mesmo erradicada através de um saneamento básico adequado. Além de diminuir

os impactos ambientais conservando e preservando os recursos tão importantes para o município.

A análise físico-químico foi integrada para averiguar se existiam mais componentes que atestassem a hipótese levantada, permitindo detalhar mais parâmetros de qualidade. Foi confirmado que alguns dos ensaios efetuados não atendem os padrões exigidos, provando que todos os poços analisados não possuem água adequada para consumo.

Fica mais preocupante pela cidade ser um lugar turístico, principalmente pelas águas termais que possui. Um lugar que depende da utilização da água e de sua qualidade, que se não houver um plano de tratamento e saneamento adequado pode afetar a principal fonte de economia.

Tudo isso implica no uso e ocupação utilizada pelo município, pois é isso que gera a maioria dos impactos ambientais e potenciais riscos. Obviamente existe a fragilidade geográfica, dos meios físicos, mas que devem ser contornados pelo planejamento urbano juntamente com o Plano Diretor Urbano de Calas Novas.

Planejamento que não atende a realidade socioambiental da cidade e dos moradores, principalmente locais periféricos e pessoas de baixa renda, que não em nenhuma instrução, apoio e ajuda da prefeitura ou órgão responsável. Visto que problemas sanitários se tornam recorrentes, além dos citados existe o descarte irregular de resíduos, lixo, em lugares impróprios que contaminam a água e o solo.

Os lençóis freáticos de Caldas Novas têm pouca espessura de matérias consolidados e são pouco profundos, isso faz com que haja uma maior facilidade de contaminação. A vulnerabilidade das águas subterrâneas é evidente e deve-se tomar cuidado em como utiliza-la.

Uma ação de conscientização para população seria de grande ajuda, onde pode-se mostrar os riscos de consumir água contaminada, quais doenças infectocontagiosas podem derivar disso e as maneiras de profilaxias e tratamentos referente a isso.

Isso deve ser realizado de uma forma geral, pois existem vários poços que não são legais sendo um dos motivos de não identificar e localizar os pontos de coleta, para não prejudicar de alguma forma os moradores do bairro. Ações como essa devem reduzir significativamente a incidência das doenças citadas, fazendo com que haja uma melhora na qualidade de vida e diminuindo os riscos ambientais.

Esse estudo pode servir de complemento, referência e base para futuras investigações relacionadas ao município de Caldas Novas na área da geografia ou áreas multidisciplinares, em virtude de abranger a biologia, turismo, química, física, geologia entre outros.

Em razão da qualidade da água estar relacionado com todas as áreas supracitadas, o que irá diferir são as formas de como os estudos e as pesquisas podem ocorrer.

REFERÊNCIAS

ABAS - ASSOCIAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Revista técnica água e meio ambiente subterrâneo. Disponível em: <<http://www.abas.org/revista.php>>. Acesso em: 01 mai. 2018.

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – 2017. Disponível em: <<http://abes-dn.org.br/>>. Acessado em: 02/11/2017.

AIMI, Rosemary R. Água: fonte de vida e saúde. 2000. 98 f. Monografia (Especialização) – Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2000.

AMARAL, L. A.; FILHO, A. N.; ANTÔNIO, N.; JÚNIOR, O. D. R.; FERREIRA, L. A.; AMORIM, M. C. C. D.; PORTO, E. R.; MATOS, A. N. B. Conformidade de Padrões Microbiológicos de Água para o Consumo Humano de uma Solução Alternativa de Abastecimento em Atalho, Petrolina, PE. 7º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Pernambuco. 2009.

AGEITEC - AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Argissolos**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/cont000g5twg_gzi02wx5ok01edq5sp172540.html>. Acesso em: 21 nov. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Água no mundo. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ana/panorama-das-aguas/agua-no-mundo>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

ARCOVA, F. C. S.; CiCCO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. ScientiaForestalis (IPEF), PIRACICABA, n. 56, p. 125-134. 1999.

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – 2017. Disponível em: <<http://abes-dn.org.br/>>. Acessado em: 02/11/2017.

BANCADA PRONTA. **Controle de qualidade da água - contagem microbiológica**. Disponível em: <<https://bancadapronta.wordpress.com/2012/09/01/control-de-qualidade-da-agua-contagem-microbiologica>>. Acesso em: 20 fev. 2019

BARCELLOS, C; QUITÉRIO, L. A. Vigilância ambiental em saúde e sua implantação no Sistema Único de Saúde. **Revista Saúde Pública**, fev. 2006, v. 40, n. 1. p. 170-171.

BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista Saúde Pública**. V. 37, n. 4, agosto. São Paulo. 2003.

BIELLA, CARLOS ALBERTO Avaliação Da Qualidade Da água Freática Em Poços Rasos No Setor Mansões Das águas Quentes Em Caldas Novas. 2008. 120 f. Dissertação. ROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, Uberlândia. **Boletim Mídia Ambiente**. Ano II, n. 6, outubro/novembro. 2004

BRANCO, S. M. **Água**: origem, uso e preservação. São Paulo. Moderna. 2001.

BRAGA, Benedito; REBOUÇAS, Aldo da Cunha; TUNDISI, José Galizia. **Águas doces no Brasil**: Capital ecológico, uso e conservação. Escrituras, 4ª Ed., p. 269-324, 201.

BRASIL. Ministério da Saúde. DOCUMENTO BASE DE ELABORAÇÃO DA PORTARIA MS Nº 2.914/2011. "Portaria de Potabilidade da Água para Consumo Humano". Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria no 1.469, de 29 de dezembro de 2000. Anexo Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria no 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Anexo Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria no 518, de 25 de março de 2004. Anexo Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano.

BURTON, I.; Kates, R. W. & White, G. F. 1993. Emerging Synthesis. The Environment as Hazard. Second Edition. New York/London, The Guilford Press. 290 p.

CAMPOS Et. al. Geologia do grupo Paranoá na faixa externa de Brasília. **Revista Brasileira de Geologia**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 461-476, conjunto. 2013.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima**: caldas novas. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias/caldas-novas-26577/>>. Acesso em: 29 dez. 2017.

CLIMA CALDAS NOVAS. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/26577/>> Acessado em: 01/11/2017.

CÓDIGO DE ÁGUAS – Art. 96 Decreto nº24.643 – 10/07/1934;

CONAMA. Resolução conama nº 274, de 29 de novembro de 2000.

CUSTODIO, E. & LLAMAS, M. R., 1983. **Hidrologia Subterrânea**. Ed. Omega, S.A. 2ª ed. Barcelona, España.

DEL GROSSI, S. R. **As características regionais da natureza. De Uberabinha a Uberlândia: os caminhos da natureza**. 1991. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

ESGOTO E VIDA. **Saneamento básico**. Disponível em: <fonte: www.esgotoevida.org.br/saude>. Acesso em: 07 fev. 2018.

FILHO, A. O. S. Duas Fontes de riscos metropolitanos: indústria petrolífera e degradação dos rios na região metropolitana de Campinas e em suas ligações com as regiões metropolitanas de São Paulo e da baixada santista. Campinas: PUC Campinas, 2005b. p. 28-35. **Memória do Seminário Metrôpoles Saudáveis**. (Cadernos da Extensão, n. 4).

FILHO, A. O. S.; CARPI JUNIOR, S. **Síntese das atividades e resultados do projeto riscos ambientais na Bacia do Mogi-Guaçu**. Texto de disciplina Tópicos Especiais de Planejamento Energético. Faculdade de Engenharia Mecânica - UNICAMP. Campinas, 2001. Disponível em. Acesso em: 03/09/2018.

FOSTER, S. Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes. **Instituto Geológico**. São Paulo. 1993.

FRAZÃO, ARTHUR. Escherichia Coli: Sintomas, tratamento, transmissão. Doenças Infecciosas, [S.L], mai. 2018. Disponível em: <<https://www.tuasaude.com/escherichia-coli/>>. Acesso em: 31 ago. 2018.

GOIÁS TURISMO. **Mapa turístico de goiás**. Disponível em: <<http://www.goiasturismo.go.gov.br/goias-turismo/mapa-turistico-de-goias> >. Acesso em: 03 dez. 2018.

IBGE. **Caldas novas**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/caldas-novas/panorama> >. Acesso em: 03 dez. 2018.

IBGE. **Goiás**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/panorama> >. Acesso em: 03 dez. 2018.

IBGE. **População**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/caldas-novas/panorama>> Acessado em: 01/11/2017

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. ABES. 6ª edição, Rio de Janeiro, RJ, 2011.

KASPER, D. et al. Metodologias de coleta, preservação e armazenamento de amostras de água para análise de mercúrio - uma revisão. **Química Nova**, São Paulo, v. 38, n. 3, mar. 2015.

LABORGLAS **Equipamentos**. Disponível em: <<https://www.laborglas.com.br/produtos/equipamentos/lgi-scientific/phmetro-210> >. Acesso em: 20 fev. 2019

LEONETI, Alexandre Bevilacqua; PRADO, Eliana Leão do; OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 45, p.331-348, abril/maio 2011. Bimensal. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rap/v45n2/03.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

LOJASYNTH.COM. **Frasco em polipropileno boca estreita (autoclavável)**. Disponível em: <<https://www.lojasynth.com/plasticos/potes-em-plastico/frasco-em-polipropileno-boca-estreita-autoclavavel>>. Acesso em: 01 set. 2018.

LOMBARDO, Magda Adelaide; FREITAS, Maria Isabel Castreghini de. **Riscos e vulnerabilidades: Teoria prática no contexto luso-brasileiro**. São Paulo, 2003. Cultura Acadêmica.

LOPES, G. Conseqüências da falta de água podem ser trágicas. **Relatório da ONU mostra que problema já é realidade em países pobres e populosos**. Ciência Hoje on-line, Rio de Janeiro, 30 de março de 2004.

MACÊDO, J.A.B. **Águas & águas**. São Paulo: Varela, 2001, 505p. Minerais do Paraná SA. (MINEROPAR).

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. Vigilância Ambiental em Saúde. Brasília, Nov. 2002. OMS-Organização Mundial de Saúde, 2008.

MUNICÍPIO DE CALDAS NOVAS. Disponível em: < <http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-caldas-novas.html>> Acessado em: 01/11/2017.

NATAL, L.; NASCIMENTO, R. **Águas subterrâneas: conceitos e controvérsias**. Boletim Mídia Ambiente. Ano II, n. 6, outubro/novembro. 2004.

NAVARRO, MVT. **Conceito e controle de riscos à saúde**. In: Risco, radiodiagnóstico e vigilância sanitária. Salvador: EDUFBA, 2009, pp. 37-75.

NAVARRO Et. al. Proveniência dos metassedimentos do grupo araxá na região de caldas novas, Goiás. **Geociências**, São paulo, v. 32, n. 2, p. 395-413, jan. 2012.

NEMI. **Padrão** . Disponível em: <https://www.nemi.gov/methods/method_summary/9645/> . Acesso em: 20 fev. 2019

ORGANIZACIÓN Mundial De La Salud. Organización Panamericana De La Salud. REPERCUSIONES SANITARIAS DE LA OSCILACIÓN DEL SUR (EL NIÑO). 25.a CONFERENCIA SANITARIA PANAMERICANA. Washington, D.C., septiembre de 1998.

PALUDO, D. QUALIDADE DA ÁGUA NOS POÇOS ARTESIANOS DO MUNICÍPIO DE SANTA CLARA DO SUL. Lajeado. 2010. UNIVATES

PHILIPPI, J. A. **Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**, São Paulo: Barueri, 2005.

QUEIROZ, L. F. et al. **Avaliação qualitativa dos poços artesianos do setor oeste**, Goiânia-GO. 2015

REBELO, F. **Riscos naturais e acção antrópica**. Coimbra: Imprensa da Universidade, 2003.

REBELO, F. **Uma experiência europeia em riscos naturais**. Coimbra: Minerva Coimbra, 2005.

Rebouças, A.C. (2003). **Água doce no mundo e no Brasil**. In: Águas doces no Brasil capitais ecológicas usos e conservação. São Paulo, Brasil.

RENOVATO, D. C. C.; SENA, C. P. S.; SILVA, M. S. S. ANÁLISE DE PARGMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DA BARRAGEM PÚBLICA DA CIDADE DE PAU DOS FERROS (RN) – pH, COR, TURBIDEZ, ACIDEZ, ALCALINIDADE, CONDUTIVIDADE, CLORETO E SALINIDADE. IX CONGIC. 2013.

SAKER, João Paulo Pellegrini. **Saneamento Básico e Desenvolvimento**. 2007. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito Político e Econômico, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/teste/arqs/cp061777.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

SALVATORI, R. U.; BESSA, M. C.; CARDOSO, M. R. I. Qualidade sanitária de embutidos coletados no mercado público de Porto Alegre – RS. **Revista Ciência Rural**, V. 33, n. 4, p. 771 – 773, 2003.

SCHMIDT, E. I. **Estudo e qualidade das águas subterrâneas na região sudoeste do município de Estrela – RS**. 2006. 91 f. Monografia (Graduação) – Curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2006.

SILVA, R. D. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciênc. saúde coletiva**. V. 8, n.4. São Paulo. 2003.

SOUZA, M. L. O Território: sobre espaço de poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO. I. E. de et al. (orgs.) **Geografia: Conceitos e Temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1995.

TODD, D. K., 1959. **Hidrologia de Águas Subterrâneas**. Editora Edgard Blucher Ltda

TRATA BRASIL. Ranking do saneamento 2018. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/component/estudos/itb/ranking-do-saneamento-2018>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

UFSM. **Padrões de drenagem**. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/labgeotec/pdf/hidrogeografia/aula2_padroes_de_drenagem.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2018.

UN WATER. UNITED NATIONS. Un-water global analysis and assessment of sanitation and drinking-water (glaas). Disponível em: <http://www.unwater.org/publication_categories/glaas/>. Acesso em: 10 mai. 2018.

Veyret, Yvette e Rich Emond, Nancy Meschinet (2007) – “O Risco, os riscos”. In: Veyret, Yvette (Org.). Os Riscos – o Homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, pp. 23-79.

White, G. F.; Kates, R. K. & Burton, I. 2001. Knowing Better and Losing even more: the use of knowledge in hazards management. *Environmental Hazards*, 3: 81-92.

ANEXOS

ANEXO I

Tabela de padrão microbiológico da água para consumo humano

Tipo de água		Parâmetro		VM ⁽¹⁾
Água para consumo humano		Escherichia coli ⁽²⁾		Ausência em 100 mL
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais ⁽³⁾		Ausência em 100 mL
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Escherichia coli		Ausência em 100 mL
		Coliformes totais ⁽⁴⁾	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês

- NOTAS: (1) Valor máximo permitido.
 (2) Indicador de contaminação fecal.
 (3) Indicador de eficiência de tratamento.
 (4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

ANEXO II

Tabela de padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção

Tratamento da água	VM ⁽¹⁾
Desinfecção (para águas subterrâneas)	1,0 uT ⁽²⁾ em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	0,5 uT ⁽²⁾ em 95% das amostras
Filtração lenta	1,0 uT ⁽²⁾ em 95% das amostras

- NOTAS: (1) Valor máximo permitido.
 (2) Unidade de Turbidez.
 (3) Este valor deve atender ao padrão de turbidez de acordo com o especificado no § 2º do art. 30.

ANEXO III

Tabela de metas progressivas para atendimento ao valor máximo permitido de 0,5 uT para filtração rápida e de 1,0 uT para filtração lenta

Período após a publicação da Portaria	Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)		Turbidez ≤ 1,0 uT
	Turbidez ≤ 0,5 uT	No restante das amostras mensais coletadas	
Final do 1º ano	Em no mínimo 25% das amostras mensais coletadas	No restante das amostras mensais coletadas	
Final do 2º ano	Em no mínimo 50% das amostras mensais coletadas		
Final do 3º ano	Em no mínimo 75% das amostras mensais coletadas		
Final do 4º ano	Em no mínimo 95% das amostras mensais coletadas		
Período após a publicação da Portaria	Filtração Lenta		Turbidez ≤ 2,0 uT
	Turbidez ≤ 1,0 uT	No restante das amostras mensais coletadas	
Final do 1º ano	Em no mínimo 25% das amostras mensais coletadas	No restante das amostras mensais coletadas	
Final do 2º ano	Em no mínimo 50% das amostras mensais coletadas		
Final do 3º ano	Em no mínimo 75% das amostras mensais coletadas		
Final do 4º ano	Em no mínimo 95% das amostras mensais coletadas		

ANEXO IV

Tempo de contato mínimo (minutos) a ser observado para a desinfecção por meio da cloração, de acordo com concentração de cloro residual livre, com a temperatura e o pH da água⁽¹⁾

C ⁽²⁾	Temperatura = 5°C										Temperatura = 10°C										Temperatura = 15°C									
	Valores de pH										Valores de pH										Valores de pH									
	≤6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	≤6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	≤6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0									
≤0,4	38	47	58	70	83	98	114	27	33	41	49	58	70	80	10	24	29	35	41	48	57									
0,6	27	34	41	49	59	69	80	19	24	29	35	41	49	57	13	17	20	25	29	34	40									
0,8	21	26	32	39	46	54	63	15	19	23	27	32	38	45	11	13	16	19	23	27	31									
1,0	17	22	26	32	38	45	52	12	15	19	23	27	32	37	9	11	13	16	19	22	26									
1,2	15	19	23	27	32	38	45	11	13	16	19	23	27	32	7	9	11	14	16	19	22									
1,4	13	16	20	24	28	34	39	9	11	14	17	20	24	28	7	8	10	12	14	17	20									
1,6	12	15	18	21	25	30	35	8	10	12	15	18	21	25	6	7	9	11	13	15	17									
1,8	11	13	16	19	23	27	32	7	9	11	14	16	19	22	5	7	8	10	11	14	16									
2,0	10	12	15	18	21	25	28	7	8	10	12	15	17	20	5	6	7	9	10	12	14									

2,2	9	11	14	16	19	23	27	6	8	10	12	14	16	19	5	6	7	8	10	11	13
2,4	8	10	12	15	18	21	25	6	7	9	11	13	15	17	4	5	6	8	9	11	12
2,6	8	10	12	14	17	20	23	5	7	8	10	12	14	16	4	5	6	7	8	10	12
2,8	7	9	11	13	15	19	22	5	6	8	9	11	13	15	4	4	5	7	8	9	11
3,0	7	9	10	13	15	18	20	5	6	7	9	11	12	14	3	4	5	6	8	9	10

NOTAS:

- (1) Valores intermediários aos constantes na tabela podem ser obtidos por interpolação.
 - (2) C: residual de cloro livre na saída do tanque de contato (mg/L).
- Tempo de contato mínimo (minutos) a ser observado para a desinfecção por meio da cloração, de acordo com concentração de cloro residual livre, com a temperatura e o pH da água⁽¹⁾

C (2)	Temperatura = 20°C										Temperatura = 25°C										Temperatura = 30°C									
	Valores de pH										Valores de pH										Valores de pH									
	5,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10	11	5,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10	11	5,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10	11
5,0	14	17	20	24	29	34	40	9	12	14	18	21	24	28	6	8	10	12	15	17	20									
0,6	10	12	14	17	21	24	28	7	8	10	11	13	15	17	5	6	7	9	10	12	14									
0,8	7	9	11	14	16	19	22	5	6	8	10	11	13	15	3	5	6	7	8	10	11									
1,0	6	8	9	11	13	15	18	4	5	6	8	9	11	13	3	4	5	6	7	8	9									
1,2	5	7	8	10	11	13	16	4	5	5	7	8	10	11	3	3	4	5	6	7	8									
1,4	4	6	7	9	10	11	14	3	4	4	6	7	8	10	2	3	3	4	5	6	7									
1,6	4	5	6	8	9	11	12	3	4	4	5	6	7	9	2	3	3	4	4	5	6									
1,8	4	5	6	7	8	10	12	3	3	4	5	6	7	8	2	2	3	3	4	5	6									
2,0	3	4	5	6	7	9	10	2	3	4	4	5	6	7	2	2	3	3	4	4	5									
2,2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	3	4	5	6	7	2	2	3	3	3	4	5									
2,4	3	4	4	5	6	8	9	2	3	3	4	5	6	7	2	2	3	3	3	4	4									
2,6	3	3	4	5	6	7	8	2	2	3	3	4	5	6	2	2	3	3	3	4	4									
2,8	3	3	4	5	6	7	8	2	2	3	3	4	5	5	1	2	2	3	3	3	4									
3,0	2	3	4	4	5	6	7	2	2	3	3	4	4	5	1	2	2	3	3	3	4									

NOTAS:

- (1) Valores intermediários aos constantes na tabela podem ser obtidos por interpolação.
- (2) C: residual de cloro livre na saída do tanque de contato (mg/L).

ANEXO V

Tempo de contato mínimo (minutos) a ser observado para a desinfecção por meio de cloraminação, de acordo com concentração de cloro residual combinado (cloraminas) e com a temperatura da água, para valores de pH da água entre 6 e 9⁽¹⁾

C (2)	Temperatura (°C)					
	5	10	15	20	25	30
5,0	293	773	624	473	321	171
0,6	615	515	415	315	215	115
0,8	462	387	312	237	162	87
1,0	369	309	249	189	130	69
1,2	308	258	208	158	108	58
1,4	264	211	178	135	92	50
1,6	211	191	156	118	81	41
1,8	205	172	139	105	72	39
2,0	185	155	125	95	64	35
2,2	168	141	113	86	59	32
2,4	154	129	104	79	54	29
2,6	142	119	96	71	50	27
2,8	132	110	89	678	46	25
3,0	123	103	83	63	43	23

NOTAS:

- (1) Valores intermediários aos constantes na tabela podem ser obtidos por interpolação.
- (2) C: residual de cloro combinado na saída do tanque de contato (mg/L).

ANEXO VI

Tempo de contato mínimo (minutos) a ser observado para a desinfecção com dióxido de cloro, de acordo com concentração de dióxido de cloro e com a temperatura da água, para valores de pH da água entre 6 e 9⁽¹⁾

C (2)	Temperatura (°C)					
	5	10	15	20	25	30
5,0	13	9	8	7	6	6
0,6	9	6	5	4	4	4
0,8	7	5	4	3	3	3
1,0	5	4	3	3	3	2
1,2	4	3	3	3	2	2
1,4	4	3	2	2	2	2
1,6	3	2	2	2	2	1
1,8	3	2	2	2	2	1
2,0	3	2	2	2	1	1
2,2	2	2	2	2	1	1
2,4	2	2	2	1	1	1
2,6	2	2	1	1	1	1
2,8	2	1	1	1	1	1
3,0	2	1	1	1	1	1

NOTAS:

- (1) Valores intermediários aos constantes na tabela podem ser obtidos por interpolação.
- (2) C: residual de dióxido de cloro na saída do tanque de contato (mg/L).

ANEXO VII

Tabela de padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

Destinatário	CAS ⁽²⁾	INORGÂNICAS	Unidade	VM ⁽³⁾
Aspirina	7440-10-0		mg/L	0,005
Acido	7440-18-2		mg/L	0,01
Bário	7440-10-3		mg/L	0,7
Calcário	7440-41-0		mg/L	0,008
Chumbo	7440-50-4		mg/L	0,01
Cianeto	57-12-5		mg/L	0,07
Cobalto	7440-50-8		mg/L	1
Cromo	7440-47-3		mg/L	0,05
Fluoreto	7782-41-4		mg/L	1,5

Mercurio	7439-97-6	mg/L	0,01
Níquel	7440-20-0	mg/L	0,07
Nitrato (como N)	14797-35-8	mg/L	10
Nitrato (como N)	14797-63-0	mg/L	1
Sódio	7782-49-2	mg/L	2,01
Zinco	7440-66-1	mg/L	0,03
ORGÂNICAS			
Acetileno	75-06-1	mg/L	0,5
Benzeno	71-43-2	mg/L	1
Benzol(a)pireno	50-32-8	mg/L	0,7
Cloro de Vinil	75-01-4	mg/L	2
1,2 Dicloroetano	107-06-2	mg/L	10
1,1 Dicloroetano	75-35-4	mg/L	10
1,2 Dicloroetano (cis + trans)	156-59-2 (cis) 156-60-5 (trans)	mg/L	50
Diclorometano	75-29-2	mg/L	20
Di(2-etilhexil) Sulfato	117-81-7	mg/L	8
Etileno	100-42-5	mg/L	20
Formaldeído	67-68-2	mg/L	0
Tetracloro de Carbono	56-23-5	mg/L	8
Tetracloroetano	127-18-4	mg/L	10
Triclorobenzeno	1,2,4-TCB (120-82-1) 1,3,5-TCB (108-70-3) 1,2,3-TCB (87-61-6)	mg/L	20
Tricloroetano	79-01-6	mg/L	20
AGROTÓXICOS			
2,4 D + 2,4,5 T	94-75-7 (2,4 D) 50-26-2 (2,4,5 T)	mg/L	30
Aldicar	15972-60-8	mg/L	20
Aldicarbe + Allicarbendifens + Allicarbendifósido	116-06-3 (aldicarbe) 1646-88-4 (allicarbendifens) 1646-87-3 (allicarbendifósido)	mg/L	10
Aldrin + Dieldrin	309-00-2 (aldrin) 60-31-1 (dieldrin)	mg/L	0,03
Azintra	1913-24-9	mg/L	2
Carbendazim + benomil	10605-21-7 (carbendazim) 17804-35-2 (benomil)	mg/L	20
Carbofurano	1561-66-2	mg/L	2
Clorfen	5103-74-2	mg/L	2
Clorpirifos + clorpirifos-oxon	2921-88-2 (clorpirifos) 5598-13-2 (clorpirifos-oxon)	mg/L	10
DDT+DDD+DDE	p,p'-DDT (50-29-3) p,p'-DDD (72-54-8) p,p'-DDE (72-55-9)	mg/L	1
Diazin	1330-54-1	mg/L	20
Endossulfan (α D e sôo) (3)	115-29-7, I 0250-99-8, II (33213-65-9); sulfato (1031-07-8)	mg/L	20
Endrin	72403-8	mg/L	0,6
Glifosato + AMPA	1071-83-6 (glifosato) 1062-51-9 (AMPA)	mg/L	100
Endos (agrua FCH) (6)	58-40-9	mg/L	2
Monosulfato	8018401-7	mg/L	180
Monosulfato	10306-50-6	mg/L	12
Metalaxeno	51118-45-2	mg/L	10
Molinate	2212-67-1	mg/L	5
Propiconazolo	298-202-0	mg/L	2
Propiconazolo	40467-41-1	mg/L	2
Propiconazolo	52445-31-1	mg/L	20
Propiconazolo	41198-08-7	mg/L	50
Propiconazolo	122-34-9	mg/L	2
Tribromometano	107334-96-3	mg/L	180
Tribrometo	13201-70-9	mg/L	1,2
Tribrometo	1582-498-8	mg/L	10
DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO(7)			
Ácidos halogenados total	0	mg/L	0,08
Bromato	15541-45-4	mg/L	0,01
Cloro	7782-18-2	mg/L	1
Cloro residual livre	7782-50-5	mg/L	1
Cloro residual Total	10599-903	mg/L	4,0
2,4,6-Triclorofenol	88-46-2	mg/L	0,2
Triclorometano Total	0	mg/L	1,1

NOTAS:

- (1) CAS é o número de referência de compostos e substâncias químicas adotado pelo Chemical Abstract Service.
- (2) Valor Máximo Permitido.
- (3) Somatório dos isômeros alfa, beta e os sais de endossulfan, como exemplo o sulfato de endossulfan.
- (4) Esse parâmetro é usualmente e equivocadamente conhecido como BHC.
- (5) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.
- (6) Ácidos haloacéticos: Ácido monocloraacético (MCAA) - CAS = 79-11-8, Ácido monobromoacético (MBAA) - CAS = 79-08-3, Ácido dicloroacético (DCAA) - CAS = 79-43-6, Ácido 2,2 - dicloropropiônico (DALAPON) - CAS = 75-99-0, Ácido tricloroacético (TCAA) - CAS = 76-03-9, Ácido bromocloroacético (BCAA) CAS = 5589-96-3, 1,2,3, tricloropropano (PI) - CAS = 96-18-4, Ácido dibromoacético (DBAA) - CAS = 631-64-1, e Ácido bromodichloroacético (BDCAA) - CAS = 7113-314-7.
- (7) Trihalometanos: Triclorometano ou Cloroformio (TCM) - CAS = 67-66-3, Bromodichlorometano (BDCM) - CAS = 75-27-4, Dibromoclorometano (DBCM) - CAS = 124-48-1, Tribromometano ou Bromoformio (TBM) - CAS = 75-25-2.

ANEXO VIII

Tabela de padrão de cianotoxinas da água para consumo humano

Parâmetro(1)	CIANOTOXINAS		Unidade	VM(2)
	Microcistinas	Dolicistinas		
Microcistinas			µg/L	1,0 (3)
Dolicistinas			µg equivalente STX/L	1,0

NOTAS:

- (1) A frequência para o controle de cianotoxinas está prevista na tabela do Anexo XII.
- (2) Valor máximo permitido.
- (3) O valor representa o somatório das concentrações de todas as variantes de microcistinas.

ANEXO IX

Tabela de padrão de radioatividade da água para consumo humano

Parâmetro ⁽¹⁾	Unidade	VMP
Rádio-226	Bq/L	1
Rádio-228	Bq/L	0,1

NOTAS: (1) Sob solicitação da Comissão Nacional de Energia Nuclear, outros radionuclídeos devem ser investigados.

ANEXO X

Tabela de padrão organoléptico de potabilidade

Parâmetro	CAS	Unidade	VMP ⁽¹⁾
Alumínio	7410-96-5	mg/L	0,1
Amônia (como NH ₃)	7664-41-7	mg/L	1,5
Cloro	16887-00-6	mg/L	250
Cor Aparente ⁽²⁾		g/l	15
1,1-diclorobenzeno	95-50-1	mg/L	0,01
1,4-diclorobenzeno	106-46-7	mg/L	0,03
Dióxido de cloro		mg/L	300
Fluoretos	100-41-4	mg/L	0,2
Ferro	7419-89-6	mg/L	0,1
Gosto e odor ⁽³⁾		Intensidade	5
Manganês	7419-96-5	mg/L	0,1
Microclorobenzeno	108-90-7	mg/L	0,12
Níquel	7440-71-3	mg/L	0,01
Sólidos dissolvidos totais		mg/L	1000
Sulfato	14808-79-8	mg/L	250
Sulfato de hidrogênio	7783-06-4	mg/L	0,1
Trihalometanos (como THM)		mg/L	0,5
Turbidez ⁽⁴⁾	108-38-3	mg/L	0,17
Zinco	7440-66-6	mg/L	5
Zinco	1310-30-7	mg/L	0,1

NOTAS:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade Hazen (mgPt-Co/L).

(3) Intensidade máxima de percepção para qualquer característica de gosto e odor com exceção do cloro livre, nesse caso por ser uma característica desejável em água tratada.

(4) Unidade de turbidez.

ANEXO XI

Frequência de monitoramento de cianobactérias no manancial de abastecimento de água

Quando a densidade de cianobactérias (colônias/ml) for:	Frequência
≤ 10.000	Manual
> 10.000	Semanal

ANEXO XII

Tabela de número mínimo de amostras e frequência para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial.

Parâmetro	Tipo de Manancial	Sítio de Tratamento		Sistema de distribuição (reservatórios e rede)					
		Nº Amostras	Frequência	Número de amostras			Frequência		
				<50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.	<50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.
Cor	Superficial	1	A cada 2 horas	10	1 para cada 5mil hab.	40 + (1 para cada 25 mil hab.)	Mensal		
	Subterrâneo	1	Semanal	5	1 para cada 10 mil hab.	20 + (1 para cada 50 mil hab.)	Mensal		
Turbidez, Cloro Residual Livre ⁽¹⁾ , Closmínio ⁽²⁾ , Densidade de Cloro ⁽³⁾	Superficial	1	A cada 2 horas	Conforme § 3º do Artigo 41			Conforme § 3º do Artigo 41		
	Subterrâneo	1	2 vezes por semana						
pH e flúoreto	Superficial	1	A cada 2 horas	Dispensada a análise			Dispensada a análise		
	Subterrâneo	1	2 vezes por semana						
Gosto e odor	Superficial	1	Trimestral	Dispensada a análise			Dispensada a análise		
	Subterrâneo	1	Semanal						
Cianotoxinas	Superficial	1	Semanal quando nº de cianobactérias ≥ 20.000 colônias/ml.	Dispensada a análise			Dispensada a análise		
	Subterrâneo	1	Trimestral	1 ⁽⁵⁾	4 ⁽⁵⁾	4 ⁽⁵⁾	Trimestral		
Produtos secundários da desinfecção	Superficial	1	Semanal	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾
	Subterrâneo	1	Semanal	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾
Demais parâmetros ⁽⁶⁾	Superficial ou Subterrâneo	1	Semanal	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾
	Subterrâneo	1	Semanal	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾

NOTAS:

(1) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

(2) As amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição.

(3) A definição da periodicidade de amostragem para o quesito de radioatividade será definido após o inventário inicial, realizado semestralmente no período de 2 anos, respeitando a sazonalidade pluviométrica.

(4) Para agrotóxicos, observar o disposto no parágrafo 5º do artigo 41.

(5) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e, ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

ANEXO XIII

Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida

Parâmetro	Saída do Tratamento (Número de amostras por unidade de tratamento)	Sistema de distribuição (reservatórios e rede)			
		População abastecida			
		< 5.000 hab.	5.000 a 20.000 hab.	20.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Coliformes totais	Duas amostras semanais ⁽¹⁾	110	1 para cada 500 hab.	30 + (1 para cada 2.000 hab.)	105 + (1 para cada 5.000 hab.) Máximo de 1.000
Escherichia coli					

NOTA:

(1) Recomenda-se a coleta de, no mínimo, quatro amostras semanais.

ANEXO XIV

Tabela de número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida

Parâmetro	Saída do Tratamento (Número de amostras por unidade de tratamento)	Sistema de distribuição (reservatórios e rede)			
		População abastecida			
		< 5.000 hab.	5.000 a 20.000 hab.	20.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Coliformes totais	Duas amostras semanais ⁽¹⁾		1 para cada 500 hab.	30 + (1 para cada 2.000 hab.)	105 + (1 para cada 5.000 hab.) Máximo de 1.000
Escherichia coli					

NOTA:

(1) Recomenda-se a coleta de, no mínimo, quatro amostras semanais.

ANEXO XV

Tabela de número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de solução alternativa coletiva, para fins de análises físicas, químicas e microbiológicas, em função do tipo de manancial e do ponto de amostragem

Parâmetro	Tipo de manancial	Saída do tratamento (para água canalizada)	Número de amostras retiradas no ponto de consumo (para cada 500 hab.)	Frequência de amostragem
Cor, turbidez, pH e coliformes totais ^{(1) * (2)}	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Mensal
Cloro residual livre ⁽¹⁾	Superficial ou Subterrâneo	1	1	Diário

NOTAS:

(1) Para veículos transportadores de água para consumo humano, deve ser realizada uma análise de cloro residual livre em cada carga e uma análise, na fonte de fornecimento, de cor, turbidez, pH e coliformes totais com frequência mensal, ou outra amostragem determinada pela autoridade de saúde pública.

(2) O número e a frequência de amostras coletadas no sistema de distribuição para pesquisa de Escherichia coli devem seguir o determinado para coliformes totais.