

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE DOURADOS
RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO

JULIANA RODRIGUES FERRAZ

**ACOMPANHAMENTO DAS ATIVIDADES DE
TRATAMENTO DE ÁGUA COM FINS POTÁVEIS E
ANÁLISES LABORATORIAIS NA EMPRESA DE
SANEAMENTO (SANESUL) NA CIDADE DE DOURADOS**

DOURADOS

2014

JULIANA RODRIGUES FERRAZ

**ACOMPANHAMENTO DAS ATIVIDADES DE
TRATAMENTO DE ÁGUA COM FINS POTÁVEIS
ANÁLISES LABORATORIAIS NA EMPRESA DE
SANEAMENTO (SANESUL) NA CIDADE DE DOURADOS**

*Relatório Técnico Científico de Estágio Curricular
Supervisionado Obrigatório II apresentado ao Curso
de Química Industrial da Universidade Estadual de
Mato Grosso do Sul sob Supervisão Técnica do
Joãozinho Scaliante e orientação da Professora Leila
Cristina Konradt Moraes.*

DOURADOS

2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gilberto José de Arruda

Prof^a Dr^a Jandira Aparecida Simoneti

Prof^a Dr^a Leila Cristina Konradt Moraes
(Orientadora)

Prof^a Dr^a Marcelina Ovelar Solaliendres

Dourados, 18 de Novembro de 2014.

DEDICATÓRIA

A minha irmã Ana Paula Rodrigues Ferraz por todo apoio e amor que me ofereceu todos esses anos, por ser o exemplo mais concreto de como *crer é poder* e por ser uma guerreira. “Irmã quando crescer quero ser como você, eu te amo”.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradeço a Deus pela dádiva da vida, por ter me proporcionado força e sabedoria por todos esses dias de estágio e por não ter me deixado fraquejar em nenhum só momento.

Agradeço aos meus pais Rosimeire e Vicente Paulo por todo amor, dedicação, compreensão e apoio, pois sem eles nada faria sentido. A minha irmã Ana Paula que me ajudou a conseguir o estágio e me deu todo suporte com materiais para a execução deste trabalho.

A professora e orientadora Leila Cristina Konradt Moraes, por toda dedicação e persistência, por não ter me deixado desistir de fazer o estágio na empresa que desejava.

A empresa Sanesul pela oportunidade, pois o estágio foi muito enriquecedor para a minha vida profissional.

Aos meus queridos amigos do laboratório, Fernanda Neris, Yndilla Pedroso, Juglans Mazurkevicz e Danieli Mendes por todo carinho, receptividade, amizade, dias de descontração, paciência e atenção que tiveram comigo. Pela prontidão de me atender em todas as dúvidas e pelos votos para o meu crescimento profissional. Ao Joãozinho Scaliante pela orientação técnica.

Aos operadores de ETA pelos momentos de aprendizados, todos, sem distinção me acolheram muito bem, sendo que pude sentir a vontade que tinham de me transmitir os conhecimentos que possuíam.

A todas as pessoas que de uma forma direta ou indiretamente influenciaram para que eu conseguisse obter êxito nesta atividade.

A todos a minha eterna gratidão.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	08
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos Específicos.....	11
3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	12
3.1 Histórico.....	12
3.2 Missão, Visão e Princípios.....	12
3.3 Organização.....	13
4 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO....	15
4.1 Tratamento de Água.....	15
4.1.1 Coagulação/floculação.....	16
4.1.2 Decantação.....	17
4.1.3 Filtração.....	18
4.1.4 Cloração e fluoretação.....	19
4.2 Ensaio de Coagulação (<i>Jar Test</i>).....	20
4.3 Coletas e Análises.....	22
4.4 Laboratório de Análises Físico-Químicas.....	22
4.4.1 Cloro residual.....	23
4.4.2 Cor.....	23
4.4.3 Flúor.....	25
4.4.4 pH.....	27
4.4.5 Turbidez.....	28
4.5 Laboratório Bacteriológico.....	29
4.5.1 Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>	29
4.5.1.1 Análise dos coliformes totais e termotolerantes.....	30
4.5.1.2 Presuntivo para bactérias do tipo coliforme.....	31
4.5.1.3 Confirmativo para coliformes totais.....	32
4.5.1.4 Confirmativo para <i>Escherichia coli</i>	32
4.5.2 Bactérias heterotróficas.....	33
5 CONTRIBUIÇÕES DO ESTÁGIO PARA A FORMAÇÃO	
PROFISSIONAL.....	35
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
ANEXOS.....	39

RESUMO

A água é fonte da vida. Não importa o que façamos, onde vivemos ou quem somos, dependemos dela para sobreviver. Por esta razão é necessário que a população tenha acesso a água de boa qualidade, que receba o tratamento adequado e que siga os limites de potabilidade exigidos na legislação em vigor. A Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul – Sanesul, foi criada em 1979 e é a atual responsável pelo processo de potabilização da água em grande parte das cidades de Mato Grosso do Sul. O tratamento de água superficial realizado pela empresa em questão, na cidade de Dourados, é o físico-químico convencional, sendo composto pelas etapas de captação, coagulação/floculação, decantação, filtração, cloração, fluoretação, correção de pH, reservação e distribuição. Considerando a água subterrânea, que também é fonte de abastecimento na cidade de Dourados, os tratamentos a serem utilizados são muito mais simples, em função da qualidade da mesma, resumindo-se apenas à cloração e fluoretação. Além do tratamento, a Sanesul realiza análises para verificar a qualidade da água que está sendo distribuída para a população, através de testes físico-químicos como: cloro residual, cor, flúor, pH e turbidez e análises bacteriológicas de coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas, visando verificar se a água tratada se enquadra nos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria Nº 2.914/11 do Ministério da Saúde, que apresenta os procedimentos e padrões de potabilidade.

PALAVRAS- CHAVE: Água, potabilidade, Sanesul.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de valor inestimável. Mais que um insumo indispensável à produção e um recurso estratégico para o desenvolvimento econômico, ela é vital para a manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos que mantêm em equilíbrio os ecossistemas. É, ainda, uma referência cultural e um bem social indispensável à adequada qualidade de vida da população (CAPOBIANCO, 2014).

Segundo o site da Associação Brasileira da Indústria das Águas Minerais (Abinam), os sais minerais presentes nas águas, nas concentrações adequadas, contribuem com a saúde do organismo. Água com flúor é boa para a prevenção de cáries. A presença de sódio beneficia músculos e nervos. O magnésio previne hipertensão, enquanto o cromo, em concentrações adequadas, regula as taxas de açúcar no sangue. Cobre absorve o ferro na forma de hemoglobina e o manganês auxilia o sistema reprodutivo. O zinco, regula o sistema imunológico e o cálcio previne a osteoporose. Os bicarbonatos e o sulfato contribuem para a digestão, regulando as funções intestinais (SODRÉ, 2014).

Na maior parte das vezes, a água encontrada na natureza não está apta para o consumo humano, pois contém algum tipo de contaminação ou impureza. Por essa razão, o seu tratamento é de fundamental importância, tendo por finalidade melhorar as características da água bruta, alcançando qualidade suficiente para o abastecimento ao público.

De acordo com dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), mais de 80% dos casos de doenças em todo o mundo vêm do consumo de água contaminada. A água pode trazer mais de 25 tipos diferentes de doenças, como cólera, diarreias agudas e esquistossomose, dentre muitas outras. Entre as crianças, a água mata mais do que qualquer forma de violência, inclusive as guerras. Daí a importância do acesso a uma água de boa qualidade e livre de contaminações (SODRÉ, 2014).

De acordo com o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE, 2006), as finalidades dos processos utilizados para a potabilização da água são inúmeras, sendo algumas delas citadas abaixo:

- Higiênicas – para remoção de bactérias, protozoários, vírus e outros micro-organismos, de substâncias nocivas, redução do excesso de impurezas e dos teores elevados de compostos orgânicos;

- Estéticas – para correção da cor, sabor e odor;
- Econômicas – visando a redução de corrosividade, cor, turbidez, ferro, manganês, sabor e odor.

Para o tratamento da água superficial, o mais utilizado é o sistema físico-químico convencional, onde as principais etapas são: captação, coagulação/floculação, decantação, filtração, desinfecção (cloração), fluoretação, correção de pH, armazenagem e distribuição. Sendo que, a dificuldade deste tipo de sistema de tratamento está no alto custo associado e na necessidade de uma grande área para a instalação.

Alternativas para o tratamento da água de forma mais simplificada ou para condições mais específicas vem sendo desenvolvidas a muitos anos. Daniel (2001) apresenta sugestões para a desinfecção da mesma, com uso de agentes químicos como ozônio, ferratos e permanganato de potássio. Além desses, pode-se utilizar a radiação ultravioleta que é competitiva economicamente se comparada à cloração, porém a sua principal desvantagem é não apresentar residual à água distribuída, o que não assegura a qualidade na rede de distribuição, pois nas canalizações podem existir micro-organismos. O mesmo problema surge quando se avalia a utilização do ozônio.

As águas de origem subterrânea, provenientes de poços, geralmente passam apenas pelo processo de cloração, pois o solo é capaz de filtrá-las atendendo assim os limites descritos na legislação para os parâmetros exigidos. Segundo Matos (2006), este processo pode ser realizado através do uso de cloro gasoso e eletrólise do sal por meio de placas de titânio. A desvantagem do segundo método é o alto custo de manutenção e, o seu uso é viável apenas para pequenas vazões.

A água tratada deve atender padrões para não oferecer riscos à população quando ingerida, para isso a Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde apresenta os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A Tabela 1 expressa os limites permitidos para os parâmetros analisados na empresa em questão, na cidade de Dourados. Para a avaliação dos demais parâmetros exigidos pela Portaria, as amostras são enviadas para o Laboratório Central, em Campo Grande, e também para empresas prestadoras de serviço.

Tabela 1 - Limites expressos na Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde para as análises realizadas no laboratório da Sanesul da cidade de Dourados

Análises		Padrão de potabilidade
Bactérias heterotróficas		500 UFC ⁽¹⁾ .mL ⁻¹
Cor		15 uC ⁽²⁾
Cloro residual livre		0,2 - 2,0 mg.L ⁻¹
Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>		Não admite presença
Flúor		1,5 mg.L ⁻¹
pH		6,0 – 9,5
Turbidez	Rede de distribuição	5,0 NTU ⁽³⁾
	Saída do tratamento	1,0 NTU

⁽¹⁾UFC: Unidades Formadoras de Colônia; ⁽²⁾uC: Unidades de Cor; ⁽³⁾NTU: Unidade Nefelométrica de Turbidez.

Fonte: BRASIL, 2011

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver o aprendizado adquirido durante a graduação, podendo aperfeiçoar e aplicar os conceitos já vistos, além de possibilitar uma troca de experiências com os profissionais atuantes na área, para aprimorar a formação profissional.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ter uma visão mais ampla das atividades desenvolvidas no campo de atuação do estágio – captação, tratamento e distribuição de água potável;
- Identificar a amplitude da área de Química no tratamento de água para fins potáveis;
- Acompanhar as análises físico-químicas e bacteriológicas a serem desenvolvidas em empresas desta área de atuação;
- Identificar as operações unitárias presentes nas Estações de Tratamento de Água convencionais.

3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

3.1 HISTÓRICO

A Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul - Sanesul foi criada em 26 de janeiro de 1979 por meio do Decreto Estadual N° 071/79 como empresa pública, com autonomia administrativa e financeira, compondo a administração indireta e vinculada ao Executivo Estadual. Posteriormente, foi transformada em Sociedade Anônima de Economia Mista em 12 de maio de 1994 pela Lei Estadual N° 1.496/94, sendo este seu *status* jurídico atual (HISTÓRIA, 2011).

Com a divisão do Estado de Mato Grosso, a cisão patrimonial deixou como herança da Sanemat (Empresa de Saneamento de Mato Grosso) 17 sistemas em operação, com um total de 52.200 ligações de água e esgoto. Na época, as cidades que eram atendidas pelo sistema eram Anastácio, Aparecida do Taboado, Aquidauana, Bonito, Campo Grande, Cassilândia, Corumbá, Dourados, Fátima do Sul, Glória de Dourados, Jardim, Jateí, Ladário, Miranda, Paranaíba, Ponta Porã e Porto Murtinho (HISTÓRIA, 2011).

Ao final de 1979, ano de sua criação, a Sanesul já contava com 66.360 ligações e com mais duas cidades em operação, Caarapó e Rio Negro (HISTÓRIA, 2011).

Com o Planasa (Plano Nacional de Saneamento), instituído pelo Banco Nacional da Habitação na década de 70, cujo principal objetivo era aumentar o nível de cobertura em abastecimento de água no Brasil, a Sanesul, passa a operar no ano de 1982 em 59 cidades com 118.890 ligações de água e 24.088 de esgotos (HISTÓRIA, 2011).

Daquela época em diante foram incorporados outras localidades e atualmente são operados 123 sistemas sendo 68 municípios e 55 distritos, dos 78 municípios do Estado de Mato Grosso do Sul (HISTÓRIA, 2011).

3.2 MISSÃO, VISÃO E PRINCÍPIOS

A missão da empresa é gerir serviços de qualidade em abastecimento de água e esgotamento sanitário, contribuindo para a saúde pública, a preservação ambiental e o desenvolvimento social e econômico de Mato Grosso do Sul. Tendo como visão ser a melhor opção em soluções de saneamento básico de Mato Grosso do Sul (SANTANA, 2011).

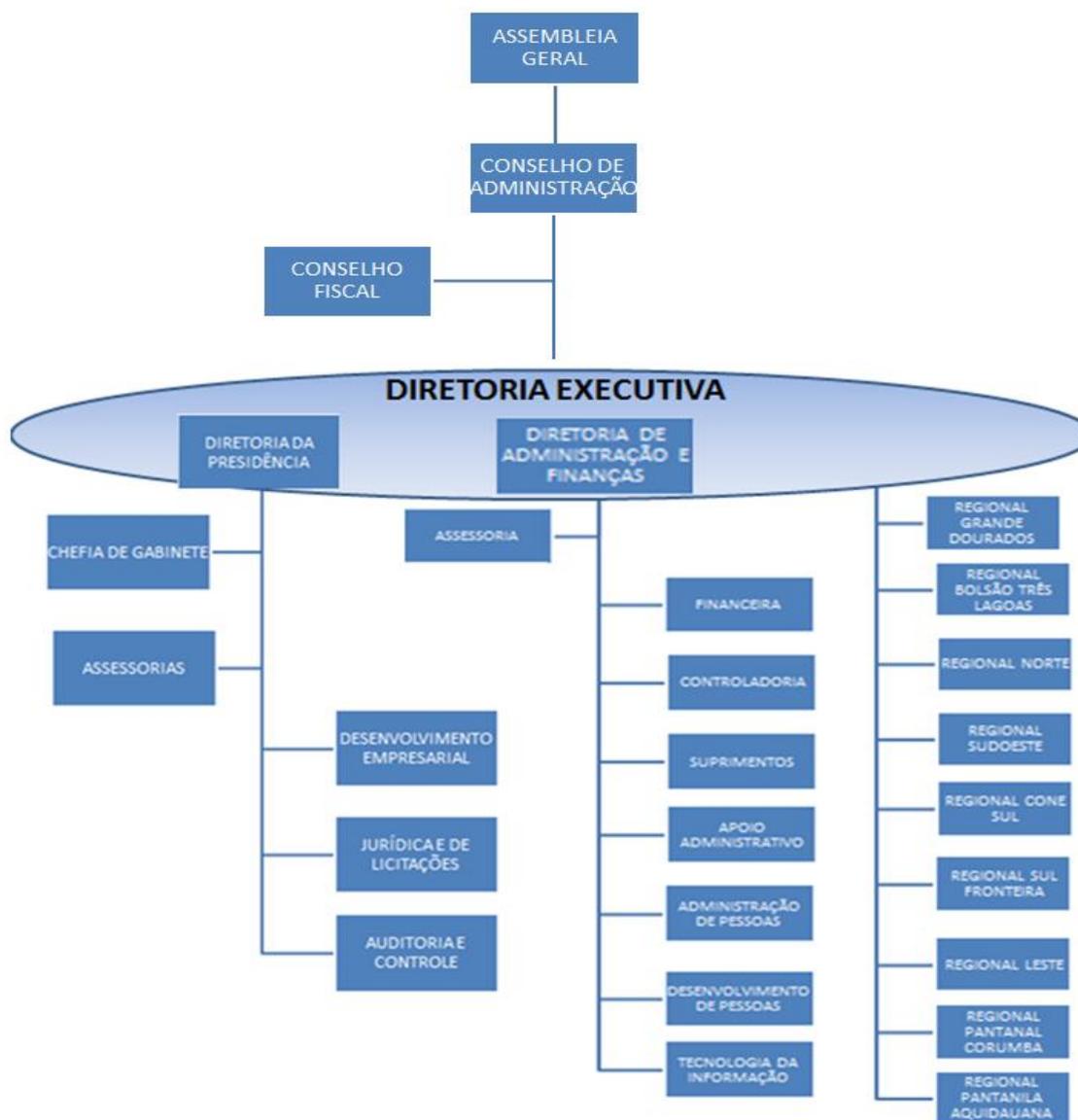
Dos princípios que devem direcionar a conduta de todos os agentes envolvidos nas atividades da Sanesul e dão suporte ao cotidiano da empresa destacam-se a Ética; a

Eficiência; a Eficácia; a Efetividade; a Segurança, regularidade e qualidade dos serviços; a Sustentabilidade Ambiental; a Sustentabilidade Econômico-Financeira; a Legalidade; a Impessoalidade; a Publicidade (SANTANA, 2011).

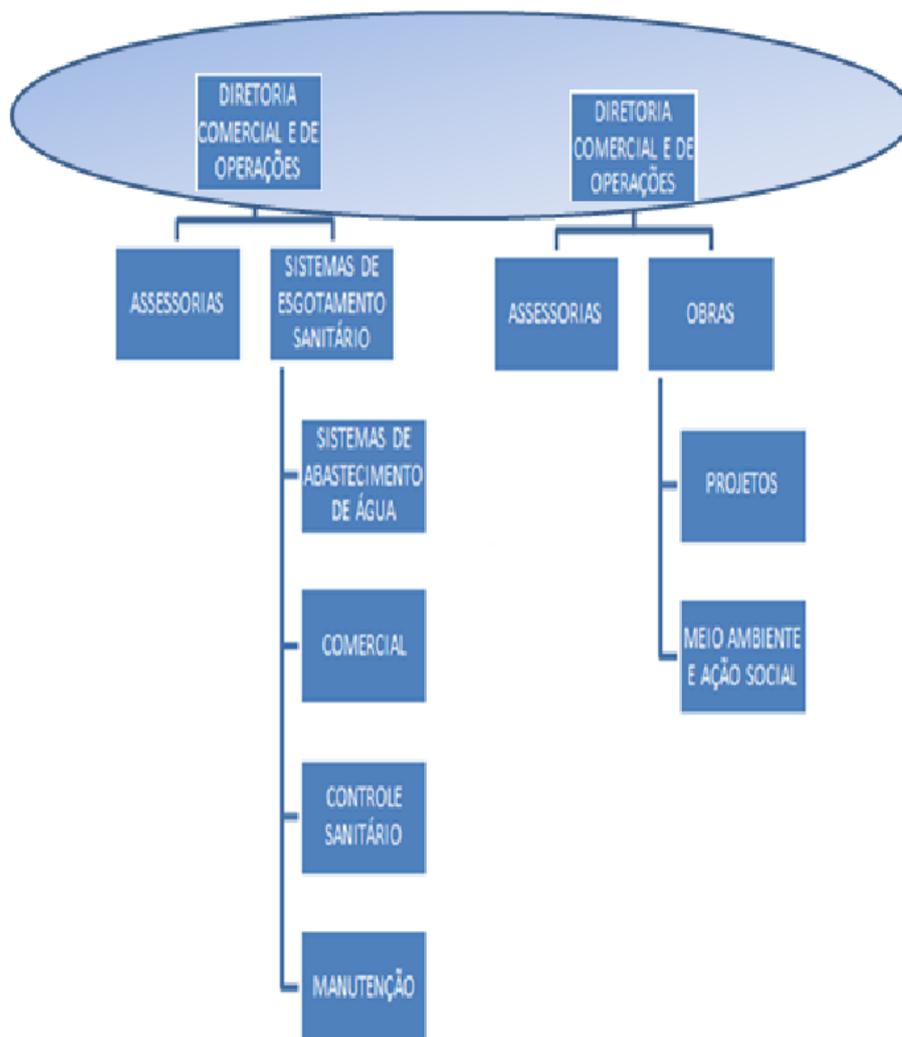
3.3 ORGANIZAÇÃO

O organograma geral da empresa está apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Estrutura da Sanesul



Fonte: Intranet

Figura 1 - Estrutura da Sanesul - continuação

Fonte: Intranet

4 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

4.1 TRATAMENTO DE ÁGUA

A Estação de Tratamento de Água (ETA) Cecília Leite Kirchner, de Dourados, está localizada na BR 163, no Km 252, e opera com a vazão média de $1.520.000 \text{ L.h}^{-1}$ de água tratada, em 6 módulos, que são nomeados em forma alfabética (A, B, C, D, E e F).

Para a purificação da água superficial, proveniente do Rio Dourados, a Sanesul utiliza o sistema físico-químico convencional, onde as principais etapas são: captação, coagulação/floculação, decantação, filtração, desinfecção (cloração) e fluoretação, que estão detalhadas a seguir. A Figura 2 representa uma visão geral de todo o processo realizado.

Figura 2 – Visão geral da Estação de Tratamento de Água da cidade de Dourados



Fonte: A autora

A captação da água superficial ocorre por bombas no Rio Dourados, que passa por um processo preliminar de gradeamento para retirada de galhos e folhas, que podem prejudicar o transporte e os equipamentos. O percurso até a ETA é de aproximadamente 10 Km. São captadas em média $1.800.000 \text{ L.h}^{-1}$ de água bruta, que abastece aproximadamente 70% da população de Dourados.

4.1.1 Coagulação/Floculação

A coagulação/floculação tem por finalidade transformar as impurezas em suspensão em flocos capazes de sedimentarem com a força da gravidade nas etapas subsequentes. Para este fim utiliza-se um coagulante, neste caso sulfato de alumínio líquido, que é adicionado logo na entrada da estação de tratamento, ponto de maior agitação (gradiente de mistura rápida de 120 rotações por minuto - rpm) o que favorece a dispersão do agente químico, gerando a desestabilização das partículas e facilitando a agregação na etapa de floculação. A Figura 3 apresenta o sistema de inserção do agente coagulante na ETA de Dourados.

Figura 3 – Sistema de adição do sulfato de alumínio líquido

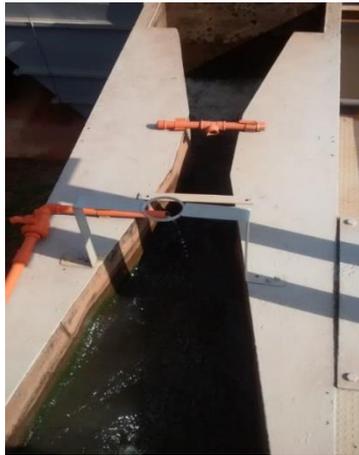


Fonte: A autora

Em seguida a água passa por uma calha Parshall (Figura 4), onde o polímero é adicionado, para atuar como auxiliar de coagulação. Posteriormente a água é conduzida a um tanque de floculação, com gradiente de mistura lenta de 45 rpm, o que favorece a aglomeração das partículas, seguindo para demais tanques, com gradientes decrescentes, onde a última etapa da floculação é constituída por uma agitação lenta de 35 rpm.

A dosagem do coagulante e do auxiliar de coagulação são determinadas previamente, de acordo com a qualidade da água, a partir dos ensaios realizados em equipamento *Jar Test*, que será abordado com maior clareza no tópico 4.2.

Figura 4 - Calha Parshall onde é realizada a dosagem do polímero



Fonte: A autora

4.1.2 Decantação

Na decantação ocorre a sedimentação gravitacional das impurezas, que estão associadas na forma de flocos, que foram formados na etapa anterior.

O decantador utilizado na ETA acompanhada (Figura 5) é formado por placas de PVC onde as partículas se depositam e posteriormente, pela ação da gravidade, se deslocam para o fundo do equipamento.

Figura 5 - Decantador com placas de PVC



Fonte: A autora

Quando necessário, o processo de limpeza dos decantadores consiste em fechar a entrada da água floculada, esgotar de todo o líquido presente no equipamento e efetuar a

lavagem das placas com água utilizando uma lavadora de alta pressão. Este procedimento é realizado a cada 15 dias.

4.1.3 Filtração

A filtração é realizada para reter as impurezas pequenas, que não decantaram na etapa anterior. Para este fim são utilizados filtros geralmente constituídos de areias e seixos, de várias granulometrias, e carvão ativado. Os filtros da ETA da cidade de Dourados foram adaptados e hoje operam com apenas uma espessura de areia e carvão ativado. As mudanças foram realizadas, pois anteriormente os limites de qualidade exigidos pela legislação não estavam sendo atendida com o leito convencional, por essa razão a empresa optou por apenas utilizar uma areia mais fina para compor o leito do filtro.

Figura 6 – Visão superior de um dos filtros da ETA da cidade de Dourados



Fonte: A autora

Com o decorrer do tempo, há um acúmulo de impurezas entre os interstícios do leito filtrante, o que pode diminuir a sua eficiência. Por esta razão devem-se realizar lavagens dos filtros a cada 24 horas ou quando a turbidez ultrapassa os limites permitidos em legislação.

Os filtros são limpos com água que entra em contra fluxo (contracorrente ou corrente contrária a filtração) com velocidade e vazão suficientes para criar turbulência capaz de desprender as impurezas retidas nos grãos do leito filtrante, como mostra a Figura 7. Nesta etapa a velocidade deve ser alta o suficiente para desprender as impurezas do leito, porém baixa o suficiente para não desestruturar esse leito e formar caminhos preferencias, estragando o filtro. O processo de lavagem tem tempo máximo

de 40 minutos ou até que a turbidez da água de saída chegue a valores abaixo de 10 Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU).

Figura 7 – Etapa de lavagem do filtro em contracorrente



Fonte: A autora

4.1.4 Cloração e Fluoretação

A cloração é realizada no final do processo de tratamento e garante que a água chegue ao consumidor isenta de micro-organismos que podem causar doenças. Para esta finalidade utiliza-se o cloro gasoso, que é armazenado em cilindros de aço como o apresentado na Figura 8.

Monitora-se periodicamente a quantidade gasta através do peso do cilindro, pois há perdas por vazamento no processo. A dosagem aplicada é realizada através do clorador (Figura 9) que opera na faixa de 1,2 a 1,6 mg $\text{Cl}_2 \cdot \text{L}^{-1}$.

Figura 8 - Cilindro de cloro gasoso



Figura 9 - Dosador de cloro



Fonte: A autora

A Lei Federal Nº 6.050, 24 de maio de 1974, dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento de água quando existir estação de tratamento, o objetivo deste processo é a prevenção de cárie dentária na população.

A Figura 10 apresenta o dosador de flúor, onde são adicionados em média $0,6 \text{ mg.L}^{-1}$, porém no inverno este valor é maior, cerca de $0,7 \text{ mg.L}^{-1}$ não ultrapassando o limite de $0,8 \text{ mg.L}^{-1}$. Esta variação de concentração pode ser explicado pois, nas épocas mais frias, o consumo de água diminui, e que para introduzir a mesma quantidade de flúor para a população, é necessário aumentar a concentração (MECANISMOS..., 2012).

Figura 10 - Dosador de flúor



Fonte: A autora

4.2 ENSAIO DE COAGULAÇÃO (*JAR TEST*)

O teste de jarro é utilizado para se determinar experimentalmente as quantidades adequadas (ótimas) dos agentes químicos a serem utilizados no tratamento de água em função da qualidade da água bruta (de entrada na ETA).

Esta etapa tem por finalidade a determinação da dosagem dos produtos para a obtenção de uma boa coagulação/floculação e usualmente é realizado no início da manhã ou quando acontecem mudanças drásticas da qualidade da água (chuvas), visando determinar a quantidade de sulfato de alumínio (coagulante) e do polímero (auxiliar de coagulação).

Para se iniciar este ensaio, a princípio, preenche-se o boletim de coagulação/floculação/sedimentação (modelo em anexo). Neste documento são colocados os dados das soluções de coagulante e auxiliar de coagulação que estão sendo

aplicados, como: concentração, densidade, dosagem e vazão. Feito isto, prepara-se as soluções de sulfato de alumínio e polímero, ambos com concentração de 20%, em balão volumétrico de 100 mL, em seguida realiza-se os cálculos visando reproduzir no ensaios em escala de bancada, as condições aplicadas na ETA, levando em consideração a vazão aplicada.

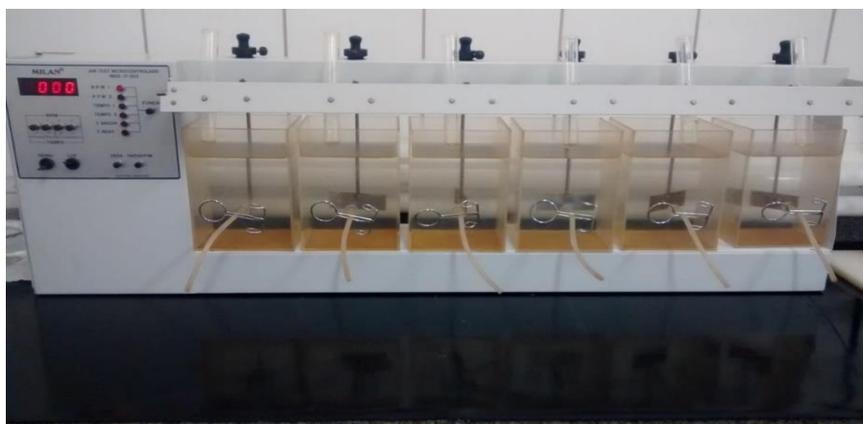
Realiza-se análises das características da água de estudo, antes e após o ensaio de *jar test*, para verificar a eficiência do processo e os parâmetros avaliados são: turbidez, cor, pH, alcalinidade e temperatura.

Nos ensaios são utilizados volumes de 2 litros de água bruta em cada jarro. São utilizados 6 jarros onde em cada um deles são dosadas quantidades diferentes do agente coagulante (concentrações diferentes). A primeira rotação empregada ao início do ensaios é de 120 rpm por 1 minuto, simulando a coagulação, com adição de sulfato de alumínio. Ao final do tempo os valores de pH são verificados.

Posteriormente utiliza-se a rotação de 45 rpm e 35 rpm, simulando a floculação, ambos nos tempos de 5 minutos. Ao final da floculação, sem agitação, aguarda-se mais 10 minutos, simulando a decantação, para a coleta da amostra e análise dos parâmetros novamente, visando a determinação da eficiência do processo e a melhor dosagem do coagulante é determinada pela melhor eficiência do processo que é medida pela menor turbidez da água tratada.

Após a determinação da melhor dosagem do sulfato de alumínio, realiza-se o teste para o auxiliar de coagulação, o mesmo procedimento é seguido, porém adiciona-se o polímero durante a rotação de 45 rpm. A Figura 11 representa o equipamento utilizado para os ensaios.

Figura 11 - Equipamento *Jar Test*



Fonte: A autora

4.3 COLETAS E ANÁLISES

O monitoramento do processo é realizado a cada 2 horas para água tratada, bruta e em 3, dos 6 módulos que compõe a ETA. Ou seja, às 6 horas são coletadas amostras dos módulos A, B e C, da água bruta e da água tratada. Posteriormente, às 8 horas são coletadas amostras dos módulos D, E e F, da água bruta e da água tratada, e assim sucessivamente, de forma intercalada. As coletas são realizadas em dois tanques que possuem dez torneiras cada, que correspondem à água floculada, decantada e filtrada de cada módulo (A, B e C ou D, E e F), e a água bruta, como apresentado na Figura 12, que pode ser encontrada ampliada em anexo. Nestas amostras são realizadas análises de temperatura, pH, turbidez, cor, cloro e flúor e os valores são registrados em boletim diário de tratamento (modelo em anexo).

Figura 12 – Tanques de coleta das amostras de água bruta e tratada em diferentes etapas do tratamento



Fonte: A autora

4.4 LABORATÓRIO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

O Laboratório de Controle de Qualidade da Água de Dourados está localizado na BR 163 no Km 252, sendo responsável pelas análises físico-químicas e bacteriológicas das águas da estação de tratamento e dos poços da cidade. Este laboratório atende a cidade de Dourados e diversos municípios e distritos vizinhos.

As análises físico-químicas realizadas no local são cloro residual, cor, flúor, pH e turbidez que estão detalhadas a seguir. Os parâmetros bacteriológicos são coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas que estão descritos no tópico 4.5. As demais análises são realizadas no laboratório central de Campo Grande e ainda por uma empresa prestadora de serviços.

4.4.1 Cloro residual

O uso do cloro no tratamento da água pode ter como objetivos a desinfecção, que é a destruição dos micro-organismos patogênicos, a oxidação, que visa a alteração das características da água pela oxidação dos compostos nela existentes, ou ambas as ações ao mesmo tempo. A desinfecção é o objetivo principal e mais comum da cloração (MEYER, 1994).

Realiza-se a análise do cloro residual livre durante a coleta em todas as amostras no local pelo operador responsável. O método utilizado é o colorimétrico, onde se adiciona uma pequena porção do reagente DPD (dialquil-1,4-fenilenodiamino) que forma um complexo rosa quando em contato com o cloro da amostra, posteriormente compara-se a intensidade da cor com um disco (Figura 13) que expressa quantitativamente na faixa de 0,1 a 5,0 mg Cl₂.L⁻¹.

Figura 13 - Kit visodisc cloro – escala contínua



Fonte: A autora

4.4.2 Cor

A cor da água é proveniente da matéria orgânica como, por exemplo, substâncias húmicas, taninos e também por metais como o ferro e o manganês e resíduos industriais

fortemente coloridos. A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é esteticamente indesejável. A sua medida é de fundamental importância, visto que água de cor elevada provoca a sua rejeição por parte do consumidor e o leva a procurar outras fontes de suprimento muitas vezes inseguras (FUNASA, 2009).

A determinação deste parâmetro é realizada com o auxílio de um colorímetro (Figura 14) pelo método espectrofotométrico, que opera em 450 nm de comprimento de onda, sendo calibrado ao início de cada dia com soluções que contém zero de unidade de cor, que pode ser água destilada ou deionizada e, posteriormente, com 50 uC. A análise de cor pode ser executada em até 48 horas após a coleta.

Figura 14 - Colorímetro da Digimed DM-C3



Fonte: A autora

São realizadas em média 160 análises para este parâmetro na água tratada e bruta, provenientes da ETA, sendo apresentados na Tabela 2 as demais localidades e quantidades de amostras recebidas mensalmente no laboratório nas quais é realizada essa determinação.

Tabela 2 - Localidades e quantidades de amostras analisadas mensalmente para a determinação do parâmetro cor

Localidade	Rede de distribuição	Saída do tratamento
Bocajá	5	8
Culturama	5	8
Dourados- sistema Rio Dourados	32	8
Dourados- 4º Plano	5	8
Douradina	5	8
Fátima do Sul	5	8
Indápolis	5	8
Itahum	5	8
Itaporã	5	32
Macaúba	5	8
Maracajú	5	32
Montese	5	8
Nova Alvorada	5	16
Novo Planalto	5	8
Panambi	5	8
Picadinha	5	8
Piraporã	5	8
Prundêncio Thomaz	5	8
Rio Brilhante	5	32
São José	5	8
Vicentina	5	8
Vista Alegre	5	8
Vila Formosa	5	8
Vila Rica	5	8
Vila São Pedro	5	8
Vila Vargas	5	8
Total	157	288

Fonte: A autora

4.4.3 Flúor

Segundo Porto e colaboradores (2008), a fluoretação da água de abastecimento público é tida como um método efetivo quando o assunto é a prevenção de carie dental. Possui importância pública sendo usado como forma de promoção e prevenção de saúde, o método da fluoretação atinge quase toda a população e independe de classes

sociais. Porém quando em excesso pode causar fluorose, que são manchas, em geral esbranquiçadas, que aparecem nos dentes, geralmente de forma simétrica em crianças de até 12 anos de idade (PARDO, 2014).

A utilização de flúor em poços é permitida a partir de leis municipais, como é o caso da cidade de Fátima do Sul. A partir da implantação da lei houve a necessidade de realizar o controle da quantidade adicionada, para que obedecesse a legislação pertinente, mensalmente são analisadas 13 amostras desta localidade.

Em Dourados são realizadas 18 amostras mensais no sistema rio Dourados e 4º plano, sendo divididas em 5 da rede de distribuição das localidades citadas e 8 da saída do tratamento do 4º Plano, além de um controle interno de aproximadamente 87 amostras que são da saída de tratamento da ETA. A análise de flúor pode ser realizada em até 28 dias a partir da coleta. Utiliza-se para esse fim o fluorímetro (Figura 15).

Figura 15 – Fluorímetro digital Del Lab



Fonte: A autora

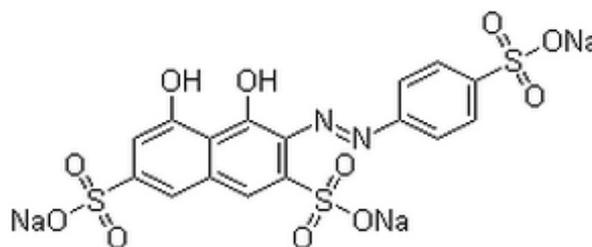
Para calibração do equipamento pipeta-se 10 mL de água destilada ou deionizada que é adicionada na cubeta apropriada e em seguida acrescenta-se 2 mL do reagente SPADNS (Figura 16), agita-se a cubeta para homogeneização, aguardando 1 minuto para reação e realiza-se a leitura do branco. Em seguida o mesmo procedimento é realizado para uma solução padrão chamada *fluoride standar solution*, que possui concentração de $1,00 \text{ mg.L}^{-1}$ de flúor, concluindo assim a aferição do equipamento. O mesmo método de execução se aplica as amostras, sendo menos intensa a coloração com o aumento da concentração de fluoretos.

Figura 16 – Reagente SPADNS usado para determinação de flúor



Fonte: A autora

Figura 17 – Fórmula estrutural do reagente SPADNS



Fonte: SULFANILIC..., 2014

4.4.4 pH

O pH é um parâmetro importante nas diversas etapas do tratamento da água, como a coagulação, desinfecção, controle da corrosividade e remoção de dureza. Valores afastados da neutralidade tendem a afetar as taxas de crescimento dos microorganismos (NAIME e NASCIMENTO, 2009).

O pH é analisado em 5 amostras da rede de distribuição das localidades descritas na Tabela 2 e na ETA a média é de 160 amostras mensalmente. O equipamento utilizado é o pHmetro (Figura 18), sendo calibrado inicialmente com os tampões 7, 4 e 10 respectivamente. Para as medidas mergulha-se o eletrodo na amostra e aguarda a estabilização, os resultados possuem valores com uma casa decimal. O procedimento pode ser realizado em até 24 horas após a coleta.

Figura 18 – pHmetro



Fonte: A autora

4.4.5 Turbidez

A turbidez da água é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais (FUNASA, 2009).

A turbidez tem sua importância no processo de tratamento da água. Água com turbidez elevada e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados que decantam mais rapidamente do que água com baixa turbidez. Também tem suas desvantagens como no caso da desinfecção que pode ser dificultada pela proteção que pode dar aos micro-organismos no contato direto com os desinfetantes. É um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano (FUNASA, 2009).

O equipamento utilizado para a análise deste parâmetro é o Turbidímetro (Figura 19), sendo ajustado a cada 15 dias com padrões de formazina que possuem valores de <0,1, 20, 100 e 800 NTU, respectivamente, e diariamente utiliza-se os padrões GELEX que possuem valores de 0 a 10 NTU.

Figura 19 – Turbidímetro HACH 2100P



Fonte: A autora

A Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde exige que sejam realizadas análises da turbidez em todas as amostras coletadas para análises microbiológicas. As amostras analisadas mensalmente estão descritas na Tabela 3 e podem ser realizadas em até 24 horas após a coleta, sendo utilizado o método nefelométrico, com resultados que apresentam uma casa decimal.

Tabela 3 – Coletas mensais realizadas por localidade para análises de turbidez

Localidades	Coletas
Bocajá	18
Culturama	18
Dourados- sistema Rio Dourados	118
Dourados- 4º Plano	58
Douradina	18
Fátima do Sul	46
Indápolis	18
Itahum	18
Itaporã	60
Macaúba	18
Maracajú	80
Montese	18
Nova Alvorada	52
Novo Planalto	18
Panambi	18
Picadinha	18
Piraporã	18
Prudencio Thomaz	18
Rio Brilhante	77
São José	18
Vicentina	18
Vista Alegre	18
Vila Formosa	18
Vila Rica	18
Vila São Pedro	18
Vila Vargas	18
Água Tratada (ETA) e bruta	160
Total	995

Fonte: A autora

4.5 LABORATÓRIO BACTERIOLÓGICO

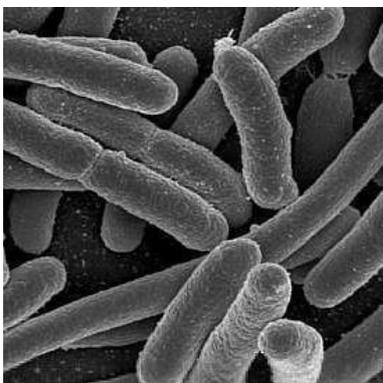
4.5.1 *Coliformes totais e Escherichia coli*

As bactérias do grupo "*coli*" são habitantes normais (simbiontes), do intestino humano ou de outros animais homeotermos (sangue quente), onde vivem saprofiticamente, não causando, em geral, nenhum dano ao hospedeiro, sendo

importantes aos sanitaristas e hidrobiologistas, pois a sua presença na água indica a presença de fezes ou esgoto doméstico (DE PÁDUA, 2010).

A *Escherichia coli* (Figura 20) é uma bactéria anaeróbia facultativa, gram-negativa, pertencente à família *Enterobacteriaceae*, caracterizada pela presença das enzimas Beta-galactosidase e Beta-glicuronidase, em meio de cultura complexo à 44 - 45,5 °C em 24 horas, fermentando lactose e manitol com produção de ácido e gás, produzindo indol a partir do aminoácido triptofano. É encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido despejo fecal recente, morrendo em pouco tempo, pois dificilmente encontra condições para multiplicar-se. Faz parte da flora intestinal normal do homem, sempre presente nas fezes sem ocasionar nenhum sintoma. Vive otimamente em temperatura de 35 a 37 °C e pH de 6,5, a 7,5, sendo capaz de, em condições anaeróbias, realizar reações de redução dos compostos nitrogenados, transformando os nitratos presentes no meio, em nitritos e até mesmo em amônia e em nitrogênio gasoso. Quando ingerida é enquadrada como patogênica (DE PÁDUA, 2010).

Figura 20 - Bactéria *Escherichia coli*



Fonte: Escherichia, 2014

4.5.1.1 Análise dos coliformes totais e termotolerantes

Para realizar a análise dos coliformes totais e termotolerantes, monta-se o sistema de filtração a vácuo (Figura 21). Lava-se o funil com água destilada quente, é realizada a imersão da pinça em álcool 70%, flamba-se no bico de Bunsen e procede o resfriamento ao ambiente. Coloca-se uma membrana no funil, homogeneiza-se 100 mL de amostra e procede-se a filtração. Retira-se a membrana do funil com cuidado e coloca-se na placa de Petri com o meio de cultura M-endo ágar less (Figura 22) previamente preparado, tampa-se e coloca-se na posição invertida em um ambiente

úmido e escuro para que haja o crescimento dos possíveis micro-organismos. Para isso, levar a estufa por 24 horas a 35°C. O procedimento é realizado para todas as amostras descritas na Tabela 3.

Figura 21 - Sistema de filtração a vácuo com membrana



Figura 22 - Placas de Petri com o meio M-endo ágar less



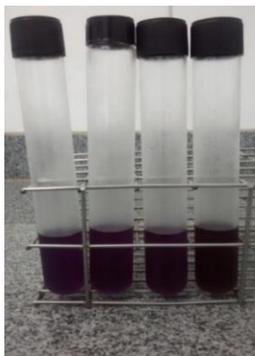
Fonte: A autora

4.5.1.2 Presuntivo para bactérias do tipo coliforme

Quando há resultado positivo no procedimento descrito anteriormente, com filtração com membrana, realiza-se um ensaio presuntivo. Este serve para confirmar a presença de bactérias do tipo coliforme, além de propiciar condições para a multiplicação dos mesmos.

Utiliza-se um *swab* estéril (semelhante a um cotonete) ou alça de platina para transferir todas as colônias para um único tubo com o meio previamente preparado (Figura 23), incuba-se em estufa por 24 horas a 35°C. Quando o resultado for positivo há alteração de coloração púrpura para amarela em função da acidificação do meio.

Figura 23 - Meio de cultura do caldo lauril triptose com púrpura de bromocresol

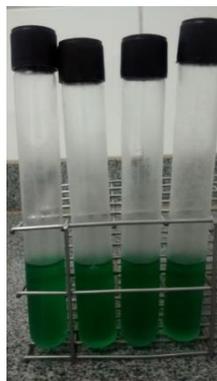


Fonte: A autora

4.5.1.3 *Confirmativo para coliformes totais*

Após o resultado positivo no ensaio presuntivo, realiza-se o confirmativo para bactérias coliformes totais. Com um swab estéril imerge no tudo lauril triptose com púrpura de bromocresol e posteriormente adicionado no verde brilhante bile 2% (Figura 24), levado para a estufa por 24 horas a 35°C, caso não haja confirmação aguarda-se mais 24 horas. Se confirmada a presença de coliformes totais ocorrerá à fermentação do meio e o gás permanecerá retido no tubo de Durhan.

Figura 24 - Meio de cultura do verde brilhante bile 2%



Fonte: A autora

4.5.1.4 *Confirmativo para Escherichia coli*

O mesmo procedimento descrito para o Verde brilhante bile 2% é replicado para o confirmativo de *Escherichia coli*. O tubo com o meio Mug (Figura 25) é levado a banho-maria por 24 horas a 44,5°C, posteriormente a leitura é realizada com uma luz ultravioleta a 365 nm de comprimento de onda, se o líquido ficar fluorescente há presença da bactéria.

Figura 25 - Meio de cultura do *Escherichia coli* mug



Fonte: A autora

4.5.2 Bactérias Heterotróficas

Segundo o *Standing Committee of Analysts* (2002), muitas bactérias heterotróficas apresentam a capacidade de multiplicar-se na rede de abastecimento por meio da utilização de nutrientes presentes nos materiais empregados em sua construção e, também, de carbono orgânico assimilável ou particulado naturalmente presente nas águas. Assim, a realização dessas análises pode indicar se determinados materiais não são adequados ou se estão ocorrendo alterações na qualidade da água captada (CETESB, 2006).

A determinação da contagem de bactérias heterotróficas pode ser utilizada para monitorar a eficácia dos processos de tratamento de água potável e verificar mudanças indesejáveis na qualidade durante a sua distribuição e estoque, mas não por razões de risco para a saúde (AMARAL, 2007).

Para as análises, deve-se aquecer o tubo de ensaio com o meio *ágar palte count*, previamente preparado (Figura 26), em banho-maria a 45°C até o meio voltar a ser líquido. Sobre a bancada foram distribuídas as placas de Petri e adicionado 1 mL da amostra, posteriormente flambou-se o orifício do tubo de ensaio com o meio e depositou-se em placas de Petri como mostra a Figura 27.

Figura 26 - Meio de cultura para bactérias heterotróficas



Figura 27 - Placas de Petri com o meio de cultura e amostras



Fonte: A autora

A contagem das bactérias está exemplificada na Tabela 4 e é realizada no contador de colônias (Figura 28). A Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que o limite de bactérias heterotróficas não pode ultrapassar 500 UFC.mL⁻¹ e deve ser realizada em 20% das amostras mensais quantificada para cada localidade.

Tabela 4 - Métodos para contagem de bactérias heterotróficas

Quantidade	≤ 300 UFC.mL ⁻¹	≥ 300 UFC.mL ⁻¹		
		≤ 10 colônias.cm ⁻²	> 10 colônias.cm ⁻²	> 100 colônias.cm ⁻²
Método	Contar toda a placa	Somar a quantidade em 13 quadrados e multiplicar por 5	Contar 4 quadrados respectivos, fazer média aritmética e multiplicar por 65	Registrar como maior que 6500 UFC/mL

Fonte: A autora

Figura 28 - Contador de colônias para bactérias heterotróficas

Fonte: A autora

5 CONTRIBUIÇÕES DO ESTÁGIO PARA A FORMAÇÃO PROFISSIONAL

O Estágio Curricular Supervisionado Obrigatório II possibilitou maior compreensão do funcionamento básico de uma Estação de Tratamento de Água completa e das operações unitárias básicas que a constituem. Trouxe maior conhecimento das análises físico-químicas e bacteriológicas que são realizadas nas empresas deste ramo.

Houve durante as atividades um desenvolvimento de habilidade que possibilitou lidar com as situações rotineiras e adversas as quais o profissional da área da Química é exposto, trabalhando o desenvolvimento da acadêmica nas atividades em equipe, com profissionais diversos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A empresa Sanesul permitiu o desenvolvimento de atividades em diferentes setores, o que foi benéfico para a formação profissional do estagiário, pois atuando em três ambientes distintos foi possível o desenvolvimento de diversas habilidades.

O trabalho em equipe e com profissionais de áreas distintas, possibilitou aprendizados que não foram obtidos anteriormente durante a graduação.

A prática do Estágio Curricular Supervisionado Obrigatório II atendeu as expectativas na área profissional e reafirmou a vocação do estagiário para as atividades desenvolvidas. Assim, o conhecimento adquirido durante este estágio foi e será muito útil para o decorrer da carreira do acadêmico ajudando na formação do futuro profissional.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. L. P, **Microrganismos indicadores de qualidade de água** (Trabalho de conclusão de curso) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.

CAPOBIANCO, J. P. R. **Dia mundial da água**. Disponível em: <<http://www.abes-sc.org.br/novosite/?center=diaagua>>. Acesso em: 04 nov. 2014.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **L5.201**: Contagem de bactérias heterotróficas: método de ensaio. São Paulo, 2006. p.14. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/servicos/normas/pdf/L5201.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2014.

DANIEL, L. A. **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável**. Rio de Janeiro: RiMa, 2001.

DE PÁDUA, H. **Coliformes Totais/Fecais**. Disponível em: <<http://www.portalbonito.com.br/colunistas/helcias-de-padua/222/coliformes-totais-fecais>>. Acesso em: 01 out. 2014.

ESCHERICHIA COLI. Disponível em: <<http://epsem.upc.edu/~fermentador/Escherichia.html>>. Acesso em: 26 set. 2014.

HISTÓRIA. 2011. Disponível em: <<http://www.sanesul.ms.gov.br/Historia.aspx>>. Acesso em: 24 set. 2014.

Lei nº 6.050, de 24 de maio de 1974. Dispõe sobre a obrigatoriedade da fluoretação das águas em sistemas de abastecimento. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 24 maio 1974.

MATOS, J. F.; MOTA, S; AVELINO, F. F.; PÁDUA, V. L.; BRAGA, E. A. S.; MALVEIRA, J. Q. **Solução oxidante gerada a partir da eletrólise de rejeitos de dessalinizadores de água**. Eng. Sanit. Ambient. v.11, n.2. 2006.

MECANISMO DE AÇÃO DO FLUORETO NA PREVENÇÃO DA CÁRIE DENTÁRIA. 2012. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/Artigo/Imprimir/18783>>. Acesso em: 8 nov. 2014.

MEYER, S. T. **O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública**. Cad. Saúde Públ. 1994.

NAIME, R.; NASCIMENTO, C. A. **Monitoramento de pH, temperatura, OD, DBO e condições microbiológicas das água do arroio pampa em Novo Hamburgo-RS**. UNICiência, v.13. p. 107-134. 2009.

PARDO, S., A., N. **Excesso de flúor pode causar problemas.** Disponível em: <http://www.pardoodonto.com.br/noticias_excesso_fluor_pode_causar_problemas.htm>. Acesso em: 23 set. 2014.

SANTANA, M., H., M. **Plano estratégico 2011-2015.** Disponível em: <<http://www.sanesul.ms.gov.br/Documentos/planoEstrategico20112015.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2014.

SAAE – Serviço autônomo de água e esgoto. **Sistemas de tratamento de água.** Aracruz, 2006.

SENS, M., L. **Ozonização: uma alternativa para o tratamento de água com cianobactérias.** Revista de ciência & tecnologia. v. 13. n. 25/26. p. 47-54.

SODRÉ, R. **8 coisas que você precisa saber sobre a água.** 2014. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/blogs/superlistas/8-coisas-que-voce-precisa-saber-sobre-a-agua/>>. Acesso em: 21 out. 2014.

SULFANILIC acid azochromotrop. Disponível em: <<http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/s9256?lang=pt@ion=BR>>. Acesso em: 26 out. 2014.

ANEXO

Figura 12 – Tanques de coleta das amostras de água bruta e tratada em diferentes etapas do tratamento



Fonte: A autora