

INSTITUTO FEDERAL
GOIÁS
Câmpus Anápolis

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ANÁPOLIS

CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

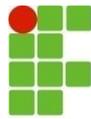
**DETERMINAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE
CISTERNA CONSUMIDA PELA REGIÃO SUDOESTE DE ANÁPOLIS-GO**

STYGIA MAYUKI TAKAHASHI

ORIENTADORA: Prof. Ms. Rejane Dias Pereira Mota

ANÁPOLIS

2013



INSTITUTO FEDERAL
GOIÁS
Câmpus Anápolis

STYGIA MAYUKI TAKAHASHI

**DETERMINAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE
CISTERNA CONSUMIDA PELA REGIÃO SUDOESTE DE ANÁPOLIS-GO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura
em Química apresentado ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás -
Câmpus Anápolis.

Orientadora: Prof. Ms. Rejane Dias Pereira Mota.

ANÁPOLIS

2013

STYGIA MAYUKI TAKAHASHI

**DETERMINAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE
CISTERNA CONSUMIDA PELA REGIÃO SUDOESTE DE ANÁPOLIS-GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Química do Instituto Federal de Goiás – IFG – Câmpus Anápolis, como parte das exigências do curso de Licenciatura em Química para obtenção do título de licenciado em Química.

Orientadora: Prof. Ms. Rejane Dias Pereira Mota.

Aprovada em ____ de _____ de _____

Profa. Orientadora Ms. Rejane Dias Pereira Mota

IFG – Câmpus Anápolis

Profa. Ms. Luciane Dias Pereira

IFG – Câmpus Anápolis

Prof. Ms. Marcos dos Reis Vargas

IFG Câmpus Goiânia

ANÁPOLIS

2013

À Deus,

“Razão de tudo o que somos e fazemos”.
Em especial à Santíssima Mãe de Deus,
que me acompanhou durante toda a
jornada deste trabalho.

À minha mãe,

“Razão maior de minha
existência e exemplo de amor com que
fui criada. Pelo amor, incentivo, apoio
incondicional, companheirismo e suporte
emocional, além dos sacrifícios e
concessões”.

**Ao Luis Fernando de Souza e
minhas amigas Ludimila, Layssa e
Sabrine,**

“São pessoas tão queridas e especiais,
que seria impossível ter feito alguma
coisa sem eles, que me ajudam e se
fazem presentes constantemente”.

À minha orientadora Rejane,

“Pelo carinho, esforço e dedicação,
sempre presente e disposta a ajudar
durante todo o percurso deste trabalho”.

“Obrigado por fazerem parte do meu mundo”

Agradeço à Deus, à Mãe de Deus, à minha família e professora Rejane pelo apoio e paciência e a todos os que colaboraram para a realização deste.

Talvez seja, mas o fato é que as verdades inconvenientes não desaparecem apenas por não serem vistas. Quando ninguém reage a elas, sua importância não diminui, mas aumenta.

Al Gore.

RESUMO

A qualidade da água é um fator muito importante quando se trata da saúde do ser humano e de questões sanitárias, pois, além de fazer parte da constituição de quase 70% do seu organismo é intitulada solvente universal, podendo carrear e solubilizar diversos tipos de substâncias, sendo também constituinte de um dos principais meios de crescimento de microrganismos. Considerando a importância da água para a saúde humana, este trabalho representou um estudo da verificação da qualidade da água de cisternas (poços artesianos rasos). Observando que alguns moradores da região de entorno do Cemitério Parque de Anápolis apresentavam queixas quanto à própria saúde e a de seus filhos, verificou-se que um alimento comum a todos seria a água e que esta muitas vezes era obtida a partir de cisternas (poços artesianos rasos). Foi descartada a hipótese do saneamento básico ser o responsável, visto que os bairros apresentam boas condições de saneamento, quando se trata de esgotos domésticos. Considerando os fatores relacionados à qualidade da água, este trabalho teve como objetivo a determinação das características físico-químicas e microbiológicas da mesma, por meio de 5 amostragens, em cada uma de 6 residências escolhidas da região. Foram avaliados os seguintes parâmetros: Aspecto, Odor, Cor, Turbidez, Sólidos Totais, pH, Alcalinidade de Hidróxidos, Alcalinidade de Carbonatos, Alcalinidade de Bicarbonatos, Dureza Total, Oxigênio Consumido, Nitrogênio Nitroso (Nitrito), Nitrogênio Nítrico (Nitrato), Ferro, Cloretos, Condutividade, Contagem Microbiana, Coliformes Totais, *E. Coli* e *Pseudomonas aeruginosa*. Nos resultados obtidos foi observado que houve presença de coliformes totais em todas as amostras e a contagem total de bactérias (contagem microbiana) se encontra com resultados um pouco mais altos, porém, dentro da especificação. Desta forma, esta água pode ser utilizada para consumo humano desde que possua análises periódicas para certificar que a mesma atende aos padrões exigidos, ressaltando que, a forma mais segura de consumo de água seria a obtenção a partir da rede pública de abastecimento.

Palavras-chave: Água, consumo, qualidade, quantificação.

ABSTRACT

Water quality is a very important factor when it comes to human health and sanitary issues, because in addition to being part of the constitution of almost 70 % of our body is called universal solvent , and may adduce solubilize various types of substances, is also a constituent of the main means of growth of microorganisms. Considering the importance of water to human health, this work represented a study verifying the quality of the water tanks (shallow wells). Nothing that some residents of the area surrounding the Park City Cemetery complained about their own health and that of their children, it was found that a common food at all, would water and that this was often obtained from cisterns (shallow wells). It was ruled out that sanitation since neighborhoods have good sanitation, when it comes to domestic sewage. Considering the factors related to water quality, this study aimed to determine the physico-chemical and microbiological characteristics of the same, by means of 5 samples in 6 homes in the region. We evaluated the following parameters: Appearance, Odor, Color, Turbidity, Total Solids, pH, Alkalinity Hydroxide, Carbonate Alkalinity, Alkalinity Bicarbonates, Total Hardness, Consumed Oxygen, Nitrous Nitrogen (Nitrite), nitric nitrogen (nitrate), Iron, Chloride, Conductivity, Microbial Count, Total Coliforms, E. coli and Pseudomonas aeruginosa. According to the results it was observed presence of total coliforms in all samples and the total count of bacteria (microbial count) is with results slightly higher, but within specification. Thus, this water can be used for human consumption since they have regular reviews to ensure that it meets the required standards, noting that the safest water consumption would be getting from the public water supply.

Keywords: *Water, consumption, quality, quantification.*

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	10
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 – Águas Subterrâneas e A Contaminação de Águas Subterrâneas	12
2.2 – Captação de Águas Subterrâneas: Cisternas, Poços Artesianos Rasos, Cacimba ou Amazonas	14
2.3 – Cemitérios e Impactos Ambientais	15
2.4 – A Importância da Determinação Microbiológica	18
2.4.1 – Contagem Microbiana, Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes (<i>E. coli</i> e <i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	20
2.5 – A Importância das Determinações Físico-Químicas	22
2.6 – Água de Cisternas, A Portaria 1.469/00, Portaria nº518 de 25 de março de 2004 e CNNPA (Comissão de Normas e Padrões de Alimentos) nº12 de 1978	29
2.7. Parâmetros e Limites Determinados	33
3 – MATERIAIS E REAGENTES	35
4 – METODOLOGIA	38
4.1 – Amostragem e Acondicionamento	38
4.1.1 – Amostragem para Análises Microbiológicas	38
4.1.2 – Amostragem para Análises Físico-Químicas	38
4.2 – Determinações Físico-Químicas	38
4.3 – Análises/Ensaio Microbiológicos	38
5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
5.1 – Ensaio Físico-Químicos	40
5.2 – Ensaio Microbiológicos	48
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	60
1 – METODOLOGIA	59
APÊNDICES	84
1 – Amostras	84
2 – Análises Microbiológicas	85

1 – INTRODUÇÃO

A água é importante para a manutenção da vida, a sua sanidade e utilização racional são de impacto para a economia e preservação da saúde da coletividade. A água para o consumo humano é aquela cujos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e radioativos atendem aos padrões de potabilidade e não oferecem risco à saúde da população (LUTZ, 2008).

De acordo com a origem e tratamento recebido, as características das águas potáveis variam, sendo de grande importância o conjunto de determinações físico-químicas, que avaliam essas propriedades. Esses referidos ensaios são destinados à verificação da qualidade de águas provenientes de poços, minas, água mineral e de abastecimento público (LUTZ, 2008).

Assim, os parâmetros estabelecidos por Leis e Portarias Federais, Estaduais e Municipais, bem como Resoluções Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) vigentes que garantem a qualidade e segurança da água consumida, devem ser cuidadosamente atendidos.

O usuário (proprietário do imóvel, empresa, etc) é responsável pela seleção do tipo de água adequado aos seus objetivos, bem como pelos controles e verificações necessários, em intervalos que garantam a manutenção da qualidade desejada. Ele deve assegurar que o sistema apresenta desempenho adequado e capacidade para fornecer água com o nível de qualidade estabelecido (...). O controle da contaminação da água é crucial, uma vez que a água tem grande capacidade de agregar compostos diversos e também, de se contaminar novamente após a purificação. Os contaminantes da água são representados por dois grandes grupos: químico e microbiológico (FARMACOPÉIA BRASILEIRA, 2010).

De forma a garantir a segurança da água consumida, a mesma é fornecida pela rede de abastecimento público, no caso da cidade de Anápolis-GO, a Saneamento de Goiás S.A. (SANEAGO), que atende aos parâmetros estabelecidos e acompanha cada etapa de tratamento da água, desde a sua captação até a distribuição.

Parte da população anapolina faz uso de cisternas (poços artesianos rasos) para abastecimento de água de seus lares, esta é uma prática comum no Brasil, por motivos sócio-econômicos ou insuficiência no abastecimento.

O principal motivo da construção destas cisternas é a falta de água constante, por parte da rede de abastecimento público (SANEAGO), que com o constante crescimento da

cidade não consegue sanar as reclamações e o desconforto causado, enquanto, os moradores são privados de realizar tarefas simples, como a limpeza de suas moradias, alimentação e higiene.

Quando questionados, os moradores constroem seus poços sem consulta à prefeitura (que não fiscaliza esse tipo de construção, por omissão ou por não se responsabilizar pelo uso desse tipo de água) que, conforme a Lei abaixo deveriam ser aprovados pelo órgão competente, com as devidas disposições.

Conforme a Lei nº 112, de 19 de junho de 1968, que institui o código de posturas do município de Anápolis e dá outras providências, cita no Art. 39 disposições sobre poços artesianos:

Art. 39. Os poços artesianos ou semi-artesianos deverão ser adotados nos casos gerais de grande consumo de água e quando as possibilidades do lençol profundo permitirem volumes suficientes de água em condições de potabilidade.

§ 1º. Os estudos e projetos relativos à perfuração de poços artesianos ou semiartesianos deverão ser aprovados pelo órgão competente da Prefeitura.

§ 2º. A perfuração de poços artesianos e semi-artesianos deverá ser executada por firma especializada.

§ 3º. Além do teste dinâmico de vazão e do equipamento de elevação, este quando for o caso, os poços artesianos e semi-artesianos deverão ter a necessária proteção sanitária, por meio de encamisamento e vedação adequada.

Esta prática traz uma grande preocupação, pois a água de cisterna não passa por nenhum tratamento físico ou químico que garanta as características das águas para que sejam próprias para o consumo. Isso é agravado nas regiões próximas ao Instituto Federal de Goiás (IFG) – Câmpus Anápolis, região Sudoeste, em função da presença do Cemitério Parque que pode aumentar a contaminação das águas subterrâneas afetando diretamente poços rasos como cisternas, que podem ter o nível microbiológico elevado e ser de má qualidade, no que tange os aspectos físicos e químicos.

Verificando a reclamação dos moradores da região sudoeste da cidade, quanto à própria saúde e a de seus filhos e correlacionando esta prática e a proximidade do cemitério, pretendeu-se com este trabalho, caracterizar a qualidade da água consumida pela população, de forma a conscientizá-los sobre os riscos de consumir uma água não tratada, captada próximo ao cemitério parque da cidade.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – Águas Subterrâneas:

Água subterrânea é toda a água que ocorre abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas, e que sendo submetida a duas forças (de adesão e de gravidade) desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos. As águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada (ABAS, 2013).

Assim como a distribuição das águas superficiais é muito variável, a das águas subterrâneas também é, uma vez que elas se inter-relacionam no ciclo hidrológico e dependem das condições climatológicas. Entretanto, as águas subterrâneas são aproximadamente 100 vezes mais abundantes que as águas superficiais dos rios e lagos. Embora elas encontrem-se armazenadas nos poros e fissuras milimétricas das rochas, estas ocorrem em grandes extensões, gerando grandes volumes de águas subterrâneas na ordem de, aproximadamente, 23.400 km³, distribuídas em uma área aproximada de 134,8 milhões de km², constituindo-se em importantes reservas de água doce (ABAS, 2013).

Durante o percurso no qual a água percola entre os poros do subsolo e das rochas, ocorre a depuração da mesma através de uma série de processos físico-químicos (troca iônica, decaimento radioativo, remoção de sólidos em suspensão, neutralização de pH em meio poroso, entre outros) e bacteriológicos (eliminação de microorganismos devido à ausência de nutrientes e oxigênio que os viabilizem) que agindo sobre a água, modificam as suas características adquiridas anteriormente, tornando-a particularmente mais adequada ao consumo humano. Sendo assim, a composição química da água subterrânea é o resultado combinado da composição da água que adentra o solo e da evolução química influenciada diretamente pelas litologias atravessadas, sendo que o teor de substâncias dissolvidas nas águas subterrâneas vai aumentando à medida que prossegue no seu movimento (ABAS, 2013).

A partir da década de 60, a denominação de águas subterrâneas, para as águas do subsolo é considerada a mais apropriada, desde que a abordagem evoluiu do objetivo tradicional de determinação de reservas de águas disponíveis no subsolo, das vazões de produção das obras de captação ou dos poços tubulares, para uma análise mais abrangente das suas condições de uso e proteção (MACÊDO, 2004).

2.2 – A Contaminação de Águas Subterrâneas

Águas subterrâneas foram tradicionalmente consideradas como sendo uma forma pura de água. Por causa da filtração através do solo e seu longo tempo de residência no subterrâneo, ela contém muito menos matéria orgânica natural e microorganismos causadores de doenças do que águas de lagos ou rios, embora este último ponto possa ser um conceito errado, de acordo com as recentes evidências (BAIRD, C; CANN, M., 2011).

Algumas águas subterrâneas são naturalmente muito salgadas e ácidas para o consumo humano ou para uso em irrigação, e podem conter quantidades excessivas de íons sódio, sulfeto, ou ferro que inviabilizam o seu uso em muitas outras atividades. Embora a humanidade tenha se preocupado com a poluição de águas superficiais em rios e lagos há muito tempo, a contaminação de águas subterrâneas por compostos químicos não foi reconhecida como um sério problema ambiental até os anos 80, não obstante o fato que ela tenha ocorrido por mais de um século (BAIRD, C; CANN, M., 2011).

Para uma grande parte da sociedade, a contaminação de águas subterrâneas foi negligenciada porque não era imediatamente visível – no melhor estilo “os que os olhos não vêem; o coração não sente” – ainda que a água subterrânea fosse uma importante fonte de água potável (...). Ironicamente, águas superficiais podem ser limpas de forma relativamente fácil e rapidamente, enquanto a poluição de águas subterrâneas é um problema muito mais difícil e caro para solucionar (BAIRD, C; CANN, M., 2011).

Estamos agora conscientes das conseqüências – incluindo altos custos de remediação – da disposição descontrolada de lixos orgânicos, a maioria das grandes corporações em países desenvolvidos tornou-se muito mais responsável em suas disposições de compostos químicos. Infelizmente, o descarte coletivo de fontes menores, incluindo muitas cidades, pequenas indústrias e fazendas, não foram ainda controlados. Similarmente, o enorme número de fossas sépticas que existem é coletivamente uma maior fonte de nitrato, bactérias, vírus, detergentes e produtos de limpeza para águas subterrâneas (BAIRD, C; CANN, M., 2011).

A contaminação de águas subterrâneas por compostos orgânicos é a maior preocupação. Muitas substâncias orgânicas decompõe-se rapidamente ou são imobilizadas no solo, tanto que o número de compostos que são suficientemente persistentes e móveis para viajar para a camada de água e para contaminar águas subterrâneas é relativamente pequeno (BAIRD, C; CANN, M., 2011).

2.2 – Captação de Águas Subterrâneas: Cisternas, Poços Artesianos Rasos, Cacimba ou Amazonas

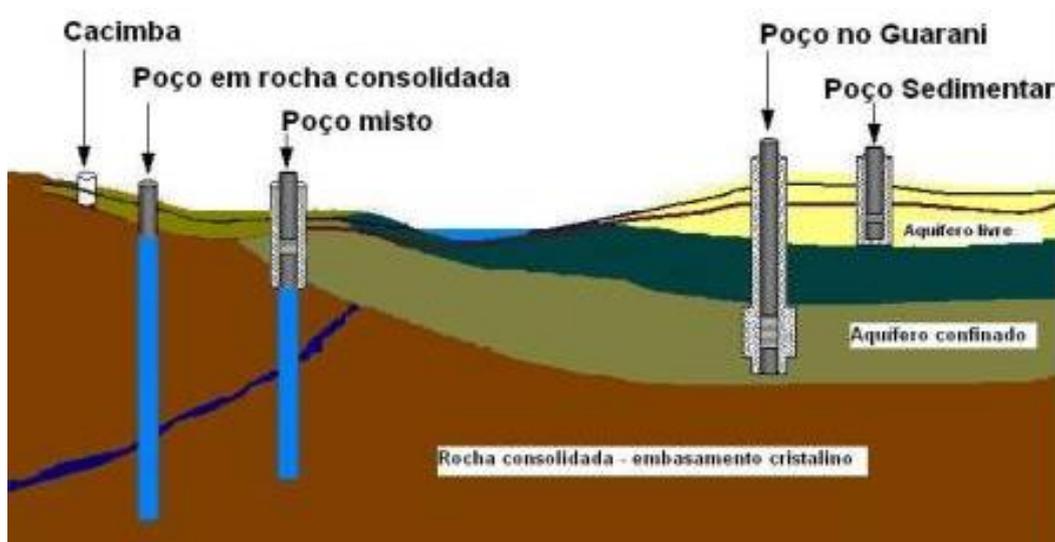
2.2.1 – Cisternas, Poços Artesianos Rasos, Cacimba ou Amazonas :

São 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, 2013).

2.2.2 – Tipos de Poços:

A Figura 01 representa esquematicamente os tipos de Poços existentes para a captação das Águas Subterrâneas (ABAS, 2013):

- Cacimba, poço artesiano raso, cisterna ou poço amazonas. Construídos manualmente. Não carece de licenciamento ou autorização governamental dos órgãos gestores.
- Poço perfurado em rochas consolidadas ou cristalinas. Também conhecido como semi – artesiano.
- Poço perfurado em rochas inconsolidadas e consolidadas. Pode ser chamado de Poço Misto e semi – artesiano.
- Poço no Aquífero Guarani. Poço perfurado em rochas consolidadas e inconsolidadas, com grandes diâmetros (até 36”) e profundidades (até 1.500 metros). Também chamado de artesiano, jorrante ou não.
- Poço Sedimentar, perfurado em rochas geralmente inconsolidadas. Pode ser chamado também de semi – artesiano.



FONTE: ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas).

Figura 01 - Representação esquemática dos tipos de poços existentes

2.3 – Cemitérios e Impactos Ambientais

A *World Health Organization* (Organização Mundial da Saúde) (WHO, 1998) se mostrou preocupada com o impacto que os cemitérios poderiam causar ao meio ambiente, através do aumento da concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas nas águas subterrâneas e a eventual presença de micro-organismos patogênicos, e enfatizou a necessidade de mais pesquisas a respeito do assunto (MACÊDO, 2004).

Após a morte, o corpo humano sofre putrefação, que é a destruição dos tecidos do corpo pela ação das bactérias e enzimas, levando à formação de gases, líquidos e sais. Os gases produzidos são H_2S , CH_4 , CO_2 , NH_3 e H_2 , o odor característico é causado por alguns desses gases e por mercaptana, que é uma substância que é constituída por gás sulfídrico (sulfeto de hidrogênio) ligado a carbono saturado. A decomposição do corpo vai depender das condições ambientais, podendo ocorrer até em 24 horas – sendo os gases formados de 48 a 72 horas – sempre ressaltando que a decomposição do corpo varia de meses a anos. Por exemplo, em clima tropical, aproximadamente 3 anos, no clima temperado, pode alcançar até 10 anos (MACÊDO, 2004).

Segundo Lezire Marques Silva (2007), da Universidade São Judas Tadeu, em São Paulo, um cadáver de cerca de 70 Kg produz em média 30 litros de resíduos líquidos, sendo que 10% (3 litros) são constituídos por soluções de metais pesados e por substâncias como cadaverina e putrescina, utilizadas como veneno na Idade Média. Um estudo apresentado pelo Programa de Saneamento Básico e Cidadania em abril de 2001, pela organização Pan

Americana de Saúde, afirma que uma vez diluído na água o necrochorume alcança um raio superior a 400 m, dependendo do fluxo dos aquíferos (SILVA *apud* MACÊDO, 2004, pág 107).

O necrochorume é uma solução aquosa rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, de cor castanho-acizentada, viscosa, polimerizável, de cheiro forte e com grau de patogenicidade variável, segundo o autor, o necrochorume é constituído por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas, que se decompõe para produzir diaminas, como cadaverina (C₅H₁₄N₂) e a putrescina (C₄H₁₂N₂), que se decompõem levando a formação de íon NH₄⁺ (íon amônio). A pesquisa realizada por MATOS (2001) mostrou:

- A presença, principalmente de bactérias heterotróficas (53 x 10³ UFC/mL), bactérias proteolíticas (31 NNP – Nitrogênio Não Protéico/100 mL) e clostrídios-sulfito-redutores (45 NMP/100 mL) nas águas subterrâneas do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, sendo também encontrados enterovírus e adenovírus;

- As principais fontes de contaminação das águas subterrâneas são as sepulturas com menos de um ano e localizadas nas cotas mais baixas, próximas ao nível freático, em torno de 4 m. Ao levar a um grande consumo de oxigênio, provocam um acréscimo na quantidade de sais minerais, aumentando a condutividade elétrica da água, levando a um aumento da concentração dos íons, como: bicarbonato, cloreto, sódio e cálcio, e dos metais ferro, alumínio, chumbo e zinco;

- As bactérias são transportadas alguns metros, diminuindo em concentração com o aumento da distância à fonte de contaminação. Os vírus parecem ter uma mobilidade maior que as bactérias, alcançando no mínimo, algumas dezenas de metros no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha. Os vírus foram transportados pelo menos 3,2 m na zona não saturada até alcançar o aquífero (MATOS *apud* MACÊDO, 2004, pág. 108).

Como informação complementar estudos da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2007) asseguram que vírus podem resistir durante meses em águas naturais CORAPCIOGLU e HARIDAS (1984) afirmam que os vírus podem sobreviver de 1 a 6 meses no meio ambiente, segundo ROMERO (1970) em condições favoráveis bactérias e vírus podem sobreviver por até 5 anos. O trabalho de MATOS (2001) apresentou indícios que os enterovírus e adenovírus permanecem por pelo menos um, no cemitério da Vila Nova Cachoeirinha (CORAPCIOGLU; HARIDAS *apud* MACÊDO, 2004, pág 109).

Em geral os suplementos de cadáveres humanos em cemitérios são feitos por inumação – caixão colocado diretamente na terra – e por entumulação – os caixões são colocados em jazigos. Consequentemente as necrópoles são laboratórios de decomposição

de matéria orgânica, representando um risco potencial para o ambiente e saúde pública. Por isso, é inquestionável a necessidade de maiores preocupações com a localização e operação deste tipo de construção (MACÊDO, 2004).

Quase sempre a implantação de cemitérios é feita em terrenos de baixo valor imobiliário ou com condições de relevo inadequadas para outro tipo de uso, não levando em conta o fator geológico e hidrogeológico. Assim sendo, poderão ocorrer impactos ambientais primários e secundários e fenômenos biológicos que modificarão ou impedirão, os processos de decomposição e transformação dos cadáveres (MACÊDO, 2004).

Os impactos ambientais primários ocorrem com a contaminação das águas subterrâneas de menor profundidade – aquífero freático – e, excepcionalmente, com a das águas superficiais. Os impactos ambientais secundários tem lugar com a formação de maus cheiros nas áreas dos cemitérios, provocados pela emanção dos gases funerários, como consequência da má confecção das sepulturas por inumação, isto é, profundidade de enterramento insuficiente e cobertura de terra inadequada, quanto à altura e tipo do solo. Nos jazigos podem ocorrer maus cheiros quando nestas construções aparecem fendas (MACÊDO, 2004).

Estudos realizados no cemitério Vila Nova Cachoeirinha e cemitério Vila Formosa, em São Paulo, mostram que os aquíferos encontram-se contaminados por micro-organismos constataram a contaminação do aquífero freático por micro-organismos – coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais, clostrídios sulfito redutores e outros – oriundos da decomposição dos corpos sepultados por inumação. Aqueles atingiram o aquífero através do necrochorume – neologismo que designa o líquido liberado intermitentemente pelos cadáveres em putrefação, que também pode conter microorganismos patogênicos – transportados pelas chuvas infiltradas nas covas ou pelo contato dos corpos com a água subterrânea (MACÊDO, 2004).

Os estudos também mostram que a água do aquífero freático de um dos cemitérios flui contaminado para área externa. Se essa água for captada por poços para utilização como água potável, coloca-se em risco a saúde, pois, pode-se contrair doenças como a febre tifóide, paratifóide, cólera e outras (MACÊDO, 2004).

Esse problema foi levantado em 1996 em uma dissertação de mestrado que avaliou amostras de água de 4 poços situados ao redor do cemitério São João Batista, em Fortaleza (CE). As amostras apresentaram a presença de micro-organismos capazes de causar tétano, hepatite e infecções diversas. A falta de jazigos nos sepultamentos agrava mais o problema, ou seja, o caixão fica em contato direto com o solo (MACÊDO, 2004).

Como no Brasil não há controle, na construção de cemitérios, a solução tem sido adiada pelos governantes e o Estado não assume e repassa as responsabilidades aos municípios e estes, por sua vez não tem tecnologia e muito menos interesse político em resolvê-lo (MACÊDO, 2004).

Para isso, o (CONAMA) promulgou a resolução nº335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios, considerando a necessidade de regulamentação dos aspectos essenciais relativos ao processo de licenciamento ambiental dos mesmos e o respeito às práticas e valores religiosos e culturais da população. Segundo a resolução, o cemitério é uma área destinada a sepultamentos e devem ser submetidos ao processo de licenciamento ambiental, nos termos desta resolução, sem prejuízo de outras normas aplicáveis à espécie (CONAMA, 2003; COSTA, 2004).

Na fase de Licença Prévia do licenciamento ambiental, deverão ser apresentados, dentre outros, os seguintes documentos, caracterização da área na qual será implantado o empreendimento, compreendendo a localização tecnicamente identificada no município, com indicação de acessos, sistema viário, ocupação e benfeitorias no seu entorno (CONAMA, 2003; COSTA, 2004).

2.4 – A Importância da Determinação Microbiológica

Os microrganismos são definidos de forma simplificada, como seres microscópicos individualmente invisíveis a olho nu. São os seres vivos dotados de maior diversidade biológica conhecida, tanto morfológica como fisiológica e ecológica. Podem apresentar formas celulares as mais variadas, são metabolicamente capazes de realizar todos os tipos de reações bioquímicas conhecidas e podem ser encontrados em praticamente todos os ambientes, dos mais simples aos mais extremos (VERMELHO *et al.*, 2011).

Um tratamento inadequado da água para consumo humano permite que agentes contaminantes adentrem ao organismo de crianças e adultos. Por falta de hábitos de higiene adequados, as crianças permitem que a proliferação destes microrganismos ocorra de maneira rápida e eficaz (AMARAL *et al.*, 2003).

As doenças que podem ser transmitidas pela água ingerida são causadas principalmente por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, transmitidas basicamente pela rota fecal-oral, ou seja, são excretados nas fezes de indivíduos ou animais infectados e ingeridos por água ou alimento contaminado (AMARAL *et al.*, 2003).

Os padrões microbianos para a água potável foram desenvolvidos no início do século 20, para proteger a população de doenças por ela transmitidas, como febre tifóide, cólera e disenteria. Estas doenças aterrorizavam as populações urbanas de 1820 até as duas primeiras décadas do século 20. O padrão quase universalmente adotado no monitoramento da água potável consiste em contagem de heterotróficos em placas, com níveis permitidos de, no máximo, 500 UFC por mL, e ausência de microrganismos indicadores fecais em amostras de 100 mL (PINTO *et al.*, 2010).

As bactérias podem afetar a qualidade da água por desativar reagentes ou alterar substratos por ação enzimática, aumentar o conteúdo em COT (carbono orgânico total), alterar a linha de base (ruído de fundo) em análises espectrais e produzir pirogênicos e endotoxinas (FARMACOPÉIA BRASILEIRA, 2010).

O padrão microbiológico é especificado em paralelo aos contaminantes químicos e consiste na ausência de coliformes totais e termotolerantes (micro-organismos patogênicos de origem fecal), além de enterovírus, cistos e oocistos de protozoários, como *Giardia sp* e *Cryptosporidium sp* em amostra de 100 mL (FARMACOPÉIA BRASILEIRA, 2010).

É verificável que tais obstáculos à saúde das populações estão diretamente relacionados com precariedades em saneamento básico e a consequente degradação ambiental. Nessa problemática também assumem relevância a escolaridade e o conhecimento sanitário da população exposta. O equacionamento das problemáticas esbarra no custo das obras de saneamento básico. Também enfrenta a falta de programas educativos capazes de envolver as comunidades, fundamentais para a mudança de hábitos e crenças que contribuem para os mecanismos de transmissão dessas doenças e que, muitas vezes, representam fatores de subdesenvolvimento social (GIATTI, *et al.* 2004).

O fornecedor de água tem a responsabilidade de tratá-la, para reduzir o número de micro-organismos viáveis ao padrão da água potável (...). No caso de abastecimento urbano de água no Brasil, o cloro na maioria das vezes é o agente responsável pela baixa carga microbiana (PINTO *et al.*, 2010).

2.4.1 – Contagem Microbiana, Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes (*E. coli* e *Pseudomonas aeruginosa*)

2.4.1.1 – Contagem Microbiana:

A composição microbiana da água potável é variável. Depende primeiramente de sua origem: por exemplo, rios pobre em nutrientes (oligotróficos), onde a contagem microbiana

raramente excede poucos milhares por mL, ou ricos em nutrientes (eutróficos), onde, em alguns casos, as contagens excedem 10^6 por mL. O segundo fator é a época do ano, com influência na disponibilidade de nutrientes e temperatura (PINTO *et al.*, 2010).

A água armazenada em cisternas é utilizada como água potável sem nenhum controle em várias cidades brasileiras, e esse tipo de água deve ser avaliada pela sua qualidade microbiológica, pois, o risco de conter patógenos prejudiciais à saúde humana é alto (AMARAL *et al.*, 2003).

Estes riscos são representados principalmente por bactérias e apresentam um grande desafio à qualidade da água. São originários da própria microbiota da fonte de água (FARMACOPÉIA BRASILEIRA, 2010).

A contagem de bactérias é reportada em unidades formadoras de colônias por mililitro (UFC/mL) e, em geral, aumenta com o tempo de estocagem da água. Os contaminantes mais frequentes são bastonetes gram-negativos, principalmente dos gêneros *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Aeromonas* e *Acinetobacter* (FARMACOPÉIA BRASILEIRA, 2010).

2.4.1.2 – Coliformes Totais:

Os coliformes totais e fecais são os indicadores de contaminação mais utilizados para avaliar e controlar a qualidade da água, inclusive para o consumo humano (VALIAS; SILVA, 2001).

2.4.1.3 – *Escherichia coli*:

O *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* define o grupo coliforme como: "todas as bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, gram negativas, não esporuladas e na forma de bastonete". Neste grupo incluem-se organismos que diferem nas características bioquímicas, sorológicas e no seu habitat, e que podem ser dos gêneros: *Escherichia*, *Aerobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e outros gêneros que quase nunca aparecem em fezes como a *Serratia* (ALVES *et al.*, 2002).

Obviamente existem inúmeros tipos de micro-organismos nas águas, e alguns destes podem indicar presença de dejetos de origem animal. A água com micro-organismos de origem humana é potencialmente nociva, porque muitos tipos de doenças são transmitidas através da água. Entretanto, testar a água para todos os micro-organismos potencialmente

patogênicos seria muito caro, assim é mais comum a verificação da presença ou concentração da bactéria *Escherichia coli* (COLLISCHONN, W.; TASSI, R., 2008).

Escherichia coli é uma bactéria presente nos sistemas digestivos de animais de sangue quente, que normalmente não é nociva, mas que é usada como indicativo de contaminação com fezes humanas (ou mais raramente de outros animais) (COLLISCHONN, W.; TASSI, R., 2008).

2.4.1.4 – *Pseudomonas aeruginosa*:

A versatilidade bioquímica da *Pseudomonas aeruginosa* e sua resistência a agentes anti-bacterianos são fatores que têm determinado um grande interesse em seu estudo, pois, contribuem para sua importância como patógeno secundário, como organismo formador de limo, interferindo em muitos processos industriais e como micro-organismo de importância em processos de deterioração, atacando uma variedade de materiais (CETESB, 2001).

No homem, sua presença foi correlacionada pela primeira vez com problemas de infecção em 1882 por Gessard, que isolou esse micro-organismo em dois casos de ferida purulenta. Atualmente é bem documentado seu papel como patógeno oportunista, sendo reconhecido como responsável por septicemia fatais em crianças e pacientes adultos que sofreram queimaduras graves ou que se encontram debilitados por câncer, diabetes *mellitus* ou idade avançada. Tem sido estabelecida também a relação entre *Pseudomonas aeruginosa* e infecção do ouvido externo, observando-se que a frequência de isolamento aumenta em função da severidade da infecção (CETESB, 2001).

Nos últimos anos o estudo em águas de piscina tem merecido uma atenção especial e esse interesse deriva do fato de pesquisas recentes terem evidenciado a relação entre a alta incidência de otite externa em nadadores e a presença de *Pseudomonas aeruginosa* nessas águas recreacionais. A contaminação dessas águas por *Pseudomonas aeruginosa* pode ser decorrente de sua introdução através da pele de banhistas, de superfície da pele contaminada por matéria fecal (principalmente em crianças), da urina ou de contaminação da própria fonte de água que abastece as piscinas (CETESB, 2001).

Estudos recentes relativos à pesquisa dessa bactéria em águas poluídas e não poluídas sugerem que sua presença esteja relacionada ao homem, seus esgotos domésticos e industriais, e animais a ele associados. Em águas tratadas, embora provavelmente constituam um veículo inadequado para o transporte dessa bactéria, sua detecção tem sido relatada em numerosos casos (CETESB, 2001).

2.5 – A Importância das Determinações Físico-Químicas:

2.5.1 – Aspecto e Odor:

A análise sensorial é realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos. Para isto é preciso que haja entre as partes, indivíduos e produtos, contato e interação (LUTZ, 2008).

O estímulo é medido por processos físicos e químicos e as sensações por efeitos psicológicos. As sensações produzidas podem dimensionar a intensidade, extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto em relação ao produto avaliado. Nesta avaliação, os indivíduos, por meio dos próprios órgãos sensoriais, numa percepção somato-sensorial, utilizam os sentidos da visão, olfato, audição, tato e gosto (LUTZ, 2008).

A mucosa do nariz humano possui milhares de receptores nervosos e o bulbo olfativo está ligado no cérebro a um banco de dados capaz de armazenar, em nível psíquico, os odores sentidos pelo indivíduo durante toda a vida. Na percepção do odor, as substâncias desprendidas e aspiradas são solubilizadas pela secreção aquosa que recobre as terminações ciliadas, entrando em contato com os receptores nervosos e produzindo impulsos elétricos (LUTZ, 2008).

Estes, quando chegam ao cérebro, geram informações que, comparadas aos padrões conhecidos por ele se encaixam como num sistema de “chave-fechadura”. Em média, o ser humano pode distinguir de 2000 a 4000 impressões olfativas distintas. Para avaliar o poder de discriminação, certas substâncias químicas comuns ou raras podem ser apresentadas ao indivíduo para reconhecimento e identificação, como por exemplo: acético, alcoólico, amoníaco, sulfídrico, pinho, lenhoso, cítrico, caramelo, mentol, eugenol, etc (LUTZ, 2008).

O método subjetivo é utilizado para avaliar as características sensoriais de alimentos, bebidas e água. Este método considera as opiniões de indivíduos na interpretação de efeitos do estímulo sensorial, simples ou múltiplos, segundo as impressões percebidas pelos órgãos sensoriais (visão, olfato, gosto, tato e audição) que irão gerar as interpretações e descrições das propriedades intrínsecas aos produtos. A forma de definir atributos sensoriais é descrever os componentes relativos às propriedades dos produtos, como os seguintes (LUTZ, 2008):

Aparência – Refere-se às propriedades visíveis como o aspecto, cor, transparência, brilho, opacidade, forma, tamanho, consistência, espessura, grau de efervescência ou carbonatação e as características de superfície. A cor, propriedade capaz de provocar

estimulação da retina por raios luminosos de comprimentos de onda variáveis, tem sua percepção limitada à fonte de luz, devendo ser avaliada com iluminação adequada como, por exemplo, a luz do dia, natural ou artificial. Na avaliação, geralmente, são utilizadas cabines especiais de controle visual de cores. Ela também é definida com maior coerência e uniformidade, por meio de quadros cromáticos, discos ou dicionários de cor. Na avaliação da aparência e cor, um quadro com expressões usuais e comuns poderá auxiliar na sua melhor denominação (LUTZ, 2008).

Odor e aroma – O odor é perceptível pelo órgão olfativo quando certas substâncias voláteis são aspiradas e o aroma, via retronasal durante a degustação. O julgador deve aproximar a amostra da narina e dar cheiradas curtas, evitando longas inalações que cansem o olfato pela adaptação. O cansaço olfativo pode ser amenizado se for cheirada a pele do próprio pulso ou por outro aroma que neutralize o anterior. Nesta avaliação, pode-se fazer comparações com padrões de referência conhecidos, que serão identificados e descritos pelos seus odores ou aromas peculiares (LUTZ, 2008).

2.5.2 – Cor:

A presença de cor na água pode ser devida ao seu conteúdo de íons metálicos (geralmente ferro e manganês), plâncton, resíduo industrial, húmus e outros materiais orgânicos e poderá ser expressa como “aparente” ou como “verdadeira” (LUTZ, 2008).

A aparente é originária dos materiais dissolvidos e em suspensão. Por sedimentação ou centrifugação dos materiais em suspensão, pode-se determinar a cor verdadeira. Se a cor aparente é a dos materiais em suspensão, pode-se determinar a cor verdadeira (LUTZ, 2008).

Se a cor aparente é a que se quer determinar, deve-se proceder à análise da amostra sem submetê-la à separação de materiais em suspensão (não filtrada). A cor é determinada por comparação visual entre a amostra e soluções coloridas de concentrações conhecidas (LUTZ, 2008).

2.5.3 – Turbidez:

A turbidez é a expressão usada para descrever a propriedade óptica referente ao espalhamento e a absorção da luz quando esta passa através de uma amostra (LUTZ, 2008).

Esta propriedade é uma característica decorrente da presença de materiais suspensos, tais como areia, poeira, matéria orgânica e inorgânica, plâncton e organismos microscópicos.

A presença destes sólidos suspensos, finamente divididos e geralmente em estado coloidal, impede a passagem da luz através da amostra de água (LUTZ, 2008).

A correlação da turbidez com a concentração de matéria suspensa é difícil porque o tamanho, a forma e o índice de refração das partículas também afetam a propriedade de espalhamento da luz (LUTZ, 2008).

A turbidez pode ser determinada para qualquer amostra livre de detritos e sedimentos, usando-se uma escala arbitrária em unidades de turbidez. O método compara a intensidade de luz espalhada pela amostra com a de uma amostra-padrão de referência, sob condições definidas (LUTZ, 2008).

A nefelometria envolve a medida da luz espalhada numa direção específica, normalmente a 90° da trajetória do raio incidente. O polímero de formazina é usado como suspensão-padrão de referência de turbidez. As paredes da cubeta contendo a amostra, assim como as janelas sujas do equipamento, a presença de bolhas de ar na amostra e vibrações que possam perturbar a superfície da amostra, fornecem resultados falsos (LUTZ, 2008).

A “cor verdadeira”, que é a cor da água devido às substâncias dissolvidas que absorvem luz, causa medidas menores de turbidez (LUTZ, 2008).

2.5.4 – Resíduo Seco:

Os termos sólidos, sólidos suspensos e sólidos dissolvidos vêm substituir os antigos termos resíduo não filtrável e resíduo filtrável (LUTZ, 2008).

O termo sólido se refere à matéria suspensa ou dissolvida na água. A designação de sólidos totais é aplicada para o resíduo material deixado no recipiente após a evaporação de uma amostra de água e a subsequente secagem completa a uma temperatura definida, normalmente 105°C. Os sólidos totais incluem: sólidos totais suspensos, que é a porção dos sólidos totais retidos por um filtro de porosidade igual a 2,0 µm e sólidos totais dissolvidos, que é a porção que passa através do filtro (LUTZ, 2008).

Os sólidos dissolvidos ou em suspensão diferenciam-se em fixos e voláteis. “Sólidos fixos” é o termo aplicado ao produto da calcinação do resíduo total da matéria suspensa ou dissolvida por um tempo específico, a uma determinada temperatura, por exemplo: 2 horas e 500°C (LUTZ, 2008).

A perda de peso durante a calcinação é denominada “sólidos voláteis”. As determinações de sólidos fixos e voláteis não distinguem precisamente entre a matéria orgânica e a inorgânica, pois a perda por calcinação não é exclusiva de material orgânico, podendo ocorrer a decomposição ou volatilização de alguns sais minerais (LUTZ, 2008).

Sólidos totais são matérias suspensas ou dissolvidas presentes numa amostra de água. Este termo é aplicado ao resíduo de material deixado no recipiente após a evaporação de uma amostra e sua subsequente secagem completa a uma temperatura definida. Os sólidos totais são determinados pela verificação da massa do resíduo de uma amostra de água, após evaporação e secagem até peso constante a (103-105)°C (LUTZ, 2008).

2.5.5 – Potencial Hidrogeniônico (pH):

A uma dada temperatura, a acidez ou a alcalinidade de uma solução é indicada pelo valor do pH ou pela atividade do íon hidrogênio (LUTZ, 2008).

O pH é definido como o co-logaritmo da atividade do íon hidrogênio ($-\log H^+$); para soluções diluídas, a atividade do íon H^+ é praticamente igual à concentração molar e expressa a acidez do meio (LUTZ, 2008).

O valor do pH para água pura, a 25°C, é igual a 7. Como resultado da presença de ácidos ou bases e também da hidrólise de sais dissolvidos, o valor do pH pode apresentar valores abaixo de 7 (meio ácido) ou acima de 7 (meio básico). Para efeitos práticos em análises de água, basta determinar o pH até segunda casa decimal (LUTZ, 2008).

A medida do pH baseia-se na determinação da atividade dos íons hidrogênio por meio da medida potenciométrica usando um eletrodo de vidro e um de referência ou um eletrodo de vidro combinado. A força eletromotriz medida com o sistema do eletrodo de vidro combinado varia linearmente com o pH (LUTZ, 2008).

O instrumento de medida de pH é, incluindo o eletrodo combinado, calibrado com soluções-tampão de pH conhecido (LUTZ, 2008).

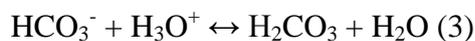
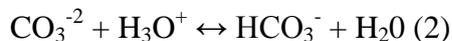
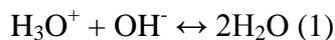
2.5.6 – Alcalinidade Total:

A alcalinidade total de uma solução é geralmente, devida aos íons hidroxila, carbonato e bicarbonato dissolvidos na água e a soma das concentrações desses íons é expressa em carbonato de cálcio (LUTZ, 2008).

O conteúdo de cloro residual não deve ser superior a 1,8 mg/L, pois pode destruir o indicador colorimétrico; esse excesso de cloro pode ser eliminado pela adição de solução de tiosulfato de sódio (1 litro de água com concentração de cloro de 1,8 mg/L necessita de 1 mL de solução de tiosulfato de sódio contendo 3,2 g/L) (LUTZ, 2008).

A alcalinidade total é determinada por titulação da amostra de água com solução padronizada de ácido, com pontos finais estabelecidos em pH 4,5 e 8,3. As medidas podem

ser realizadas por volumetria, com emprego de indicadores ácido-base. As reações que se processam são (LUTZ, 2008):



2.5.7 – Dureza Total:

A dureza total é definida como a soma das concentrações de cálcio e magnésio, ambas expressas como carbonato de cálcio, em miligramas por litro (LUTZ, 2008).

O ácido etilenodiaminotetracético e seus sais sódicos (EDTA) formam complexos quelados solúveis com certos cátions metálicos (LUTZ, 2008).

Uma solução contendo íons de cálcio e magnésio com uma pequena quantidade do indicador negro de eriocromo T, em pH (10,0±0,1) torna-se púrpura. Titulando-se essa solução com EDTA, cálcio e magnésio serão quelados e uma viragem de cor púrpura a azul indicará o ponto final (LUTZ, 2008).

2.5.7.1. Dureza de Carbonatos e Não-Carbonatos:

Quando a dureza é numericamente maior que a soma da alcalinidade de carbonato e de bicarbonato, a quantidade de dureza equivalente a alcalinidade total é denominada dureza de carbonatos; a quantidade de dureza em excesso a anterior é denominada dureza de não-carbonatos (LUTZ, 2008).

2.5.8 – Oxigênio Consumido:

A determinação de oxigênio consumido indica a quantidade de substâncias oxidáveis presentes na água. No método analítico proposto, a amostra é oxidada com íons permanganato em meio ácido. Após a adição de excesso de íons oxalato, titula-se novamente com solução de permanganato (LUTZ, 2008).

O agente oxidante mais importante (ou seja, substância que extrai elétrons de outras espécies) em águas naturais é o oxigênio molecular dissolvido, O₂. Sob reação, cada um dos átomos de oxigênio O₂ é reduzido a zero de estado de oxidação para -2 em H₂O ou OH⁻ (BAIRD; CANN, 2011).

A substância mais comum que é oxidada pelo oxigênio dissolvido em água é a matéria orgânica de origem biológica, tal como aquela encontrada em plantas mortas e restos de animais. O oxigênio dissolvido em água é consumido também, pela oxidação de amônia dissolvida, NH_3 e íons amônio, NH_4^+ (substância que, como a matéria orgânica, estão presentes na água como resultado da atividade biológica) (BAIRD; CANN, 2011).

2.5.9 – Nitrogênio Nitroso (Nitrito, NO_2^-):

O íon nitrito corresponde a um estágio intermediário de oxidação do nitrogênio.

Forma-se tanto pela oxidação da amônia como pela redução do nitrato. Tais oxidações e reduções podem ocorrer em estações de tratamento de esgotos, em sistemas de distribuição de água e em águas naturais. O nitrito pode ainda ser proveniente de aditivos inibidores da corrosão em instalações industriais. O íon nitrito (NO_2^-) é determinado por meio da formação de uma cor vermelho-púrpura produzida em pH (2,0 - 2,5) pela reação de diazotização da sulfanilamida com dihidroclorato de N-(1-naftil)etilenodiamina (LUTZ, 2008)

Na estocagem da amostra de água para a determinação de íons nitrito, nunca use ácido para a sua preservação. A determinação deve ser efetuada na amostra recém-coletada, de modo a prevenir a conversão bacteriana de NO_2^- para NO_3^- ou NH_3 . Para tempos de espera de 1 a 2 dias, conserve a 4 °C (LUTZ, 2008).

2.5.10 – Nitrogênio Nítrico (Nitrato, NO_3^-):

O íon nitrato geralmente ocorre em pequenas quantidades nas águas superficiais, mas atinge elevadas concentrações em algumas águas subterrâneas. Este método baseia-se na leitura direta da absorvância da amostra de água, com adição de ácido clorídrico 1,0 mol L⁻¹, para águas de abastecimento e mineral (LUTZ, 2008).

A região do espectro eletrônico em que são feitas as medidas de absorvância é muito sujeita a interferências espectrais. Assim, este ensaio somente é aplicável em águas com baixo conteúdo em matéria orgânica (águas naturais não contaminadas e águas de abastecimento público). O uso do ácido clorídrico é para prevenir a interferência de concentrações de hidróxido ou carbonato acima de 1000 mg CaCO₃L⁻¹. Interferentes: matéria orgânica dissolvida, surfactantes, NO_2^- e Cr^{6+} , íons inorgânicos não encontrados em águas naturais, tais como cloreto e clorato (LUTZ, 2008).

2.5.11 – Ferro:

Os compostos de ferro, muito abundantes na natureza, são integrantes da composição química do solo, das rochas e da matéria vegetal. Em condições redutoras, o ferro existe no estado ferroso. Em águas expostas ao ar ou em condições oxidantes, os íons ferrosos são oxidados ao estado férrico, o qual se hidrolisa formando hidróxido de ferro III insolúvel (LUTZ, 2008).

O ferro ocorre em solução aquosa, em estado coloidal que pode ser peptizado por matéria orgânica, em complexos inorgânicos ou orgânicos ou em partículas em suspensão (LUTZ, 2008).

2.5.12 – Cloretos:

Íons cloreto podem ser encontrados em águas provenientes de depósitos minerais e de fontes poluídas, tais como esgotos e resíduos industriais. Em solução com pH entre 6,0 e 7,5, íons cromato são usados para indicar o ponto final da titulação de íons cloreto com íons prata. O cloreto de prata é precipitado quantitativamente antes do cromato de prata, de cor vermelha (LUTZ, 2008).

2.5.13 – Condutividade:

A condutividade elétrica proporciona uma indicação da quantidade de sólidos totais dissolvidos presentes em uma amostra de água. Seu valor depende da concentração e do grau de dissociação dos íons, bem como da temperatura e da velocidade de migração dos íons no campo elétrico. A cela de condutividade não é seletiva, mede a soma total das concentrações dos eletrólitos dissolvidos na solução. Nenhuma conclusão pode ser fornecida sobre o tipo de íons presentes. O valor da concentração dos sólidos totais dissolvidos é estimado a partir de um eletrólito padrão como NaCl ou KCl (LUTZ, 2008).

2.6 – Água de Cisternas, A Portaria 1.469/00, Portaria n°518 de 25 de março de 2004 e CNNPA (Comissão de Normas e Padrões de Alimentos) n°12 de 1978:

2.6.1 – Portaria 1.469/00:

Esta portaria dispõe sobre critérios de potabilidade, para água de consumo humano.

De acordo com o Artigo 2º, Capítulo I da Norma de Qualidade estabelecida pela Portaria 1.469/00, o qual dispõe que “toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água”, assim como, o inciso III, Artigo 4º, Capítulo II, que “define como solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano, toda modalidade de

abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical”, o abastecimento de água por meio de cisternas domiciliares, se enquadra como uma “solução alternativa de abastecimento”, especialmente quando este abastecimento é realizado em carro-pipa, devendo, pois, seguir as normas de controle e vigilância da qualidade da água, ditadas pela Portaria 1.469/00.

No que diz respeito aos deveres e as responsabilidades, o Capítulo III traz na Seção IV, os deveres e as obrigações do responsável pela operação de sistema e/ou solução alternativa, que em seu Artigo 10º, nos termos do inciso XII do Artigo 7º, Seção III, traz como dever e obrigação do poder municipal definir o responsável pelo controle de qualidade da água de solução alternativa, encarrega o responsável pela operação da solução alternativa de abastecimento, entre outros, dos seguintes deveres e obrigações:

- inciso I: requerer, junto à autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água apresentando laudo sobre a análise da água a ser fornecida;

- inciso III: manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de análises laboratoriais, nos termos da Portaria e a critério da autoridade de saúde pública;

- inciso IV: encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação, relatórios com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo e periodicidade estabelecidos pela referida autoridade, sendo no mínimo trimestral;

- inciso V: efetuar controle das características da água da fonte de abastecimento, que, no caso de manancial superficial, este controle deve ser semestral;

- inciso VI: manter registros atualizados sobre as características da água distribuída.

Quanto aos padrões de potabilidade estabelecidos no Capítulo IV, a Portaria 1.469/00 não faz distinção entre os padrões para o sistema de abastecimento de água e para a solução alternativa de abastecimento, devendo, em ambos os casos, atender à Norma.

O número mínimo de amostras e a frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de solução alternativa, para fins de análises físicas, químicas e microbiológicas, encontram-se na Tabela 9, do Artigo 18º, Capítulo V, o qual define os “planos de amostragem”, no qual dois pontos de amostragem são definidos: o ponto na saída do tratamento e o ponto de consumo. Aplicando-se o Artigo à cisterna, tem-se que:

- o ponto na saída do tratamento não se aplica, pois é apenas para água canalizada. Porém, se a cisterna é abastecida por carros-pipa, entende-se que a saída do tratamento é a fonte de fornecimento, a qual poderá ser um poço ou uma estação de tratamento de água e, neste caso, deve ser feita uma análise mensal, na referida fonte, de cor, turbidez, pH e coliformes totais, ou outra amostragem determinada pela autoridade de saúde pública. Neste

caso, também é explícito que deve ser realizada uma análise de cloro residual livre em cada carga do veículo transportador. Caso a cisterna seja abastecida apenas por água de chuva, esta amostragem não se faz necessária.

- o ponto de consumo é a própria cisterna, abastecida por água de chuva e carro-pipa
- a amostragem é: uma amostra semanal, no caso em que o manancial de abastecimento da fonte de fornecimento, seja superficial; e uma amostra mensal, no caso de manancial subterrâneo. O caso de a cisterna ser abastecida apenas por água de chuva, não é abordado pela Portaria. No entanto, pela referência que se tem da boa qualidade da água de chuva, principalmente nas zonas rurais, esta amostragem pode ser realizada mensalmente.

Para as cisternas abastecidas por carros-pipa, também deve ser observado o disposto no artigo 22º, Capítulo VI, que exige submeter a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o padrão microbiológico da Norma, toda água transportada por veículo e fornecida coletivamente; e no artigo 25º, no qual o responsável pelo fornecimento de água por meio de veículos deve garantir o uso exclusivo do veículo para este fim; manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e/ou sobre a fonte de água; e manter registro atualizado das análises de controle de qualidade da água, cujos incisos 1º e 2º dispõem, respectivamente, que a água fornecida para consumo humano por meio de veículos deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L; e que o veículo utilizado para o fornecimento de água deve conter, de forma visível, em sua carroceria, a inscrição: **ÁGUA POTÁVEL** (AMORIM, M. .C .C; PORTO, E. R., 2001).

2.6.2 - Portaria n°518 de 25 de março de 2004:

Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências:

Art. 1º Esta Norma dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece seu padrão de potabilidade e dá outras providências.

Art. 2º Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Art. 3º Esta Norma não se aplica às águas envasadas e a outras, cujos usos e padrões de qualidade são estabelecidos em legislação específica.

2.6.3 - Comissão de Normas e Padrões de Alimentos (CNNPA) nº12 de 1978:

Os parâmetros da Comissão de Normas e Padrões de Alimentos tem como objetivo determinar as propriedades físico-químicas e microbiológicas da água para consumo particular, captadas por qualquer processo e que não sofreram qualquer tratamento (CNNPA, nº12 de 1978). Os padrões definidos pela CNNPA devem satisfazer as seguintes características, dispostas na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros da Comissão de Normas e Padrões de Alimentos para água

Parâmetro	Especificação/Limite
Aspecto	Límpido
Odor	Nenhum
Cor	Máximo 30
Turbidez	Máximo 10
Resíduo Seco	Máximo 500 mg/L
pH	Entre 5 e 10
Alcalinidade de Hidróxidos	0
Alcalinidade de Carbonatos	até 120mg/litr em CaCO ₃
Alcalinidade de Bicarbonatos	até 250mg/litro em CaCO ₃
Dureza Total	Recomendável até 100mg/litro tolerável até 200mg/litro em CaCO ₃
Oxigênio Consumido	até 3,5mg/litro em oxigênio
Nitrogênio Amoniacal	até 0,08mg/litro em nitrogênio
Nitrogênio Albuminóide	até 0,15mg/litro em nitrogênio
Nitrogênio Nitroso	Ausente. Poderá ser tolerado um teor até 0,02mg/litro em nitrogênio, em face de exames bacteriológicos satisfatórios
Nitrogênio Nítrico	Máximo 2,0mg/litro em nitrogênio. Poderá ser tolerado um teor até 6,0 mg/litro em face de exames bacteriológicos satisfatórios
Ferro	Máximo 0,3mg/litro em ferro
Cloretos	Máximo 250mg/litro em íon cloreto.

FONTE: CNNPA (Comissão de Normas e Padrões de Alimentos).

2.7. Parâmetros e Limites Determinados:

O objetivo deste trabalho foi abordar algumas considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisterna, principalmente próximas de cemitérios,

adotando os requisitos e padrões de qualidade da água de cisterna para consumo humano, de acordo com a Portaria 1.469/00 do Ministério da Saúde, Portaria nº518 de 25 de março de 2004 e CNNPA (Comissão de Normas e Padrões de Alimentos), complementando com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e Farmacopéia Americana (USP 36) para Contagem Microbiana e *Pseudomonas aeruginosa* numa abordagem sobre o tratamento da água de cisternas para consumo humano.

Tabela 2 – Parâmetros de qualidade segundo órgãos regulamentadores

	Parâmetro	Especificação/Limite
(1)	Aspecto	Límpido
	Odor ³	Nenhum
	Cor ^{1,2}	Máximo 15 UH
	Turbidez ^{1,2}	Máximo 5 NTU
	Sólidos Totais ^{1,2}	1000 mg/L
	pH ^{1,2}	Entre 6,0 a 9,5
	Alcalinidade de Hidróxidos ³	0
	Alcalinidade de Carbonatos ³	Máximo 120 mg/L (CaCO ₃)
	Alcalinidade de Bicarbonatos ³	Máximo 250 mg/L (CaCO ₃)
	Dureza Total ³	Recomendável até 100 mg/L tolerável até 200 mg/L (CaCO ₃)
	Oxigênio Consumido ³	Máximo 3,5 mg/L (O ₂)
	Nitrogênio Nitroso (Nitrito) ³	Ausente. Poderá ser tolerado um teor até 0,02 mg/L (nitrogênio), em face de exames bacteriológicos satisfatórios
	Nitrogênio Nítrico (Nitrato) ³	Máximo 2,0 mg/L (nitrogênio). Poderá ser tolerado um teor até 6,0 mg/L em face de exames bacteriológicos satisfatórios
	Ferro ^{1,2,3}	Máximo 0,3 mg/L
	Cloretos ^{1,2,3}	Máximo 250 mg/L
	Condutividade	Informativo
	Contagem Microbiana ^{2,4,5}	Máximo 500 UFC/mL
	Coliformes Totais ^{1,2}	Ausência/100 mL
	<i>E. coli</i> ^{1,2}	Ausência/100 mL
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ^{2,4,5}	Ausência/1 mL

Portaria 1.469/00;

(2) Portaria nº518 de 25 de março de 2004;

(3) CNNPA (Comissão de Normas e Padrões de Alimentos);

(4) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20ª Edição;

(5) Farmacopéia Americana - USP 36.

Esta tabela, foi adotada, utilizando as referências acima citadas, correlacionando seus parâmetros, devido a não existirem parâmetros específicos para águas de consumo, captadas por qualquer processo e que não sofreram tratamento.

3 – MATERIAIS E REAGENTES

3.1 – Amostragem Microbiológica:

- Álcool 70%;
- Bolsa estéril com capacidade mínima de 100mL com Tiosulfato de Sódio (1,8%) para amostragem de Água Potável;
- Jalecos Descartáveis;
- Luvas Descartáveis.

3.2 – Amostragem Físico-Química:

- Frascos de 500 mL com tampa;
- Jalecos Descartáveis;
- Luvas Descartáveis.

3.3 – Análises Físico-Químicas:

3.3.1. Vidrarias:

- Pipetas graduadas de 2 e 5 mL;
- Pipetas volumétricas de 1, 2, 5, 25 e 50 mL;
- Proveta de 50 e 100 mL;
- Balões volumétricos de 100 e 1000 mL;
- Béqueres de 50, 100, 150, 250, 500, 1000 e 2000 mL,
- Erlenmeyers de 125 mL, 250 mL e 500 mL;
- Cápsula de porcelana de 150 mL;
- Cubetas de vidro;
- Bastão de vidro;
- Balões volumétricos de 50, 100 e 1000 mL;
- Buretas de (10 e 25) mL;
- Balões volumétricos de 250 e 1000 mL;
- Vidro de Relógio.

3.3.2. Reagentes:

- 1,10-Fenantrolina;
- Acetato de sódio;
- Ácido acético glacial;

- Ácido clorídrico;
- Ácido fosfórico;
- Ácido sulfúrico;
- Carbonato de cálcio;
- Cloreto de amônio;
- Cloreto de hidroxilamina;
- Cloreto de magnésio;
- Cloreto de sódio;
- Cromato de potássio;
- Dihidrocloreto de N-(1-naftil)etilenodiamina;
- EDTA dissódico;
- Fenol;
- Fenolftaleína;
- Hidróxido de amônio;
- Hidróxido de sódio;
- Negro de eriocromo T;
- Nitrato de prata;
- Nitrato de potássio;
- Nitrito de sódio com pureza mínima de 99%;
- Nitrito de potássio com pureza mínima de 99%;
- Oxalato de sódio anidro, grau padrão primário;
- Permanganato de potássio;
- Sulfanilamida;
- Sulfato ferroso amoniacal;
- Sulfato de magnésio;
- Sulfato de prata;
- Tiosulfato de sódio;
- Verde de bromocresol;
- Vermelho de metila;
- Zinco em pó.

3.3.3. Materiais e Equipamentos:

- Pesa-filtro;
- Balança Analítica;

- Frasco Conta-Gotas;
- Banho-Maria;
- Estufa;
- Dessecador;
- Espectrofotômetro UV/VIS;
- pHmetro com Compensador de Temperatura;
- Eletrodo de Vidro Combinado;
- Agitador Magnético;
- Barra Magnética;
- Condutivímetro com cela de condutividade e compensador de temperatura;
- Dessecador com agente dessecante (sílica-gel);
- Chapa elétrica;
- Turbidímetro;
- Termômetros;
- Colorímetro.

3.4 – Análises Microbiológicas:

- Pipetas de Pasteur Estéreis;
- Placas de Petri Estéreis;
- Ágar Plate Count (APC);
- Ágar Cetrimide;
- Loops Estéreis;
- Flaconetes de Kit Colilert;
- Fluxo Laminar;
- Contador de Colônias;
- Estufa Bacteriológica;
- Banho-Maria.

4 – METODOLOGIA (EM ANEXO)

4.1 – Amostragem, Acondicionamento e Procedimentos para Análises Físico-Químicas:

A amostragem (para análise microbiológica e físico-química), acondicionamento e os procedimentos para análises físico-químicas (Aspecto e Odor, Cor, Turbidez, Resíduo Seco, pH, Alcalinidade Total, Alcalinidade de Hidróxidos, Alcalinidade de Carbonatos, Alcalinidade de Bicarbonatos, Dureza Total, Oxigênio Consumido, Nitrogênio Nitroso, Nitrogênio Nítrico, Ferro, Cloretos e Condutividade) foram realizadas conforme dirigido nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

4.2 – Análises/Ensaio Microbiológicos:

As análises microbiológicas (Contagem Microbiana, *Pseudomonas aeruginosa*, Coliformes Totais/*E. coli*) foram realizadas conforme dirigido pela Farmacopéia Americana (USP – *United States Pharmacopoeia*) e *Standard Methods of Water and Wastewater*.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Sabendo-se que a população da região sudoeste da cidade de Anápolis, fazia uso constante de águas subterrâneas coletadas a partir de cisternas ao invés da água fornecida pelo sistema de abastecimento público, no caso da cidade de Anápolis, a SANEAGO (Saneamento de Goiás), este trabalho iniciou-se com levantamentos bibliográficos sobre a qualidade da água potável, para consumo humano, captadas por qualquer processo e que não sofreram qualquer tratamento. Ressaltando que as construções no interior do imóvel, inicialmente é de responsabilidade do proprietário.

Os moradores afirmaram que o motivo do uso da água de suas cisternas é devido à falta de água proveniente da rede pública de abastecimento. Eles afirmam que falta água quase todos os dias, privando-os assim da limpeza de suas residências, bem como a realização de tarefas simples e fundamentais como higiene pessoal e alimentação. A falta de informação também é um fator preocupante, visto que os moradores acham a qualidade da água fornecida pela SANEAGO inferior à de suas cisternas.

A água fornecida pela SANEAGO é tratada e atende todas as especificações conforme Leis e Portarias Federais, Estaduais e Municipais, bem como Resoluções CONAMA vigentes que garantem a qualidade e segurança da água consumida. Atualmente a empresa passa por fases de aquisição de ISO para garantir seus processos de manutenção de qualidade da água e o controle microbiológico se apresenta bastante eficaz (SANEAGO, 2013).

Devido as muitas queixas da população da região, com relação a algumas doenças, excluindo as que ocorrem devido a fatores climáticos (geralmente com a alteração do clima ocorrem gripes, bronquites), como diarreias, inchaço, desidratação e manchas na pele, se fez necessário a verificação da qualidade da água, que se apresentou como um ponto importante, devido à proximidade do Cemitério Parque e a utilização da água de suas cisternas. A prefeitura não fiscaliza a construção de cisternas, não sendo permitida na região, devido à proximidade ao cemitério. Muitos moradores sabem disso, pois quando questionados sobre a presença de cisternas em suas casas, houve uma resistência em falar sobre o assunto, alguns proprietários até negaram às coletas de amostras de água para análise.

Selecionou-se as residências a um raio de 1 km do Cemitério Parque, as quais os moradores concordaram em ceder águas de suas cisternas para amostragens periódicas. Realizou-se 5 amostragens em 6 residências gentilmente cedidas para as visitas e amostragens.

Realizou-se às amostragens com precisão e cuidado para não haver qualquer tipo de contaminação microbiana ou físico-química, armazenou-se as amostras durante o transporte, sob resfriamento.

No momento da coleta, mediu-se a temperatura das águas, estando em torno de 23 a 26,7 °C, sendo um ponto muito importante para se determinar um ambiente propício para a solubilização de certas substâncias e o crescimento de microrganismos.

A temperatura da água tem importância por sua influência sobre outras propriedades: acelera reações químicas, reduz a solubilidade dos gases, acentua a sensação de sabor e odor (RICHTER; NETTO, 1991).

5.1 – Ensaios Físico-Químicos:

As análises físico-químicas apresentam as características de forma mais precisa sobre aspectos inerentes a uma determinada amostra de água. São de grande importância levando-se em consideração aspectos sanitários, pois, direta ou indiretamente, podem afetar a saúde de quem a consome, tanto para uso doméstico (limpeza), quanto para ingestão.

Os resultados, desde que obtidos utilizando-se métodos adequados e eficientes, classificam a água em própria ou imprópria para consumo humano e nos fornecem dados sobre essas amostras, que podem ser utilizados para correção de alguma anormalidade.

Os resultados das análises físico-químicas, obtidos das 6 amostras de água de cisterna estão discutidos a seguir:

5.1.1 – Aspecto e Odor:

A percepção do homem nas alterações da qualidade da água através de seus sentidos dá-se pelas características físicas da água, pois, espera-se que esta seja transparente, sem cor e sem cheiro (MACÊDO, 2004).

Em relação às amostras analisadas, todas as amostras não apresentaram alterações no aspecto e odor, que podem ser perceptíveis em análise sensorial de paladar e olfato, como pode ser visualizado na Tabela 3.

Residência	02/09/2013	10/09/2013	18/09/2013	23/09/2013	06/11/2013
Casa 01	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

Casa 02	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
Casa 03	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
Casa 04	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
Casa 05	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
Casa 06	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
Especificação	Límpida e sem odor.				

Os moradores, quando questionados, não afirmaram nenhum histórico em que a água tenha se apresentado com aspecto alterado ou algum tipo de odor e sabor.

5.1.2 – Cor:

A cor da água é o resultado principalmente dos processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente. Por esse motivo, as águas superficiais estão mais sujeitas a ter cor do que as águas subterrâneas. Além disso, pode-se ter cor devido à presença de alguns íons metálicos como ferro e manganês, plâncton, macrófitas e despejos industriais (MACÊDO, 2004).

A determinação da cor foi realizada, utilizando-se colorímetro, obtendo-se resultados dentro dos padrões, como pode ser confirmado na Tabela 4 abaixo.

Residência	02/09/2013	10/09/2013	18/09/2013	23/09/2013	06/11/2013
Casa 01	< 15 UH				
Casa 02	< 15 UH				
Casa 03	< 15 UH				
Casa 04	< 15 UH				
Casa 05	< 15 UH				
Casa 06	< 15 UH				
Especificação	Máximo 15 UH.				

5.1.3 – Turbidez:

A turbidez é a alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão, que provocam a sua difusão e absorção. Partículas constituídas por plâncton, bactérias, argilas, silte em suspensão, fontes de poluição que lançam material fino e outros.

O aumento da turbidez reduz a zona eufótica, que é a zona de luz onde a fotossíntese ainda é possível ocorrer (MACÊDO, 2004).

Esta análise foi realizada utilizando turbidímetro devidamente calibrado, obtendo-se resultados dentro da especificação (TABELA 5). Não evidenciando partículas em suspensão ou a presença de alcalinidade devido à hidróxidos.

Tabela 5 – Resultados para Turbidez (NTU)					
Residência	02/09/2013	10/09/2013	18/09/2013	23/09/2013	06/11/2013
Casa 01	1,38 NTU	0, 61 NTU	0,21 NTU	0,88 NTU	0,43 NTU
Casa 02	0,06 NTU	0,04 NTU	0,18 NTU	0,07 NTU	0,09 NTU
Casa 03	0,12 NTU	0,08 NTU	0,22 NTU	0,17 NTU	0,20 NTU
Casa 04	0,1 NTU	2,0 NTU	0,32 NTU	1,14 NTU	0,26 NTU
Casa 05	0,09 NTU	0,83 NTU	0,52 NTU	0,68 NTU	0,46 NTU
Casa 06	1,84 NTU	1,37 NTU	0,13 NTU	1,56 NTU	0,68 NTU
Especificação	Máximo 5 NTU.				

5.1.4 – Resíduo Seco (Sólidos Totais):

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos presentes nos recursos hídricos. Sólidos podem ser classificados de acordo com seu tamanho e características químicas (evaporação, calcinação, etc) (MACÊDO, 2004).

A determinação de sólidos totais foi realizada a 103-105°C, e não foi detectado nenhum resíduo a partir das amostras de água analisadas (TABELA 6).

Tabela 6 – Resultados da Determinação de Resíduo Seco (Determinação de Sólidos Totais Dissolvidos) (mg/ L)					
Residência	02/09/201	10/09/201	18/09/201	23/09/201	06/11/201
	3	3	3	3	3
Casa 01	0	0	0	0	0
Casa 02	0	0	0	0	0
Casa 03	0	0	0	0	0
Casa 04	0	0	0	0	0
Casa 05	0	0	0	0	0
Casa 06	0	0	0	0	0
Especificação	Máximo 1000 mg/L				
	0				

5.1.5 – pH:

O termo pH é usado universalmente para expressar a intensidade de uma condição ácida ou alcalina de uma solução. Mede a condição do íon hidrogênio ou sua atividade (RICHTER; NETTO, 1991).

As determinações de pH foram realizadas em pHmetro previamente calibrado. Todas as amostras apresentaram valores dentro da especificação (TABELA 7). O pH da água é fator determinante para o crescimento de alguns tipos de microrganismos e o aumento do grau de coloração da água aumenta em valores de pH mais altos.

Residência	02/09/2013	10/09/2013	18/09/2013	23/09/2013	06/11/2013
Casa 01	7,3	6,48	6,19	7,12	6,78
Casa 02	7,4	6,51	6,49	6,98	6,87
Casa 03	6,7	6,62	6,85	6,81	7,12
Casa 04	6,7	7,12	6,60	7,14	6,67
Casa 05	6,3	6,58	6,35	6,54	6,92
Casa 06	6,5	6,88	6,72	6,74	6,61
Especificação	Entre 6,0 a 9,5				

5.1.6 – Alcalinidade de Hidróxidos, Carbonatos e Bicarbonatos:

A Alcalinidade resulta da presença de sais de ácidos fracos, carbonato, bicarbonatos, hidróxidos e ocasionalmente, silicatos e fosfatos presentes na água. A alcalinidade é normalmente encontrada nas águas sob a forma de carbonato ou bicarbonato. O seu significado sanitário está vinculado à alcalinidade cáustica, causada por íons hidróxidos, ou seja, indesejável e é raramente encontrado em águas naturais (MACÊDO, 2004).

A alcalinidade não tem significado sanitário, a menos que seja devida a hidróxidos ou que contribua demasiado na quantidade de sólidos totais (RICHTER; NETTO, 1991). Conforme a determinação da alcalinidade total por método titulométrico com indicador visual, não foi detectada qualquer alteração de cor a partir da adição do indicador (fenolftaleína) na amostra. Assim, não houve detecção de alcalinidade (TABELA 8).

Relacionando à quantidade de sólidos totais, que em sua totalidade foram 0, pode-se confirmar a ausência de alcalinidade devido à hidróxidos.

Tabela 8 – Resultados da Determinação de Hidróxidos, Carbonatos e Bicarbonatos (mg/L)

Residência	02/09/2013	10/09/2013	18/09/2013	23/09/2013	06/11/2013
Casa 01	0	0	0	0	0
Casa 02	0	0	0	0	0
Casa 03	0	0	0	0	0
Casa 04	0	0	0	0	0
Casa 05	0	0	0	0	0
Casa 06	0	0	0	0	0
	Alcalinidade de Hidróxidos: 0				
Especificações	Alcalinidade de Carbonatos: Máximo 120 mg/L (CaCO ₃)				
	Alcalinidade de Bicarbonatos: Máximo 250 mg/L (CaCO ₃)				

5.1.7 – Dureza Total:

Químicos analíticos normalmente usam o índice de dureza como uma medida de certos cátions importantes presentes em amostras de águas naturais, uma vez que este mede a concentração total dos íons Ca²⁺ e Mg²⁺, as duas espécies que são as principais responsáveis pela dureza no abastecimento de águas (BAIRD; CANN, 2011).

A dureza é uma característica importante de águas naturais, uma vez que os íons cálcio e magnésio formam sais insolúveis com os ânions em sabões, formando uma espécie de “nata” na água de lavagem. Alguns cientistas definem água como sendo dura se o seu índice de dureza exceder 150 mg L⁻¹ (BAIRD; CANN, 2011).

Pessoas que vivem em áreas de água dura apresentam um índice médio de mortalidade por doenças cardíacas menor do que as pessoas que vivem em áreas com água muito mais leves. Recente pesquisa em área rural da Finlândia revelou que o risco de ataques cardíacos diminuiu continuamente quando a concentração de magnésio no abastecimento de água local aumentou (BAIRD; CANN, 2011).

Ao realizar-se a determinação de dureza total das amostras, obteve-se baixos níveis de cálcio e magnésio, obedecendo aos limites especificados (Tabela 9).

Tabela 9 – Resultados para a Determinação de Dureza (mg/L)

Residência	02/09/2013	10/09/2013	18/09/2013	23/09/2013	06/11/2013
Casa 01	1,22 mg/L	1,44 mg/L	0,56 mg/L	1,22 mg/L	1,33 mg/L
Casa 02	1,33 mg/L	1,78 mg/L	0,89 mg/L	1,11 mg/L	0,67 mg/L
Casa 03	0,44 mg/L	1,0 mg/L	0,67 mg/L	0,89 mg/L	1,0 mg/L
Casa 04	0,99 mg/L	1,0 mg/L	0,44 mg/L	1,44 mg/L	0,56 mg/L
Casa 05	1,99 mg/L	1,33 mg/L	1,11 mg/L	0,67 mg/L	1,0 mg/L
Casa 06	1,22 mg/L	1,89 mg/L	0,33 mg/L	0,78 mg/L	1,44 mg/L

Especificação Recomendável até 100 mg/L tolerável até 200 mg/L (CaCO₃)

Para pessoas com problemas renais, o magnésio pode causar problemas por causar reações tóxicas provocar fraqueza muscular, coma, hipertensão e confusão (MACÊDO, 2004).

Pesquisa realizada na Inglaterra mostra que a presença de sais de cálcio na água facilita o crescimento da *Acanthamoeba*, que é uma ameba que causa a ceratite infecciosa, podendo provocar cegueira (MACÊDO, 2004).

5.1.8 – Oxigênio Consumido:

A determinação do teor de oxigênio dissolvido é um dos ensaios mais importantes no controle de qualidade da água. O conteúdo de oxigênio nas águas superficiais depende da quantidade e tipo de matéria orgânica instáveis que a água contenha. A quantidade de oxigênio que a água pode conter é pequena, devido à sua baixa solubilidade (RICHTER; NETTO, 1991).

É um índice expressivo da sua qualidade sanitária, águas superficiais devem apresentar-se saturadas de oxigênio. A concentração de oxigênio dissolvido na água é função da altitude e da temperatura (...). Uma água subterrânea pode ser deficiente de oxigênio dissolvido, mesmo não estando poluída, pois o oxigênio pode ter sido consumido pela oxidação de minerais dissolvidos na água (MACÊDO, 2004).

Realizou-se a determinação do oxigênio consumido em meio ácido, porém, não houve descoloração do permanganato, não havendo presença de substâncias oxidáveis nas amostras de água (TABELA 10).

Tabela 10 – Resultados da Determinação de Oxigênio Consumido (mg/L)					
Residência	02/09/201	10/09/201	18/09/201	23/09/201	06/11/201
	3	3	3	3	3
Casa 01	0	0	0	0	0
Casa 02	0	0	0	0	0
Casa 03	0	0	0	0	0
Casa 04	0	0	0	0	0
Casa 05	0	0	0	0	0
Casa 06	0	0	0	0	0
Especificaçã	Máximo 3,5 mg/L (O ₂)				

5.1.9 – Nitrogênio Nitroso (Nitrito, NO_2^-):

O nitrogênio é um elemento importante no ciclo biológico (...). A quantidade de nitrogênio na água pode indicar poluição recente ou remota, sob as suas diversas formas compostas, orgânico, amoniacal, nitritos e nitratos. O nitrogênio segue um ciclo desde o organismo vivo até a mineralização total, esta sob a forma de nitratos, sendo assim possível avaliar o grau e a distância de uma poluição pela concentração e pela forma do composto nitrogenado presente na água (RICHTER; NETTO, 1991).

Realizou-se a determinação de nitritos, pelo método espectrofotométrico com desenvolvimento de cor, obtendo-se resultados baixos (Tabela 11), dentro da especificação com níveis bacteriológicos satisfatórios, conforme resultados obtidos no item 5.2.

Residência	02/09/2013	10/09/2013	18/09/2013	23/09/2013	06/11/2013
Casa 01	0,01082935	0,0099269	0,012634239	0,008122011	0,007219565
Casa 02	0,01263424	0,00902446	0,009926902	0,009926902	0,008122011
Casa 03	0,00902446	0,01082935	0,011731793	0,011731793	0,011731793
Casa 04	0,01263424	0,01263424	0,009926902	0,009024456	0,009926902
Casa 05	0,00902446	0,0099269	0,011731793	0,010829348	0,009024456
Casa 06	0,0099269	0,01082935	0,009926902	0,010829348	0,015341576
Especificação	Ausente. Poderá ser tolerado um teor até 0,02 mg/L (nitrogênio), em face de exames bacteriológicos satisfatórios.				

5.1.10 – Nitrogênio Nítrico (Nitrato, NO_3^-):

O excesso de íon nitrato em água potável é um potencial perigo à saúde, uma vez que pode resultar em metaemoglobinemia (síndrome do bebê azul) em recém-nascidos, bem como em adultos com uma particular deficiência de enzimas (BAIRD; CANN, 2011).

Realizou-se a determinação de nitratos, pelo método espectrofotométrico com desenvolvimento de cor, obtendo-se resultados baixos, dentro da especificação com níveis bacteriológicos satisfatórios (Tabela 12).

Residência	02/09/2013	10/09/2013	18/09/2013	23/09/2013	06/11/2013
Casa 01	0,312791783	0,256769374	0,275443511	0,298786181	0,280112045

Casa 02	0,303454715	0,275443511	0,298786181	0,289449113	0,294117647
Casa 03	0,289449113	0,247432306	0,294117647	0,289449113	0,266106443
Casa 04	0,275443511	0,242763772	0,322128852	0,308123249	0,322128852
Casa 05	0,270774977	0,261437908	0,35480859	0,280112045	0,294117647
Casa 06	0,298786181	0,289449113	0,280112045	0,294117647	0,275443511
Especificação	Máximo 2,0 mg/L (nitrogênio). Poderá ser tolerado um teor até 6,0 mg/L em face de exames bacteriológicos satisfatórios				

5.1.11 – Ferro:

O ferro na maioria das vezes está associado ao manganês e confere a água um sabor amargo adstringente e coloração amarelada a turva (...). Os sais ferrosos são bastante solúveis em água. São facilmente oxidados, formando os hidróxidos férricos, que tendem a flocular e decantar (MACÊDO, 2004).

Realizou-se a determinação de ferro, pela técnica espectrofotométrica, com determinação de curva de calibração com padrões precisamente preparados. Obteve-se baixas concentrações de ferro nas amostras analisadas, o qual pode ser proveniente do tipo do solo (Tabela 13).

Assim, confirma-se a ausência de sabor e cor, que poderiam ser provenientes da presença de ferro.

Residência	02/09/2013	10/09/2013	18/09/2013	23/09/2013	06/11/2013
Casa 01	0,01682369	0,01458053	0,016823688	0,017945267	0,020188425
Casa 02	0,02018843	0,01794527	0,021310004	0,016823688	0,019066846
Casa 03	0,01570211	0,01906685	0,017945267	0,019066846	0,015702109
Casa 04	0,01794527	0,01570211	0,014580529	0,016823688	0,019066846
Casa 05	0,02131	0,01682369	0,016823688	0,020188425	0,017945267
Casa 06	0,01682369	0,01906685	0,017945267	0,015702109	0,016823688
Especificação	Máximo 0,3 mg/L				

5.1.12 – Cloretos:

São encontrados em águas naturais em níveis baixos (MACÊDO, 2004). O teor de cloretos é um indicador de poluição por esgotos domésticos nas águas naturais (RICHTER; NETTO, 1991).

Determinou-se a quantidade de cloretos pelo método de Mohr (titulação com nitrato de prata em presença de cromato de potássio), obtendo-se valores em torno de 4 a 8 % do limite especificado, podendo ser provenientes das propriedades do solo e das rochas da região (Tabela 14).

Residência	02/09/2013	10/09/2013	18/09/2013	23/09/2013	06/11/2013
Casa 01	16,57 mg/L	4,14 mg/L	14,49 mg/L	16,57 mg/L	12,42 mg/L
Casa 02	20,71 mg/L	10,35 mg/L	16,57 mg/L	18,64 mg/L	6,21 mg/L
Casa 03	12,43 mg/L	4,14 mg/L	12,42 mg/L	10,36 mg/L	16,57 mg/L
Casa 04	8,29 mg/L	0 mg/L	18,64 mg/L	14,49 mg/L	2,07 mg/L
Casa 05	10,36 mg/L	6,21 mg/L	10,36 mg/L	12,43 mg/L	8,29 mg/L
Casa 06	18,64 mg/L	6,21 mg/L	16,57 mg/L	12,43 mg/L	20,71 mg/L
Especificação	Máximo 250 mg/L				

5.1.13 – Condutividade:

A condutividade elétrica da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. É a capacidade da água transmitir a corrente elétrica (MACÊDO, 2004).

A condutividade elétrica depende da quantidade de sais dissolvidos na água e é aproximadamente proporcional à sua quantidade. Sua determinação permite obter uma estimativa rápida do conteúdo de sólidos de uma amostra (RICHTER; NETTO, 1991).

A determinação da condutividade foi realizada de forma informativa, para se ter uma estimativa da quantidade de sais dissolvidos na água. Os valores obtidos podem ser provenientes da presença de íons cloreto e/ou íons sódio, dentre outros (TABELA 15).

Residência	02/09/2013	10/09/2013	18/09/2013	23/09/2013	06/11/2013
Casa 01	97,7 µS/cm	94,55 µS/cm	85,49 µS/cm	94,4 µS/cm	96,48 µS/cm
Casa 02	137,5 µS/cm	139,2 µS/cm	131,7 µS/cm	134,2 µS/cm	128,4 µS/cm
Casa 03	58,8 µS/cm	75 µS/cm	66,32 µS/cm	66,12 µS/cm	67,3 µS/cm
Casa 04	60,3 µS/cm	64,21 µS/cm	61,01 µS/cm	60,3 µS/cm	67,8 µS/cm
Casa 05	85 µS/cm	94,41 µS/cm	91,60 µS/cm	90,1 µS/cm	89,9 µS/cm
Casa 06	80 µS/cm	88,43 µS/cm	84µS/cm	79,3 µS/cm	76,3 µS/cm
Resultado	Informativo				

5.2 – Ensaios Microbiológicos:

Os ensaios microbiológicos foram realizados em sala limpa, sob fluxo laminar. A contagem microbiana foi realizada por meio do *Ágar Plate Count* (APC) que é um meio não-seletivo, utilizado para contagem total, ou seja, promove o crescimento de todos os tipos de bactéria. A identificação de bactérias (coliformes totais, *Pseudomonas aeruginosa* e *E. coli*) foi feita através de meios de cultura seletivos. Determinou-se estes 2 patógenos, devido a serem métodos mais acessíveis e os mais comuns em águas.

Os meios seletivos possuem características específicas que durante o crescimento inibem alguns grupos de bactérias selecionando apenas a bactéria pesquisada. Um exemplo é a alteração do pH do meio.

O *Ágar Cetrimide* é um meio seletivo para *P. aeruginosa* e o *Kit Colilert* para coliformes totais e *E. coli*. O *Kit Colilert* é um pó que é colocado em 100 mL de amostra (água) e é incubado. Caso fique amarelo ou turvo, pode indicar a presença de coliformes totais, caso fique amarelo e apresentar fluorescência sob luz UV, a característica é positiva para *E. coli*.

5.2.1 - Contagem Microbiana:

Cada sistema de água tem sua própria característica relativa à diversidade e níveis microbianos (PINTO *et al.*, 2010).

A autoridade local responsável pelo fornecimento público da água potável tem a responsabilidade de garantir atendimentos aos atributos exigidos. Porém, quando o fornecimento de água é de origem privada, tal como poço privado, o usuário é responsável por qualquer tratamento preliminar necessário ao atendimento de *Água Potável*, bem como por efetuar os testes que assegurem a conformidade com as suas especificações (PINTO *et al.*, 2010).

Infelizmente, as residências das famílias que cederam as águas de suas cisternas para análise, utilizam as mesmas para uso em suas casas, tanto para cozinha, quanto para higiene e limpeza, porém, sem fiscalização do município, pois, a construção de cisternas na localidade é proibida.

Através dos resultados obtidos, pode ser visualizado o crescimento considerável de bactérias (TABELA 16). Segundo RICHTER e NETTO (1991), um número elevado de

bactérias não é obrigatoriamente indicativo de poluição (...). A contagem do número total de bactérias é de menor interesse que a pesquisa de coliformes.

Tabela 16 – Resultados para Contagem Total de Bactérias (UFC/mL) (Unidades Formadoras de Colônia/mL)

Residência	02/09/2013	10/09/2013	18/09/2013	23/09/2013	06/11/2013
Casa 01	98	80	86	>100	96
Casa 02	22	42	36	58	60
Casa 03	> 100	65	70	81	46
Casa 04	> 100	> 100	> 100	70	74
Casa 05	90	59	28	60	55
Casa 06	70	> 100	96	> 100	90

Especificação Contagem Microbiana: Máximo 500 UFC/mL.

5.2.2 – Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes:

Os coliformes são bactérias que normalmente habitam os intestinos dos animais superiores. A sua presença indica a possibilidade de contaminação da água por esgotos domésticos. Contudo, nem toda água que contenha coliformes é contaminada e, como tal, podem veicular doenças de transmissão hídrica (RICHTER; NETTO, 1991).

Os coliformes são rigidamente regulados e controlados na água potável de abastecimento urbano e, embora não seja exigida sua absoluta ausência, o mesmo não se aplica a *Escherichia coli* do qual não deve haver qualquer vestígio (PINTO *et al.*, 2010).

Germicida químico (cloro) é usado nos sistemas de água potável de abastecimento urbano e se mantido em níveis adequados, mata os coliformes. Ainda, assim o usuário deve testar regularmente a água de entrada quanto a presença de coliformes (PINTO *et al.*, 2010). O que não é possível devido a serem testes caros.

Foi realizada a identificação de coliformes totais e dois tipos de coliformes termotolerantes: *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*. Através dos resultados obtidos, houve presença de coliformes totais em todas as amostras, se tornando um ponto crítico, pois, esta água pode veicular microrganismos patogênicos.

Tabela 17 – Resultados para a Pesquisa de Coliformes Totais

Residência	02/09/2013	10/09/2013	18/09/2013	23/09/2013	06/11/2013
Casa 01	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Casa 02	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente

Casa 03	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Casa 04	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Casa 05	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Casa 06	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Especificação	Pesquisa de Coliformes Totais: Ausente em 100mL.				

5.2.3 – *Escherichia coli*:

A espécie *Escherichia coli*, parte da flora intestinal normal do homem, está sempre presente nas fezes sem causar nenhum sintoma, não obstante para crianças pequenas (MACÊDO, 2004).

Conforme as análises realizadas utilizando Kit Colilert, que indica a presença de *E.coli*, os resultados foram bastante satisfatórios, pois não houve indício da presença deste microrganismo (TABELA 18). A *E. coli* é responsável pela maioria dos tipos de diarreias que atingem crianças e adultos.

Residência	02/09/201	10/09/201	18/09/201	23/09/201	06/11/201
	3	3	3	3	3
Casa 01	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Casa 02	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Casa 03	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Casa 04	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Casa 05	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Casa 06	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Especificação	Pesquisa de <i>E. coli</i> : Ausente em 100mL.				
o					

Conforme as análises realizadas utilizando Kit Colilert, que indica a presença de *E.coli*, os resultados foram bastante satisfatórios, pois não houve indício da presença deste microrganismo. A *E. coli* é responsável pela maioria dos tipos de diarreias que atingem crianças e adultos.

5.2.4 - *Pseudomonas aeruginosa*:

A *Pseudomonas aeruginosa* está amplamente distribuída na natureza (solo, água e alimentos) e, no homem, é um saprófita que pode causar doenças em indivíduos cujas defesas estão alteradas (MACÊDO, 2004).

Conforme as análises realizadas em placas de Agar Cetrimide (ágar seletivo para *Pseudomonas aeruginosa*) os resultados se encontraram dentro da especificação exigida, pois não houve indício da presença do microrganismo nas amostras (Tabela 19).

Residência	02/09/201	10/09/201	18/09/201	23/09/201	06/11/201
	3	3	3	3	3
Casa 01	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Casa 02	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Casa 03	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Casa 04	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Casa 05	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Casa 06	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Especificaçã	Pesquisa de <i>P. aeruginosa</i> : Ausente em 100mL.				
o					

A *Pseudomonas aeruginosa* é um microrganismo associado a diversas doenças e infecções oportunistas como, infecção do ouvido externo, infecções odontológicas, infecções cutâneas e está frequentemente presente em piscinas, devido à presença de matéria fecal ou urina.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acesso à água de qualidade é pré-condição para a segurança alimentar e nutricional. De acordo com a Lei n.º 10.689, de 13 de junho de 2003, “segurança alimentar é a garantia da pessoa humana ao acesso à alimentação todos os dias, em quantidade suficiente e com a qualidade necessária”, considerando que a água se faz presente em quase todos os tipos de alimentos, em grandes ou pequenas quantidades, sendo essencial à nossa sobrevivência e realização das atividades do organismo humano.

Água de qualidade, devidamente tratada é fornecida pela rede de abastecimento público da cidade de Anápolis, a SANEAGO atendendo rigorosamente a Leis Federais, Estaduais e Municipais, bem como Resoluções CONAMA vigentes, que garantem a qualidade e segurança da água consumida para a população da cidade. Porém, como todo grande sistema e como a cidade está em constante crescimento, possui algumas falhas, que ainda não foram sanadas, como por exemplo, o fornecimento de água suficiente para a região sudoeste de Anápolis. A falta de água é constante e as famílias sofrem muito, pois a incerteza sobre a disponibilidade da água para limpeza, higiene e alimentação durante o dia e noite faz parte do seu cotidiano.

Uma forma que a população da região encontrou para obtenção de água, inicialmente de forma paliativa, foi à construção de cisternas, porém, sem qualquer tipo de fiscalização até porque não é permitido na região, considerando o fato da proximidade com o cemitério. Os moradores assumem o risco e acreditam que a água que consomem da cisterna tem qualidade superior à fornecida pela SANEAGO.

Um ponto relevante é a condição financeira destas famílias, que são pessoas de baixa renda. Assim, o consumo da água das cisternas é uma economia, pois não geram custos. Conforme foi pesquisado, as várias fontes e referências mencionam que o proprietário da fonte de fornecimento de água é totalmente responsável pelo seu tratamento e qualidade.

A qualidade da água é definida por sua composição físico-química e pelos efeitos que seus constituintes podem causar no ambiente, em especial na saúde do homem. Os padrões de qualidade de água variam em função da sua utilização. Para consumo humano, a legislação brasileira, por meio da Portaria nº518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde (Brasil, 2004), dispõe que toda água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade, estando sujeita à vigilância da qualidade da água e define a água potável como “aquela cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendem ao padrão de potabilidade e não oferece risco à saúde”.

Então, a falta de informação ou omissão a ela por parte destas famílias, trazem riscos à sua saúde, devendo estas serem educadas e informadas sobre os riscos de consumir uma água que não é tratada e monitorada. Água é um ponto crítico, tem grande facilidade em solubilizar diversos tipos de substâncias, sendo também um meio propício para proliferação de diversos tipos de microrganismos.

Avaliando estes pontos críticos e verificando a importância da determinação da qualidade desta água, realizou-se as amostragens e análises físico-químicas e microbiológicas de forma cuidadosa e precisa, para obter resultados seguros que caracterizam as amostras de água.

As análises físico-químicas realizadas contemplaram resultados dentro dos parâmetros exigidos, o que garante a segurança da qualidade da água, no que tange estes aspectos, porém, sem contínuo acompanhamento, por serem testes relativamente caros e a população de baixa renda, que é responsável pela qualidade da água consumida em suas residências, uma vez que não são provenientes da rede pública de abastecimento, o que deve ser garantido pela SANEAGO, quando a água fornecida por ela é utilizada. Considerando as distâncias das residências, quanto ao Cemitério, não houve correlação quanto aos resultados obtidos, em geral bastante homogêneos.

Baseando-se nos resultados obtidos a partir das análises realizadas, a água encontra-se dentro dos parâmetros exigidos, apresentando crescimento de bactérias totais em um nível consideravelmente normal. Porém, como se identificou apenas *E. coli* e *P. aeruginosa*, outras bactérias patogênicas, não identificadas em meios seletivos, podem ter crescido no APC (Ágar Plate Count), trazendo dúvidas quanto aos diversos tipos de bactérias ali existentes.

De qualquer forma, a água fornecida pela rede de abastecimento público é sempre a mais segura para a população, pelo fato dela ser monitorada em todos os aspectos e processos que a envolvem, desde a sua captação, tratamento e distribuição, o que não ocorre com as águas desses poços semi-artesianos. Outro aspecto de preocupação é a proximidade destas cisternas ao cemitério.

Determinando-se as características da água dos poços semi-artesianos, provenientes das residências dos moradores voluntários, informamos aos mesmos os resultados das análises realizadas, no decorrer do trabalho, de forma a orientá-los quanto à importância do monitoramento da qualidade da água.

Se faz necessário um movimento de informação por parte de agentes de saúde, juntamente com a prefeitura, apresentando a criticidade da água de poços artesianos na região, no que tange o seu monitoramento quanto às características físico-químicas e seus

aspectos microbiológicos e a influência que pode causar em relação à doenças e danos às famílias. Uma solução bastante simples e paliativa também, seria filtrar e ferver a água, antes do consumo. Para tanto, a SANEAGO deveria sanar a freqüente falta de água para as residências da região, uma vez que o acesso á água tratada é direito de todo cidadão.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. IV Edição. Volume I, São Paulo-SP: Instituto Adolf Lutz; 2008. Págs. 102, 104, 281, 347 á 402.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Farmacopéia Brasileira**. V Edição. Volume I. Brasília: ANVISA, 2010. Pág. 391.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução – CNNPA nº12, de 1978**. Diário Oficial, Brasília, 24 de julho de 1978.

ALVES, N. C.; ODORIZZI, A. C.; GOULART, F. C.. Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 6, p. 513-520, 2002.

AMARAL L. A.; NADER FILHO A.; ROSSI JUNIOR O. D.; FERREIRA F. L. A.; BARROS L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n.4, p. 79-84, 2003.

AMORIM, M. C. C. de; PORTO, E. R. **Avaliação da Qualidade Bacteriológica das Águas de Cisternas: Estudo de Caso no Município de Petrolina - PE**. Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido. Campina Grande – PB, ABCMAC, 2001. Disponível em: <www.abcmac.org.br/files/simpomio/4simp_miriam_consideraçõessobrecontroledevigilância.pdf>. Acesso em 27 de julho de 2013.

APHA (2005). American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, **20 Ed.** Washington.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (ABAS). **Águas Subterrâneas, o que são?** São Paulo. Seção Educação. Disponível em: <<http://www.abas.org/educacao.php>>. Acesso em 13 de novembro de 2013.

BAIRD, C.; CANN M. **Química Ambiental**. 4ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2011. Págs. 641-642, 644, 648.

CETESB. **Pseudomonas Aeruginosa - Determinação do Numero Mais Provável pela Técnica de Tubos Múltiplos: Método de Ensaio**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2001. <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/servicos/normas/pdf/L5220.pdf>. Acesso em 28 de julho de 2013.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. Versão 5. Rio Grande do Sul: IPHUFGRS, 2008. Págs.251 – 271.

CORAPCIOGLU, M. Y., HARIDAS, A. *Transport and Fate of Microorganisms in Porous Media: A Theoretical Investigation*. *Jornal of Hydrology*, v. 72, p. 149-169,1984.

GIATTI, L.L.; ROCHA, A.A. ; SANTOS, F A. ; BITENCOURT, S.C. ; PIERONI, S.R. de M. Condições de saneamento básico em Iporanga, Estado de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 4, p. 571-577. 2004.

GORE, A. Uma Verdade Inconveniente. São Paulo: Editora Manole, 2006.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Águas e Águas**. 2ª Edição. Belo Horizonte-MG: Conselho Regional de Química, 2004.

MACEDO, Jorge Antônio Barros de. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 3ª edição. Belo Horizonte-MG, CRQ-MG : 2005. Págs. 63-67,328.

Manual Aquatest Coli - Laborclin produtos para laboratórios Ltda. R. Casemiro de Abreu, 521 Pinhais/PR - CEP. 83.321-210.CNPJ: 76.619.113/0001-31 - Insc.Est.: 13700129-26.Responsável Técnico: Elisa H. Uemura CRF-PR 4311.

MATOS, B. A. Como os Cemitérios podem Contaminar as Águas Subterrâneas. Disponível em: < <http://www.igc.usp.br/subsites/cemiterios/cemit.php> >. Acesso em 24 de julho de 2013.

MATOS, B. A. Avaliação da Ocorrência e do Transporte de Microrganismos no Aquífero Freático do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo. 2001. 113p. Dissertação (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 1.469 de dezembro de 2000. Diário Oficial, Brasília, 10 de janeiro de 2001. Seção 1, p. 26-28.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 518/GM de março de 2004. Diário Oficial, Brasília, 9 de março de 1977.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME. **Cartilha do Programa Cisternas para os Convênios Municipais**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Social, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial, Brasília, 18 de março de 2005. Págs. 58 – 63.

PALMEIRA, G. Relatório de Avaliação de Programa Ação Construção de Cisternas para Armazenamento de Água. Brasília: Tribunal de Contas da União, 2006.

PINTO, T. J. A.; KANEKO M. K.; PINTO, A. Controle Biológico de Qualidade de Produtos Farmacêuticos, Correlatos e Cosméticos. 3ª Edição. São Paulo: Atheneu Editora, 2010. Págs. 151 à 157.

PREFEITURA DE ANÁPOLIS. Lei municipal Nº 112 - 19/06/1968. Disponível em: < http://anapolis.go.gov.br/leis/index.php?option=com_content&view=article&id=5152%3Ano-112-19061968&catid=48%3Acodigos&Itemid=207 >. Acesso em 12 de Julho de 2013.

RICHTER, C.A; NETTO, J.M.A. **Tratamento de Água**. 1ª Edição. São Paulo: Blucher, 1991.

ROMERO, J. C. *The Movement of Bacteria and Viruse Through Porous Media. Ground Water.* v. 8, n 2, p. 37-48, 1970.

SANEAGO (SANEAMENTO DE GOIÁS S.A.). Programa Qualidade Saneago. Seção Institucional. Disponível em: < <http://www.saneago.com.br> >. Acesso em 24 de outubro de 2013.

SILVA, L. M. Cemitérios Fonte Potencial de Contaminação dos Aquíferos Lívres. In: Congresso Latino Amricano de Hidrologia Subterrânea, 4, 1998, Montevideo. Anais. Montevideo: ALHSUD, p. 667-681, 1998.

UNITED STATES PHARMACOPOEIA. USP 36. Rockville: The United States Pharmacopeial Convention, 2013.

VALIAS, A.P.G.S.; SILVA, E.N.. Estudo Comparativo de Sistemas de Bebedouros na Qualidade Microbiológica da Água Consumida por Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas,v. 3, n. 1, p. 83-89, 2001.

VERMELHO, A. B.; PEREIRA, A. F.; COELHO, R. R. R.; PADRÓN, T. S. Práticas de Microbiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. Págs. 1.

ANEXOS

1 - METODOLOGIA

1.1 – Amostragem e Acondicionamento:

As amostras colhidas serão imediata e devidamente acondicionadas. Este acondicionamento será considerado adequado se for capaz de impedir qualquer alteração na amostra (LUTZ, 2008).

Na escolha do acondicionamento deverá ser levado em conta o tipo de análise à qual vai ser submetida. Assim, se a amostra se destina a testes microbiológicos, tornar-se-à imprescindível acondicioná-la em recipiente ou material de embalagem estéril que impeça a sua eventual contaminação do produto (LUTZ, 2008).

Desta forma, serão verificados os melhores pontos para amostragem e coleta de água para análises físico-químicas e microbiológicas. Cada amostra será coletada com o devido cuidado no momento da amostragem, para não haver contaminação, mascarando os resultados. Os procedimentos experimentais que serão usados estão descritos abaixo:

1.1.1 – Amostragem para Análises Microbiológicas:

- Identificar o tipo de água a ser analisada (água potável) e verificar a frequência de amostragem de cada ponto;
- Conforme cronograma identificar quais os pontos de coleta do dia;
- Verificar a localização dos pontos a serem amostrados;
- Separar e identificar o material para amostragem;
- Paramentar-se adequadamente com jaleco descartável e luvas (previamente limpas com álcool 70%);
- Utilizar recipiente previamente sanitizado para a amostragem da água;
- Cuidadosamente transferir quantidade necessária para análise microbiológica e fechar a bolsa estéril (Farmacopéia Americana, 2013; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005).

1.1.2 – Amostragem para Análises Físico-Químicas:

- Identificar o tipo de água a ser analisada (água potável) e verificar a frequência de amostragem de cada ponto;
- Conforme cronograma identificar quais os pontos de coleta do dia;

- Verificar a localização dos pontos a serem amostrados;
- Separar e identificar o material para amostragem;
- Paramentar-se adequadamente com jaleco descartável e luvas;
- Utilizar frascos de água mineral de primeiro uso com sua tampa original para a amostragem da água;
- Cuidadosamente, ambientar com a água a ser coletada por 6 vezes, transferir quantidade necessária para análise físico química e fechar o frasco de coleta, certificando-se de que não haja vazamentos;
- A água deve ser transportada sob refrigeração (Farmacopéia Americana, 2013; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005).

1.2 – Determinações Físico-Químicas:

Determinar-se-á o caráter físico-químico, conforme descrito pelas Normas Analíticas, do Instituto Adolf Lutz (2008). Estes procedimentos experimentais estão descritos abaixo:

1.2.1 – Aspecto e Odor:

- Para análise das características sensoriais, o julgador deve expressar suas impressões em relação aos atributos sensoriais e descrevê-los utilizando vocabulário próprio;
- A reunião de julgadores se dá em torno de uma mesa redonda confortável, com as condições ambientais controladas, tais como: iluminação, temperatura, ausência de sons ou ruídos e livre de odores estranhos;
- Durante o teste, o julgador deve omitir-se de conversas paralelas;
- Depois, inicia-se uma conversação, na qual, por consenso, são definidos os termos ou componentes perceptíveis que melhor definem cada um dos atributos sensoriais e, conseqüentemente, a conclusão do resultado de análise;
- Recomenda-se que o número de julgadores selecionados seja no mínimo 3, de preferência número ímpar, para que, se houver divergência de opiniões, possa haver desempate, prevalecendo o resultado consensual da maioria.

1.2.2 – Cor: Máximo 15 UH.

- Encha um dos tubos com água bidestilada e deionizada, de modo a não formar bolhas;
- Mergulhe o *plunger* no interior do tubo de água de modo a homogeneizar o conteúdo da coluna;

- Proceda analogamente com o segundo tubo, utilizando agora a amostra cuja cor se quer determinar. Leve os tubos ao comparador visual, colocando-os corretamente em cada presilha do aparelho;
- Gire o disco até que a cor da amostra coincida com a cor apresentada no disco padrão. Faça a leitura da escala. O resultado é expresso em UH (unidade de Hazen).

Nota: Caso deseje medir a cor verdadeira, faça a decantação e, se necessário, centrifugue previamente uma porção da amostra (como opção, pode-se efetuar filtração com papel quantitativo para precipitados finos).

*** Preparo da Solução Padrão de Cor:** Pesar 1,246 g de hexacloroplatinato de potássio (K_2PtCl_6), 1 g de cloreto cobaltoso $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ e meça 100 mL de ácido clorídrico. Transfira para um balão volumétrico de 1000 mL e complete o volume com água bidestilada e deionizada. Esta solução-estoque apresenta cor equivalente a 500 unidades internacionais. Prepare padrões contendo cores de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, e 70 unidades, diluindo 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0 e 7,0 mL da solução-padrão estoque em balões volumétricos de 50 mL. Proteja estes padrões contra a evaporação e a contaminação quando não estiverem sendo usados.

1.2.3 – Turbidez: Máximo 5 UNT.

- Agite a amostra, procurando evitar a formação de bolhas antes da realização da medida de turbidez;
- Deixe repousar para eliminar as bolhas de ar e transfira uma quantidade de amostra para a cubeta do turbidímetro;
- Quando possível, coloque a cubeta com a amostra num banho de ultra-som por 1 a 2 segundos, para eliminar qualquer bolha de ar;
- Dilua as amostras com 1 ou mais volumes de água livre de turbidez até que a turbidez das amostras se enquadre na faixa de 30 a 40 UT;
- Limpe bem as paredes da cubeta contendo a amostra e coloque-a no turbidímetro. Leia a turbidez diretamente na escala do aparelho ou a partir de uma curva-padrão adequada.

*** Curva Padrão:** Nos instrumentos pré-calibrados, verifique a escala de calibração com o uso de padrões apropriados. Leia ao menos um padrão em cada faixa de leitura disponível no aparelho utilizado. Na ausência de uma escala pré-calibrada, prepare curvas de calibração

para cada faixa de leitura do instrumento com as suspensões-padrão de turbidez listadas na Tabela 1. Essas suspensões-padrão não devem ser agitadas. Determine a turbidez, com a curva-padrão previamente estabelecida.

Tabela 1 – Dados referentes ao preparo de suspensões diluídas de turbidez (em balões volumétricos de 100 mL).

Volume de Suspensão Necessário			
Padrão de Turbidez UT Requerido	Suspensão de 2 UT Utilizada	Suspensão de 40 UT Utilizada	Volume de Água Livre de Turbidez (mL)
0,05	2,5	-	97,5
0,1	5,0	-	95
0,5	25	-	75
1,0	50	-	50
1,5	75	-	25
2,0	100	-	0
4,0	-	10	90
6,0	-	15	85
10	-	25	75
20	-	50	50
30	-	75	25
40	-	100	0

FONTE: Adolfo Lutz, 2008.

* **Água Livre de Turbidez:** Passe água através de uma membrana de filtro de porosidade igual a 0,2 µm. O filtro de membrana convencional usado para exames bacteriológicos não é satisfatório. Lave o frasco coletor duas vezes com a água filtrada e descarte os próximos 200 mL. O método é satisfatório para se medir turbidez até 0,02 UT.

* **Preparo da Suspensão Estoque de Turbidez:**

** **Solução I:** Pese 1000 mg de sulfato de hidrazina, transfira para um balão volumétrico de 1000 mL e complete o volume com água destilada e deionizada.

** **Solução II:** Pese 10 g de hexametilenotetramina, transfira para um balão volumétrico de 100 mL e complete o volume com água bidestilada e deionizada. Em um balão volumétrico de 100 mL, misture 5 mL da solução I e 5 mL da solução II. Deixe em repouso por 24 horas a $(25 \pm 3)^\circ\text{C}$. Complete o volume com água destilada e deionizada e misture. A turbidez desta solução é de 400 UT (unidades de turbidez).

* **Preparo da Suspensão Padrão de Turbidez 40 UT:** Com uma pipeta volumétrica, transfira 10 mL da suspensão-padrão de polímero de formazina (400 UT) para um balão volumétrico de 100 mL. Complete o volume com água destilada e deionizada livre de turbidez e misture. Prepare esta suspensão semanalmente.

* **Preparo da Suspensão Padrão de Turbidez menor que 40 UT:** A partir da suspensão-padrão de turbidez de 40 UT, utilizando-se pipeta e balão volumétrico de 100 mL, prepare diariamente soluções diluídas de acordo com a necessidade (**Tabela 4**). *Nota: Prepare as soluções e suspensão, mensalmente. Nota: Alternativamente, use padrões disponíveis no comércio, tais como estireno-divinilbenzeno ou outros que sejam equivalentes à suspensão de polímero de formazina, recentemente preparada.*

1.2.4 – Resíduo Seco (Sólidos Totais): Máximo 1000 mg/L.

- Aqueça em uma estufa, uma cápsula limpa de platina ou porcelana a (103 - 105)°C por, no mínimo 3 horas;
- Retire da estufa, transferindo para um dessecador, até a temperatura ambiente e pese;
- Meça 100 mL da amostra de água não filtrada em um balão volumétrico e transfira quantitativamente para a cápsula já pesada;
- Evapore até secagem em um banho-maria ou numa chapa de aquecimento, evitando que a amostra entre em ebulição;
- Coloque a cápsula em uma estufa a (103 - 105)°C por 3 horas. Transfira a cápsula para um dessecador, deixando atingir o equilíbrio térmico com o ambiente e pese;
- Repita as operações até obter peso constante ou até que a diferença de peso seja menor do que 4% da medida anterior;
- As determinações devem ser feitas em duplicata e os resultados devem concordar em 5% entre as medidas.

$$\text{Sólidos Totais (mg/L)} = \frac{A - B}{V}$$

A = Massa (resíduo seco + cápsula) (mg);

B = Massa da cápsula (mg);

V = Volume da amostra em L.

1.2.5 – pH: Entre 6,0 a 9,5.

- Lave o eletrodo de vidro com água destilada e deionizada. Seque delicadamente com papel absorvente fino;
- Coloque o eletrodo na solução-tampão de fosfato preparada (béquer de 50 mL) com agitação suave e constante;
- Leia a temperatura da solução e verifique o valor do pH do tampão para esta temperatura (tabela 2).;
- Retire o eletrodo da solução e lave com água destilada e deionizada. Verifique a linearidade do eletrodo com o segundo tampão;
- Para efeito de ajuste de aparelhagem, escolha o tampão de biftalato se as amostras apresentarem $\text{pH} < 7$ ou o tampão de borato se apresentarem $\text{pH} > 7$;
- Proceda de maneira semelhante ao descrito para tampão de fosfato. As amostras não requerem nenhuma preparação especial;
- Transfira cerca de 50 mL de amostra para um béquer de 100 mL;
- Lave o eletrodo e o compensador de temperatura com água bidestilada e deionizada, seque suavemente e coloque-os dentro do béquer com a amostra com agitação laminar;
- Espere a leitura ficar constante e anote o valor de pH da amostra.

Tabela 2 – Valores de pH de soluções-tampão em relação à temperatura da solução.

Valores de pH de Soluções Tampão Padrão			
T (°C)	Biftalato de Potássio	Fosfato Diácido de Potássio e Fosfato Ácido Dissódico (1:1)	Borato de Sódio
15	3,999	6,900	9,276
20	4,002	6,881	9,225
25	4,008	6,865	9,180
30	4,015	6,853	9,139
35	4,024	6,844	9,102
38	4,030	6,840	9,081
40	4,035	6,838	9,068

FONTE: Adolfo Lutz, 2008.

* **Preparo da Solução Tampão:** Podem ser adquiridas, no comércio, soluções-tampão certificadas. Em geral são fornecidas em três valores de pH: 4, 7 e 10 (ou próximo destes). Essas soluções também podem ser preparadas no laboratório. A calibração do aparelho com

o uso de eletrodo de vidro combinado deve ser efetuada como indicado no manual do aparelho.

*** Preparo da Solução Tampão de Biftalato pH 4 (25°C):** Pese 5,06 g de biftalato ácido de potássio, previamente seco a 110°C por 2 horas. Dissolva em água destilada e deionizada, transfira para um balão volumétrico de 500 mL e complete o volume.

*** Preparo da Solução Tampão de Fosfato pH 6,86 (25°C):** Seque, separadamente, cerca de 2,5 g de fosfato diácido de potássio e de fosfato ácido dissódico por duas horas a (110–130)°C e deixe esfriar em dessecador. Pese 1,694 g de fosfato diácido de potássio e 1,767 g de fosfato ácido dissódico e dissolva em água destilada e deionizada. Transfira para um balão volumétrico de 500 mL e complete o volume com água destilada e deionizada.

*** Preparo da Solução Tampão de Borato pH 9,18 (25°C):** Pese 1,9 g de borato de sódio decahidratado, dissolva em água destilada e deionizada. Transfira para um balão volumétrico de 500 mL com água destilada e deionizada.

Nota: As soluções-tampão acima mencionadas devem ser mantidas em geladeira a cerca de 4°C, a fim de se evitar contaminação por fungos. Pelo menos uma hora antes do uso das mesmas, retire dos frascos de solução-estoque cerca de 20-30 mL que são transferidos a béqueres de 50 mL limpos e secos, de diâmetro suficiente para mergulhar o eletrodo de vidro combinado em seu interior. Lave o béquer com alguns mL do tampão, preencha com a solução, feche imediatamente e deixe sobre a bancada por uma hora pelo menos, para que a temperatura da solução atinja a temperatura ambiente. Após o uso no ensaio, descarte a solução.

1.2.6 – Alcalinidade Total

1.2.6.1 – Alcalinidade de Hidróxidos: Zero.

1.2.6.2 – Alcalinidade de Carbonatos: Máximo 120 mg/L (CaCO₃).

1.2.6.3 – Alcalinidade de Bicarbonatos: Máximo 250 mg/L (CaCO₃).

- Transfira 50 mL da amostra para um frasco Erlenmeyer de 250 mL e adicione 2 gotas da solução indicadora de fenolftaleína;

- Se aparecer cor, hidróxidos ou carbonatos estão presentes, e então titule esta solução, sob agitação constante, com solução padronizada 0,005 M de ácido sulfúrico ou 0,01 M de ácido clorídrico até o desaparecimento da cor rósea;
- Anote o volume gasto na bureta (alcalinidade referente a íons hidroxila livres);
- Adicione 2 gotas do indicador verde de bromocresol (ou da mistura dos indicadores verde de bromocresol e vermelho de metila) à solução incolor acima obtida;
- Titule com solução de ácido sulfúrico 0,005 M (ou ácido clorídrico 0,01 M), até a mudança da cor azul para verde (ou de verde para amarelada, no caso da mistura dos indicadores);
- Leia na bureta o volume total de ácido gasto (alcalinidade total). Calcular conforme a fórmula que se segue:

$$\text{Carbonato de Cálcio (mg/L)*} = \frac{V \times M \times 50}{V_a}$$

$$\text{Carbonato de Cálcio (mg/L)**} = \frac{V \times M \times 100}{V_a}$$

M = Molaridade da solução de ácido;

V_a = Volume da amostra de água, em L.

* Utilizando Ácido Clorídrico (HCl) 0,01M;

** Utilizando Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) 0,005M.

Nota: A alcalinidade referente a íons hidroxila livres (F) e total (AT) pode ser usada para se calcular a alcalinidade em termos de hidróxido, carbonato e bicarbonato. A realização deste cálculo é feita utilizando a tabela 3.

Tabela 3 – Cálculo de alcalinidade da água.

Resultado da Titulação	Alcalinidade (em mg/L como CaCO ₃)		
	Hidróxidos	Carbonatos	Bicarbonatos
F = 0	0	0	AT
F < 1/2 AT	0	2 F	AT – 2F
F = 1/2 AT	0	2 F	0
F > 1/2 AT	2 F – AT	2 (AT - F)	0
F = AT	AT	0	0

F = Alcalinidade Fenolftaleína, AT = Alcalinidade Total.

FONTE: Adolfo Lutz, 2008.

* **Preparo da Solução Padrão de Ácido Sulfúrico 0,05 M ou Clorídrico 0,1 M:** Dilua em um balão volumétrico de 1000 mL, 3 mL de ácido sulfúrico ou 8,3 mL de ácido clorídrico e complete o volume com água. Coloque a solução ácida na bureta e padronize, por titulação, com 40 mL de solução de carbonato de sódio 0,025 M.

* **Padronização da Solução de Ácido Sulfúrico 0,05 M ou Ácido Clorídrico 0,1 M, utilizando indicador visual:** Em um frasco Erlenmeyer de 250 mL, adicione 40 mL de solução-padrão de carbonato de sódio e 60 mL de água bidestilada e deionizada. Coloque na bureta o ácido a ser padronizado (H_2SO_4 0,05 M ou HCl 0,1 M). Adicione duas gotas de indicador fenolftaleína e acrescente lentamente o ácido até viragem de cor rósea a incolor (formação de HCO_3^-). A seguir, adicione 2 gotas de indicador verde de bromocresol ou da mistura de verde de bromocresol e vermelho de metila. Continue a titulação até viragem de cor azul para verde (ou verde para amarela, no caso de mistura de indicadores). *Nota:* 1 mL da solução ácida = 5 mg de CaCO_3 .

* **Preparo do Indicador Verde de Bromocresol:** Pese 100 mg do indicador verde de bromocresol (sal sódico), transfira para um balão volumétrico de 100 mL e complete o volume com água bidestilada e deionizada.

* **Preparo do Indicador Verde de Bromocresol-Vermelho de Metila:** Dissolva 100 mg de verde de bromocresol (sal sódico) e 20 mg de vermelho de metila (sal sódico) em 100 mL de água, ou alternativamente, em 100 mL de álcool a 95% ou álcool isopropílico.

* **Preparo da Solução de Fenolftaleína:** Pese 1 g de fenolftaleína, transfira para um balão volumétrico de 100 mL, dissolva com álcool a 95% e complete o volume.

* **Preparo da Solução de Tiosulfato de Sódio:** Pese 3,2 g de tiosulfato de sódio, transfira para um balão volumétrico de 1000 mL, dissolva com água destilada e deionizada e complete o volume.

* **Preparo da Solução de Ácido Sulfúrico 0,005 M ou de Ácido Clorídrico 0,01 M:** Transfira 100 mL da solução de ácido sulfúrico 0,05 M ou 100 mL da solução de ácido

clorídrico 0,1 M para um balão de 1000 mL. Complete o volume com água bidestilada e deionizada.

1.2.7 – Dureza Total: Recomendável até 100mg/litro tolerável até 200mg/litro em CaCO₃.

-Transfira 50 mL da amostra para um frasco Erlenmeyer de 250 mL e adicione 1 mL da solução-tampão e pequena porção (0,05 g) do indicador negro de eriocromo T;

- Titule com a solução de EDTA 0,01 M até que a coloração púrpura passe a azul. Calcule conforme a fórmula que se segue:

$$\text{Carbonato de Cálcio (mg/L)} = \frac{1000 \times V_g \times A}{V}$$

V_g = N° de mL de solução de EDTA gasto na titulação;

A= CaCO₃ eqüivalente a 1 mL da solução de EDTA 0,01 M (mg);

V = N° de mL da amostra.

* **Preparo da Solução Padrão de Cálcio:** Transfira, para um frasco Erlenmeyer de 500 mL, 1 g de carbonato de cálcio previamente aquecido a 105°C por 15 horas. Adicione, por meio de um funil, ácido clorídrico diluído a 50%, aos poucos, até dissolver todo o carbonato. Adicione 200 mL de água. Aqueça até ebulição para eliminar todo gás carbônico. Esfrie, adicione duas gotas do indicador vermelho de metila e ajuste para cor alaranjada, adicionando hidróxido de amônio 3 M ou ácido clorídrico 50%.Transfira a solução para um balão volumétrico de 1000 mL e complete o volume com água. Um mL desta solução equivale a 1 mg de carbonato de cálcio.

* **Preparo da Solução Tampão:** Dissolva 16,9 g de cloreto de amônio em 143 mL de hidróxido de amônio. Adicione 1,25 g do sal Mg-EDTA e dilua para 250 mL com água destilada.

Nota: Se o sal Mg-EDTA não for disponível, alternativamente, dissolva 1,179 g de EDTA dissódico e 780 mg de sulfato de magnésio (MgSO₄.7H₂O) ou 644 mg de cloreto de magnésio (MgCl₂.6H₂O) em 50 mL de água destilada. Adicione à esta solução 16,9 g de cloreto de amônio e 143 mL de hidróxido de amônio concentrado com agitação e dilua para 250 mL com água destilada.

* **Preparo da Solução Indicadora:** Misture, em almofariz, 0,5 g de negro de eriocromo T - sal sódico do ácido 1-(1-hidroxi-2-naftilazo)-5-nitro-2-naftol-4-sulfônico) - com 100 g de cloreto de sódio. Conserve em frasco com rolha esmerilhada.

* **Preparo da Solução de EDTA 0,01 M:** Dissolva 3,72 g do sal dissódico do ácido etilenodiaminotetracético dihidratado em água bidestilada e deionizada e complete a 1000 mL.

* **Padronização da Solução de EDTA 0,01 M:** Transfira 50 mL de água destilada e deionizada para um frasco Erlenmeyer de 250 mL. Adicione 2 mL da solução-tampão e 0,05 g do indicador negro de eriocromo T. Adicione 20 mL da solução-padrão de cálcio. Titule com a solução de EDTA até viragem da cor púrpura para azul. Calcule a massa de CaCO_3 equivalente a 1 mL da solução de EDTA.

1.2.8 – Oxigênio Consumido: Máximo 3,5mg/litro em oxigênio.

- Transfira 100 mL da amostra para um frasco Erlenmeyer de 300 mL. Adicione 5 mL de ácido sulfúrico a 25% v/v;

- Adicione, com uma bureta, 5 mL de permanganato de potássio 0,0025 M. Aqueça em banho-maria por 30 minutos;

Havendo descoloração da solução, adicione mais 10 mL da solução de permanganato. Caso descore novamente, repita o teste com a amostra diluída a 100 mL;

- Adicione, com uma bureta, uma quantidade de oxalato de sódio 0,00625 M exatamente igual a do total da solução de permanganato de potássio empregada;

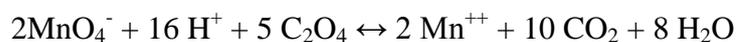
- Leve ao banho-maria até descorar. Titule com solução de permanganato de potássio até coloração rósea;

- O oxigênio consumido pela amostra (em mg/L) corresponde exatamente ao no de mL de permanganato de potássio 0,0025 M gasto na titulação da amostra.

* **Preparo da Solução de Permanganato de Potássio a 0,0025 M:** Pese 4 g de permanganato de potássio e dilua com aproximadamente 1100 mL de água destilada e deionizada. Aqueça a solução até reduzir o volume a aproximadamente 1000 mL. Esfrie à temperatura ambiente. Filtre, a vácuo, em placa de porcelana porosa, previamente purificada com ácido sulfúrico e exaustivamente lavada com água destilada e deionizada. Recolha o

filtrado em balão volumétrico de 1000 mL, complete cuidadosamente o volume com água destilada e deionizada. Deixe a solução em repouso por uma semana, em frasco âmbar e dilua 100 mL desta solução com água destilada e deionizada, completando o volume até 1000 mL em balão volumétrico.

* **Padronização da Solução de Permanganato de Potássio a 0,0025 M:** Pese quantitativamente massas de oxalato de sódio, em torno de 0,01 g, secas em estufa a 100°C por duas horas. Transfira para um frasco Erlenmeyer de 250 mL. Adicione 200 mL de água destilada e deionizada e 5 mL de ácido sulfúrico a 25% v/v. Leve ao banho-maria e aqueça entre (60–70)°C. Titule com a solução de permanganato de potássio até a primeira coloração rósea. Calcule conforme a fórmula que se segue:



$$\text{Molaridade da Solução de KMnO}_4 = \frac{2 \times M_{\text{oxalato}}}{670 \times V}$$

M_{oxalato} = Massa de oxalato de sódio empregada (g);

V = Volume da solução de KMnO₄ gasto na titulação, em L Solução aquosa de ácido sulfúrico 25% v/v (dilua 25 mL de ácido sulfúrico concentrado em água destilada e deionizada, lentamente, deixando esfriar e completando o volume até 100 mL).

Nota: nas primeiras gotas há uma viragem aparente; retorne então ao banho-maria até a descoloração completa e prossiga normalmente a titulação. Faça ao menos duas provas e calcule a molaridade média.

* **Preparo da Solução de Oxalato de Sódio 0,00625 M:** Pese 8,375 g de oxalato de sódio, transfira para um balão volumétrico de 1000 mL e complete o volume com água destilada e deionizada. Transfira 100 mL desta solução para balão volumétrico de 1000 mL e complete o volume com a mesma água.

1.2.9 – Nitrogênio Nitroso (Nitrito): Ausente. Poderá ser tolerado um teor até 0,02mg/litro em nitrogênio, em face de exames bacteriológicos satisfatórios.

Procedimento:

- Transfira 50 mL da amostra para um balao volumetrico, adicione 2 mL do reagente de cor e faça um branco nas mesmas condicoes da amostra, utilizando agua destilada e deionizada;
- Aguarde de 30 a 45 minutos. Meça a absorbância da coloração vermelha desenvolvida a 543 nm, em espectrofotômetro.

Curva-Padrão:

- Pipete 10 mL da solução-estoque num balão volumétrico de 100 mL, e complete o volume com água destilada e deionizada (1 mL desta solução de NaNO_2 contem 0,1 mg de NO_2^-);
- A partir desta solução de uso, prepare uma serie de soluções de concentrações no intervalo de 0,0 a 0,5 mg/L em nitrito;
- Com bureta de 10 mL, adicionar quantidades de 0,0, 1, 2, 3, 4 e 5 mL em balão volumétrico de 100 mL, complete o volume com água destilada e deionizada, adicione 4 mL do reagente de cor;
- Aguarde de 30 a 45 minutos;
- Meça a absorbância em espectrofotômetro, utilizando comprimento de onda igual a 543 nm;
- Construir o gráfico de absorbância em função da concentração da solução padrão de nitrito (em mg NO_2^-/L).

Nota: Preparar a curva-padrão a cada troca da solução reagente de cor.

Cálculo:

- Determine a quantidade de íons nitrito correspondente, usando a curva-padrão, previamente estabelecida;
- Caso a cor apresente intensidade acima daquela de concentrações usadas para a curva-padrão, repetir o procedimento, diluindo a amostra ou utilizando balões volumétricos de maior volume para a leitura final e considerar as diluições no calculo final;
- Devera ser respeitada a faixa de aplicabilidade do método.

*** Preparo da Solução-Padrão de Íons Nitrito (100 mg/L):** Em um béquer de 100 mL, pesar exatamente 0,15 g de nitrito de sódio ou 0,1848 g de nitrito de potássio puros, previamente secos por 2 horas em estufa a 105°C e resfriados em dessecador por uma hora. Transfira, cuidadosamente, para um balão volumétrico de 1000 mL com água bidestilada e

deionizada e complete o volume. Homogeneizar. *Nota:* utilizar sempre solução recém-preparada. Esta solução tem validade de 30 dias, desde que mantida sob refrigeração.

* **Preparo da Solução de Oxalato de Sódio 0,025 M:** Dissolva 3,350 g de oxalato de sódio em água destilada e deionizada, transfira para balão volumétrico de 1000 mL e complete o volume.

* **Preparo da Solução de Permanganato de Potássio 0,01 M:** Dissolva 1,6 g de permanganato de potássio em 1 litro de água destilada e deionizada. Armazene a solução em um frasco âmbar (rolha de vidro), por uma semana. Cuidadosamente, de modo a não ressuspender o sedimento, decante ou pipete o sobrenadante para outro frasco âmbar (rolha de vidro). Padronize esta solução, frequentemente, pelo seguinte procedimento (em triplicata): em Erlenmeyer de 250 mL, pese 0,200 g de oxalato de sódio anidro, adicione 100 mL de água destilada e deionizada e agite até dissolver o sal. Adicione 10 mL de solução aquosa de ácido sulfúrico 1:1 e aqueça a 90-95°C. Titule, sob agitação e rapidamente, com a solução de permanganato de potássio preparada até que uma leve coloração rósea persista por, no mínimo, 1 minuto. Durante a titulação, não permita que a temperatura fique abaixo de 85°C (se necessário, aqueça o Erlenmeyer durante a titulação). Faça um branco com água destilada e ácido sulfúrico (1:1). A molaridade da solução de KMnO_4 é calculada por meio da média de três titulações a partir da seguinte equação:

$$M = \frac{m}{V_A - V_B \times 0,335}$$

M = Molaridade da solução de KMnO_4 ;

m = Massa de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$;

V_A = volume da solução de KMnO_4 gasto na titulação do oxalato de sódio, em mL;

V_B = volume da solução de KMnO_4 gasto na titulação do branco, em mL;

Padronização da Solução de Nitrito: Pipetar, na ordem, em um Erlenmeyer de boca esmerilhada com tampa: 50 mL de solução de KMnO_4 0,01 M, 5 mL de H_2SO_4 concentrado e 50 mL da solução de nitrito a ser padronizada (quando da adição da solução de nitrito, submerja a ponta da pipeta dentro da solução acidulada de KMnO_4). Com o frasco tampado, agite suavemente e aqueça a (70-80°C) em placa aquecedora. Faça a descoloração da

solução pela adição de porções de 10 mL de solução-padrão de 0,025 M de Na₂C₂O₄. Titule o excesso de Na₂C₂O₄ adicionado com solução 0,01 M de KMnO₄ até o surgimento de coloração rósea fraca e persistente. Conduza uma titulação do branco (50 mL de água destilada e deionizada). Calcule a concentração da solução de nitrito por meio da seguinte equação:

$$A = \frac{7 \times [5B \times C - 2D \times E]}{F}$$

A= mg NO₂⁻ – N/mL na solução estoque de NaNO₂ ou KNO₂;

B= Molaridade da solução de KMnO₄;

C= Volume total, em mL, da solução de KMnO₄;

D= Molaridade da solução de Na₂C₂O₄;

E= Volume total, em mL, da solução de Na₂C₂O₄;

F= Volume, em mL, da solução de NaNO₂ ou KNO₂.

*** Preparo do Reagente de N-(1-naftil)etilenodiamina:** Em balão volumétrico de 250 mL, adicione um pouco de água destilada e deionizada, 25 mL de ácido fosfórico a 85%, 2,5 g de sulfanilamida e dissolva completamente. Adicione 0,25 g de N-(1-naftil)etilenodiamina, e homogeneíze para dissolver completamente. Complete o volume com água destilada e deionizada. Homogeneíze novamente. *Nota:* Guardar a solução em frasco escuro, sob refrigeração. A solução tem validade de 1 mês.

1.2.10 – Nitrogênio Nítrico (Nitrato): Máximo 2,0mg/litro em nitrogênio. Poderá ser tolerado um teor até 6,0mg/litro em face de exames bacteriológicos satisfatórios.

Determinação de Nitrato por Método Espectrofotométrico com Desenvolvimento de Cor

Procedimento:

- Transfira 50 mL da amostra para uma capsula de porcelana de 150 mL;
- Evapore até a secura, em banho-maria. Adicione 1 mL da solução de ácido fenoldissulfônico;

- Misture, com um bastão de vidro, o ácido e o resíduo eventualmente presente nas paredes da cápsula;
- Lave com pequena porção (10 mL) de água destilada e deionizada e adicione 3 a 5 mL de solução de hidróxido de sódio a 50% sob agitação, até obter uma cor amarela estável;
- Transfira para um balão volumétrico de 50 mL, lavando a cápsula (quando a tonalidade amarela for muito intensa, faça diluições maiores, a partir da amostra original);
- Complete o volume com água bidestilada e deionizada, filtre se necessário, homogeneíze, aguarde 15 minutos e Meça a absorvância em espectrofotômetro, a 410 nm, utilizando como branco água destilada e deionizada, preparado nas mesmas condições da amostra;
- Determine a quantidade de nitrato correspondente, usando a curva-padrão previamente estabelecida.

Nota: Se a amostra contiver cloretos acima de 30 mg/L, precipite-os em pH 1 (acidule com ácido sulfúrico), usando uma alíquota conveniente de solução de sulfato de prata.

Quando a amostra se apresentar excessivamente turva, clarifique-a com uma ponta de espátula de solução de creme de alumina.

Curva-Padrão :

- A partir da solução-estoque, prepare soluções-padrão de nitrato no intervalo de 0 a 7 mg $\text{NO}^3\text{-L}$;
- Com bureta de 25 mL, adicione quantidades de 0 (branco), 1, 2, 3, 4, 5, e 7 mL, respectivamente, em cápsulas de 150 mL. Evapore até a secar em banho-maria;
- Adicione em cada uma das cápsulas, 1 mL da solução de ácido fenoldissulfônico, misture bem com bastão de vidro a mistura e o eventual resíduo nas paredes das cápsulas;
- Lave com pequena porção (cerca de 10 mL) de água destilada e deionizada e adicione 5 mL de solução de hidróxido de sódio a 50%. Misture bem com bastão de vidro até obter cor amarela estável;
- Transfira para um balão volumétrico de 100 mL, lavando as cápsulas e os bastões com água destilada e deionizada;
- Complete o volume, agite bem, aguarde 15 minutos e meça a absorvância em espectrofotômetro, utilizando comprimento de onda de 410 nm;
- Construa o gráfico de absorvância em função da concentração da solução padrão de nitrato (em mg $\text{NO}^3\text{-L}$).

* **Solução - Padrão Estoque de Nitrato a 100 mg/L:** Pese 0,1631 g de nitrato de potássio, seco a 105°C ou 0,1371 g de nitrato de sódio, seco a 105°C. Transfira para um balão volumétrico de 1000 mL, dissolva e complete o volume com água destilada e deionizada. *Nota:* 1 mL desta solução corresponde a 0,1 mg de nitrato.

* **Solução de Ácido Fenoldissulfônico:** Pese 25 g de fenol e transfira para um bequer com 225 mL de ácido sulfúrico. Aqueça em placa aquecedora a 100°C por duas horas, em capela. Resfrie, transfira para um balão volumétrico de 250 mL e complete o volume com ácido sulfúrico.

* **Solução Hidróxido de Sódio a 50% m/v:** Pese 50 g de hidróxido de sódio, transfira para um balão de 100 mL, dissolva e complete o volume com água destilada e deionizada. Transfira a solução para um frasco limpo de plástico.

* **Solução de Sulfato de Prata (para amostras com cloretos):** Pese 0,4397 g de sulfato de prata, transfira para um balão volumétrico de 100 mL e complete o volume com água destilada e deionizada. *Nota:* 1 mL desta solução reage com 1 mg de íons cloreto.

* **Creme de Alumina (para amostras turvas):** Prepare uma solução saturada de sulfato duplo de alumínio e potássio. Alcalinize com hidróxido de amônio até pH 10. Agite e deixe o precipitado sedimentar. Lave com água por decantação até que a água de lavagem não de reação para sulfatos. Decante o líquido sobrenadante.

1.2.11 – Ferro: Máximo 0,3 mg/L (Fe).

- Agite bem a amostra e transfira 50 mL para um béquer de 250 mL. Adicione 4 mL de HCl 50% (v/v) e 1 mL de solução de cloreto de hidroxilamônio 10% (m/v);
- Ferva até que o volume se reduza a 15 ou 20 mL. Esfrie à temperatura ambiente. Adicione 5 mL de tampão acetato e 2 mL de solução de fenantrolina;
- Transfira para um balão volumétrico de 50 mL, lavando as paredes do béquer e complete o volume com água destilada e deionizada;
- Homogeneíze e deixe em repouso por 10 a 15 minutos, para o completo desenvolvimento da cor. Acerte o “zero” do equipamento com a prova em branco;
- Meça a absorbância da amostra analisada. Obtenha a concentração da amostra diretamente da curva-padrão.

Nota: quando o teor de ferro na amostra for superior a 1 mg/L, dilua, cuidadosamente, uma alíquota da amostra original até 50 mL e proceda de maneira análoga à descrita no procedimento. Jamais dilua a solução colorida final.

*** Preparo da Solução Padrão de Ferro II:** Pese 7 g de sulfato de amônio e ferro $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, dissolva em 50 mL de água bidestilada e deionizada, transfira para um balão volumétrico de 1000 mL e adicione 5 mL de ácido sulfúrico. Complete o volume com água destilada e deionizada e homogeneíze. Esta solução contém cerca de 1 g de ferro. Pipete 25 mL da solução estoque em frasco Erlenmeyer de 250 mL. Adicione 70 mL de água bidestilada e deionizada, 0,1 g de zinco em pó. Ferva lentamente, até dissolver todo o zinco, agitando o frasco erlenmeyer, de tempos em tempos, com movimentos circulares. Se a solução ficar turva, adicione, lentamente, solução de ácido sulfúrico 1 M até a turvação desaparecer. Esfrie, cobrindo o frasco Erlenmeyer com vidro de relógio. Adicione 1 mL de ácido fosfórico e titule imediatamente com solução-padrão de permanganato de potássio 0,02 M até cor levemente rosada. A solução original deve estar com concentração ao redor de 0,0178 M em íons de Fe II. *Nota: quando disponível, poderá ser usada a solução-padrão 1000 mg/kg (em Fe) para espectrometria de absorção atômica.*

*** Preparo do Reagente Cloreto de Hidroxilamônio (Cloridrato de Hidroxilamina):** Pese 10 g de cloreto de hidroxilamônio $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$, transfira para um balão volumétrico de 100 mL e complete o volume com água destilada e deionizada.

*** Preparo da Solução Tampão de Acetato de Sódio:** Dissolva 250 g de acetato de sódio em 150 mL de água destilada e deionizada em béquer de 1000 mL. Mergulhe um eletrodo de vidro combinado previamente calibrado, conectado a pHmetro, uma barra magnética e, sob agitação, adicione lentamente 500 mL de ácido acético glacial. Após homogeneização, sob agitação constante, continue adicionando o ácido acético até o pH ficar entre 4,4 e 5,0. Complete o volume a 1000 mL com água bidestilada e deionizada. Transfira para frasco de vidro e guarde em geladeira, para se evitar a formação de fungos. Retire da geladeira, uma hora antes do uso, quantidades suficientes recolhidas em béqueres ou frascos pequenos de polietileno e mantidas à temperatura ambiente.

* **Preparo da Solução Reagente:** Pese 1 g de 1,10-fenantrolina monoidratada $C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$, transfira para um balão volumétrico de 1000 mL com 100 mL de água bidestilada e deionizada, adicione duas gotas de HCl, dissolva sob agitação e complete o volume com água bidestilada e deionizada.

* **Preparo Curva-Padrão:** Pipete 1 mL da solução-estoque com pipeta volumétrica em um balão volumétrico de 100 mL e complete o volume com água bidestilada e deionizada. Esta solução contém 10 mg de Fe ou o confirmado pela padronização. Seguindo o mesmo tratamento dado às amostras, abaixo descrito, prepare soluções-padrão de ferro contendo 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 mg/L de ferro, a partir da solução-estoque de 10 mg/L. Com bureta de 10 mL, adicione quantidades de 0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 mL em balão volumétrico de 50 mL. Complete o volume com água bidestilada e deionizada e transfira para um béquer de 250 mL. Adicione 4 mL de HCl a 50% e 1 mL de solução de $NH_2OH \cdot HCl$. Ferva até que o volume se reduza a 15 ou 20 mL. Esfrie à temperatura ambiente. Adicione 10 mL do tampão de acetato de sódio, 2 mL de solução de 1,10-fenantrolina. Transfira para outro balão volumétrico de 50 mL, lavando as paredes do béquer e complete o volume com água bidestilada e deionizada. Homogeneíze e deixe em repouso por 10 a 15 minutos, para o completo desenvolvimento da cor. Meça a absorvância em espectrofotômetro, utilizando comprimento de onda igual a 510 nm. Construa o gráfico de absorvância em função da concentração da solução-padrão de ferro (em mg Fe/L).

1.2.12 – Cloretos: Máximo 250 mg/L (íon cloreto).

- Pipete 50 mL da amostra para uma cápsula de porcelana de 150 mL;
- Aqueça em banho-maria até reduzir o volume a aproximadamente 20 mL e adicione 4 gotas do indicador cromato de potássio;
- Titule com a solução de nitrato de prata em bureta de 10 mL até o aparecimento de uma coloração avermelhada.

$$\text{Cloreto (mg/L)} = \frac{M \times V \times 35,453 \times 1000}{V_a}$$

M = Molaridade do nitrato de prata;

V = Volume de nitrato de prata gasto na titulação;

V_a = Volume da amostra (mL).

*** Preparo da Solução Padrão de Nitrato de Prata 0,0282 M:** Pesar 4,7909 g de nitrato de prata, transferir para balão volumétrico de 1000 mL, dissolver e completar o volume com água destilada e deionizada. Transfira 25 mL de solução de cloreto de sódio para o interior da cápsula de porcelana de 150 mL. Adicione 4 gotas de indicador de cromato de potássio. Adicione o nitrato de prata pela bureta de 25 mL, lentamente, sob agitação até o aparecimento de um precipitado levemente avermelhado. Anote o volume gasto e calcule a molaridade da solução de nitrato de prata, usando a fórmula:

$$\text{Molaridade da Solução de Nitrato de Prata} = \frac{M \times V}{V_1}$$

M = Molaridade da solução de nitrato de prata;

V = Volume da solução de cloreto de sódio;

V₁ = Volume da solução de nitrato de prata.

*** Preparo da Solução Indicadora de Cromato de Potássio 10% (m/v):** Pesar 5 g de cromato de potássio, transferir para um balão volumétrico de 50 mL, dissolver e completar o volume com água destilada e deionizada.

*** Preparo da Solução Padrão de Cloreto de Sódio:** Aquecer o cloreto de sódio em estufa a 200°C, por três horas. Resfriar em dessecador, pese 1,6484 g do sal e dilua a 1000 mL, em balão volumétrico, com água destilada e deionizada. Um mL desta solução corresponde a 1 mg de íon cloreto.

1.2.13 – Condutividade: Informativo.

- calibre o equipamento com solução-padrão de cloreto de sódio (podem ser utilizadas soluções comercialmente disponíveis);
- Em um béquer de 150 mL, coloque cerca de 100 mL de amostra de água homogeneizada;
- Insira a cela de condutividade na amostra, agite-a verticalmente para eliminar as bolhas de ar que possam estar presentes. Deixe a cela imersa e em repouso até o aparelho estabilizar-se;
- Faça a leitura, lave a cela com água deionizada antes e depois de cada leitura.

* **Preparo da Solução-padrão de NaCl 1000 mg/L:** Pesar 1000 mg de cloreto de sódio seco a 200°C por 3 horas e resfriado em dessecador, transferir para um balão volumétrico de 1000 mL e complete o volume com água destilada e deionizada.

1.3 – Análises/Ensaio Microbiológicos

Determinar-se-á o caráter microbiológico das amostras de água, conforme Farmacopéia Americana (USP – *United States Pharmacopoeia*) e *Standard Methods of Water and Wastewater*. Estes procedimentos experimentais estão descritos abaixo:

1.3.1 – Contagem Microbiana:

- O procedimento de coleta das amostras, tanto para a análise microbiológica, quanto para a parasitológica deve ser padronizado;
- Posteriormente as amostras deve ser separadas em alíquotas a fim de que as referidas análises sejam processadas;
- Coletar as amostras de água armazenadas em cisternas, em quatro pontos distinto de forma asséptica, em bolsa Nasco estéril com tiosulfato de sódio de 300 mL, após a sanitização das torneiras/utensílios (exceto a bolsa, já estéril) com álcool 70%;
- Encaminhar as amostras em caixa de isopor até o laboratório, para a realização de análises microbiológicas, em uma empresa farmacêutica;
- Ligar o fluxo laminar e limpar a cabine do fluxo laminar utilizando solução sanitizante em uso e pano de limpeza estéril;
- Ligar a lâmpada germicida ultravioleta do fluxo e aguardar pelo menos 30 minutos antes de iniciar a análise. Após os 30 minutos, desligar a lâmpada germicida e ligar a iluminação interna do fluxo laminar;
- Homogeneizar a amostra de água durante 30 segundos e borrifar solução sanitizante sobre a amostra, sobre as embalagens das placas de petri e das pipetas de Pasteur e colocar dentro do fluxo laminar;
- Identificar uma placa de petri com o nome do meio utilizado (Ágar PCA Padrão), ponto de coleta, data de início e fim da análise, separados por barra, e nome do analista;
- Abra a bolsa Nasco com a amostra e pipetar 1 mL na placa de petri posicionada na bancada do fluxo laminar, reservar o restante de amostra para as análises posteriores, borrifar solução sanitizante sobre o frasco do meio de cultura Ágar PCA Padrão (APC), previamente preparado e fundido e colocar dentro do fluxo laminar;

- Sobre a placa de petri, verter cerca de 20 mL de Agar APC, tampar a placa e fazer movimentos suaves em forma de “8” para homogeneização da amostra no meio de cultura, manter as placas semi-abertas durante aproximadamente 2 minutos para a saída do vapor emanado do meio de cultura quente;
- Tampar as placas e deixar no interior do fluxo até a solidificação do meio, incubar a placa invertida em estufa incubadora a temperatura de $32,5\text{ °C} \pm 2,5\text{ °C}$ durante 48 a 72 horas;
- Após o período de incubação, realizar a contagem em contador de colônias.

1.3.2 - *Pseudomonas aeruginosa*:

- Ligar o fluxo laminar e limpar a cabine do fluxo laminar utilizando o sanitizante em uso e pano de limpeza estéril;
- Ligar a lâmpada germicida ultravioleta do fluxo e aguardar pelo menos 30 minutos antes de iniciar a análise. Após os 30 minutos, desligar a lâmpada germicida e ligar a iluminação interna do fluxo laminar;
- Homogeneizar a amostra de água durante 30 segundos, borrifar solução sanitizante sobre a amostra, sobre as embalagens das placas de petri e das pipetas de Pasteur e colocar dentro do fluxo laminar;
- Identificar uma placa de petri com o nome do meio utilizado (Ágar Cetrimide), ponto de coleta, data de início e fim da análise, separados por barra, e nome do analista;
- Abrir a bolsa Nasco com a amostra e pipetar 1 mL na placa de petri posicionada na bancada do fluxo laminar, reservar o restante de amostra para as análises posteriores, borrifar solução sanitizante sobre o frasco do meio de cultura Ágar Base Cetrimide, previamente preparado e fundido e colocar dentro do fluxo laminar;
- Sob a placa de petri, verter cerca de 20 mL de Ágar Cetrimide, fazer movimentos suaves em forma de “8” para homogeneização da amostra no meio de cultura, manter as placas semi-abertas durante aproximadamente 2 minutos para a saída do vapor emanado do meio de cultura quente;
- Tampar as placas e deixar no interior do fluxo até a solidificação do meio, incubar a placa invertida em estufa incubadora a temperatura de $32,5\text{ °C} \pm 2,5\text{ °C}$ durante 48 horas;
- Após o período de incubação, verificar se houve crescimento de colônias, colônias verdes azuladas a amareladas e fluorescentes, o resultado é positivo para *Pseudomonas aeruginosa*.

1.3.3 - Coliformes Totais/ *E. coli*:

- Ligar o fluxo laminar e limpar a cabine do fluxo laminar utilizando o sanitizante em uso e pano de limpeza estéril;
- Ligar a lâmpada germicida ultravioleta do fluxo e aguardar pelo menos 30 minutos antes de iniciar a análise. Após os 30 minutos, desligar a lâmpada germicida e ligar a iluminação interna do fluxo laminar;
- Borrifar solução sanitizante sobre um frasco estéril de 100 mL e colocar dentro do fluxo laminar, identificar o frasco com o ponto de coleta, data de início e fim da análise, separados por barra e nome do analista;
- Adicionar aproximadamente 100 mL da amostra de água no frasco e acrescentar o conteúdo de um flaconete de Colilert[®] e homogeneizar durante 30 segundos;
- Incubar o frasco em estufa incubadora a temperatura de 32,5 °C ± 2,5 °C durante 24 horas;
- O kit Colilert[®] detecta, de forma simultânea, a presença de Coliformes totais e *E.coli* na água, através do uso de agentes reanimadores e nutrientes seletivos, dando suporte de crescimento para Coliformes e *E.coli* e inibindo o crescimento de bactérias gram positivas;
- Através da ativação específica do substrato cromogênico (X-GAL), o ensaio adquire coloração azul esverdeado quando a enzima produzida por coliformes (β – galactosidase) está presente, e o substrato fluorogênico (MUG) forma o componente fluorescente, sob luz ultravioleta, quando as enzimas β -galactosidase e glucoronidase estão presentes, confirmando a presença de *E.coli*;
- Após o período de incubação, verifique a característica do líquido presente no frasco conforme a tabela descrita a seguir:

Tabela 4 – Análise de resultados em comparação com a coloração do líquido.

Característica do Líquido	Resultado
Líquido amarelo ou incolor.	Ausência de Coliformes totais e <i>E. coli</i> .
Líquido levemente esverdeado ou azulado, sem fluorescência em luz ultravioleta.	Presença de Coliformes totais e ausência de <i>E.coli</i> .
Líquido esverdeado ou azulado com fluorescência em luz ultravioleta.	Presença de Coliformes totais e <i>E.coli</i> .

FONTE: United States Pharmacopoeia, 2012; Standard Methods of Water and Wastewater.

2. APÊNDICES

2.1. Amostragens:





2.2. Análises Microbiológicas:

2.2.1. Identificação para E. coli a partir do Kit Colilert:



2.2.1. Identificação para *Pseudomonas aeruginosa* a partir do Ágar Cetrímide:



2.2.2. Contagem Total de Bactérias Através do APC (Ágar Plate Count):

