



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E
MATEMÁTICA DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
QMC 5515 – ESTÁGIO SUPERVISIONADO

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO NA
EMPRESA JR HIDROQUÍMICA : DETERMINAÇÃO DA COR,
TURBIDEZ, CONDUTIVIDADE, FERRO E COBRE EM AMOSTRAS
DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

**Jeanine Oliveira Soares
Orientador: Eduardo S.
Chaves**

Jeanine Oliveira Soares

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO NA
EMPRESA JR HIDROQUÍMICA: DETERMINAÇÃO DA COR,
TURBIDEZ, CONDUTIVIDADE, FERRO E COBRE EM AMOSTRAS
DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

Relatório de estágio supervisionado apresentado ao Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina desenvolvido na empresa JR HIDROQUÍMICA em Florianópolis – SC, como obtenção do grau de bacharel em Química Tecnológica.

Orientador: Eduardo Sidinei Chaves
Supervisor: Joarez da Silva Vieira Junior

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 JUSTIFICATIVA	12
3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	13
4 ATIVIDADES REALIZADAS NO DECORRER DO ESTÁGIO	15
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
5.1 Qualidade da água e legislação	16
5.2 Análises físicas da água	18
5.2.1 Condutividade elétrica (salinidade), cor e turbidez	18
5.3 Análises químicas da água	19
5.3.1 Cobre	20
5.3.2 Ferro	19
6 OBJETIVOS	21
6.1 Objetivo geral	21
6.2 Objetivo específicos	21
7 METODOLOGIA	22
7.1 Preservação das amostras e amostragem da água	22
7.2 Parâmetros físicos	23
7.3 Parâmetros químicos	25
7.3.1 Determinação do Teor de Cobre	26
7.3.2 Determinação do Teor de Ferro	26
7.3.3 Destinação dos resíduos e segurança laboratorial	27
8 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
8.1 Parâmetros físicos	28
8.2 Parâmetros químicos	32
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
10 REFERÊNCIAS	35
11 ANEXOS	38

AGRADECIMENTOS

Inicio meus agradecimentos agradecendo primeiramente a minha família, por terem me apoiado e me proporcionarem as melhores oportunidades desde sempre.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação, em especial ao Professor Eduardo Chaves por aceitar ser meu orientador, pela paciência e atenção durante todo o processo de estudos.

A toda equipe da empresa JR HIDROQUIMICA pela oportunidade de estágio e de aprendizado dentro do laboratório.

Finalizando, agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pelo ensino gratuito e de qualidade que tanto proporciona.

LISTA DE ABREVIATURAS

CRQ – Conselho Regional de Química.

FATMA – Fundação do Meio Ambiente.

IMA – Instituto do Meio Ambiente de Santa
Catarina. UFSC - Universidade Federal de Santa
Catarina.

DBO- “Demanda Bioquímica de Oxigênio”.

DQO- “Demanda Química de Oxigênio”.

GM/MS Nº 888 do Ministério da saúde

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Rotina do laboratório da JR Hidroquímica.

Figura 2 – Classificação das impurezas contidas nas águas de acordo com suas características físico-químicas.

Figura 3 – Fluxograma dos procedimentos realizados no estágio supervisionado na empresa Jr Hidroquímica.

Figura 4 – Condutividade em águas subterrâneas.

Figura 5 – Cor em águas subterrâneas e o limite estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/2021.

Figura 6 – Turbidez em águas subterrâneas e, limite estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/2021.

Figura 7 – Concentração de cobre em águas subterrâneas e, o limite estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/2021.

Figura 8 – Concentração de ferro em águas subterrâneas e o limite estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/2021.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 2 – Reação de oxidação do ferro.

19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Concentrações máximas permitidas para parâmetros de potabilidade em água, portaria nº 888, de 04 de maio de 2021.

RESUMO

Este relatório de Estágio Supervisionado apresenta resultados obtidos a partir da determinação de parâmetros físico-químicos de águas subterrâneas realizadas no laboratório da empresa JR Hidroquímica. Dez amostras de água foram coletadas de diferentes localidades do município de Florianópolis a fim de determinar os seus parâmetros físicos (condutividade, cor e turbidez) e químicos (cobre e ferro). Além da vivência prática da rotina de um laboratório de análises e aplicação dos conceitos teóricos em atividades da rotina do laboratório, o objetivo deste trabalho foi determinar os parâmetros físico-químicos e comparar os resultados com os valores estabelecidos pela Portaria GM/MS Nº 888 do Ministério da saúde, a qual trata da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Os resultados das medições de condutividade foram de 130,9 a 170,8 $\mu\text{S cm}^{-1}$, já para a cor as amostras 4, 5 e 7 apresentaram valores acima do permitido pela portaria (15 UT) sendo de 17, 18 e 17 UT, respectivamente, enquanto os valores de turbidez para todas as amostras ficaram dentro dos limites pré-estabelecidos pela legislação. As concentrações de cobre nas amostras analisadas, ficaram entre 0,07 mg L^{-1} e 1,20 mg L^{-1} , estando estas dentro do limite estipulado (2,0 mg/L). As concentrações obtidas para ferro nas amostras 1 e 7 foram, respectivamente, 1,06 mg L^{-1} e 0,95 mg L^{-1} , ficando acima do limite estabelecido pela portaria (0,3 mg L^{-1}). As atividades desenvolvidas no presente estágio possibilitaram o aperfeiçoamento dos meus conhecimentos em química.

Palavras-chave: água subterrânea, análises físico-químicas, qualidade da água, potabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental e de extrema importância tanto para a vida humana quanto para a existência de inúmeras espécies, seja na dimensão biológica como na dimensão social (GRASSI, 2001; LUCENA et al., 2013). Ela representa cerca de 71% da superfície da terra (GRASSI, 2001), desse total, 97% é proveniente dos oceanos e dos mares enquanto, 3% da água é doce, dessa água doce, aproximadamente apenas 0,3% está disponível para ser consumida (SILVEIRA et al., 2018). É por essa razão que é fundamental a preservação dos recursos hídricos.

A ingestão de água potável é um dos mais importantes fatores para a conservação da saúde, auxiliando na prevenção das doenças e proteção do organismo. Além disso, são os rios que nos fornecem grande parte da água que consumimos e usamos para produzir nossos alimentos, para nossa higiene e para irrigar o solo das áreas agrícolas (REISNER; OLIVEIRA, 2015).

Atualmente, com o crescimento populacional, a urbanização, e o desenvolvimento industrial e agrícola têm contribuído para a contaminação e escassez das águas (REYMÃO; SABER, 2008). Além disso, a ineficiência de tratamento do esgoto doméstico e dos efluentes industriais são as principais causas das alterações das propriedades físico-químicas das águas (REISNER; OLIVEIRA, 2015).

Também é importante ressaltar que a qualidade da água pode ser comprometida, uma vez que depende das características dos ambientes naturais e ações antrópicas (ARRUDA et al., 2015), indicando a necessidade de investimento nas estações de tratamento e alterações na dosagem de produtos para garantir a sua qualidade. Para garantir essa qualidade são realizadas diversas análises que proporcionam identificar e quantificar os parâmetros físico-químicos da água (EMBRAPA, 2011). Nesta perspectiva, a disponibilidade da quantidade de água e parâmetros de qualidade adequados é de suma importância para o desenvolvimento econômico e social da sociedade, em função da sua escassez e da deterioração da qualidade dos mananciais (BRASIL, 2001).

Diante dos pontos apresentados, é inegável a importância da realização de análises físico-químicas e microbiológicas das águas, principalmente para as de consumo humano, tendo em vista que muitas substâncias encontradas na água podem ser prejudiciais à saúde.

Nesse contexto, a empresa JR Hidroquímica é referência na prestação de serviços de análises físico-químicas e microbiológicas para determinar o controle de qualidade das águas, além do controle ambiental de efluentes. Para garantir o controle de qualidade dos ensaios realizados, a empresa participa de Programas Interlaboratoriais e Ensaio de Proficiência. Ademais, o laboratório possui registro da Vigilância Sanitária Municipal, licença ambiental operacional junto ao IMA (FATMA) e CRQ 13ª Região.

Portanto, diante dos fatos apresentados, após a procura de uma oportunidade de estágio em uma empresa, e tendo em vista que trabalhar e pesquisar sobre a água é algo que me chama muito a atenção desde o meu percurso acadêmico, surgiu a oportunidade de realizar o estágio supervisionado na empresa JR Hidroquímica. Desta forma, após a finalização do estágio relato aqui a minha experiência junto a esta empresa.

2 JUSTIFICATIVA

A água é reconhecida como solvente universal, e suas propriedades lhe condicionam a capacidade de transporte de substâncias poluentes, podendo assim, caracterizar as consequências de uma determinada atividade poluidora, estabelecendo desta forma, os meios que se satisfaçam os parâmetros de qualidade da água de acordo com seu uso (ARRUDA et al., 2015).

As análises químicas ajudam a identificar o grau de qualidade da água, uma vez que é possível propor com maior exatidão o tratamento correto e corrigir com eficácia os parâmetros alterados permitindo a sua utilização, ou então a sua inadequação para determinado uso, evitando o consumo indevido.

Os parâmetros determinados nas amostras analisadas são comparados aos padrões conhecidos, os quais são preconizados em portarias e resoluções legais, que dão subsídio ao laboratório na expedição de seus laudos. Para que essas determinações sejam realizadas, há uma série de técnicas analíticas que são capazes de identificar os componentes presentes em determinada amostra e quantificar suas concentrações com grande sensibilidade (EMBRAPA, 2011).

A empresa JR Hidroquímica tem profissionais qualificados e que desenvolvem um trabalho de extrema importância para a sociedade buscando contribuir sempre com o bem estar da população da região da grande Florianópolis. Dispõem de treinamentos para a capacitação de manuseio dos equipamentos em laboratório, e explicação sobre as normas vigentes da legislação, equipamento de segurança para os funcionários. Portanto, é possível dizer que a empresa desenvolve um importante papel na prestação de serviços e controle de qualidade na região da grande Florianópolis, contribuindo e trabalhando sempre com o comprometimento e excelência em seus resultados.

O estágio supervisionado no laboratório de Controle de Qualidade da empresa JR Hidroquímica, possibilitou acompanhar diversas análises, dentre as quais algumas foram selecionadas e detalhadas neste relatório, como a realização de potabilidade de água subterrânea de diferentes localidades de Florianópolis, através dos parâmetros físico-químicos: condutividade, cor e

turbidez e quantificação de ferro e cobre.

3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa JR Hidroquímica está baseada em princípios que norteiam a qualidade, democracia, compromisso comunitário, transparência administrativa e desenvolvimento regional, que estão expressos em todas as atividades desenvolvidas dentro dela.

Atualmente, a JR Hidroquímica conta com três laboratórios característicos: o laboratório físico-químico, o qual trabalha com análises de águas e efluentes; o laboratório microbiológico, o qual avalia parâmetros microbiológicos; e o laboratório de medicamentos que verifica a pesagem e o teor que compõem os medicamentos. A empresa conta com 13 funcionários vinculados diretamente às atividades do setor, a equipe conta com químicos, técnicos em saneamento e técnicos em química.

O laboratório de análises de águas e efluentes teve início no ano de 1994 com coleta de águas de piscinas coletivas em toda região da grande Florianópolis. Hoje, a empresa atua realizando análises físico-químicas para verificação de potabilidade, controle de qualidade de piscinas, registro comercial, controle da qualidade de água de processos industriais, água purificada, distribuição, poço e de superfície.

Com o passar do tempo e responsabilidade técnica que a empresa mantinha com seus clientes, a requisição de seus serviços teve um aumento considerável passando a atuar também com efluentes líquidos industriais. Pode-se dizer que a empresa teve um grande crescimento desde seu início, fruto de um trabalho bem feito que obteve bons resultados.

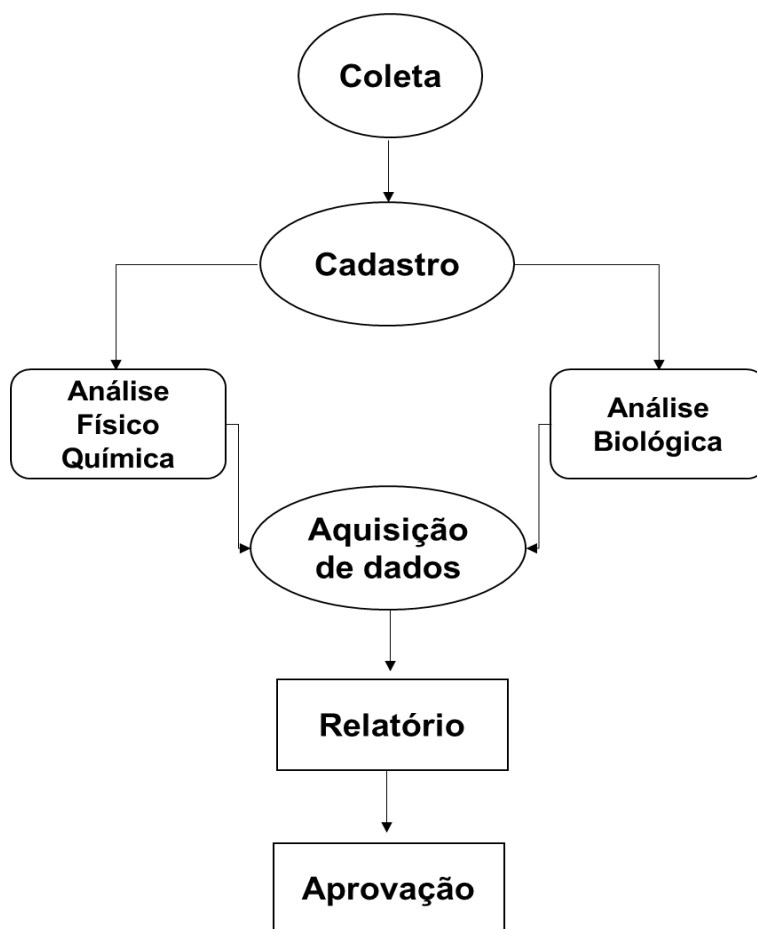
Em relação aos processos realizados em laboratório, para garantir a qualidade dos ensaios, o laboratório participa de forma regular de Programas Interlaboratoriais e Ensaio de Proficiência. Sob este viés, as análises físico-químicas envolvem vários parâmetros como pH, condutividade, turbidez, cor, alcalinidade, dureza entre outros.

As análises são realizadas utilizando métodos padronizados,

utilizando técnicas volumétricas, condutimetria e potenciometria. As amostras analisadas no laboratório são coletadas por funcionários capacitados da empresa ou entregues diretamente na empresa pelos correios ou de forma presencial sob condições específicas de acondicionamento. Nesse momento, são cadastradas no sistema Quali Lims as análises que os clientes solicitaram junto à empresa, prazo para entrega de laudos com os resultados, além de levar ao destino de análise, o físico-químico ou microbiológico.

Na Figura 1, está ilustrado o fluxograma referente a rotina das análises, desde o recebimento das amostras até a emissão do laudo da análise aprovado pelo gerente técnico.

Figura 1 – Procedimentos desde a chegada da amostra no laboratório da JR Hidroquímica até a aprovação final. Sistema Quali Lims.



Fonte: Autoria própria.

4 ATIVIDADES REALIZADAS NO DECORRER DO ESTÁGIO

A empresa JR Hidroquímica tem um escopo de análises em diferentes setores. Como aluna da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) tive a oportunidade de realizar o estágio supervisionado obrigatório na empresa no período de Abril a Setembro do ano letivo de 2022.

No decorrer deste período eu aprendi muito com a empresa e os funcionários do estabelecimento. Realizei as análises físico-químicas de diferentes tipos de amostras de água, assim eu tive a oportunidade de acompanhar como é a rotina de um laboratório desde o preparo dos frascos para a coleta das amostras até o momento final da emissão dos laudos.

Neste mesmo tempo, também adquiri experiência em organização e preparo de soluções e reagentes, sempre com equipamentos adequados para o manuseio dos mesmos, podendo citar alguns como diluição de ácidos e bases, preparos de soluções tampão, e preparo de frascos para as coletas de amostras com suas devidas preservações.

Portanto, no estágio obrigatório as principais atividades desenvolvidas foram direcionadas para análises físico-químicas de amostras de águas. No entanto, considerando o grande número de parâmetros monitorados para avaliar a qualidade desse tipo de amostra, optou-se por selecionar alguns parâmetros para apresentar e discutir neste relatório. Sobre este viés, serão apresentados os resultados obtidos para determinação da concentração de cobre e ferro e os resultados de alguns parâmetros físicos como cor, turbidez e condutividade em diferentes amostras de água subterrânea.

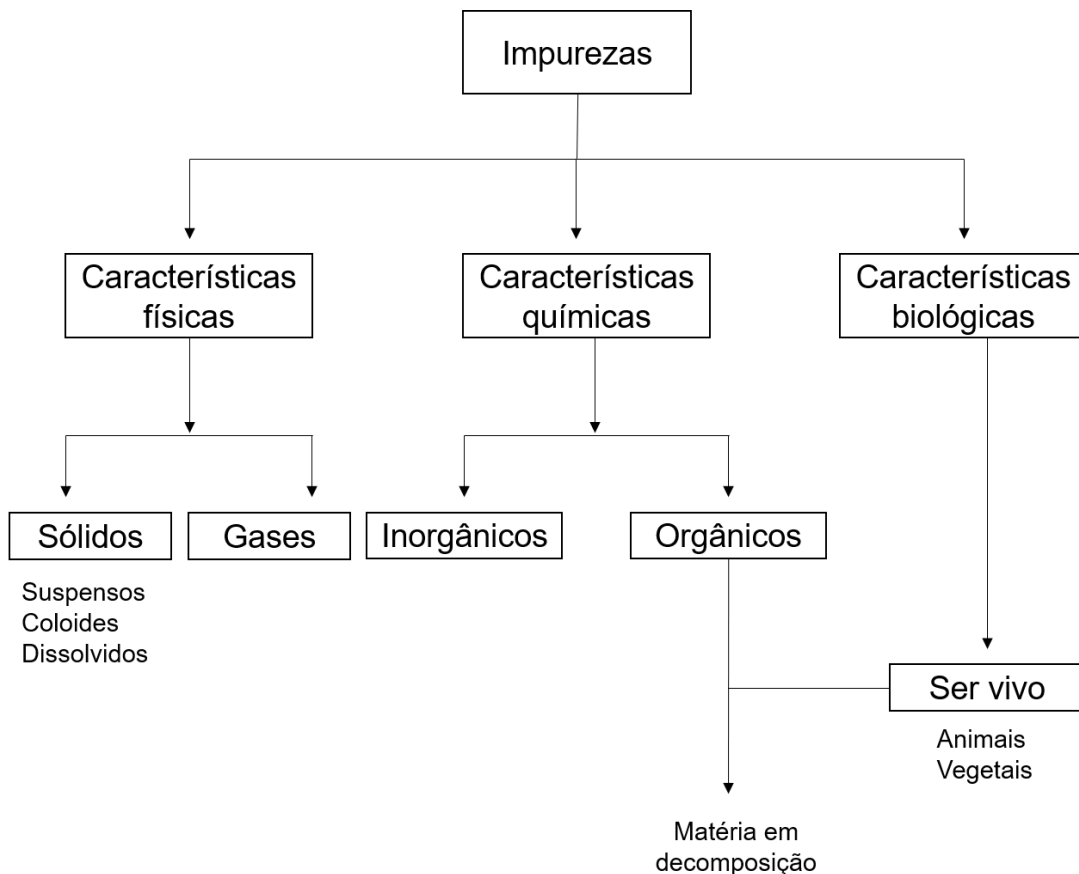
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Qualidade da água e legislação

A água passa por etapas distintas até atingir os padrões de potabilidade e chegar ao consumo humano. Estes padrões de potabilidade são feitos através das análises químicas, físicas e biológicas que são determinadas suas impurezas, essas características podem ser informadas na forma de parâmetros de qualidade (REISNER; OLIVEIRA, 2015).

A Figura 2, apresenta as principais impurezas encontradas nas águas de acordo com suas características físico-químicas, influenciando assim a qualidade da mesma para consumo humano.

Figura 2 – Classificação das impurezas contidas nas águas de acordo com suas características físico-químicas.



Fonte: Adaptado de VON SPERLING, 1996.

Antes de analisar determinada amostra de água é necessário selecionar os parâmetros a serem determinados de acordo com a procedência da amostra de água para abastecimento (água superficiais e água subterrânea), águas residuárias, e corpos d' água receptores (rios e lagos), (VON SPERLING, 1996).

O padrão de potabilidade de água no Brasil é controlado pela portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde que estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2021).

Portanto, a qualidade da água consumida é importante, devido ao fato de que muitas substâncias presentes podem ser prejudiciais à saúde, por isso é necessário um controle de qualidade rigoroso, de acordo com os limites pré-estabelecidos para cada parâmetro.

Os parâmetros de potabilidade da água são: parâmetros físicos (cor

aparente, gosto, turbidez e condutividade), químicos (alumínio, amônia, cloretos, cloro residual livre, dureza, ferro, fluoreto, manganês, nitrito, e sólidos totais dissolvidos). Na Tabela 1, estão apresentados os limites máximos de valores para cada parâmetro mencionado que segue a portaria já citada.

Tabela 1– Concentrações máximas permitidas para parâmetros de potabilidade em água, portaria nº 888, de 04 de maio de 2021.

Parâmetro	Unidade	Valor máximo permitido
Cor aparente	µH	15
Gosto e odor	intensidade	-
Turbidez	µT	5
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia	mg/L	1,2
Cloreto	mg/L	250
Cloro residual livre	mg/L	0,2
Dureza	mg/L	300
Ferro	mg/L	0,3
Fluoreto	mg/L	1,5
Manganês	mg/L	0,1
Nitrito	mg/L	1
Cobre	mg/L	2
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	500

µH: unidade Hazen; µT: unidade turbidez; mg/L: miligrama por litro

As águas superficiais e subterrâneas tanto brutas quanto tratada são as únicas que podem ser utilizadas para o abastecimento, portanto é importante estarem de acordo com os valores de concentrações permitidos para serem potáveis.

No estágio supervisionado foi possível acompanhar a rotina de diversas análises, porém as análises de águas subterrâneas foram aprofundadas neste relatório. Dentre os parâmetros de potabilidade para água subterrânea brutas se destacam as análises físicas (cor, turbidez, sabor, odor e temperatura) químicas (pH, alcalinidade, acidez, ferro e manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo) além disso, o cobre e a condutividade são também comumente analisados.

Contudo, nesse relatório, estão apresentados os seguintes parâmetros

físicos (cor, turbidez e condutividade) e os parâmetros químicos (cobre e ferro).

5.2 Análises físicas da água

As principais análises utilizadas para caracterizar fisicamente as águas são a condutividade, cor, turbidez, temperatura, sabor e odor. Estes parâmetros físicos fornecem indicações importantes para a caracterização da qualidade da água.

5.2.1 Condutividade elétrica (salinidade), cor e turbidez

A condutividade é a expressão numérica da capacidade da água conduzir a corrente elétrica quando sujeito a uma diferença de potencial elétrico ou a uma tensão elétrica, que depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na água (CETESB, 2009). A condutividade elétrica da água é um parâmetro que não discrimina quais são os íons presentes em água, mas é um indicador importante de possíveis fontes poluidoras.

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico (CETESB, 2009). A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é indesejável, já que causa um efeito repulsivo na população (CETESB, 2009). A análise de cor é realizada visualmente no instante da coleta da amostra.

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, tais como algas e bactérias, plâncton em geral etc. (CETESB, 2009).

Esteticamente, a turbidez é desagradável na água potável, além disso, os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos (diminuindo a eficiência da desinfecção) já em corpos d'água: pode reduzir a penetração da luz, prejudicando a fotossíntese (VON

SPERLING, 1996).

5.3 Análises químicas da água

As análises químicas são os principais índices que fornecem dados precisos para quantificar a qualidade de uma água (SILVA, 2012) devido ao fato que muitos compostos químicos quando em excesso podem ocasionar danos à saúde.

Os metais em grandes quantidades podem representar um risco à saúde, embora alguns sejam considerados essenciais ao corpo humano. Estão entre os poluentes que mais causam preocupação, pois são um grave problema para contaminação das águas, sendo potencialmente prejudiciais à saúde.

Dentre esses metais, o cobre e o ferro serão detalhados neste trabalho conforme a realização de sua quantificação nas amostras de águas subterrâneas.

5.3.1 Cobre

O cobre é um elemento químico amplamente distribuído na natureza, e está localizado no quarto período e grupo 11 da tabela periódica, caracterizado como metal de transição mais comum encontrado nos estados de oxidação (I).

O cobre é um metal que pode causar a poluição da água e do solo devido ao excessivo uso nas atividades agrícolas pois o mesmo está presente em diversas formulações de agrotóxicos. Além disso, pode ser absorvido e armazenado no organismo de animais, inclusive nos de consumo humano como por exemplo, os peixes, o que pode acarretar ao risco da saúde humana (BENIDES, et al., 2014).

Outra fonte de contaminação de cobre nas águas é devido a corrosão das tubulações usadas nos processos de distribuição da água para consumo, quando em altas concentrações o cobre, pode levar a um desagradável gosto a água (BITTAR, 2008).

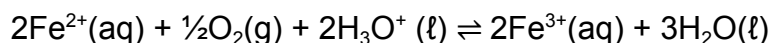
O cobre pode ser positivo nas densidades ósseas da coluna vertebral de mulheres pós-menopausa, também demonstrou ser essencial no metabolismo ósseo. Além disso, o cobre é indispensável para que o nosso corpo funcione adequadamente. Não, não sou eu que estou dizendo isso, mas sim a ciência. São vários os benefícios que essa substância traz quando está presente de maneira correta no nosso organismo.

Os sintomas de toxicidade aguda de cobre incluem dor abdominal, náuseas, vômitos e diarreia. Sinais mais graves de toxicidade aguda de cobre incluem danos severos no fígado, insuficiência renal e coma. O excesso deste mineral pode causar também a diminuição da absorção de vitamina C.

5.3.2 Ferro

As águas subterrâneas, em geral, são ricas em ferro que podem ter diferentes fórmulas químicas dependendo do grau de oxidação que se encontra. Na ausência de oxigênio dissolvido, como por exemplo, em água subterrânea ou fundo de lagos, ele se apresenta na forma solúvel (Fe^{2+}). Quando exposto ao ar atmosférico, o ferro presente na água é oxidado a Fe^{3+} (Equação 2), podendo alterar a cor da água (VON SPERLING, 1996).

Equação 2 – Reação de oxidação do ferro (II).



O ferro é um fitonutriente fundamental para o crescimento de organismos fotoautotróficos. Esses organismos retiram do ambiente uma série de elementos sob forma inorgânica, como nitrogênio, fósforo, enxofre, magnésio e ferro, para sintetizar compostos orgânicos (PAIVA; BAUMGARTEN, WALLY, 2012). O ferro é essencial para a saúde dos seres vivos quando em doses moderadas, em doses elevadas pode apresentar toxicidade, enquanto em doses baixas pode causar anemia (BAUMGARTEN; PAIVA; RODRIGUES, 2014).

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo geral

Aplicar os conhecimentos adquiridos durante o Curso de Graduação em Química Tecnológica visando o aprimoramento profissional por meio da realização do estágio em laboratório de análises, especificamente, por meio da determinação dos parâmetros físico-químicos em amostras de água.

6.2 Objetivos específicos

- ✓ Compreender o funcionamento e rotina de trabalho do laboratório de análises físico-química de amostras de água desde a sua coleta até a entrega do laudo ao cliente;
- ✓ Determinar os parâmetros físico-químicos das amostras quanto a cor, turbidez e condutividade, além de entender o porque ocorre de eles estarem acima do limite permitido;
- ✓ Realizar a determinação de parâmetros químicos como o teor do ferro e cobre em diferentes amostras, e sobre este viés buscar na literatura possíveis explicações para isso;
- ✓ Compreender o funcionamento de uma empresa quanto a sua logística de funcionamento e de trabalho responsável e seguro.

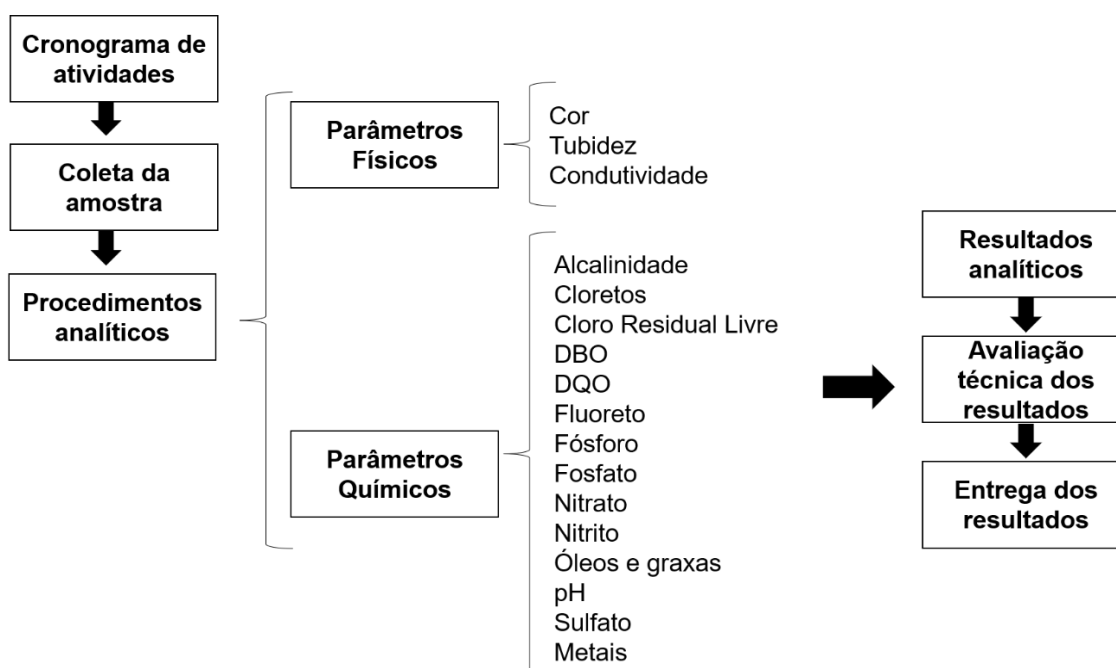
7 METODOLOGIA

7.1 Preservação das amostras e amostragem da água

O responsável pelo laboratório realiza toda semana um cronograma de atividades a serem desempenhadas no laboratório, a fim de obedecer aos prazos de entrega dos laudos das análises solicitadas.

No estágio supervisionado teve-se a oportunidade de acompanhar a rotina das análises das amostras. Na Figura 3 é possível observar o fluxo das amostras, desde a preparação para a coleta até a entrega do laudo ao cliente.

Figura 3 – Fluxograma dos procedimentos realizados no estágio supervisionado na empresa Jr Hidroquímica.



Fonte: Adaptado de VON SPERLING, 1996.

As coletas das dez amostras de águas subterrâneas utilizadas neste relatório para análise foram coletadas pelos funcionários do laboratório responsáveis por irem até o local. A realização das análises físico-químicas

foram realizadas em frascos de polietileno ou vidro âmbar, as quais foram coletadas aproximadamente 1,5 L de água para realizar as análises em duplicatas.

O material de coleta foi devidamente higienizado e identificando conforme o respectivo reagente de preservação necessário para cada análise. A adição dos reagentes de preservação nos frascos de coleta garante a preservação da amostra desde o momento da coleta. A técnica de preservação da amostra consiste na adição química, congelamento e/ou refrigeração, a depender do parâmetro da coleta (Agência Nacional de Águas, 2011).

As análises são executadas e após a finalização são encaminhados ao responsável para conferência e lançamento dos resultados no sistema da empresa, que também são examinados pelo supervisor da JR Hidroquímica e aprovado pelo responsável técnico. Após aprovação final, o laudo é disponibilizado ao cliente no site JRhidroquimica.com.br na aba “relatórios online”, sendo que cada cliente tem uma senha de acesso.

Neste relatório, optou-se por dar destaque nas análises da água subterrânea, apresentando os parâmetros físicos de: cor, turbidez e condutividade e parâmetros químicos: análises de metais ferro e cobre a fim de verificar sua potabilidade.

7.2 Parâmetros físicos

A condutividade é a medida da capacidade de uma solução em conduzir corrente elétrica quando submetida a uma tensão elétrica. Esta capacidade depende da presença dos íons em solução, da concentração total, mobilidade e valência, além da temperatura em que é mensurada. De modo geral, soluções da maioria dos compostos inorgânicos são boas condutoras, enquanto moléculas orgânicas não dissociam em meio aquoso e geram soluções fracamente condutoras.

Os materiais e reagentes utilizados para realização desta análise foram:

- Condutivímetro
- Béquer ou vidraria adequada

- Solução padrão de cloreto de potássio KCl 0,0100 mol/L
- Água deionizada
- Papel macio absorvente

Para a realização desta análise os equipamentos são ligados e calibrados e enquanto a amostra adquire temperatura de aproximadamente 25°C, em seguida uma proveta é enxaguada com uma pequena quantidade da amostra, depois a sonda é imersa na amostra até que a marca anelar preta fique totalmente submersa na água, após a estabilização o resultado é fornecido em $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C.

Para a determinação da cor aparente ou verdadeira foi necessário utilizar as amostras de água que foram coletadas em frascos de plástico e analisá-las em laboratório. A cor em águas subterrâneas é determinada através da comparação direta da sua cor natural com uma escala de soluções padrão de platina e cobalto e resulta primeiramente da presença de matéria orgânica, como ácidos húmicos e fúlvicos. Ácidos húmicos propiciam coloração amarelada na solução e a presença de ferro a intensifica pela formação de humatos férricos solúveis.

O material suspenso, especialmente partículas de tamanho coloidal tais como algas, barro e óxido de ferro e manganês, também interferem na cor. Na medição da cor aparente ou cor verdadeira da solução, é imprescindível que este material suspenso, causador de turbidez, seja removido previamente à determinação.

O termo cor aparente não abrange somente a cor causada pelas substâncias em solução, mas também àquela devida à matéria em suspensão, e sua determinação é realizada na amostra sem qualquer preparo. A cor aparente é determinada por comparação visual da amostra com uma série de padrões Pt-Co. A comparação visual é realizada por meio das soluções preparadas: 5-10-15-20-30-40-50-100 UC, cada solução foi transferida para um tubo de Nessler. Para as amostras, o pH é ajustado para ficar entre 4-10, preferencialmente 7,0. Uma alíquota de 50 mL é transferida para o tubo de Nessler.

Depois de feito isso, o tubo é posicionado no suporte de fundo espelhado. O mesmo é feito com as soluções padrões de cor, sempre comparando a amostra com um padrão através do reflexo do espelho. Anota-se depois disso o resultado para a cor aparente da amostra do padrão que ela mais se aproxima. Caso o valor da cor amostra se encontre entre dois padrões, pode-se interpolar os resultados. Depois de descartada a amostra o tubo é levado para a realização de uma nova medição.

Para a análise da turbidez utiliza-se o método nefelométrico, assim as amostras são coletadas em frascos de polietileno refrigerado e armazenada ao abrigo da luz e analisada em até 48 horas após a coleta.

O princípio deste método baseia-se na medição da intensidade da luz dispersa pela amostra em um ângulo de 90 graus com a direção da luz incidente, em relação a intensidade da luz dispersa por uma suspensão padrão de formazina nas mesmas condições. Quanto maior a intensidade da luz espalhada, maior a turbidez. A unidade para turbidez é em NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez).

Os materiais e reagentes utilizados para realização desta análise foram:

- Turbidímetro
- Cubeta de vidro (10 mL) cilíndrica com tampa
- Papel fino suave absorvente
- Água destilada
- Óleo de silicone

Para realizar o procedimento os aparelhos são ligados, a amostra deve estar em temperatura de 25 °C, a amostra deve ser homogeneizada suavemente, a cubeta deve ser lavada com água purificada e secada com papel fino suave absorvente. A cubeta é enxaguada com uma pequena porção da amostra. Depois, a amostra é transferida para a cubeta com muito cuidado

até a marca de 10 mL, evitando a formação de bolhas. É verificado com um papel fino e suave se a cubeta está seca e limpa nas laterais. Depois disso, uma gota de silicone é gotejada na lateral da cubeta e em seguida insere-se a cubeta no compartimento do equipamento fecha a tampa e pressiona-se a tecla “READ”, caso o resultado seja maior que 40 NTU é necessário realizar uma diluição da amostra.

7.3 Parâmetros químicos

As análises foram feitas através dos kits da Merck , baseada nas informações fornecidas no próprio kit da Merck, pode-se sugerir o princípio de cada método.

7.3.1 Determinação da concentração de Cobre

Para determinação de cobre, primeiramente deixamos que a amostra coletada adquira temperatura ambiente, e em seguida ajusta-se o pH entre 4 e 10 com soluções diluídas de hidróxido de sódio (NaOH) e/ou ácido sulfúrico (H_2SO_4). Com o auxílio de uma micropipeta transfere-se 5 mL da amostra para um tubo de reação e agita-se. Em seguida, adiciona-se 5 gotas do reagente Cu-1k, fecha-se o tubo e homogeneiza a solução, mantendo a solução em repouso por 5 minutos.

Os equipamentos, materiais e reagentes utilizados para estas análises foram:

- Espectrofotômetro (Spectroquant prove 300, Merck);
- Reagentes Merck Spectroquant Cobre;
- Micropipeta de 5 mL;
- Soluções de hidróxido de sódio 0,1 mol/L para ajuste de pH;
- Soluções de ácido sulfúrico 0,01 mol/L para ajuste de pH;
- Potenciômetro (pHmetro, Hanna HI5222) ou fitas indicadoras de pH ;
- Água destilada

7.3.2 Determinação da concentração de Ferro

É realizada a digestão da amostra para liberar os íons de ferro que estão ligados em outros compostos, depois é adicionado o Tioglicolato de amônio para reduzir para Ferro (II) e formar os complexos que absorvem na região do visível.

Os equipamentos, materiais e reagentes utilizados para determinação de ferro foram:

- Espectrofotômetro (SPECTROQUANT PROVE 300);
- Cubetas
- Tubos de ensaio
- Reagentes Merck - Ferro
- Proveta de 50 mL
- Micropipetas de 1 e 5 mL
- Béquer de 250 mL
- Vidro de Relógio
- Persulfato de Potássio ou Amônio
- Ácido Sulfúrico 25% v/v
- Solução Hidróxido de sódio 3,75 mol/L
- Potenciômetro (pHmetro)
- Chapas de aquecimento
- Água destilada

O procedimento de digestão do Ferro começa ao ligar os aparelhos e deixando que a amostra adquira temperatura ambiente. Após isso toda a vidraria deve ser lavada com água destilada. Com auxílio da proveta mediu-se 50 mL da amostra e transferiu-se para um béquer de 250 mL, adiciona-se a este 0,250 mL de Ácido Sulfúrico 25% v/v e três medidas de persulfato. Posteriormente, o béquer é tampado parcialmente com um vidro de relógio e submetido ao aquecimento (ebulição) em chapa por uma hora. Após a amostra é resfriada até temperatura ambiente e o pH é verificado, este deve estar entre 1 e 10, completa-se o volume com água até 50 mL.

A determinação da concentração de Ferro é realizada por colorimetria conforme

o seguinte procedimento:

- Transfere-se 5 mL da amostra para um tubo de ensaio;
- Adiciona-se 3 gotas do reagente Fe 1 e agita-se vigorosamente;
- Aguarda-se o tempo da reação por 3 minutos.

O seletor de método é posicionado no a amostra é transferida para uma cubeta de 20 mm e a medição é realizada em espectrofotômetro em xxx nm, e os resultados devidamente registrados

7.3.3 Destinação dos resíduos e segurança laboratorial

O laboratório de análises físico-químicas da empresa JR Hidroquímica a qual tive a oportunidade de realizar estágio segue todas as regras de segurança, o qual é permitido a entrada de funcionários com roupas adequadas e equipamentos de proteção como Jalecos e luvas.

As soluções e reagentes foram utilizados em laboratório e rotulados e identificados com data de preparo, validade e concentração pré-estabelecidos. O laboratório também disponibiliza equipamentos como EPIs de segurança tais como máscara, óculos de proteção, luvas, capela de exaustão para manuseio de reagentes e solventes P.A.

Os resíduos químicos foram separados em barris destinados adequadamente para uma empresa especializada fazer o devido tratamento do material.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho buscou-se determinar o nível da qualidade de águas subterrâneas, realizados durante o período de estágio na JR Hidroquímica, para tal foram analisadas 10 amostras através dos parâmetros físico-químicos. Os parâmetros avaliados foram: físicos (condutividade, cor e turbidez) e químicos (cobre e ferro).

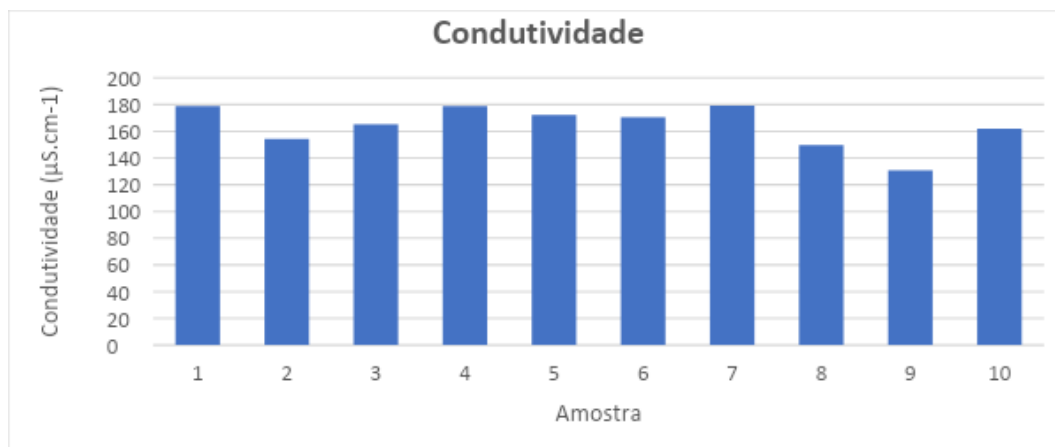
8.1 Parâmetros físicos

A água para consumo humano deve possuir baixa condutividade elétrica então uma pequena quantidade de sais já faz com que a torne condutora. Outra forma de quantificar os sais na água é através da análise de sólidos totais dissolvidos (STD) que é um parâmetro de potabilidade (PIRATOBA et al., 2017).

A condutividade é medida através de um condutivímetro que fornece um resultado em $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ a uma dada temperatura. A condutividade tende a ser maior com o aumento de temperatura então, a medição é realizada com a temperatura padrão de 25°C, caso esta condição não seja estabelecida no momento da análise é realizada uma correção em função da temperatura obtida.

Os resultados obtidos da condutividade das amostras de água subterrânea estão representados na Figura 4.

Figura 4 – Condutividade em águas subterrâneas.



Fonte: Autoria própria.

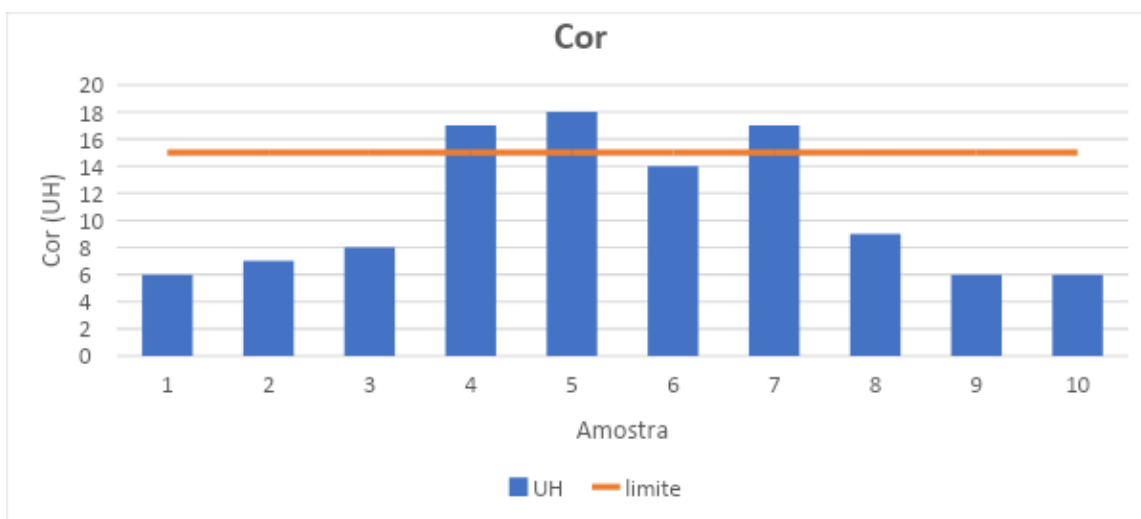
Os valores encontrados para as amostras de águas subterrâneas foram de: 178,7 (Amostra 1); 154,3 (Amostra 2); 165,1 (Amostra 3); 178,8 (Amostra 4); 172,2 (Amostra 5); 170,4 (Amostra 6); 179,1 (Amostra 7); 149,8 (Amostra 8); 130,9 (Amostra 9); 161,8 (Amostra 10).

A portaria GM/MS nº 888/2021 não estabelece um limite de condutividade, porém de acordo com Von Sperling (2007), as águas naturais apresentam

condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, e em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Entretanto, os altos valores de condutividade também podem estar associados a sazonalidade sendo menor em períodos de chuva devido à maior diluição dos íons, já valores elevados podem ocorrer devido a quantidade de efluentes industriais que podem estar contidos no meio (ESTEVES, 2011).

Os resultados obtidos da cor aparente das amostras de água subterrânea estão representados na Figura 5.

Figura 5 – Cor em águas subterrâneas e o limite estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/2021.



Fonte: Autoria própria.

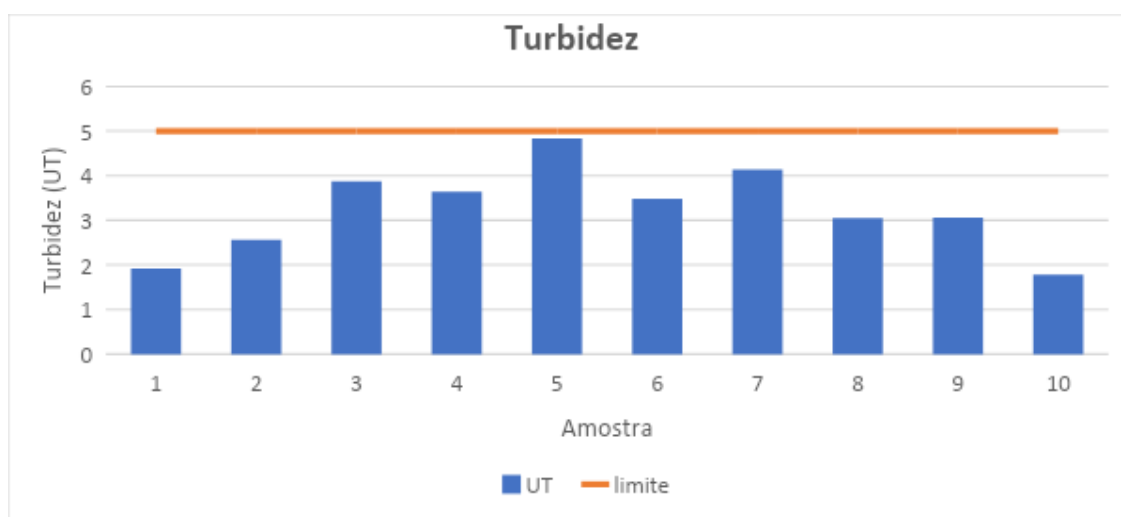
Os valores encontrados para as amostras de águas subterrâneas foram

de: 6 (Amostra 1); 7 (Amostra 2); 8 (Amostra 3); 17 (Amostra 4); 18 (Amostra 5); 14 (Amostra 6); 17 (Amostra 7); 9 (Amostra 8); 6 (Amostra 9); 6 (Amostra 10). O limite estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/2021 é de 15 (UT) representado em vermelho no gráfico. Pode-se observar que a maioria das amostras (1, 2, 3, 6, 8, 9 e 10) estão dentro do limite estabelecido. No entanto, as amostras 4, 5 e 7 apresentam valores acima do permitido.

Os valores elevados de cor podem estar relacionados a uma grande quantidade de substâncias dissolvidas, ferro e manganês, pela decomposição de matéria orgânica e, também, pela presença de esgotos domésticos e industriais (SOUZA et al., 2004).

A turbidez é um parâmetro que avalia a quantidade de material particulado presente na água, sua determinação é feita pelo método nefelométrico, que se baseia na intensidade da luz dispersa através de um turbidímetro portátil. Os resultados obtidos da turbidez das amostras de água subterrânea estão representados na Figura 6.

Figura 6 – Turbidez em águas subterrâneas e limite estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/2021.



Fonte: Autoria própria.

Os valores encontrados para as amostras de águas subterrâneas foram de: 1,92 (Amostra 1); 2,56 (Amostra 2); 3,87 (Amostra 3); 3,64 (Amostra 4); 4,83 (Amostra 5); 3,48 (Amostra 6); 4,14 (Amostra 7); 3,05 (Amostra 8); 3,06

(Amostra 9); 1,78 (Amostra 10). O limite estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/2021 é de 5 (UT) representado em vermelho no gráfico. Pode-se observar

que todas as amostras coletadas de água subterrâneas estão de acordo com o limite estabelecido pela portaria em vigência. A turbidez altera o aspecto cristalino da água, deixa-a com uma aparência opaca, valores altos de turbidez podem estar relacionados a alguns materiais em suspensão podendo serem reduzidas por sedimentação, outro fator que pode levar a um aumento da turbidez é a contaminação por esgoto.

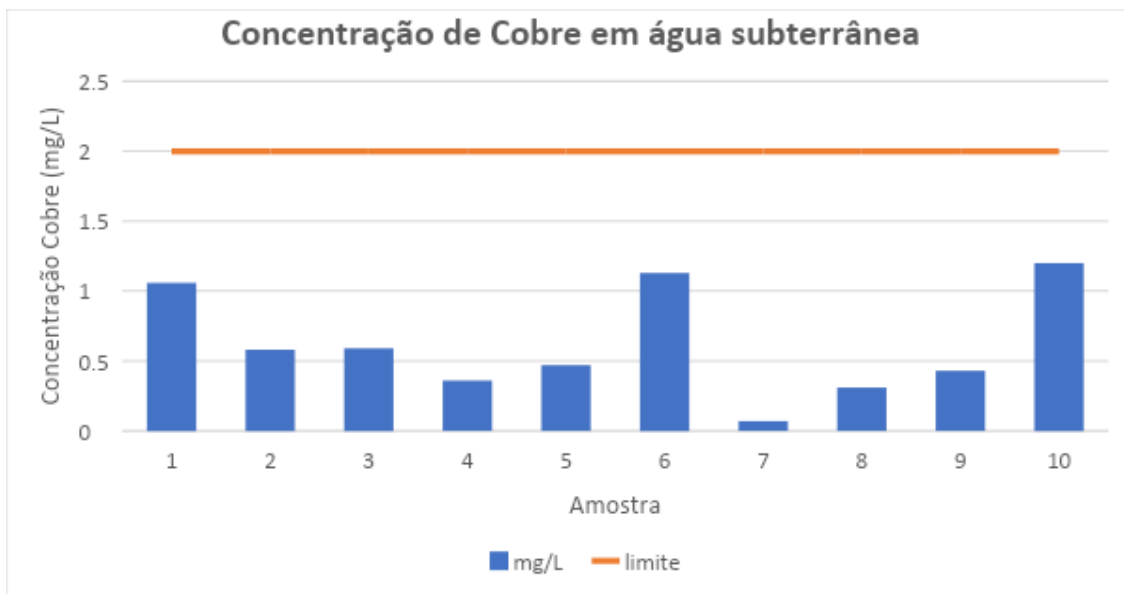
8.2 Parâmetros químicos

Geralmente, a quantificação de metais é realizada empregando-se os métodos de espectrometria de absorção atômica (AAS), que podem ter atomização em chama (F AAS) ou em forno de grafite (GF AAS, maior sensibilidade), porém são análise de elevado custo operacional.

Uma alternativa eficaz é a realização destas análises por espectrofotometria molecular UV/Vis, que são muito mais econômicas, quando comparadas a F AAS e a GF AAS.

O cobre pode ser encontrado na água nas formas são Cu^{2+} , $\text{Cu}(\text{HCO}_3)_2$ e $\text{Cu}(\text{OH})_2$, sendo que a maior parte do cobre(II) dissolvido está na forma complexada e não como íon livre. A quantidade do metal presente na água está entre 0,005 e acima de 30 mg/L, dependendo das características da água, como pH e dureza, e corrosão interna de tubulações de cobre (CETESB, 2009). Os resultados obtidos da concentração de cobre das amostras de água subterrânea estão representados na Figura 7.

Figura 7 – Concentração de cobre em águas subterrâneas e limite estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/2021.



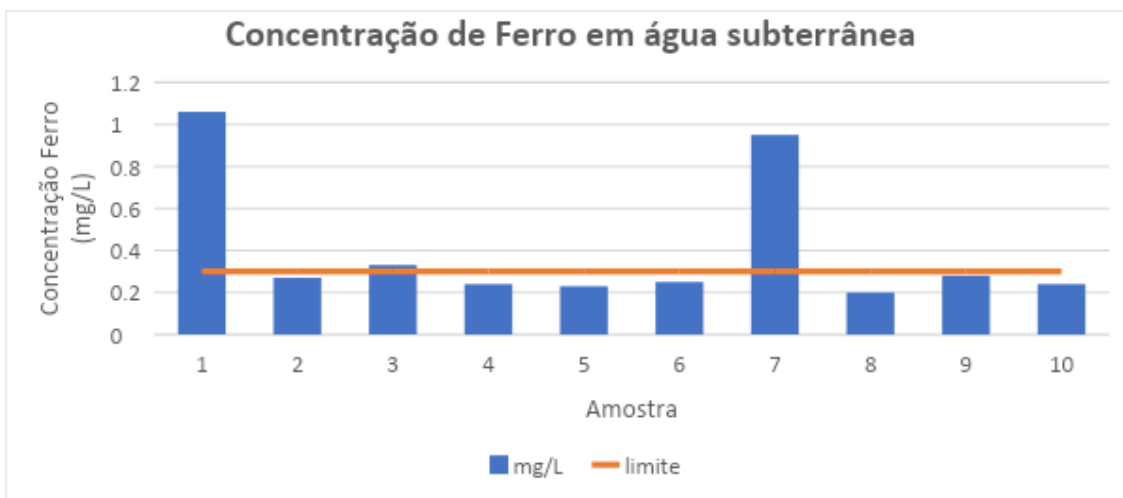
Fonte: Autoria própria.

As concentrações de cobre encontrados para as amostras de águas subterrâneas foram de: 1,06 mg/L (Amostra 1); 0,58 mg/L (Amostra 2); 0,59 mg/L (Amostra 3); 0,36 mg/L (Amostra 4); 0,47 mg/L (Amostra 5); 1,13 mg/L (Amostra 6); 0,07 mg/L (Amostra 7); 0,31 mg/L (Amostra 8); 0,43 mg/L (Amostra 9); 1,20 mg/L (Amostra 10). O limite estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/2021 é de 2 mg/L representado em vermelho no gráfico. Pode-se observar que todas as amostras coletadas de água subterrâneas estão de acordo com os limites estabelecidos pela portaria em vigência sendo portando potável para consumo humano.

As águas subterrâneas são ricas em ferro que pode estar em diferentes formas, sendo as formas oxidadas (Fe III) as menos solúveis frequentes em águas oxigenadas já as mais solúveis são as reduzidas (Fe II) quando há carência de oxigênio sendo as mais comuns em águas subterrâneas (PAIVA, BAUMGARTEN, WALLY, 2012).

Os resultados obtidos da concentração de ferro das amostras de água subterrânea estão representados na Figura 8.

Figura 8 – Concentração de ferro em águas subterrâneas e o limite estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/2021.



Fonte: Autoria própria.

As concentrações de ferro encontradas para as amostras de águas subterrâneas foram de: 1,06 mg/L (Amostra 1); 0,27 mg/L (Amostra 2); 0,33 mg/L (Amostra 3); 0,24 mg/L (Amostra 4); 0,23 mg/L (Amostra 5); 0,25 mg/L (Amostra 6); 0,95 mg/L (Amostra 7); 0,20 mg/L (Amostra 8); 0,28 mg/L (Amostra 9); 0,24 mg/L (Amostra 10). O limite estabelecido pela portaria GM/MS nº 888/2021 é de 0,3 mg/L representado em vermelho no gráfico. As amostras 1 e 7 ultrapassaram os limites de concentração de ferro estabelecidos pela respectiva portaria.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das análises que mais se teve a oportunidade de realizar na empresa Jr Hidroquímica destaco aqui que os parâmetros físico-químicos que foram citados neste relatório foram os que mais teve-se contato, e que diante dos resultados encontrados e da legislação em vigor eles foram muitos satisfatórios, ou seja, atenderam a legislação.

Neste sentido, o presente estágio foi de grande relevância para a minha formação, pois foi possível aplicar meus conhecimentos da graduação, além de

ter contato com os conteúdos aprendidos em sala de aula de forma prática. Além de ter sido o primeiro passo para o mercado de trabalho, possibilitando o aperfeiçoamento de habilidades e competências e garantir o conhecimento das deficiências e a busca pelo aprimoramento profissional.

O estágio na empresa JR Hidroquímica proporcionou-me a complementação como química, uma vez que este possui um vasto conhecimento de técnicas que antes só observava nos livros didáticos, e com o estágio tive a oportunidade de colocar estes conhecimentos em prática e ver como é o funcionamento e a rotina de um laboratório como empresa, além de adquirir experiência com análises físico-químicas de águas em diferentes amostras.

Tive a oportunidade durante o estágio de conhecer como funciona todo o processo de análise de águas subterrâneas, entender e analisar os resultados obtidos de forma crítica comparando com a legislação e por fim, consegui aplicar os conhecimentos obtidos durante o curso de Química na empresa, o que foi muito gratificante ao ver que a teoria aliada à prática proporcionou.

A realização deste estágio apresentou como ponto positivo a participação efetiva em todas as rotinas propostas, desde aquelas cabíveis ao laboratório como a JR Hidroquímica como um todo, propiciando uma grande visão de gestão, mercado e relações humanas, pois o laboratório exige um trabalho em equipe.

De modo geral, o estágio foi positivo para o meu crescimento como profissional, pois instigou o desenvolvimento em uma área diferente, agregou conhecimento e mostrou um novo caminho dentro da profissão como química.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Guia nacional de coleta e preservação de amostras. **Brasília**, 2011.

ARRUDA, G. B.; CORREIA, K. V.; OLIVEIRA, T. R. S. O.; NETO, J. E. B.; ARAÚJO, F. P.; CARNEIRO, K. W. F. S. Análise da Qualidade da Água do Riacho Moraes em Área Influenciada Pela Produção de Gesso no Município de Araripina, PE – Brasil. **Revista de Geologia**, v. 28, n. 1, p. 27-38, 2015.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; PAIVA, M. L. de; RODRIGUES, H. R. S. Kit Analítico Simplificado: uma ferramenta para avaliação massiva da qualidade da água subterrânea. **Águas Subterrâneas**, v. 28, n. 2, p. 95-105, 2014.

BENIDES, L. M.; DONCATO, K. B.; MINHO, T. S.; PERAZZO, G. X. Avaliação do potencial mutagênico de cobre da água do rio Uruguai. **Ciência e Natura**, v. 35, n. 2, p. 107-112, 2014.

BITTAR, D. B. Determinação dos metais pesados Cd, Cu, Cr e Pb nas águas do rio Uberabinha e proposta de adsorção por adsorventes naturais. **Dissertação (Mestrado em Química Analítica)**. UFU. Universidade Federal de Uberlândia, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 1469, de 29.12.00. Dispõe sobre normas e padrões de potabilidade de água para consumo humano. **Brasília: Funasa**, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 888, de 04 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, 2021.

CETESB - significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. **Apêndice D**, 2009.

CONAMA. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2005.

DANTAS, A. F. "Avaliação da 2,2'-Biquinolina na separação, preconcentração e determinação de cobre por espectrofotometria de absorção molecular em solução e em fase sólida." 2004. **Dissertação (Mestrado em Química Analítica)** - Universidade Federal da Bahia. UFBA. Salvador. 2004.

EMBRAPA. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. **Colombo: Embrapa florestas**, 2011.

ESTEVES, F. Fundamentos de limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: **Interciência**, p. 826, 2011.

GRASSI, M. T. As águas do planeta terra. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, 2001.

Hidroquímica, JR - Disponível em: <https://www.jrhidroquimica.com.br/>
LUCENA, R. G. R.; RAZZOLINI, M. T. P.; MENEZES, L. M. B. MARQUES, R. A. de A. M.; NARVAI, P. C. Significados da água na visão de lideranças de saúde. **Saúde e Sociedade**, v. 22, n. 4, p.1193-1204, 2013.

MACEDO, J. A. B. **Águas e águas**. Belo Horizonte, CRQ-MG, 2004.

PAIVA, M. L.; BAUMGARTEN, M. G. Z.; WALLY, M. K. Especificação do ferro em águas subterrâneas: otimização do método espectrofotométrico na região da luz visível. **Revista Analytica**, n. 57, 2012.

PIRATOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. G. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 12, n. 3, 2017.

PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 - PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021.

REISNER, A.; OLIVEIRA, D. V. Análise das propriedades físico-químicas de amostras de água no Município de Gaspar-SC. RGSN - **Revista Gestão, Sustentabilidade e Negócios**, v.3, n.1, p. 4-14, jun. 2015.

REYMÃO, A. E.; SABER, B. A. Acesso à água tratada e insuficiência de renda duas dimensões do problema da pobreza no Nordeste Brasileiro sob a óptica dos objetivos de desenvolvimento do milênio. **Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, Barcelona**, v. 12, p. 1-15, 2009.

SILVA, L. O. P. Monitoramento do Ribeirão Santa Maria: O emprego de parâmetros físicos e químicos para aquilatar a qualidade de sua água. **Trabalho de conclusão de curso**, Instituto Federal de Goiás, 2012.

SILVEIRA, C. A.; CASTRO, F. B. G.; GODRFROID, R. S.; SILVA, R. C.; SANTOS, V. L. P. Análise microbiológica da água do Rio Bacacheri, em Curitiba (PR). **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 23, n.5, p. 933-938, 2018.

SOUZA, V. C. A. B.; SOARES, V. P.; MACIEL, A. V.; KEMERICH, P. D. C. Qualidade da água subterrânea do bairro Perpétuo Socorro de Santa Maria – RS. Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, S. Maria, v. 5 , n. 1, p. 31-49, 2004.

TEODORO, M.T.F. Desenvolvimento de método analítico para determinação e especificação de cobre utilizando extração em fase sólida com fibras de bambu impregnadas com Batocuproína. **Dissertação (Mestrado em Química Analítica)**, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. UESB. 2015.

VON SPERLING, M., Introdução à **qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ºed. Belo Horizonte:DESA-UFMG, 1996.

VON SPERLING, M. Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: UFMG, v. 7, p. 452, 2007.

11 ANEXOS



DECLARAÇÃO DE ESTÁGIO OBRIGATÓRIO

O laboratório WV Hidroanálise Ltda inscrito no CNPJ n. 85.314.086/0001-80, localizado na Rua Santa Luzia, número 75, bairro Trindade, na cidade de Florianópolis/SC, declara que a aluna Jeanine Oliveira Soares CPF [REDACTED], número de matrícula da UFSC 18250163, realizou estágio OBRIGATÓRIO referente a disciplina de Estágio Supervisionado QMC (5515), na **WV Hidroanálise Ltda** entre o período de **19/04/2022** a **22/09/2022**, totalizando 450 horas.

A instituição de ensino UFSC em que o aluno estuda possui vínculo com esta empresa e a aluna tem seu projeto de estágio de conclusão de curso supervisionado pelo **Químico Joarez da Silva Vieira Junior, CRQ/SC [REDACTED], CPF [REDACTED]**.

Documento assinado digitalmente
gov.br JOAREZ DA SILVA VIEIRA JUNIOR
Data: 29/11/2022 10:58:32-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Assinado digitalmente

Joarez da Silva Vieira Junior

Assinatura
gov.br Documento assinado digitalmente
JOAREZ DA SILVA VIEIRA JUNIOR
Data: 29/11/2022 11:02:21-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Supervisor de Estágio Joarez da Silva Vieira Junior

Documento assinado digitalmente
gov.br JEANINE OLIVEIRA SOARES
Data: 29/11/2022 15:24:36-0300
CPF: ***.925.520-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Documento assinado digitalmente
ICP-Edu Eduardo Sidinei Chaves
Data: 29/11/2022 15:28:18-0300
CPF: ***.185.439-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Jeanine Oliveira Soares

Eduardo S. Chaves