

**CENTRO PAULA SOUZA
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL TIQUATIRA
TÉCNICO EM QUÍMICA**

**ALICE CELESTE DE ARAÚJO ROCHA
DANIELE MARTINS BRAGA PEREIRA
DIEGO DA SILVA PINHEIRO
TAMIRES CRISTINA MENDES DA SILVA
WANIA REGINA MEDEIROS PRATICO**

**USO DO POLÍMERO NATURAL DO QUIABO COMO AUXILIAR
FLOCULANTE**

SÃO PAULO

2014

**CENTRO PAULA SOUZA
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL TIQUATIRA**

TÉCNICO EM QUÍMICA

ALICE CELESTE DE ARAÚJO ROCHA

DANIELE MARTINS BRAGA PEREIRA

DIEGO DA SILVA PINHEIRO

TAMIRES CRISTINA MENDES DA SILVA

WANIA REGINA MEDEIROS PRATICO

**USO DO POLÍMERO NATURAL DO QUIABO COMO AUXILIAR
FLOCULANTE**

SÃO PAULO

2014

ALICE CELESTE DE ARAÚJO ROCHA
DANIELE MARTINS BRAGA PEREIRA
DIEGO DA SILVA PINHEIRO
TAMIRES CRISTINA MENDES DA SILVA
WANIA REGINA MEDEIROS PRATICO

**USO DO POLÍMERO NATURAL DO QUIABO COMO AUXILIAR
FLOCULANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola Técnica
Estadual Tiquatira, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de
Técnico em química.

Orientador: Prof. Leandro Erico
Batista.

Co-orientador: Prof. Juarez Denadai.

SÃO PAULO

2014



Escola Técnica Estadual
TIQUATIRA

BANCA EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

Em 20/05/2014 os professores abaixo nomeados, que compõem a banca examinadora, reuniram-se nas dependências da Escola Técnica Estadual Tiquatira para avaliar o trabalho de conclusão de curso do(s) aluno(s) proponente(s), sendo que esta avaliação fará parte da composição da nota final do(s) aluno(s) proponente(s) na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em química, em pleno acordo com as normas estabelecidas em regimento próprio. A avaliação da banca examinadora é a que se segue:

IDENTIFICAÇÃO DO TCC

Título: Uso do polímero natural do quiabo como auxiliar floculante.

Integrante (es) da equipe:

1. ALICE CELESTE DE ARAÚJO ROCHA
2. DANIELE MARTINS BRAGA PEREIRA
3. DIEGO DA SILVA PINHEIRO
4. TAMIRES CRISTINA MENDES DA SILVA
5. WANIA REGINA MEDEIROS PRATICO

INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA

Prof.: _____

Prof.: _____

Prof.: _____

RESULTADO DA BANCA DE QUALIFICAÇÃO

Plenamente Apto Apto Apto com restrições Não Apto

CONCEITO DA BANCA EXAMINADORA

Aprovado Rebanca Reprovado

PARECER DA BANCA EXAMINADORA

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos professores Juarez Denadai, Leandro Erico Batista e Anna Carolina Vilarrubia por todo suporte no desenvolvimento da monografia e parte prática, e a família pelo apoio e compreensão. Gratificam também a Deus por ter dado a capacidade e a inteligência.

RESUMO

Apesar de o Brasil ser o país que mais possui água doce líquida do mundo, a maior parte dessa água, ou é de difícil acesso (como os lençóis freáticos) ou necessita de um tratamento (como em lagos e rios).

Uma das alternativas para o tratamento de água é a utilização de polímeros, tanto naturais quanto sintéticos. Os sintéticos são utilizados em maior escala, visto que sua obtenção é mais prática e rápida, porém alguns são maléficos aos seres vivos, enquanto que os naturais não são prejudiciais para a saúde e são mais baratos. Pensando nisso, é essencial a utilização de polímeros naturais e as áreas rurais são as melhores opções para sua utilização industrial, por possuírem espaço suficiente para sua plantação.

Um bom exemplo de polímero natural é o existente no quiabo (*Abelmoschus esculentus*), que é melhor utilizado maduro e desidratado. Isto é economicamente viável, já que o quiabo maduro é rejeitado pela utilização gastronômica, fazendo com que o desperdício diminua drasticamente.

O polímero presente no quiabo é aniônico e é utilizado em conjunto com o seu coagulante primário, com o intuito de deixar o floco mais denso, maior e mais resistente, propiciando maior efetividade na decantação dos flocos.

Para o tratamento de efluentes geralmente usa-se o aparelho *Jar test*, mas os testes realizados foram feitos com agitadores mecânicos, assim é possível encontrar a dosagem ótima de Sulfato de Alumínio (coagulante primário) para o tratamento de água, que atua em pH alcalinizado e o quiabo que será utilizado como auxiliar floculante, foi preparado em concentração constante de 1 g/L.

Através da espectrofotometria de luz visível é possível determinar a turbidez e cor aparente e com soluções padrões pré-determinadas descobre-se as concentrações reais presentes nas amostras.

Com a aplicação da solução de quiabo (*Quifloc*) nas amostras analisadas notou-se uma rápida decantação dos suspensos e relativa diminuição de turbidez e cor aparente da água.

Palavras-chave: quiabo, tratamento de água, coagulante primário, auxiliar floculante.

ABSTRACT

Although Brazil is the country that has the most world's liquid freshwater, the greatest part of this water, or it's difficult to access (such as aquifers), or requiring treatment, (such as in lakes and rivers).

One of the alternatives for the water treatment is the use of natural and synthetic polymers. The synthetics are used on a larger scale, once that their acquisition is more practical and faster, but some of them are harmful to the living beings, while the natural ones and are not harmful for health. Thinking about it, it is essential the use of natural polymers and the rural areas are the best option for their industrial use, because they have enough space for their planting.

A good example of a natural polymer is the one that exists in okra (*Abelmoschus esculentus*), which is better used ripe and dehydrated. This is economically viable once that the ripe okra is rejected by culinary use, causing that the okra's waste decreases drastically.

The polymer existent in the okra is anionic and it is used in conjunction with its primary coagulant, with the intention of leaving the flake denser, larger and more durable, providing greater effectiveness in the decantation of the flakes.

For the effluent treatment, it is usually used the Jar test machine, but the tests were made with mechanical agitators, this way it is possible to find the great dosage of aluminum sulfate (primary coagulant) for water treatment, which acts in alkaline pH and the okra, that will be used as auxiliary flocculent, it was prepared in constant concentration of 1 g/L.

Through the visible light spectrophotometry it is possible to determine the apparent turbidity and color and with predetermined pattern solutions, it is possible to discover the real concentrations existent in the samples.

With the application of the okra's solution (*Quifloc*) in the analyzed samples was observed a fast decantation of the suspended flakes and the relative apparent turbidity and color decrease of water.

Key-words: okra, water treatment, primary coagulant, auxiliary flocculent.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 Morfologia do Quiabo	18
Figura 3.1 (a) Quiabo Fibroso	18
Figura 3.1 (b) Quiabo Podridão	18
Figura 3.1 (c) Quiabo Encarçado	18
Figura 3.1 (d) Quiabo Murcho	18
Figura 3.1 (e) Quiabo Dano por Frio	18
Figura 3.1 (f) Quiabo Sem Pedúnculo	18
Figura 3.1 (g) Quiabo Dano Profundo	18
Figura 3.2 Defeitos leves do Quiabo	18
Figura 3.2 (a) Presença de Restos Florais	18
Figura 3.2 (b) Pedúnculo comprido acima de 1 cm	18
Figura 3.2 (c) Dano Superficial	19
Figura 3.2 (d) Coloração não característica	19
Figura 3.3 Manchas do Quiabo	19
Figura 3.3 (a) Nível 1: quando a área afetada for inferior ou igual a 1 ou 2 cm	19
Figura 3.3 (b) Nível 2: quando a área afetada for superior a 1 ou 2 cm	19
Figura 3.4 Representação de um Pirano	20
Figura 3.5 Pectina	20
Figura 3.6 Amido	21
Figura 3.7 Miricetina	21
Figura 3.8 Catequina	21
Figura 3.9 Quercetina	22
Figura 3.10 Ácido Linoleico	22
Figura 3.11 Ácido Oleico	22
Gráfico 3.1 Proporção da produtividade de quiabo no território brasileiro	23
Gráfico 3.2 Representação dos maiores estados produtores de quiabo	24
Figura 4.1 Esquema exemplificado dos principais contaminantes da água	27
Figura 6.1 Etapas de um processo de tratamento de água	36
Figura 7.1 Decantação dos floculados	42

Figura 7.2 Ilustração da aglomeração de íons positivos na superfície de uma partícula negativa	44
Figura 9.1 Vagens imaturas de quiabo, selecionadas para o ressecamento	47
Figura 9.2 Quiabos ressecados em estufa a 180°C, durante, em média, 45 min.....	48
Figura 9.3 Quiabos moídos com o auxílio de um almofariz e pistilo. Utiliza-se toda a vagem do quiabo para a moagem, um aproveitamento de 100% do fruto	48
Figura 9.4 Concentrações de Formazina, respectivamente em: 4, 20, 50, 80, 120, 160 e 200 NTU	49
Gráfico 9.1 – Curva de Calibração da amostra de 80 uC	50
Gráfico 9.2 – Obtenção da Curva Padrão	51
Figura 9.5 Concentrações de Solução-Padrão, respectivamente em: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 e 60 uC.....	52
Gráfico 9.3 – Curva de Calibração da amostra de concentração de 25 uC	52
Gráfico 9.4 – Obtenção da curva padrão	53
Figura 9.6 Esquema de filtração simples	54
Figura 10.1 Amostras sem tratamento	57
Figura 10.2 Uso do Agitador Mecânico para a realização dos testes.....	57
Figura 10.3 Determinação da Dosagem ótima de Coagulante.....	58
Gráfico 10.1 – Turbidez 1 – Variante Sulfato de Alumínio.....	58
Gráfico 10.2 – Cor Aparente 1 – Variante Sulfato de Alumínio.....	59
Figura 10.4 Tratamento utilizando a solução de <i>Quifloc</i>	59
Gráfico 10.3 – Turbidez 2 – Variante <i>Quifloc</i>	60
Gráfico 10.4 – Cor aparente 2 – Variante <i>Quifloc</i>	60
Figura 10.5 Uso da solução de <i>Quifloc</i> sem o auxílio de agente alcalinizante.....	61
Gráfico 10.5 – Turbidez 3 – Variante <i>Quifloc</i> sem alcalinizante	61
Gráfico 10.6 – Cor Aparente 3 – Variante <i>Quifloc</i> sem alcalinizante.....	62
Gráfico 10.7 – Turbidez 4 – Variante Sulfato de Alumínio em dosagem reduzida ...	62
Gráfico 10.8 – Cor aparente 4 – Variante Sulfato de Alumínio em dosagem reduzida	63
Gráfico 10.9 – Comparação entre Turbidez 1, Turbidez 2, Turbidez 3 e Turbidez 4.	63
Gráfico 10.10 – Comparação entre Cor Aparente 1, Cor Aparente 2, Cor Aparente 3 e Cor Aparente 4	64
Gráfico 10.11 – Comparação entre os melhores valores de Turbidez	65
Gráfico 10.12 – Comparação entre os melhores valores de Cor Aparente	65

Figura 10.6 Amostra sem tratamento.....	66
Figura 10.7 Amostra com Sulfato de Alumínio e Alcalinizante.....	67
Figura 10.8 Amostra com Sulfato de Alumínio, Alcalinizante e <i>Quifloc</i>	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 Relação de Polímeros Naturais	16
Tabela 4.1 As principais impurezas, como são encontradas e seus efeitos	26
Tabela 4.2 Impurezas que afetam o corpo humano e suas consequências.....	28
Tabela 5.1 Limites de Turbidez Recomendados	31
Tabela 7.1 Principais Coagulantes utilizados em ETE's e ETA's.....	41
Tabela 9.1 Concentrações das Soluções-padrões de Formazina	49
Tabela 9.2 Relação entre Concentrações (NTU) vs Absorbância	50
Tabela 9.3 Concentrações das Soluções-padrões do teste de Cor Aparente.....	52
Tabela 9.4 Relação entre Concentrações (uC) vs Absorbâncias	53
Tabela 10.1 Volumes gastos na titulação de H ₂ SO ₄ com Alaranjado de Metila.....	55
Tabela 10.2 Representação de condutividade com determinadas concentrações de reagentes	56
Tabela 10.3 Volumes gastos na titulação de H ₂ SO ₄ com Alaranjado de Metila na amostra 2	56
Tabela 10.4 Aspectos físico-químicos da amostra sem tratamento	57
Tabela 10.5 Dosagem ótima de Sulfato de Alumínio	58
Tabela 10.6 Dosagem variada de <i>Quifloc</i>	59
Tabela 10.7 Dosagem sem alcalinizante.....	60
Tabela 10.8 – Sulfato de Alumínio em dosagem reduzida	62
Tabela 10.9 – Aspectos dos diferentes tipos de areia, antes e após a adição de <i>Quifloc</i>	68
Tabela 11.1 – Dados comparativos de preços em consideração aos testes realizados	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO	14
3 POLÍMERO	15
3.1 Polímeros Naturais x Sintéticos.....	15
3.1.1 Polímeros artificiais	15
3.1.2 Polímeros naturais	15
3.1.3 O quiabo.....	17
3.1.3.1 Morfologia do quiabo	18
3.1.3.2 Defeitos leves.....	18
3.1.3.3 Manchas.....	19
3.1.4 O polímero do quiabo.....	19
3.1.4.1 Pectina (Ácido Poligalacturônico).....	20
3.1.4.2 Amido	20
3.1.4.3 Miricetina	21
3.1.4.4 Catequina	21
3.1.4.5 Quercetina.....	22
3.1.4.6 Ácido Linoleico	22
3.1.4.7 Ácido Oleico	22
3.1.5 Aspectos Econômicos	23
4 POLUIÇÃO DA ÁGUA	25
5 QUALIDADE DA ÁGUA	29
5.1 Parâmetros físicos para o tratamento de água.....	29
5.1.1 Cor	29
5.1.2 Turbidez	30
5.1.3 Sabor e odor.....	31
5.1.4 Temperatura.....	31
5.2 Parâmetros químicos para o tratamento de água	31
5.2.1 Alcalinidade	31
5.2.1.1 Alcalinidade devido a Bicarbonatos.....	32
5.2.1.2 Alcalinidade devido a Carbonatos e Hidróxidos	33

5.2.2 Dureza.....	33
5.2.3 Oxigênio dissolvido	34
5.2.3.1 C.B.O e D.B.O.....	34
5.3 Parâmetros biológicos para o tratamento de água.....	34
5.3.1 Coliformes	34
6 TRATAMENTO DE ÁGUA.....	35
6.1 Etapas do tratamento	36
6.2 Coagulação e Floculação	37
6.3 Decantação.....	38
6.4 Filtração.....	38
6.5 Cloração	38
6.6 Fluoretação	38
6.7 Desinfecção simples e correção de pH	38
6.8 Objetivo dos processos químicos.....	39
7 COAGULANTES E FLOCULANTES.....	40
7.1 Coagulantes	40
7.2 Floculantes	41
7.3 Cargas elétricas nas partículas coloidais e moleculares	23
8 TRATAMENTO DE ESGOTO.....	45
8.1 Consequências na biota	45
9 MATERIAIS E MÉTODOS	46
9.1 Reagentes	46
9.2 Equipamentos	46
9.3 Métodos.....	46
9.3.1 Análise de Alcalinidade	46
9.3.2 Análise de pH e Condutividade	47
9.3.3 Preparo de solução de <i>Quifloc</i>	47
9.3.4 Turbidez via espectrofotometria	48
9.3.4.1 Preparo de soluções	48
9.3.4.2 Determinação da Curva de Calibração	49
9.3.4.3 Determinação da Curva Padrão	50
9.3.5 Cor aparente via espectrofotometria	52
9.3.5.1 Preparo de soluções	52
9.3.5.2 Preparo da Curva de Calibração	52

9.3.5.3 Determinação da Curva Padrão	53
9.3.6 Análise qualitativa microbiológica.....	53
9.3.6.1 Preparo do Ágar Tryptose	53
9.3.6.2 Transferência do material.....	54
9.3.7 Análise de Filtração com areia	54
10 RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
10.1 Análise de Alcalinidade, Turbidez e Cor Aparente	55
10.1.1 Amostra 1: análise Físico-Química da água.....	55
10.1.1.1 Alcalinidade	55
10.1.1.2 Condutividade	56
10.1.2 Amostra 2: Análise de Turbidez e Cor Aparente	56
10.1.2.1 Alcalinidade	56
10.1.2.2 Determinação de Turbidez e Cor Aparente.....	57
10.1.3 Variante Sulfato de Alumínio	58
10.1.4 Variante <i>Quifloc</i>	59
10.1.5 Variante <i>Quifloc</i> sem Alcalinizante	60
10.1.6 Variante Sulfato de Alumínio reduzido	62
10.2 Comparações entre Turbidez e Cor Aparente.....	63
10.2.1 Comparações entre os melhores resultados de Turbidez e Cor Aparente	65
10.3 Análise qualitativa microbiológica básica	66
10.3.1 Placa de petri 1: amostra sem tratamento.....	66
10.3.2 Placa de petri 2: amostra com Sulfato de Alumínio e Alcalinizante.....	66
10.3.3 Placa de petri 3: amostra com Sulfato de Alumínio, Alcalinizante e <i>Quifloc</i>	67
10.4 Análise de filtração com areia	68
11 CUSTOS	69
12 CONCLUSÃO	70
13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

1 INTRODUÇÃO

Segundo Borba, a água captada de rios e mananciais podem conter uma grande diversidade de impurezas, como partículas coloidais e microrganismos. Oferecida à população é submetida a uma série de tratamentos apropriados, que estão de acordo com o artigo 7 a 10 do capítulo III das condições e padrões de qualidade das águas da seção I, de 17 de março de 2005, irão reduzir a concentração de poluentes até o ponto em que não apresentem riscos para a saúde, água potável e de uso doméstico, ou para a função em que será aplicada, como no tratamento de esgotos, em que o objetivo principal é remover o material sólido; reduzir a demanda bioquímica de oxigênio; exterminar microrganismos patogênicos e substâncias químicas indesejáveis.

Para o tratamento de água, há dois processos primordiais: Coagulação e Floculação dos suspensos. Onde são utilizados reagentes sintéticos que em quantidades excessivas podem ser prejudiciais à saúde do consumidor final e serem economicamente caros em suas aplicações. Assim, ressalta-se a importância da existência de aplicabilidade de técnicas alternativas em tratamentos de água para uso doméstico ou não, como por exemplo, a substituição de floculantes sintéticos para os naturais.

De acordo com Lima, o uso do quiabo no tratamento de água e esgoto como coadjuvante da coagulação química tem apelo compatível com o ambiente, especialmente quando associado ao uso de material renovável, ao baixo potencial de toxidez e ao potencial de sustentabilidade da agricultura familiar e ainda, reduzindo o uso de reagentes de coagulação primária.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivos:

Geral

Estudar a aplicação do polímero obtido da trituração do quiabo (*Abelmoschus esculentus*) como auxiliar de floculação em processos de tratamento de água.

Específico

1. Diminuir custos no tratamento de água;
2. Diminuir impactos ambientais provenientes de resíduos tóxicos no tratamento de efluentes;
3. Aumentar a qualidade do tratamento da água;
4. Agregar maior segurança na produção de água de qualidade.
5. Reduzir a utilização do coagulante primário.

3 POLÍMERO

Um polímero é uma macromolécula composta pela repetição de monômeros, que são unidades estruturais menores. Para que seja formado um polímero é necessário que existam duas valências livres que darão continuidade à cadeia, e que as moléculas sofram reações químicas para se ligarem repetidas vezes por meio de ligações covalentes fortes.

3.1 Polímeros Naturais x Sintéticos

3.1.1 Polímeros artificiais

Os materiais poliméricos produzidos artificialmente surgiram da necessidade de imitar os polímeros naturais. São produzidos pela síntese: processo que surgiu após a descoberta da Química Orgânica (segunda metade do século XIX), e requer tecnologia sofisticada, pois envolve reações químicas em laboratório. (ALVES, 2011).

Os polímeros sintéticos revolucionaram o século XX, ficaram popularmente conhecidos como plásticos. Com eles tornou-se possível fabricar vários objetos, dentre eles: sacolas, para-choques de automóveis, canos para água, painéis antiaderentes, mantas, colas, tintas e chicletes. (ALVES, 2011).

Segundo Lima, os polímeros sintéticos podem apresentar risco à saúde dos consumidores, pois não são biodegradáveis, podendo gerar subprodutos (monômeros) ou ser contaminados no processo de produção. Assim, os mesmos vêm sendo substituídos por polieletrólitos naturais, que apresentam menor custo, e não representam risco de danos à saúde humana quando utilizados em longo prazo, visto que muitos destes produtos naturais fazem parte da alimentação humana ou animal.

3.1.2 Polímeros naturais

São aqueles que encontramos na natureza, por exemplo, látex (extraída da seringueira), celulose, proteínas, polissacarídeos, entre outros. São úteis na fabricação de diversos materiais como papel, pneus, etc. Como se sabe, proteínas e

polissacarídeos estão presentes nos alimentos que ingerimos. (ALVES, 2011). Na tabela 3.1 a seguir, encontram-se os principais polímeros naturais:

Tabela 3.1 – Relação de Polímeros Naturais

POLÍMERO NATURAL	ORIGEM	PARTES DE ONDE É OBTIDO
Alginato de sódio ou algina	Sargaços ou algas pardas (Classe Phaeophyceae)	Todo o vegetal
Goma Caraia ou estercúlia	Árvore de origem indiana (<i>Sterculia linné</i>)	Exsudato gomoso dessecado
Goma de Tuna (cactus)	Cactus de Tuna ou Nopal (<i>Opuntia ficus indica</i>)	Folhas ou vagem
Amidos solúveis em água fria	Milho, arroz, batata, trigo e Mandioca	Grão ou tubérculo
Goma de semente de nirmali	Árvore do Nirmali (<i>Strychnos potatorum</i>)	Sementes
Polpa de Algaroba	Árvore da Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>)	Casca da árvore
Moringa Oleifera	Árvore de Moringa (<i>Moringa oleifera lam</i>)	Semente
Gelatina comum	Animais	Ossos, couro e resíduos
Goma de Guar	Árvore de Guar (<i>Cyamopsis tetragonologa</i>)	Sementes
Carboximetil celulose	Árvores	Casca da árvore
Goma de Vinagreira, roselle ou "red sorrel"	Vinagreira ou quiabo roxo (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	Semente
Sílica ativada	Silicato de sódio	Ativação com ácido
Flocotan	Braúna, Baraúna ou Quebracho (<i>Schinopsis lorentzii</i>)	Casca da árvore
Lentilha	Lentilha (<i>Lens esculentus</i>)	Semente
Tamarindo	Tamarineiro	Semente
Fenogarco ou alhova	Árvore (<i>Trigonella foenum</i>)	Semente
Taninos (Tanac) Mimosa	Acácia Negra (<i>Acacia Mearnsii</i>)	Casca da árvore
Quitosana /Quitina	Quitosana é extraída da quitina por desacetilação com NaOH	Quitina, constituinte das carapaças (exosqueleto) dos artrópodes e crustáceos
Babosa ou Aloés	Aloés Vera ou Barbandesis	Folha
Cacau	Cacaueiro (<i>Theobroma cacao</i>)	Polpa
Mutamba	Árvore (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	Semente e casca
Quiabo	Quiabeiro (<i>Abelmoschus</i> ou <i>hibiscus esculentus</i>)	Frutos maduros

Fonte: Lima, 2007.

3.1.3 O quiabo

- Nome científico: *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.
- Família: *Malvaceae*.
- Sinônimos botânicos: *Hibiscus esculentus* (L.) *Hibiscus longifolius* Roxb.
- Nomes populares: *abelmosco*, *bâmia*, *benda*, *bendé*, *bend ó*, *calalu*, *gobo*, *gombô*, *quingombô*, *kingombó*, *quiabeiro*, *quiabeiro-chifre-de-veado*, *quiabeiro-comum*, *quimbombô*, *quingobó* e *quimgombó*, *okra*, *gumbo* e *lady finger* (inglês), *gombô* (francês), *okra* (alemão e italiano), *quimbombó* e *quimgombó* (espanhol), *bendi*, *bhindi*, *ockro*, *okra*, *vendai* (hindu), Huang-shu-k'uei (chinês).
- Componentes químicos: vitamina A, vitamina B2 e B6, cálcio, alanina, alfa-tocoferol, arginina, ácido ascórbico (vitamina C), ácido aspártico, glicosídeos, ácido glutâmico, gossipetina, gossipol, histidina, isoleucina, leucina, ácido linolênico, ácido mirístico, ácido oléico, ácido palmítico, ácido pantotênico, pectina, quercetina, riboflavina, amido, ácido esteárico, enxofre.

Segundo Lima, não há certezas sobre a origem do *Abelmoschus*, há uma possibilidade de ser proveniente da Índia, pois o *Abelmoschus tuberculatus* (uma de suas espécies) é originária de *Uttar Pradesh*.

O quiabo é conhecido desde 1216 a.C. Seus frutos são usados como legumes, tendo sua cultura se espalhado pelos países tropicais dos diversos continentes. Os principais produtores são a Índia, os EUA e o Egito, com alguns milhões de toneladas. (SIEMONSMA, 1982; CAMCIUC, 1997).

A planta é arbustiva anual, com caule ereto esverdeado ou avermelhado, e atinge de 1 a 1,7 metros de altura. É uma hortaliça de clima quente e por isso é uma das cultivares mais bem adaptadas ao clima tropical brasileiro. Temperaturas baixas causam danos aos frutos e impedem seu pleno crescimento. A parte utilizada na culinária é o seu fruto, uma cápsula cheia de sementes brancas e redondas, de consistência viscosa.

Foi trazido para o Brasil pelos escravos e o fruto do quiabeiro, *Abelmoschus esculentus*, é um exemplo de uso de alimentos associado às mais bonitas raízes culturais, pois sua presença compõe pratos típicos regionais e também é usado como alimento ritual de festas religiosas.

O quiabo é dividido em dois grupos, conforme o formato dos frutos, que podem ser cilíndricos ou quinados. Enquanto a parte externa dos frutos cilíndricos é

lisa, a dos quinados é composta de cinco saliências. Quanto à coloração, eles podem ser verdes, roxos ou amarelos. São bons para o consumo quando tenros, bem cheios e firmes, e quando sua ponta se quebra com facilidade. Quando a ponta apenas dobrar, é sinal de que o legume já está murcho ou muito fibroso, sendo ainda rejeitado pelo consumidor o fruto deformado ou manchado. (LIMA, 2007).

3.1.3.1 Morfologia do quiabo

Nas figuras a seguir são mostrados os diferentes tipos de morfologia do quiabo:

Figura 3.1 – Morfologia do Quiabo

(a) Quiabo Fibroso



(c) Quiabo Encarçoado



(b) Quiabo Podridão



(d) Quiabo Murcho



(e) Quiabo Dano por Frio



(f) Quiabo Sem Pedúnculo



(g) Quiabo Dano Profundo



Fonte: Instituto Brasileiro de Qualidade e Horticultura. Disponível em: www.hortibrasil.org.br. Acesso em: 30 mar 2014.

3.1.3.2 Defeitos leves

Representação dos defeitos mais comuns encontrados nas vagens de quiabo visto nas figuras a seguir:

Figura 3.2 – Defeitos leves do Quiabo

(a) Presença de Restos Florais



(b) Pedúnculo comprido acima de 1 cm





(c) Dano Superficial



(d) Coloração não característica

Fonte: Instituto Brasileiro de Qualidade e Horticultura. Disponível em: <www.hortibrasil.org.br>. Acesso em: 30 mar 2014.

3.1.3.3 Manchas

Assim como os defeitos, as manchas podem ser um sinal de produto impróprio para o consumo, representado na figura a seguir:

Figura 3.3 – Manchas do Quiabo



(a) Nível 1: quando a área afetada for inferior ou igual a 1 ou 2 cm.



(b) Nível 2: quando a área afetada superior a 1 ou 2 cm.

Fonte: Instituto Brasileiro de Qualidade e Horticultura. Disponível em: <www.hortibrasil.org.br>. Acesso em: 30 mar 2014.

3.1.4 O polímero do quiabo

A seguir estão representadas as principais moléculas polimerizáveis e auxiliaadoras no aumento de concentração de pontes aniônicas encontradas no quiabo, juntas elas formam o **Polímero Natural do Quiabo**. Cada molécula apresenta uma característica diferente; a **Pectina**, por exemplo, dá à solução de *Quiifloc* um aspecto gelatinoso, se for armazenado por mais de um dia, pois suas ramificações servem para aprisionar a água em redor de si, motivo esse que impossibilita a armazenagem por mais de dois dias da solução de *Quiifloc*.

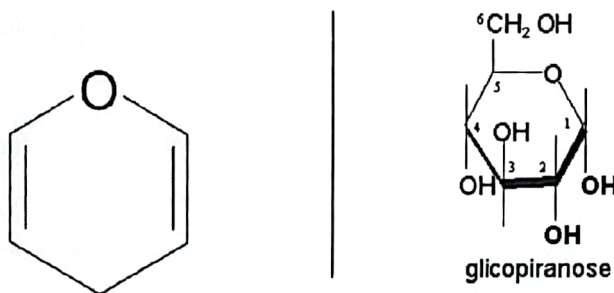
A **Catequina**, **Miricetina** e **Quercetina** são as moléculas que estão em maior número no quiabo, encontradas na semente e na mucilagem e auxiliam no aumento de número de H e OH; ressalta-se que são moléculas insolúveis em água.

O **Amido** em conjunto com a Catequina, Miricetina e Quercetina auxiliará na formação dos floculos densos de suspensos nas amostras de efluentes, pois, o amido e a pectina são polieletrólitos aniônicos.

O **Ácido Linoleico** e **Oleico** não são moléculas que se polimerizam em água, o ácido oleico, por exemplo, só se polimeriza em solventes orgânicos. A principal função dessas duas moléculas é de aumentar a concentração de hidrogênio e de hidroxilas aumentando o poder de ação sobre as partículas.

O Quiabo possui em sua estrutura uma grande quantidade de H e OH disponíveis ao longo de cada piranose, quando um monossacarídeo se cicliza sob a forma de um anel pirano representado na figura 3.4 a seguir, que favorece sua ação sobre as partículas instáveis no meio.

Figura 3.4 – Representação de um Pirano.



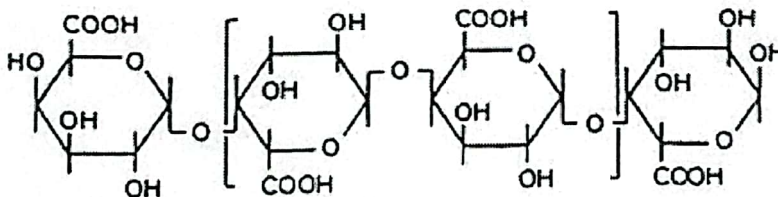
Fonte: Monossacarídeos. Disponível em: <<http://www.telecable.es/personales/albatros1/quimica/nomenclatura/pirano.htm>>. Acesso em: 13 abr. 2014.

3.1.4.1 Pectina (Ácido Poligalacturônico)

Fórmula molecular: $(C_6H_{10}O_7)_n$;

Peso molecular: > 20.000 g/mol.

Figura 3.5 – Pectina.



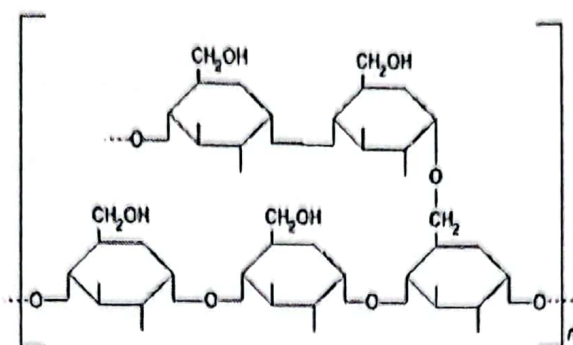
Fonte: A Pectina. Disponível em: <http://pt.swewe.com/word_show.htm/?65322_1&Pectina>. Acesso em: 13 abr. 2014.

3.1.4.2 Amido

Fórmula molecular: $(C_6H_{10}O_5)_n$;

Peso molecular: > 60.000 g/mol.

Figura 3.6 – Amido.



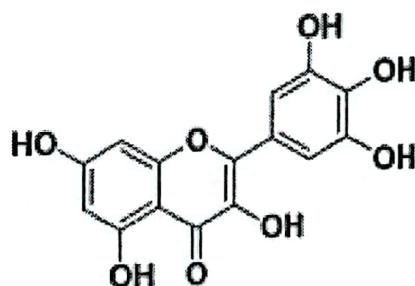
Fonte: O Amido. Disponível em: http://www.soq.com.br/conteudos/em/macromoleculas/index_clip_image016.gif. Acesso em: 13 abr. 2014.

3.1.4.3 Miricetina

Fórmula molecular: $C_{15}H_9O_8$;

Peso molecular: 317 g/mol.

Figura 3.7 – Miricetina.



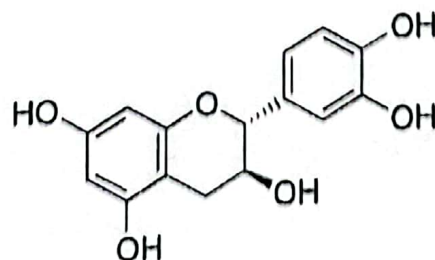
Fonte: Miricetina. Disponível em: http://btdt.biblioteca.ufpb.br/tde_arquivos/3/TDE-2012-02-09T095146Z-1439/Publico/arquivototal.pdf. Acesso em 16 abr. 2014.

3.1.4.4 Catequina

Fórmula molecular: $C_{15}H_{14}O_6$;

Peso molecular: 290,24 g/mol.

Figura 3.8 – Catequina.



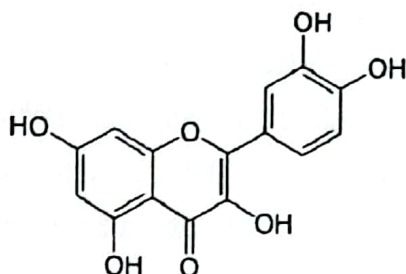
Fonte: Catequina. Disponível em: http://www.scielo.org/ve/scielo.php?pid=S0004-08222004000400003&script=scl_arttext. Acesso em: 16 abr. 2014.

3.1.4.5 Quercetina

Fórmula molecular: $C_{15}H_{10}O_7$;

Peso molecular: 302,02 g/mol.

Figura 3.9 – Quercetina.



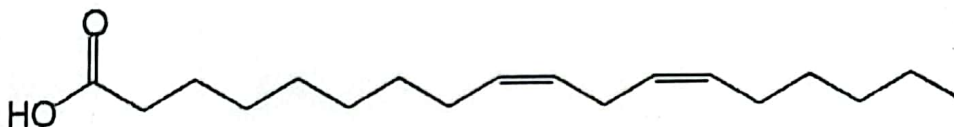
Fonte: A Quercetina. Disponível em: <http://physicianswholisten.blogspot.com.br/2010/04/quercetin-synergy.html>. Acesso em: 16 abr. 2014.

3.1.4.6 Ácido Linoleico

Fórmula molecular: $C_{18}H_{32}O_2$;

Peso molecular: 280 g/mol.

Figura 3.10 – Ácido Linoleico.



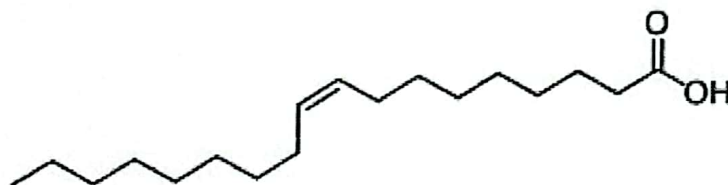
Fonte: Ácido Linoleico. Disponível em: <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/72-grupos-funcionales>. Acesso em: 18 abr. 2014.

3.1.4.7 Ácido Oleico

Fórmula molecular: $C_{18}H_{34}O_2$;

Peso molecular: 282,46 g/mol.

Figura 3.11 – Ácido Oleico.



Fonte: O azeite. Disponível em: <http://www.my-personaltrainer.it/nutrizione/omega3-omega6.html>. Acesso em: 18 abr. 2014.

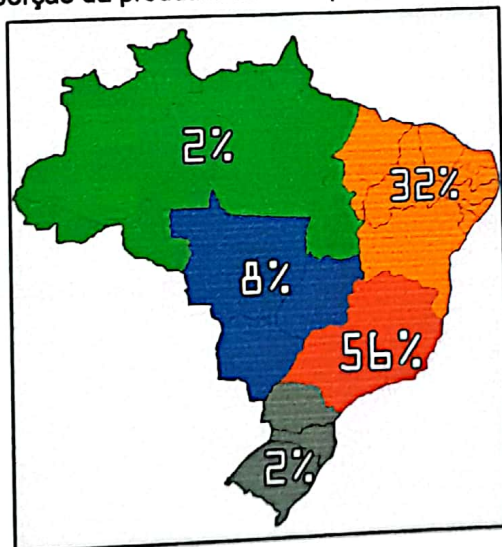
Segundo Lima, o uso do quiabo no tratamento de água e esgoto como coadjuvante da coagulação química tem apelo compatível com o ambiente, especialmente quando associado ao uso de material renovável, ao baixo potencial de toxidez e ao potencial de sustentabilidade da agricultura familiar. Polímeros naturais, tais como o quiabo, fazem parte da alimentação humana, não apresentam riscos à saúde humana e possuem menor custo. Quando usados em conjunto com o sulfato de alumínio podem reduzir, com mesma eficiência, a dosagem deste coagulante metálico. De modo a utilizar o quiabo como floculante para a desestabilização de emulsões óleo/água faz-se necessário a sua desidratação e pulverização.

3.1.5 Aspectos Econômicos

De acordo com o IBGE, os maiores produtores são: SE, SP, MG, RJ, ES, BA e GO.

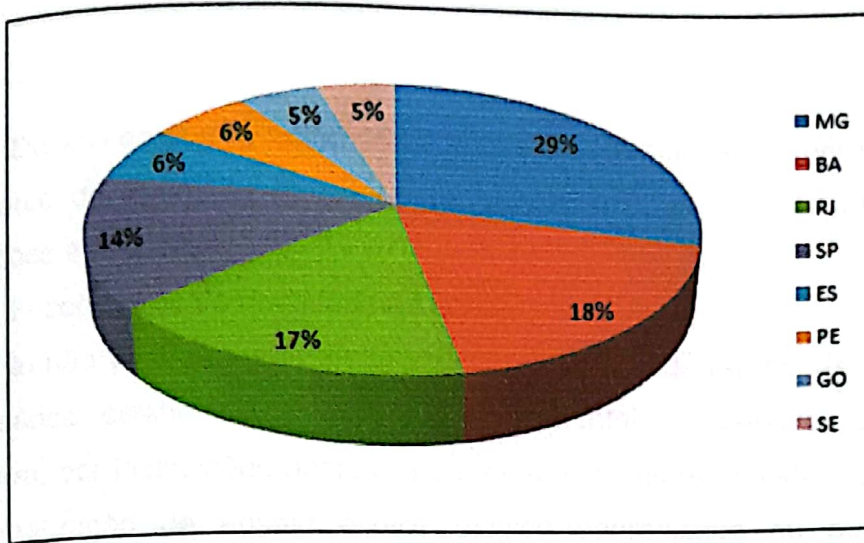
A produtividade brasileira varia de 20 a 40 hectares.

Gráfico 3.1 – Proporção da produtividade de quiabo no território brasileiro.



Fonte: IBGE 2006.

Gráfico 3.2 – Representação dos maiores estados produtores de quiabo.



Fonte: IBGE 2006.

Um exemplo dessa produtividade e o acréscimo que ela apresenta em determinada região é a cidade de Canindé de São Francisco (SE) onde é a maior produtora de quiabo do estado. Injeta R\$5,4 milhões por ano no estado, cerca de 600 caminhões com 15 toneladas cada.

4 POLUIÇÃO DA ÁGUA

De acordo com o artigo 14 da seção II da resolução número 357, de 17 de março de 2005, as águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E.Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;

j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e

m) pH: 6,0 a 9,0.

Segundo Santiago, a água é considerada poluída quando a sua composição for alterada, tornando a imprópria para alguma ou todas as suas utilizações em

estado natural, bem como induzir condições em um determinado curso ou corpo de água, direta ou indiretamente, sendo por isso potencialmente nocivos à fauna, flora, bem como populações humanas vizinhas a tal local ou que utilizem essa água.

As causas mais comuns da poluição da água doce são os dejetos humanos e industriais, os produtos químicos e radioativos. (FREITAS, 1997).

A Resolução n. 20, de 18/6/86, do CONAMA, estabelece os níveis suportáveis de presença de elementos potencialmente prejudiciais nas águas.

A tabela 4.1 apresenta as principais impurezas, seu estado e os efeitos causados quando encontradas na água.

Tabela 4.1 – As principais impurezas, como são encontradas e seus efeitos.

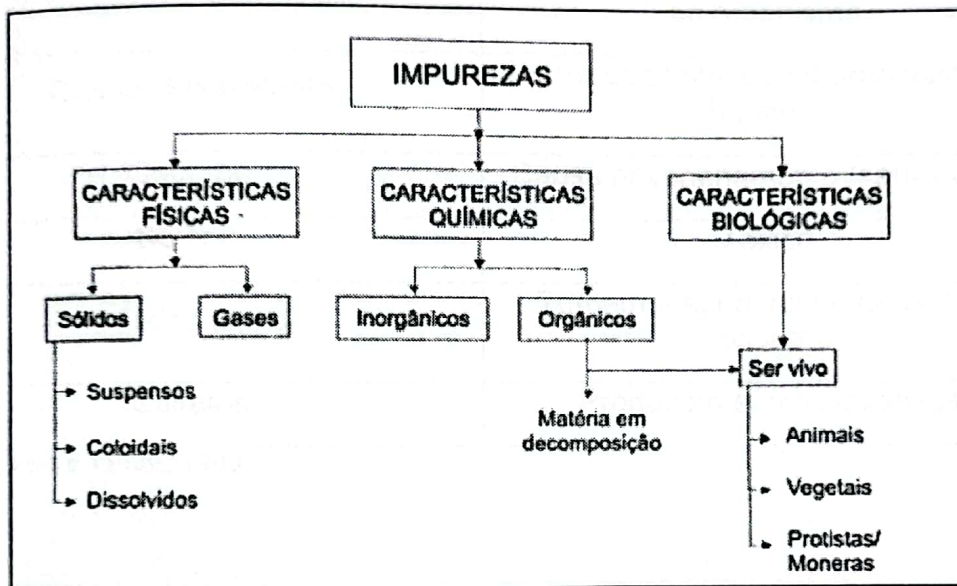
IMPUREZAS	ESTADO	EFEITOS
Areia, Argila	Suspensão	Turbidez.
Bactérias	Suspensão	Doenças e prejuízos a instalações.
Bicarbonado de cálcio e magnésio	Dissolvidos	Alcalinidade e dureza.
Cloretos de cálcio e magnésio	Dissolvidos	Cor, sabor e acidez.
Ferro	Dissolvido	Dureza e corrosividade em caldeiras.
Corantes vegetais	Coloidal	Cor, sabor e acidez.
Fluoreto de cálcio	Dissolvido	Ação sobre os dentes.
Microrganismos	Suspensão	Turbidez, cheiro e cor.
Resíduos industriais e domésticos	Suspensão	Poluição.
Sílica	Coloidal	Turbidez.

Fonte: LEME, 1990.

Segundo Santiago, há três formas principais de contaminação de um corpo ou curso de água, a forma química, a física e a biológica:

- A forma química altera a composição da água e com esta reagem;
- A forma física, ao contrário da química, não reage com a água, porém afeta negativamente a vida daquele ecossistema;
- A forma biológica consiste na introdução de organismos ou microrganismos estranhos àquele ecossistema, ou então no aumento danoso de determinado organismo ou microrganismo já existente.

Figura 4.1 – Esquema exemplificado dos principais contaminantes da água.



Fonte: Utilização de polímeros catiônicos e aniônicos no tratamento de efluentes.

Disponível

em:

<<http://fatecsorocaba.edu.br/principal/pesquisas/nuplas/dissertacoes/TCCs1sem-2012/Elis%C3%A2ngela%20da%20Silva%20Novais.pdf>> Acesso em: 21 fev 2014.

Há impurezas contidas nas águas poluídas onde é necessário haver uma atenção especial devido às consequências em que podem trazer ingerindo-as em poucas ou em grandes quantidades. Essas impurezas estão apresentadas na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Impurezas que afetam o corpo humano e suas consequências.

IMPUREZAS	EFEITOS
Flúor	Fluorese dentária quando > 1,5 mg/L
Nitratos	Produzem cianose em teores > 50 mg/L
Fenóis	Causam mortes em doses de 1,5 g/L
Cloretos	Produzem influência nociva sobre afecções cardíacas
Substâncias radioativas	Podem produzir grandes malefícios ao organismo
Cromo Hexavalente	Produz irritação no organismo humano
Chumbo	Causa envenenamento (saturnismo)
Selênio	Tóxico
Sólidos totais	Tornam a água inadequada para consumo
Sulfatos	Produzem efeitos laxativos

Fonte: LEME, 1990.

5 QUALIDADE DA ÁGUA

Quando utilizamos o termo "qualidade de água", é necessário compreender que esse termo não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente às características químicas, físicas e biológicas, e que, conforme essas características são estipuladas diferentes finalidades para a água. Dentre as características físicas, são analisados parâmetros de cor, turbidez, sabor e odor. Características químicas são dadas através da dureza, corrosividade, alcalinidade, entre outras. E, por fim, as biológicas são aplicadas à presença de microrganismos patogênicos, algas e bactérias. (NOVAIS, 2012).

Assim, a política normativa nacional de uso de água, como consta na resolução número 20 do CONAMA (Conselho nacional do meio ambiente), procurou estabelecer parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos, considerando os diferentes usos. (MERTEN; MINELLA, 2002).

As ETA's – Estações de Tratamento de Água – são as responsáveis pelo tratamento de água para o consumo humano, assegurando sua qualidade. Para isso existem requisitos que devem atender ao padrão de potabilidade que, segundo Novais, podem ser classificados em parâmetros físicos, químicos e biológicos.

As ETE's – Estação de Tratamento de Esgoto –, é a unidade operacional do sistema de esgotamento sanitário que através de processos físicos, químicos ou biológicos removem as cargas poluentes do esgoto, devolvendo ao ambiente o produto final, efluente tratado, em conformidade com os padrões exigidos pela legislação ambiental.

5.1 Parâmetros físicos para o tratamento de água

5.1.1 Cor

Responsável pela coloração na água. A origem natural da cor na água deve-se a decomposição da matéria orgânica (principalmente vegetais fúlvicos), ferro e manganês. A origem antropogênica vem dos resíduos

industriais (tinturarias, tecelagem, produção de papel) e esgotos domésticos. (SPERLING, 2005).

A cor de origem natural não apresenta riscos diretos à saúde, mas consumidores podem questionar sua confiabilidade, e buscar águas de maior risco. Além disso, a cloração da água contendo matéria orgânica dissolvida responsável pela cor pode gerar produtos potencialmente cancerígenos (trihalometanos – ex: clorofórmio). Origem industrial pode ou não apresentar toxicidade. (SPERLING, 2005)

Deve-se distinguir entre cor aparente e cor verdadeira. No valor de cor aparente pode estar incluída uma parcela devida à turbidez da água. Quando esta é removida por centrifugação, obtém-se a cor verdadeira. Em termos de tratamento e abastecimento público de água o valor padrão de potabilidade é de 15 uC (unidade de cor), podendo variar entre 5 uC a 50 uC. (SPERLING, 2005).

Dada à variedade de substâncias capazes de provocar cor, foi necessário arbitrar um padrão de comparação. Para esse padrão adotaram-se soluções de Cloroplatinato de Potássio, que têm cor amarelo-acastanhado, semelhante às águas naturais coradas. A cor duma solução com 1 mg/L de Cloroplatinato de Potássio (K_2PtCl_6) corresponde a uma unidade de cor, uC, conforme a definição de Hazen. (PEIXOTO, 2008).

5.1.2 Turbidez

Segundo Novais, indica o grau de interferência na passagem de luz pela água, o que atribui um aspecto turvo à mesma. Ocorre devido à existência de sólidos finos em suspensão. A tabela 5.1 a seguir mostra o recomendado de turbidez para o uso da água:

Tabela 5.1 – Limites de Turbidez Recomendados.

USOS DA ÁGUA	NTU (número de unidades de turbidez)
Água potável	< 0,5 a 5,0
Água subterrânea típica	< 1,0
Piscicultura	10 a 40

Fonte: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

5.1.3 Sabor e odor

O sabor é a interação entre o gosto (salgado, doce, azedo e amargo) e o odor (sensação olfativa). Por origem natural o sabor e odor devem-se pela matéria orgânica em decomposição, microrganismos e gases dissolvidos. Pela ação antropogênica, despejos domésticos, industriais e gases dissolvidos estão relacionados como os principais causadores de sabores e odores nas águas. (SPERLING, 2005).

5.1.4 Temperatura

Medida da intensidade de calor; é um parâmetro importante, pois, influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas).

5.2 Parâmetros químicos para o tratamento de água

5.2.1 Alcalinidade

Entre as impurezas encontradas nas águas, existem aquelas que são capazes de reagir com ácidos, podendo neutralizar certa quantidade desses reagentes. Essas impurezas conferem as águas à característica de alcalinidade. Por definição, alcalinidade de água é a sua capacidade quantitativa de neutralizar um ácido forte, até um determinado pH. Devida principalmente à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Os compostos mais comuns são: hidróxidos de cálcio ou magnésio, carbonatos de

cálcio ou de magnésio, bicarbonatos de cálcio, magnésio, sódio ou potássio. (OLIVEIRA, 2007).

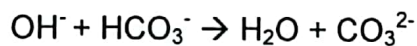
De acordo com Oliveira, mesmo as águas com pH inferior a 7,0 (5,5 por exemplo), podem, e, em geral, apresentam alcalinidade, pois normalmente contém bicarbonatos. Dependendo do pH da água, podem ser encontrados os seguintes compostos:

Valores de pH acima de 9,4: hidróxidos e carbonatos (alcalinidade cáustica);

Valores de pH entre 8,3 e 9,4: carbonatos e bicarbonatos;

Valores de pH entre 4,4 e 8,3: apenas bicarbonatos.

Somente dois tipos podem estar presentes simultaneamente numa mesma amostra, pois haveria uma reação entre hidróxidos e bicarbonatos, que levaria a formação de carbonatos, equação abaixo: (MACÊDO, 2000).



A maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO_3 , raramente excedendo a 500 mg/L de CaCO_3 . Valores elevados de alcalinidade estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de microorganismos, com liberação e dissolução do gás carbônico (CO_2) na água. Valores superiores a 500 mg/L de CaCO_3 geralmente não são encontrados no Brasil. (BITTENCOURT; HINDI, 2000).

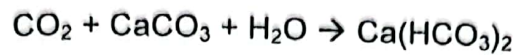
Águas de baixa alcalinidade, menor que 24 mg/L de CaCO_3 , apresentam baixa capacidade de tamponamento e, assim são susceptíveis às mudanças no pH, portanto apresentam pH mais baixos. (CHAOMAN; KIMSTACK, 1992).

5.2.1.1 Alcalinidade devido a Bicarbonatos

Indica que a água apresenta pH entre 4,4 e 8,3.

São os bicarbonatos que representam a maior parte da alcalinidade na água, pois os mesmos são formados em quantidade consideráveis pela ação do dióxido de carbono (CO_2) com materiais básicos presentes no solo. Em outras palavras, apresenta provavelmente solo calcário, pois o carbonato de

cálcio (CaCO_3) do solo calcário ao passar pela água e solubilizado pelo gás carbônico dissolvido nela e transformar portanto carbonato de cálcio em bicarbonato. Conforme mostra reação abaixo:



Águas tamponadas apresentam estabilidade e formação proporcionalmente maior para bicarbonatos, assim, são menos suscetíveis às mudanças de pH.

Concentração acima de 200 mg/L de alcalinidade a bicarbonatos na água resulta e crostas (incrustações) nas superfícies, tornando esta água inadequada para uso.

5.2.1.2 Alcalinidade devido à Carbonatos e Hidróxidos

Indica que a água possui pH superior a 8,3.

Em pH superior a 8,3 apresenta alta quantidade de CO_2 dissolvido, proveniente de processos de decomposição de matéria orgânica e à alta respiratória de micro-organismos.

5.2.2 Dureza

É a soma das concentrações de cálcio e magnésio, expressas em termos de carbonato de cálcio, em miligramas por litro. O cálcio e magnésio estão presentes na água, principalmente nas seguintes formas: bicarbonatos de cálcio e de magnésio; sulfatos de cálcio e de magnésio. (OLIVEIRA, 2007).

Os bicarbonatos de cálcio e de magnésio, que também são responsáveis pela alcalinidade, causam a dureza chamada temporária, que pela ação de calor ou de substâncias alcalinas geram a precipitação dos carbonatos destes íons. Os sulfatos e outros compostos (cloretos, por exemplo), dão à água a dureza denominada permanente. (OLIVEIRA, 2007).

5.2.3 Oxigênio dissolvido

O oxigênio absorvido "permite a determinação da quantidade de carga de poluentes orgânicos existentes na amostra. Geralmente, o método utilizado é o Método de Winkler" (CRUZ, 1997).

5.2.3.1 C.B.O. e D.B.O

Carência bioquímica de oxigênio é a quantificação do oxigênio necessário à oxidação da matéria orgânica decomponível por meio da ação bioquímica aeróbica. O método mais utilizado é também o Método de Winkler. Em contrapartida a demanda bioquímica de oxigênio permite a determinação das substâncias orgânicas e inorgânicas susceptíveis de serem oxidadas por ação de agentes oxidantes fortes, em meio ácido pode ser convertida a CO_2 e H_2O . (CRUZ, 1997).

5.3 Parâmetros biológicos para o tratamento de água

5.3.1 Coliformes

A determinação dos coliformes totais e fecais é um indicador da quantidade de matéria orgânica. O teste presuntivo dos coliformes tem como característica e objetivo principal detectar a presença de coliformes na água. Como mostra o Art. 1. da portaria 518/2004 – Ministério da Saúde, em nenhum momento pode existir presença de coliformes fecais na água, desde a saída do tratamento (ETA) até a distribuição da água, ou seja, essa água não faz parte da classe 1 de água, própria para consumo humano. Podemos também abranger esses resultados pela turbidez e quantidade de coliformes na água.

6 TRATAMENTO DE ÁGUA

A água é um recurso natural necessário às diversas formas de utilização pelo homem, sendo ela, indispensável à sua própria sobrevivência. Apesar de grande parte de o nosso planeta ser coberta por água, somente uma pequena parte é utilizada pelo homem, pois os mares constituem 97,2% desse total e existem águas não aproveitáveis como a neve, geleiras, vapor atmosférico e em grande profundidade, o que se torna não acessível e inviável.

A quantidade de água livre sobre a Terra atinge 1370 milhões de km^3 . Dessa quantidade, apenas 0,6% de água doce líquida se torna disponível, naturalmente, correspondendo a 82 milhões de km^3 . Desse valor, somente 1,2% se apresenta sob a forma de rios e lagos, sendo o restante (98,8%) constituído de água subterrânea, da qual somente a metade é utilizável. Assim, restam aproveitáveis 98.400 km^3 nos rios e lagos, e 4.050.800 km^3 nos mananciais subterrâneos, o que corresponde cerca de 0,3% do total de água livre do planeta (MOTA, 2006).

Em termos globais, a água disponível é muito superior ao total consumido pela população. No entanto, a distribuição é desigual e grande parte da Terra tem déficit de recursos hídricos, porque a evaporação é maior do que a precipitação. Um fator de suma importância e que está em constante crescimento é a degradação dos recursos hídricos, pois torna a água imprópria para consumo.

O consumo de água tende a crescer devido ao aumento da população, sendo que a retirada dos mananciais é constantemente grande, e a devolução dela ao meio ambiente, na maioria das vezes, não é de forma correta, e isso acaba alterando a sua qualidade.

Existe uma grande necessidade do manejo adequado dos recursos hídricos, assim como tratamento dessa água para as diversas formas de utilização, e embora exista água em abundância na Terra, o homem deve ter a consciência que não deve alterar a qualidade e quantidade da mesma, verificando e analisando a melhor solução para devolução depois de utilizada ao meio ambiente.

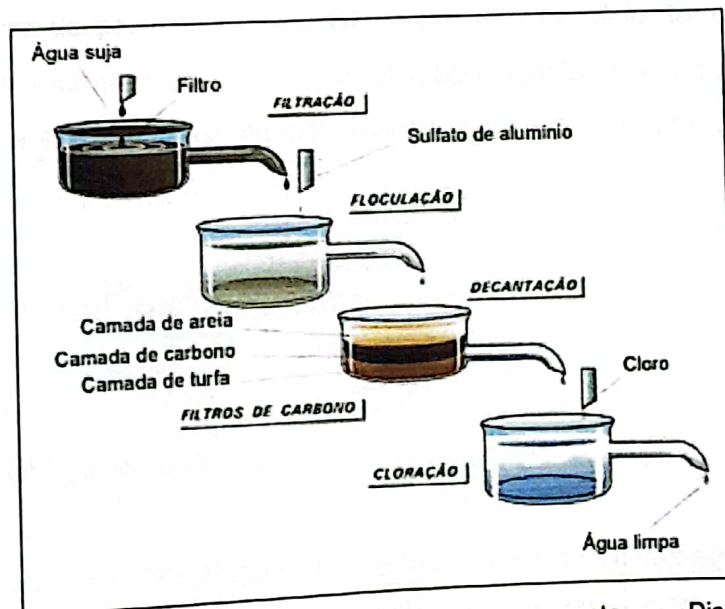
6.1 Etapas do tratamento

A potencialidade do manancial é estudada para efetuar a sua distribuição, alguns mananciais podem ter sua água potabilizável, se não, ela pode se tornar potável após ser submetida à linha convencional de tratamento de água.

Cabe aqui fazer uma distinção entre tratamento de água e tratamento de esgoto: o tratamento de água é feito a partir da água doce encontrada na natureza que contém resíduos orgânicos, sais dissolvidos, metais pesados, partículas em suspensão e microrganismos. Por essa razão a água é levada do manancial para a Estação de Tratamento de Água (ETA). Já o tratamento de esgoto é feito a partir de esgotos residenciais ou industriais para, após o tratamento, a água poder ser reintroduzida no rio minimizando seu impacto ao ambiente.

Algumas etapas do tratamento que serão abordadas poderão ser eliminadas temporária ou definitivamente, de acordo com a qualidade de água do manancial e sua variação ao longo das estações do ano. A figura 6.1 a seguir ilustra, resumidamente, o processo de tratamento de água:

Figura 6.1 – Etapas de um processo de tratamento de água.



Fonte: Tratamento de água e de esgoto. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522006000100002&script=sci_arttext. Acesso em: 30 mar 2014.

6.2 Coagulação e Floculação

Adição de produtos químicos para formação de flocos, no qual haverá uma decantação nas partículas em suspensão e algumas dissolvidas.

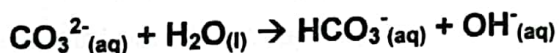
Essa etapa tratará quimicamente a água, de modo que as partículas coloidais presentes sejam desestabilizadas e aglutinadas umas as outras. Em tais condições, elas sedimentarão mais rápido, facilitando a decantação, e serão facilmente retidas nos filtros. A desestabilização química das partículas denomina-se coagulação, efetuada em unidades de mistura rápida. A aglutinação das partículas previamente desestabilizadas, efetuada em unidades de mistura lenta, denomina-se floculação.

Para que esse fenômeno ocorra, o pH da água tem que ser elevado pela adição ou de uma base diretamente, ou de um sal básico conhecido. Como por exemplo:

Base:



Sal básico:

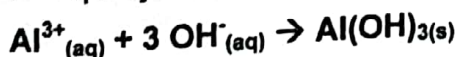


Após o ajuste do pH, adiciona-se um coagulante primário, tomaremos como base o Sulfato de Alumínio que é o mais utilizado, atualmente, nas estações de tratamento de água e esgoto, que irá dissolver na água e depois precipitar na forma de hidróxido.

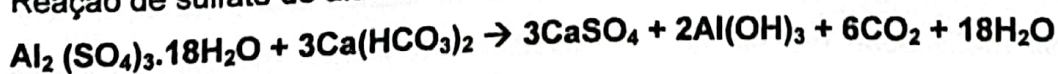
Dissolução:



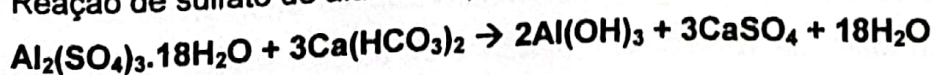
Precipitação:



Reação de sulfato de alumínio com a alcalinidade natural das águas:



Reação de sulfato de alumínio quando se emprega Cal:



6.3 Decantação

É um processo de passagem lenta da água por um tanque decantador, onde os flocos que depositam-se no fundo são retirados posteriormente para facilitar a filtração.

Em alguns casos, a decantação é feita apenas nas épocas do ano em que a qualidade de água se torna pior, em outras épocas do ano efetua-se a filtração direta.

6.4 Filtração

A água passa por uma camada de areia, de pedregulhos, cascalho e carvão, onde as partículas são retidas. Esses filtros são lavados periodicamente por fluxo de água inverso ao de entrada.

Os filtros podem ser classificados em: lentos ou rápidos, conforme a vazão tratada por unidade de área do filtro. Os filtros lentos são destinados a águas de baixa turbidez, sendo que o processo de filtração é predominantemente biológico. Enquanto que nos filtros rápidos o processo é físico e químico. Assim sendo, o tratamento químico prévio da água a ser filtrada dispensável nos filtros lentos é fundamental nos filtros rápidos.

6.5 Cloração

Processo de desinfecção da água por adição de cloro visando à eliminação de microrganismos patogênicos.

6.6 Fluoretação

Consiste na adição de um composto de flúor (ácido fluossilícico) na água para obter valores em torno de 0,7 mg/L, com a finalidade de prevenção de cárie dentária, no qual a quantidade pode variar conforme a temperatura ambiente.

6.7 Desinfecção simples e correção do pH

Águas puras (provenientes de nascentes ou fontes protegidas, no qual as suas águas apresentam dentro dos padrões de potabilidade) necessitam de uma agente desinfectante capaz de preservá-la contra a possibilidade de sofrer contaminação no sistema de distribuição. Mas algumas vezes, as águas em seu estado bruto são agressivas, ou ao contrário, incrustantes em vista da presença ou

ausência de compostos em solução. Nestes casos a água deverá ser desinfectada, a água bruta deverá passar por um sistema de tratamento que adicione íons que lhe faltam ou remover os que estão em excesso.

6.8 Objetivo dos processos químicos

A teoria do tratamento da água baseia-se em módulos físicos, químicos, físico-químicos, bioquímicos, entre outros. Eles procuram explicar do modo mais simples possível os mecanismos poucos conhecidos envolvidos em cada uma das fases do tratamento.

Evidentemente, tais modelos explicam diversos dos fenômenos ocorridos, mas apresentam, quase sempre, um ou mais pontos que não resistem a questionamentos mais profundos.

A complexidade dos materiais inertes ou orgânicos a serem removidos da água em tratamento, pode ser apostada como responsável por essa "inadaptabilidade" dos modelos às situações reais.

Segundo Vianna, nas águas brutas os organismos patogênicos costumam quase sempre estar associados a partículas responsáveis pela turbidez, que parecem utilizá-las como substrato e forma de proteção. Quando se promove a redução da turbidez da água bruta, são também removidos os patogênicos a ela associados. Além disso, os organismos que porventura atravessem essa fase do tratamento ficam expostos à ação dos compostos desinfectantes, sendo por eles eliminados.

7 COAGULANTES E FLOCULANTES

A água pode conter uma variedade de impurezas, destacando-se partículas coloidais, substâncias húmicas e organismos em geral. Tais impurezas apresentam carga superficial negativa impedindo que as mesmas se aproximem uma das outras permanecendo no meio líquido se suas características não forem alteradas. Para que as impurezas possam ser removidas, é preciso alterar algumas características da água e conseqüentemente, das impurezas, por meio da coagulação, floculação, sedimentação (ou flotação) e filtração. (COSSICH, 2006).

7.1 Coagulantes

De acordo com a Biblioteca Didática de Tecnologias Ambientais da Unicamp, substâncias coagulantes são adicionadas na água com a finalidade de reduzir as forças eletrostáticas de repulsão, que mantém separadas as partículas em suspensão, as coloidais e parcela das dissolvidas. Desta forma, eliminando-se ou reduzindo-se a "barreira de energia" que impede a aproximação entre as diversas partículas presentes, criam-se condições para que haja aglutinação das mesmas, facilitando sua posterior remoção por sedimentação e/ou filtração. Os coagulantes mais utilizados são o sulfato de alumínio e o cloreto férrico, sais que, em solução, liberam espécies químicas de alumínio ou ferro com alta densidade de cargas elétricas, de sinal contrário às manifestadas pelas partículas presentes na água bruta, eliminando, assim, as forças de repulsão eletrostática originalmente presentes na água bruta. Os principais produtos químicos utilizados para a coagulação no tratamento de água são: Sulfato de Alumínio $Al_2(SO_4)_3$, Cloreto Férrico $FeCl_3$ e Policloreto de Alumínio PAC. A tabela 7.1 a seguir ilustra os principais coagulantes utilizados para se obter água potável e de reuso.

Tabela 7.1 – Principais Coagulantes utilizados em ETE's e ETA's.

COAGULANTE	FUNÇÃO
$Al_2(SO_4)_3$ – Sulfato de Alumínio	Cátions polivalentes (Al^{+3} , Fe^{+3} , Fe^{+2} , etc) neutralizam as cargas elétricas das partículas suspensas e os hidróxidos metálicos (Ex: $Al_2(OH)_3$), ao adsorverem os particulados, geram uma floculação parcial.
PAC – Policloreto de Alumínio	
$FeCl_3$ – Cloreto Férrico	
$FeSO_4$ – Sulfato Ferroso	
$Ca(OH)_2$ – Hidróxido de Cálcio	Usualmente utilizado como agente controlador de pH. Porém, os íons cálcio atuam também como agentes de neutralização das cargas elétricas superficiais, funcionando como um coagulante inorgânico.
Polímeros Aniônicos e não iônicos	Geração de "pontes" entre as partículas já coaguladas e a cadeia de polímero, gerando flocos de maior diâmetro.
Polímeros Catiônicos	Neutralização das cargas elétricas superficiais que envolvem os sólidos suspensos e incremento do tamanho dos flocos formados (via formação de pontes). Usualmente utilizado no tratamento de lamas orgânicas.
Policátions	São polieletrólitos catiônicos de baixo peso molecular, os quais possuem como função principal a neutralização das cargas elétricas superficiais e aumento do tamanho dos flocos.

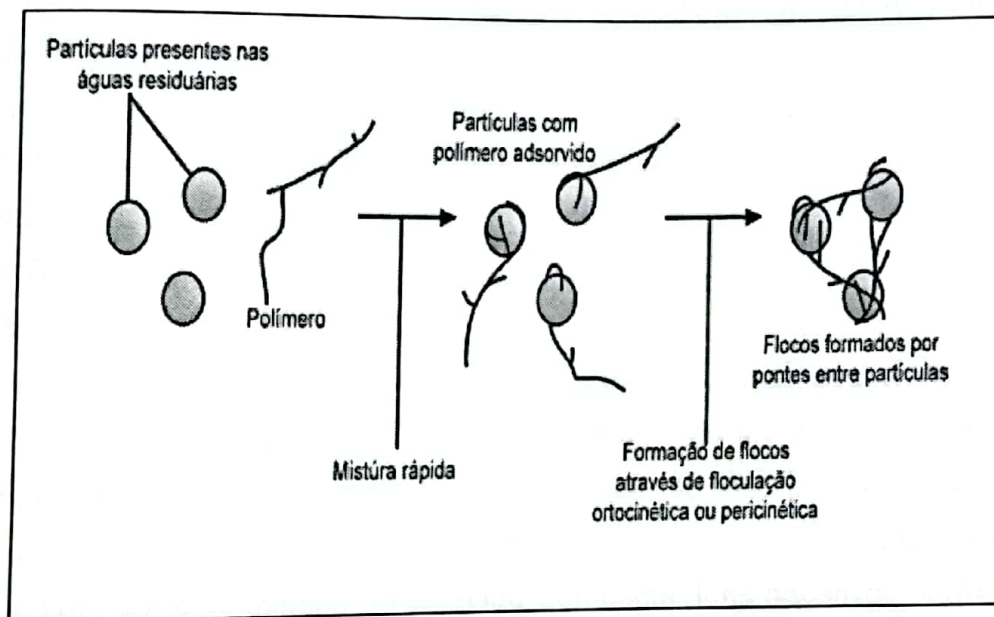
Fonte: Santos, 2011.

7.2 Floculantes

Segundo Lemaire & Lemaire, a formação de agregados de partículas finas em suspensão em um líquido, chamados flocos ou floculados. Não confundir coagulação e floculação termos que implicam mecanismos diferentes. Na floculação se formam pontes entre partículas desestabilizadas ou as cargas se neutralizam para formar flocos. Quando a floculação não ocorre há demora na sedimentação havendo necessidade de floculantes para melhorar a clarificação, filtração e as operações de centrifugação. A floculação abrange três etapas:

1. Criação de microflocos por desestabilização da solução coloidal, ou coagulação propriamente dita;
2. Criação de macroflocos, a partir dos microflocos, principalmente através de agitação, aumentando as possibilidades de encontro dos flocculantes que estabelecem os pontos de contato entre as partículas;
3. Decantação dos floculados. Conforme a figura 7.1 abaixo:

Figura 7.1 – Decantação dos floculados.



Fonte: Uso de polímero natural do quiabo como auxiliar de flocculação e filtração em tratamento de água e esgoto. Disponível em: <http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2007/GuilhermeJulioMdeAbreuPEAMB_2007.pdf>. Acesso em 04 mar. 2014.

Os principais flocculantes utilizados no tratamento de efluentes são de origem sintética, como por exemplo, citaremos da empresa SNatural®: SNatural 8190, SNatural 5642, SNatural 5024 e SNatural 8173 – pó.

Os flocculantes são caracterizados pela sua carga elétrica que pode ser negativa (aniônica), positiva (catiônica) ou não-iônica. Um flocculante aniônico irá se atrair a cargas positivas como é o caso de sais e hidróxidos metálicos. Um flocculante catiônico vai se ligar a cargas negativas como o silicone ou substâncias orgânicas, contudo a regra tem exceções e flocculantes aniônicos podem floccular argilas eletronegativas. São os polímeros de uso mais comuns e os polieletrólitos (polímeros aniônicos e catiônicos). Os polímeros não iônicos não são considerados polieletrólitos, mas são incluídos nesta categoria em função da semelhança de suas

aplicações) são utilizados em sistemas de água e tratamento de águas residuais. No Brasil, em função das características das águas e sólidos suspensos são utilizados os floculantes aniônicos e não iônicos. Em função da flocculação é levado em consideração a carga, o peso molecular e o grupo funcional do polímero (SANTOS; ZARA, 2010).

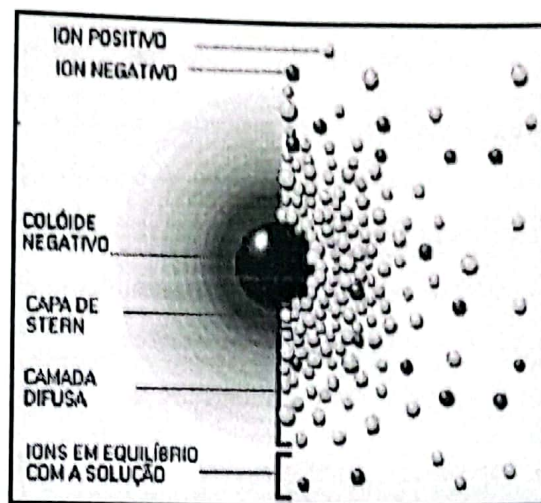
7.3 Cargas elétricas nas partículas coloidais e moléculas

As partículas coloidais possuem cargas elétricas que criam forças de repulsão e impedem a sua aglomeração e sedimentação. Estas cargas são neutralizadas, com a adição de coagulantes, a partir de então podem se formar pequenos aglomerados. Com a adição dos floculantes, estes aglomerados se reúnem formando flocos maiores.

Na água, a maior parte das partículas e moléculas de substâncias húmicas possui superfície carregada eletricamente, usualmente negativa.

A Figura 7.2 a seguir consiste em uma representação esquemática de uma partícula coloidal negativa com uma nuvem de íons ao redor da mesma. Como a superfície da partícula é negativa há um acúmulo de íons positivos na região da interface formando, juntamente com a carga negativa da partícula, a Dupla Camada Elétrica, também denominada de Camada Compacta. Íons negativos aproximam-se da camada compacta e atraindo íons positivos, resultando a Camada Difusa, que engloba a primeira; na realidade, a camada difusa resulta da atração de íons positivos, repulsão eletrostática de íons negativos (com mesma carga da partícula) e difusão térmica. Tem-se, portanto, uma concentração elevada de íons positivos próximos à superfície do coloide, também denominada Camada de Stern, a partir da qual se forma a camada difusa, na qual a concentração de íons é menor. O potencial elétrico criado pela presença do coloide na água diminui com a distância, a partir da superfície do mesmo, onde é máximo e denominado Potencial de Nernst. Segundo Stern existe uma distância mínima entre a superfície do coloide e os íons de carga contrária (positivos), no qual o potencial elétrico decresce linearmente, em seguida a diminuição resulta exponencialmente passando pela fronteira entre a camada compacta e a difusa, local em que o potencial elétrico é designado Potencial Zeta (DI BERNARDO, 1993).

Figura 7.2 – Ilustração da aglomeração de íons positivos na superfície de uma partícula negativa.



Fonte: Estudo de clarificação de água de abastecimento público e otimização da estação de tratamento de água. Disponível em: <<http://tpqb.eq.ufrj.br/download/clarificacao-de-agua-de-abastecimento-publico.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

§ TRATAMENTO DE ESGOTO

O tratamento dos esgotos domésticos tem como objetivo, principalmente: remover o material sólido; reduzir a demanda bioquímica de oxigênio; exterminar micro-organismos patogênicos; reduzir as substâncias químicas indesejáveis.

As diversas unidades da estação convencional podem ser agrupadas em função das eficiências dos tratamentos que proporciona. Assim temos:

Tratamento preliminar: gradeamento, remoção de gorduras e remoção de areia.

Tratamento primário: tratamento preliminar, decantação, digestão do lodo e secagem do lodo.

Tratamento secundário: tratamento primário, tratamento biológico, decantação secundária e desinfecção.

8.1 Consequências na biota

Segundo o IBGE, a fauna e a flora têm mais de mil espécies ameaçadas pela falta de tratamento da água e saneamento básico, sendo 544 espécies só na Mata Atlântica. A fauna brasileira tem 627 espécies ameaçadas de extinção, com risco de extinção na natureza em médio prazo. Aves, peixes de água doce e insetos são os grupos de maior risco: 160, 142 e 96 espécies ameaçadas, respectivamente (dados de 2005). A flora possui 461 espécies ameaçadas. As espécies arbóreas são as mais vulneráveis, pois, além do desmatamento e das queimadas, o crescimento relativamente lento dificulta a recuperação natural da destruição provocada pela atividade madeireira. A Mata Atlântica apresenta o maior número de espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção (275 e 269, respectivamente), seguida pelo Cerrado (131 da flora e 99 da fauna) e pela Amazônia (118 espécies da fauna e 24 da flora). (IBGE, 2012).

9 MATERIAIS E MÉTODOS

9.1 Reagentes

Ácido Clorídrico 10%.

Ácido Sulfúrico 0,01M.

Ágar Tryptose.

Cloreto de Cobalto Hexahidratado.

Cloroplatinato de Potássio.

Hexanometilenotetramina.

Hidróxido de Cálcio.

Indicador Alaranjado de Metila.

Indicador Fenolftaleína 1%.

Quiabo utilizado na forma de solução (*Quifloc*).

Sulfato de Alumínio utilizado na forma de solução.

Sulfato de Hidrazina.

9.2 Equipamentos

Agitador Mecânico com haste NI 1133.

Balança Analítica Gehaka 2000.

Condutivímetro Digital CG 1800.

Espectrofotômetro de luz visível 1600 SERIES.

Estufa de secagem e esterilização NT 513.

pHmetro Digital Microprocessado PG 1800.

9.3 Métodos

9.3.1 Análise de Alcalinidade

Foi necessário determinar a alcalinidade do efluente a ser analisado pelos testes subsequentes. Utilizando Ácido Sulfúrico a 0,01 M, indicador fenolftaleína (neutralização parcial) e indicador alaranjado de metila (neutralização total).

Mesmo as águas com pH inferior a 7,0 (5,5 por exemplo), podem, em geral, apresentar alcalinidade, pois normalmente contém bicarbonatos.

Dependendo do pH da água, podem ser encontrados os seguintes compostos:

- Valores de pH acima de 9,4: hidróxidos e carbonatos (alcalinidade cáustica);
- Valores de pH entre 8,3 e 9,4: carbonatos e bicarbonatos;
- Valores de pH entre 4,4 e 8,3: apenas bicarbonatos.

9.3.2 Análise de pH e Condutividade

A análise de pH das amostras foram feitas com o aparelho tal, assim como a condutividade.

9.3.3 Preparação da solução de *Quifloc*

A metodologia de obtenção do polímero natural do quiabo consistiu em seu ressecamento podendo ser por meio natural ou artificial e sua moagem (conforme a figura 9.3); de uma solução de 2 g/L (pois a cada 1 mL dessa solução há 2 mg de moléculas polimerizáveis) de *Quifloc* utilizou-se uma dosagem pré-determinada para o tratamento do efluente: 3-4 mL.

Figura 9.1 – Vagens imaturas de quiabo, selecionadas para o ressecamento.



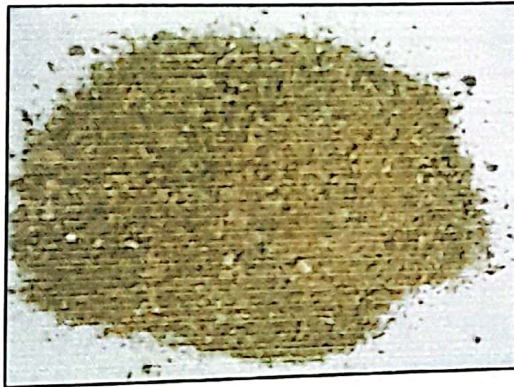
Fonte: Própria, 2014

Figura 9.2 – Quiabos ressecados em estufa a 180°C, durante, em média, 45 min.



Fonte: Própria, 2014.

Figura 9.3 – Quiabos moídos com o auxílio de um almofariz e pistilo. Utiliza-se toda a vagem do quiabo para a moagem, um aproveitamento de 100% do fruto.



Fonte: Própria, 2014.

9.3.4 Turbidez via espectrofotometria

Método analisado de acordo com os requisitos da Norma ISO 7027 (medição da transmissão de luz segundo a FAU (Unidades de Atenuação de Formazina)).

9.3.4.1 Preparação das soluções

Para a realização do experimento proposto foram utilizadas as seguintes soluções:

Solução I: dissolvido em um balão volumétrico de 100 mL 2 g de Sulfato de Hidrazina em água destilada.

Solução II: dissolvido em um balão volumétrico de 100 mL 20 g de Hexanometilenotetramina em água destilada.

Solução-padrão de Formazina (400 NTU): Num balão de 100 mL, misturou-se 5 mL da solução 1 e 5 mL da solução 2. Deixou-se repousar por 24 h até a

reação total das soluções e aparecimento de coloração esbranquiçada, diluiu-se até a marca do balão com água destilada.

9.3.4.2 Determinação da Curva de Calibração

Preparada a Solução-padrão de Formazina (400 NTU) a mesma foi diluída em sete concentrações diferentes, de acordo com a Tabela 9.1 a seguir:

Tabela 9.1 – Concentrações das Soluções-padrões de Formazina.

PADRÃO (NTU)	SOLUÇÃO-PADRÃO A 400 NTU V/ML	ÁGUA DESTILADA V _A /ML
4	0,5	49,5
20	2,5	47,5
50	4,0	46,0
80	10,0	40,0
120	15,0	35,0
160	20,0	30,0
200	25,0	25,0

Fonte: Própria, 2014.

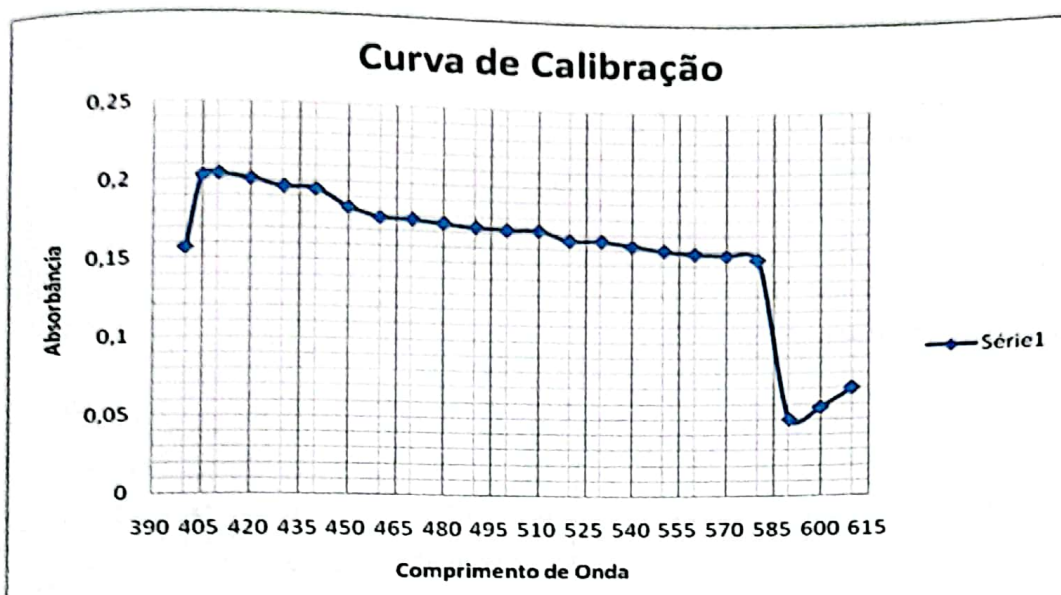
Figura 9.4 Concentrações de Formazina, respectivamente em: 4, 20, 50, 80, 120, 160 e 200 NTU.



Fonte: Própria, 2014.

A amostra padrão de concentração 80 NTU foi utilizada na preparação da curva de calibração no espectrofotômetro 1600 SERIES a 400-610 nm (absorbância vs turbidez), utilizando água destilada como o branco, se tratando da solução intermediária. A curva obtida é analisada conforme o gráfico 9.1 a seguir:

Gráfico 9.1 – Curva de Calibração da amostra de 80 uC.



Fonte: Própria, 2014.

Conforme analisado, o comprimento de onda ideal para a determinação da curva-padrão de Turbidez é 410 nm (0,204 de absorbância).

9.3.4.3 Determinação da Curva Padrão

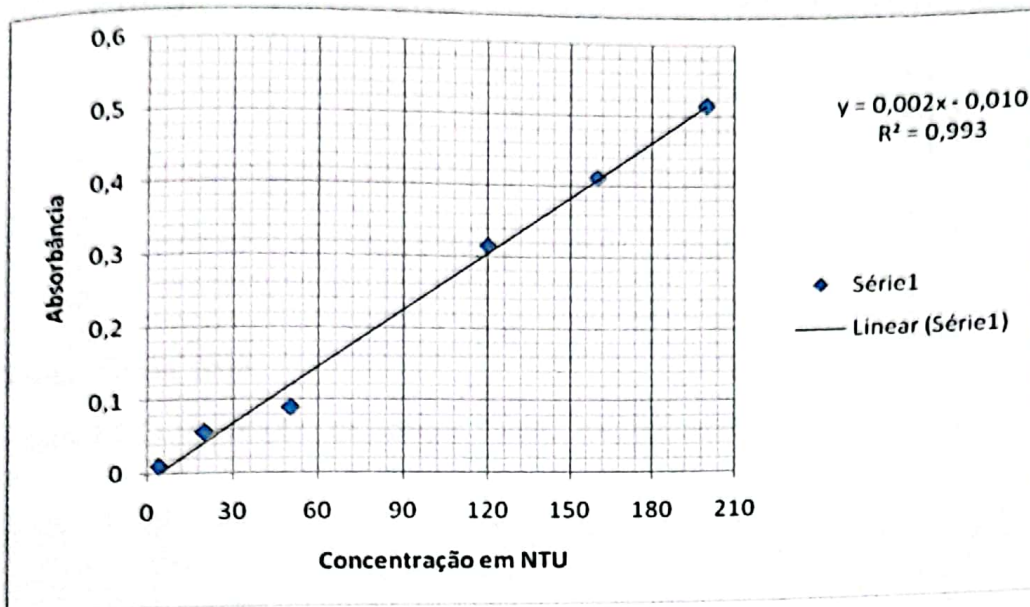
Depois de encontrado o comprimento de onda favorável, a determinação da curva-padrão foi aplicada com todas as outras soluções padrões preparadas anteriormente. De acordo com a tabela 9.2 a seguir é possível ver a relação entre concentração vs absorbância no preparo da curva-padrão no gráfico 9.2:

Tabela 9.2 – Relação entre Concentrações (NTU) vs Absorbância.

CONCENTRAÇÃO (NTU)	ABSORBÂNCIA
4	0,009
20	0,055
50	0,088
120	0,314
160	0,412
200	0,513

Fonte: Própria, 2014.

Gráfico 9.2 – Obtenção da Curva Padrão.



Fonte: Própria, 2014.

9.3.5 Cor Aparente via espectrofotometria

Método analisado segundo a norma ASTM D1209 (Standard Test Method for Color of Clear Liquids (Platinum-Cobalt Scale)), baseado no índice de cor de Hazen.

9.3.5.1 Preparo das soluções

Solução de Ácido Clorídrico 10%: num balão volumétrico de 250 mL foi preparada uma solução de ácido clorídrico (37%) a 10% com água destilada.

Solução Padrão (500 uC): dissolvido em um balão volumétrico de 250 mL, 0,3112 g de Cloroplatinato de Potássio e 0,251 g de Cloreto de Cobalto Hexahidratado em 250 mL da solução de Ácido Clorídrico 10%.

9.3.5.2 Preparação da Curva de Calibração

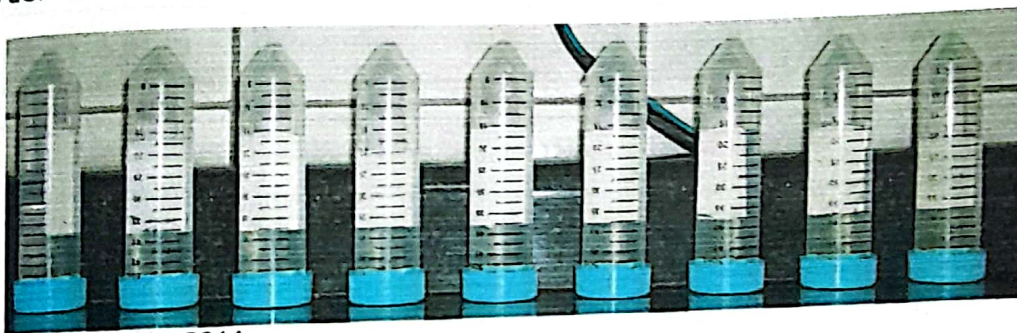
Preparada a Solução-padrão (500 uC) a mesma foi diluída em nove concentrações diferentes, de acordo com a Tabela 9.3 a seguir:

Tabela 9.3 – Concentrações das Soluções-padrões do teste de Cor Aparente.

PADRÃO (UC)	SOLUÇÃO-PADRÃO V/ML	ÁGUA DESTILADA V _A /ML
5	0,5	49,5
10	1,0	49,0
15	1,5	48,5
20	2,0	48,0
25	2,5	47,5
30	3,0	47,0
40	4,0	46,0
50	5,0	45,0
60	6,0	44,0

Fonte: Própria, 2014.

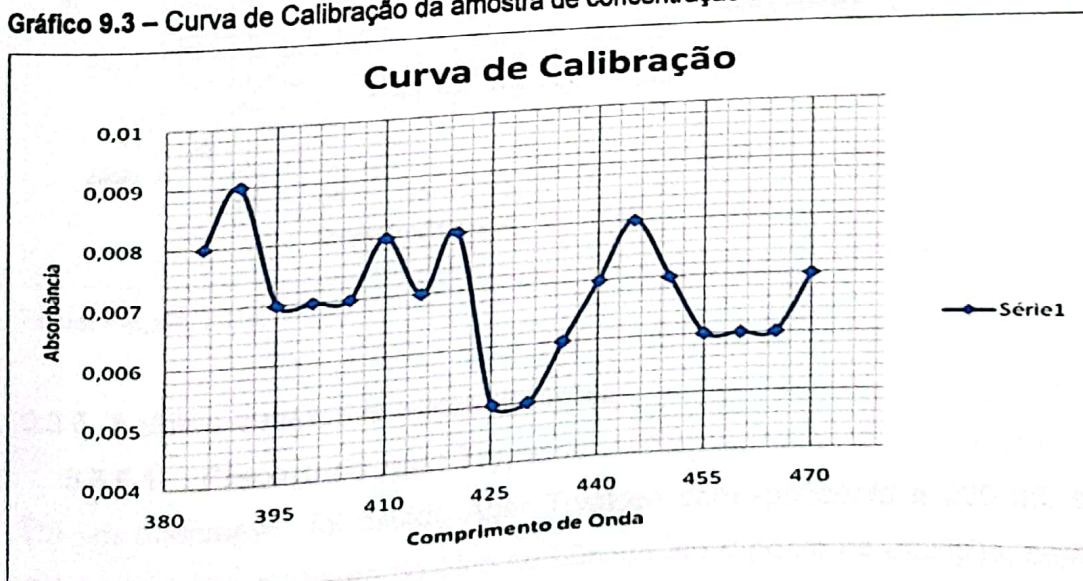
Figura 9.5 Concentrações de Solução-Padrão, respectivamente em: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 e 60 uC.



Fonte: Própria, 2014.

A amostra padrão de concentração 25 NTU foi utilizada na preparação da curva de calibração no espectrofotômetro a 385-470 nm (absorbância vs turbidez), utilizando água destilada como o branco, se tratando da solução intermediária. A curva obtida é analisada conforme o gráfico 9.3 a seguir:

Gráfico 9.3 – Curva de Calibração da amostra de concentração de 25 uC.



Fonte: Própria, 2014.

9.3.5.3 Determinação da Curva Padrão

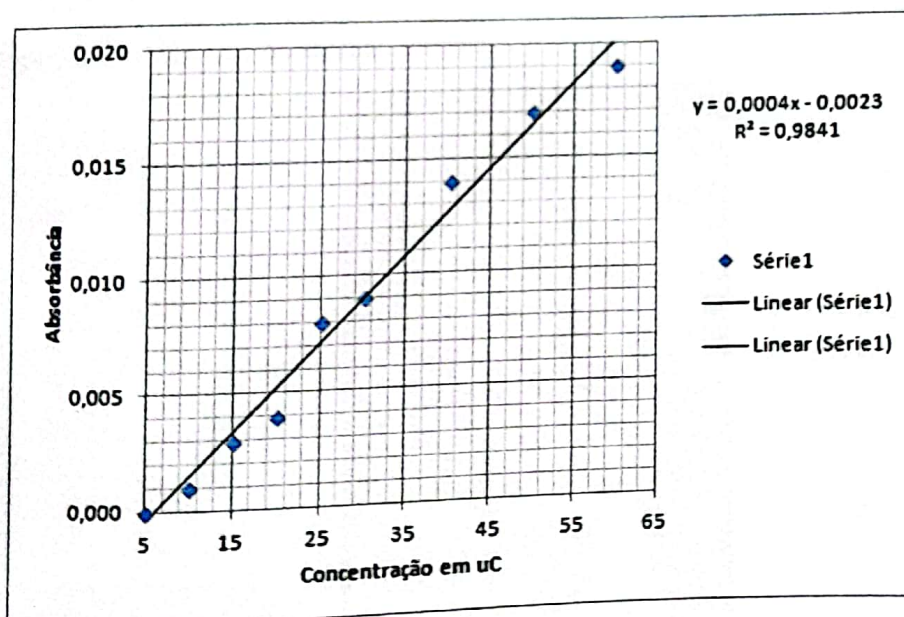
Assim como ocorrido na preparação da curva de calibração da Turbidez, a determinação da curva-padrão foi aplicada com todas as outras soluções padrões preparadas anteriormente. De acordo com a tabela 9.4 a seguir é possível ver a relação entre concentração vs absorbância no preparo da curva-padrão no gráfico 9.4:

Tabela 9.4 – Relação entre Concentrações (uC) vs Absorbâncias.

CONCENTRAÇÃO (UC)	ABSORBÂNCIA
5	0,000
10	0,001
15	0,003
20	0,004
25	0,008
30	0,009
40	0,014
50	0,017
60	0,019

Fonte: Própria, 2014.

Gráfico 9.4 – Obtenção da curva padrão.



Fonte: Própria, 2014.

9.3.6 Análise qualitativa microbiológica

9.3.6.1 Preparo do Agar Tryptose

Em um erlenmeyer foi diluído Agar Tryptose correspondente a 200 mL de água destilada, levado a chama do bico de bunsen até o ponto de ebulição, onde,

permaneceu durante 5 min. Pelo método da flambagem, o Agar Tryptose foi transferido para três placas de petri esterilizadas com álcool 70% até esfriarem.

9.3.6.2 Transferência de material

A metodologia de esfregaço constituiu na filtração simples das amostras. A partir da sujeira repreendida no filtro, com um auxílio de um swab, houve transferência de material para as placas de petri.

Placa de Petri 1: amostra sem tratamento;

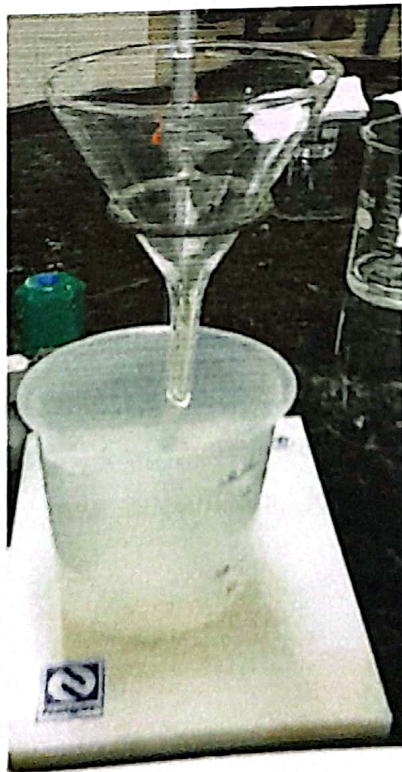
Placa de Petri 2: amostra com Sulfato de Alumínio e Alcalinizante;

Placa de Petri 3: amostra com Sulfato de Alumínio, Alcalinizante e *Quifloc*.

9.3.7 Análise de Filtração com areia

Com auxílio de um suporte universal e um funil de filtração simples, através da metodologia de filtrar as amostras contendo *Quifloc*, com areia no papel filtro, foi possível determinar alterações de interação entre a solução de *Quifloc* e a areia utilizada na filtração. Foram utilizadas areias de grãos grossos, médios e finos.

Figura 9.6 – Esquema de filtração simples.



Fonte: Própria, 2014.

10 RESULTADOS E DISCUSSÕES

10.1 Análise de Alcalinidade, Turbidez e Cor Aparente.

Foram analisadas a alcalinidade de dois tipos de amostras de efluentes. Todas as amostras analisadas não apresentaram neutralização parcial das moléculas com o indicador Fenolftaleína 1%, indicando que, apresentava uma concentração elevada de Bicarbonatos e baixíssima/nula concentração de Hidróxidos e Carbonatos, sendo assim, necessária uma titulação com o indicador Alaranjado de Metila com neutralização total. O fator de correção do Ácido Sulfúrico utilizado foi de 0,98.

10.1.1 Amostra 1: Análise Físico-Química da água.

10.1.1.1 Alcalinidade

Tabela 10.1 – Volumes gastos na titulação de H_2SO_4 com Alaranjado de Metila.

TESTES	VOLUME FINAL (ML)	pH
Titulação 1	11,5	4,04
Titulação 2	12,0	3,91
Titulação 3	11,2	3,95
Média	11,57	3,97

Fonte: Própria, 2014.

$T \times 20 \times Fc$

Onde T = Fenolftaleína + Alaranjado de Metila é o volume total de solução 0,01 M de Ácido Sulfúrico consumido nas titulações.

A alcalinidade apresentada foi de 226,77 mg/L $CaCO_3$. Portanto, Concentrações acima de 200 mg/L $CaCO_3$ de alcalinidade a bicarbonatos na água resulta e crostas (incrustações) nas superfícies, tornando esta água inadequada para uso.

10.1.1.2 Condutividade

Tabela 10.2 – Representação de condutividade com determinadas concentrações de reagentes.

TESTES	pH	CONDUTIVIDADE
Amostra sem tratamento	6,71	22,9 $\mu\text{S/cm}$
Sulfato de Alumínio + Alcalinizante	9,14	253 $\mu\text{S/cm}$
Sulfato de Alumínio + Alcalinizante + <i>Quifloc</i>	9,21	258 $\mu\text{S/cm}$
Sulfato de Alumínio + <i>Quifloc</i>	4,08	119 $\mu\text{S/cm}$
Sulfato de Alumínio (6 mL) + <i>Quifloc</i>	4,22	47,4 $\mu\text{S/cm}$

Fonte: Própria, 2014.

Com a adição de Sulfato de Alumínio e de Alcalinizante na água, foi possível notar um significativo aumento na condutividade da água, pela liberação de íons dos reagentes utilizados. Com a adição de *Quifloc* a utilização de alcalinizante é facultativa ou em menores dosagens, o que diminuiu o grau de condutividade das amostras. O aumento, ou não, da condutividade não alterou os resultados de coagulação e floculação das amostras analisadas.

10.1.2 Amostra 2: Análise de Turbidez e Cor aparente

10.1.2.1 Alcalinidade

Concentração elevada de bicarbonatos e baixíssima/nula concentração de hidróxidos e carbonatos, sendo assim, foi necessária uma titulação para determiná-las.

Tabela 10.3 – Volumes gastos na titulação de H_2SO_4 com Alaranjado de Metila na amostra 2.

TESTES	VOLUME FINAL (ML)	pH
Titulação 1	7,2	5,01
Titulação 2	6,0	4,26
Titulação 3	6,0	4,12
Média	6,6	4,46

Fonte: Própria, 2014.

Portanto:

$$T \times 20 \times Fc = 129,36 \text{ mg/L CaCO}_3$$

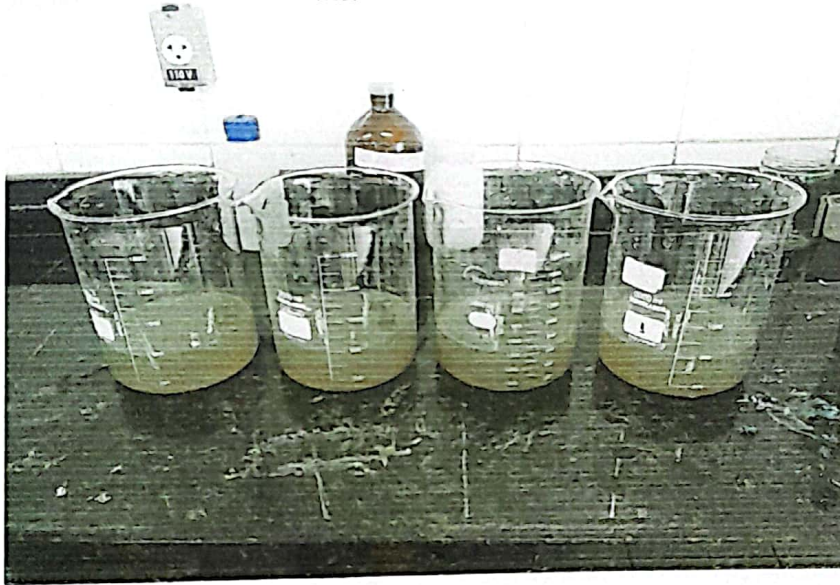
10.1.2.2 Determinação de Turbidez e Cor Aparente

Tabela 10.4 – Aspectos físico-químicos da amostra sem tratamento.

AMOSTRA SEM TRATAMENTO	
pH	7,00
Alcalinidade	129,36 mg/L CaCO ₃ .
Turbidez	0,105 – 44,34NTU
Cor	0,101 – 258 uC

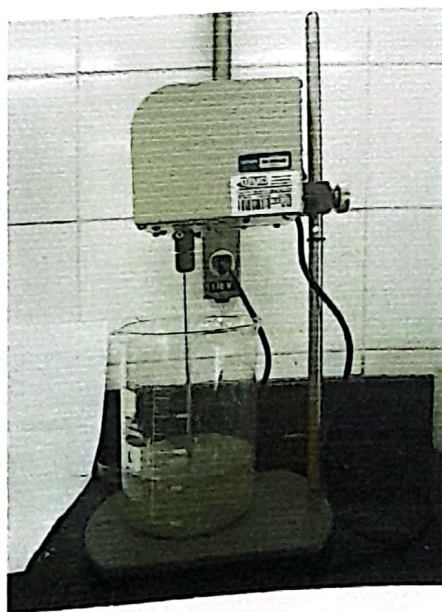
Fonte: Própria, 2014.

Figura 10.1 – Amostras sem tratamento.



Fonte: Própria, 2014.

Figura 10.2. – Uso do Agitador Mecânico para a realização dos testes.



Fonte: Própria, 2014.

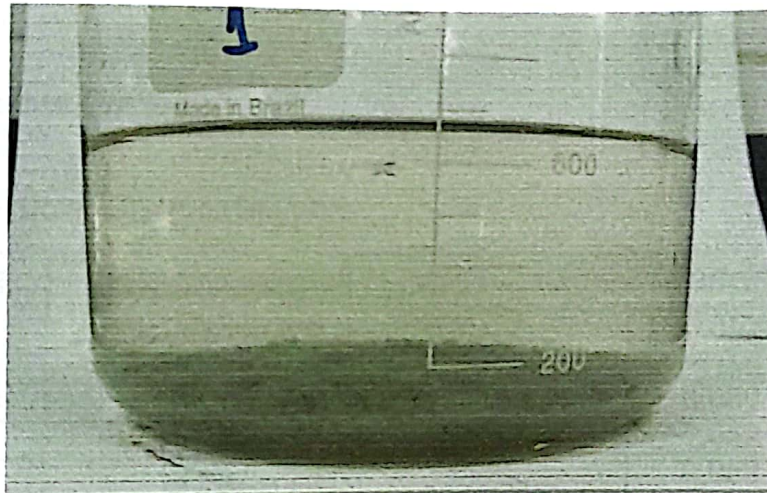
10.1.3 Variante Sulfato de Alumínio

Tabela 10.5 – Dosagem ótima de Sulfato de Alumínio.

DOSAGEM DE SULFATO	DOSAGEM DE ALCALINIZANTE	ABSORBÂNCIA	
		TURBIDEZ (NTU)	COR (uC)
2 mL	13 mL	0,111	0,122
4 mL	13 mL	0,108	0,120
7 mL	13 mL	0,120	0,129
9 mL	13 mL	0,131	0,138

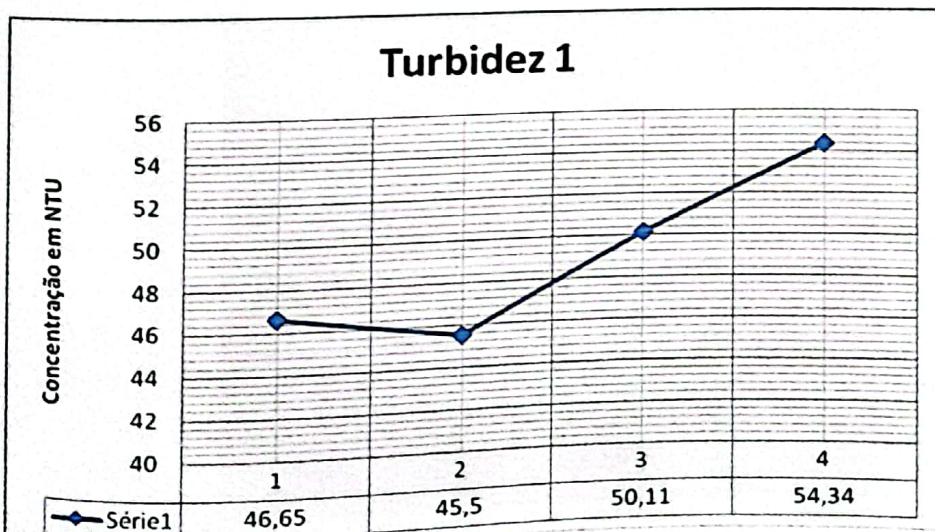
Fonte: Própria, 2014.

Figura 10.3 – Determinação da Dosagem ótima de Coagulante.



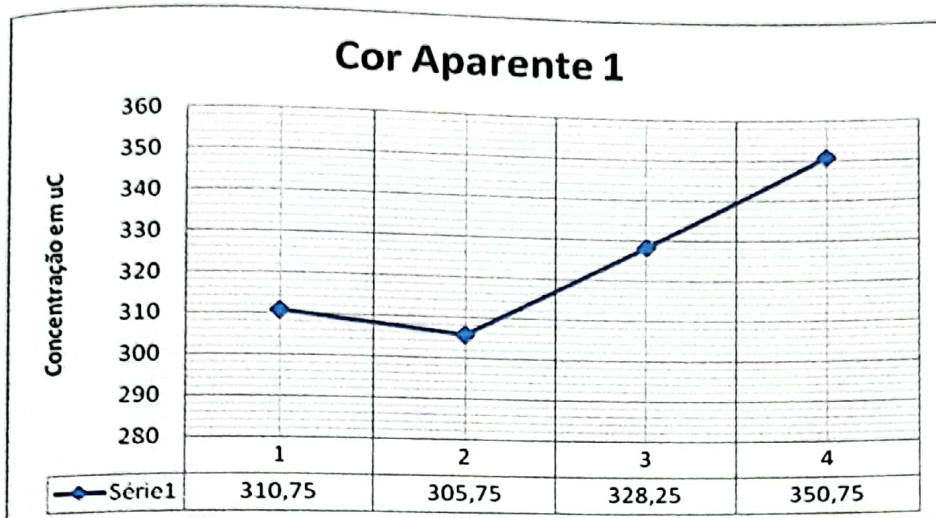
Fonte: Própria, 2014.

Gráfico 10.1 – Turbidez 1 – Variante Sulfato de Alumínio.



Fonte: Própria, 2014.

Gráfico 10.2 – Cor Aparente 1 – Variante Sulfato de Alumínio



Fonte: Própria, 2014.

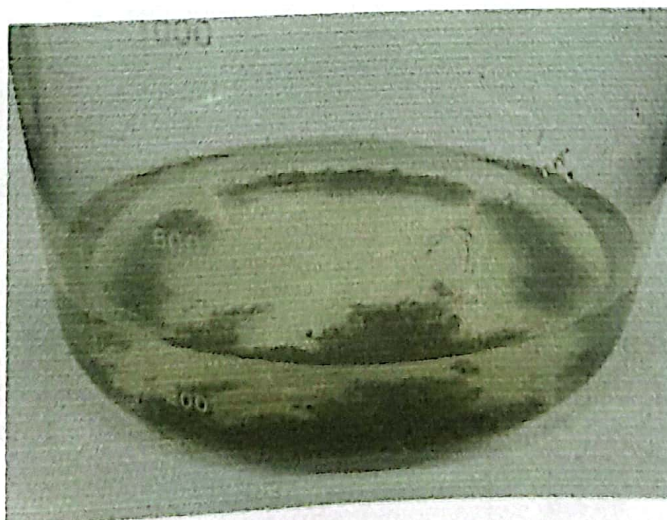
10.1.4 Variante Quifloc

Tabela 10.6 – Dosagem variada de Quifloc.

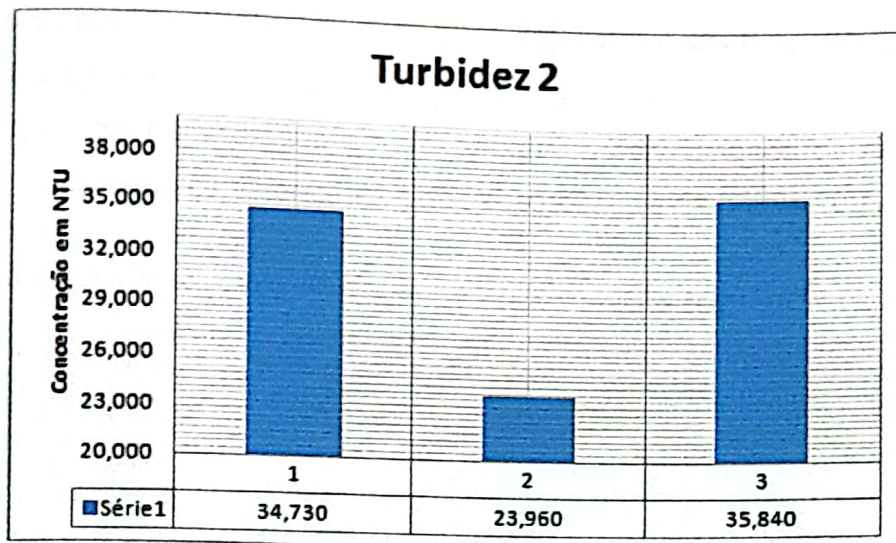
DOSAGEM DE SULFATO (ÓTIMA)	DOSAGEM DE ALCALINIZANTE	DOSAGEM DE QUIFLOC	ABSORBÂNCIA	
			TURBIDEZ (NTU)	COR (uC)
4 mL	13 mL	3 mL	0,080	0,083
4 mL	13 mL	7 mL	0,052	0,055
4 mL	13 mL	11 mL	0,083	0,085

Fonte: Própria, 2014.

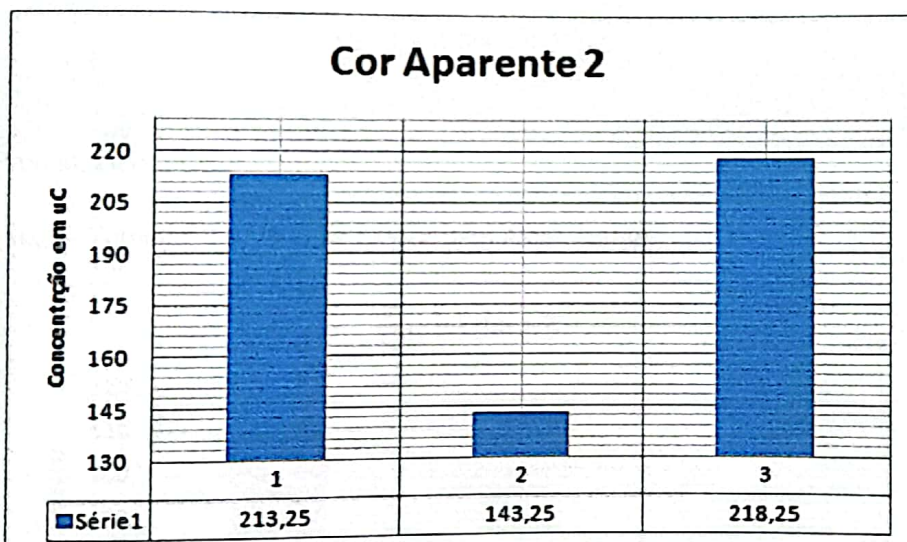
Figura 10.4 – Tratamento utilizando a solução de Quifloc.



Fonte: Própria, 2014.

Gráfico 10.3 – Turbidez 2 – Variante *Quifloc*.

Fonte: Própria, 2014.

Gráfico 10.4 – Cor aparente 2 – Variante *Quifloc*.

Fonte: Própria, 2014.

10.1.5 Variante *Quifloc* sem Alcalinizante

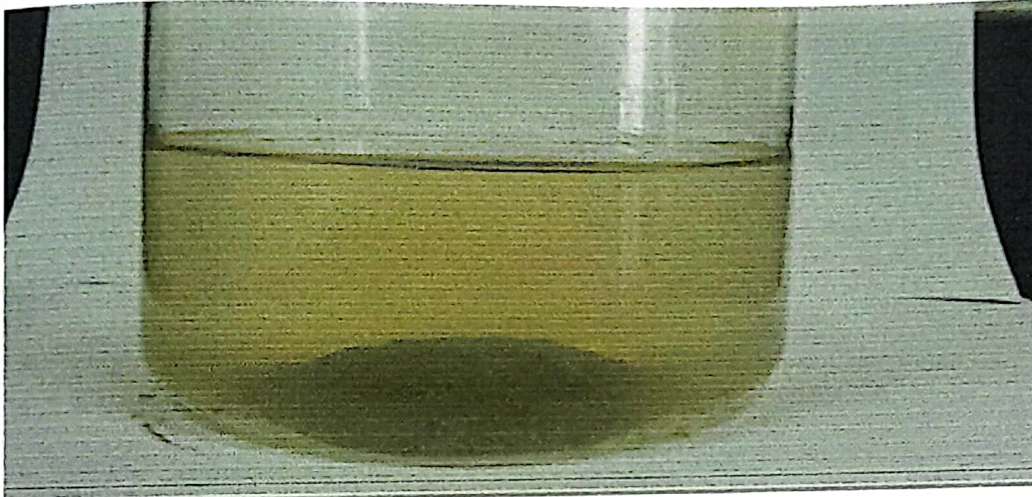
Tabela 10.7 – Dosagem sem Alcalinizante.

DOSAGEM DE SULFATO (ÓTIMA)	DOSAGEM DE QUIFLOC	ABSORBÂNCIA	
		TURBIDEZ (NTU)	COR (uC)
4 mL	3 mL	0,275	0,284
4 mL	7 mL	0,129	0,136
4 mL	11 mL	0,157	0,165

Fonte: Própria, 2014.

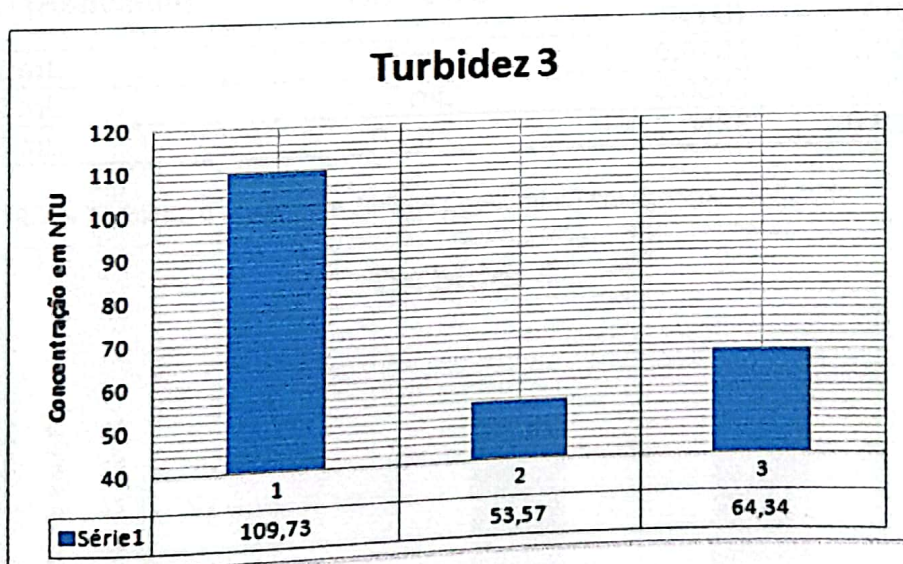
É comprovado que o quiabo pode ser usado na ausência de Alcalinizante, mas, para isso a água a ser analisada não pode ultrapassar um tempo limite de dois dias de repouso, pois há alteração de pH, turbidez e cor, variando os resultados. Fato este que determinou os valores altos nas absorbâncias da tabela 10.7.

Figura 10.5 – Uso da solução de *Quifloc* sem o auxílio de agente alcalinizante.



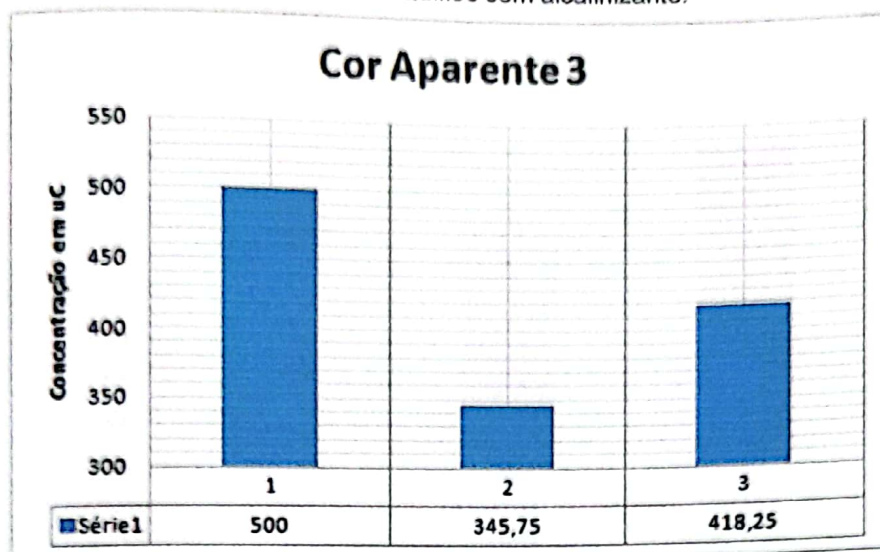
Fonte: Própria, 2014.

Gráfico 10.5 – Turbidez 3 – Variante *Quifloc* sem Alcalinizante.



Fonte: Própria, 2014.

Gráfico 10.6 – Cor Aparente 3 – Variante Quifloc sem alcalinizante.



Fonte: Própria, 2014.

10.1.6 Variante: Sulfato de Alumínio em dosagem reduzida

Tabela 10.8 – Sulfato de Alumínio em dosagem reduzida.

DOSAGEM DE SULFATO (Reduzida)	DOSAGEM DE QUIFLOC	ABSORBÂNCIA	
		TURBIDEZ (NTU)	COR (uC)
2 mL	3 mL	0,0201	0,0359
2 mL	7 mL	0,0379	0,0372
2 mL	11 mL	0,0438	0,0379

Gráfico 10.7 – Turbidez 4 – Variante Sulfato de Alumínio em dosagem reduzida.

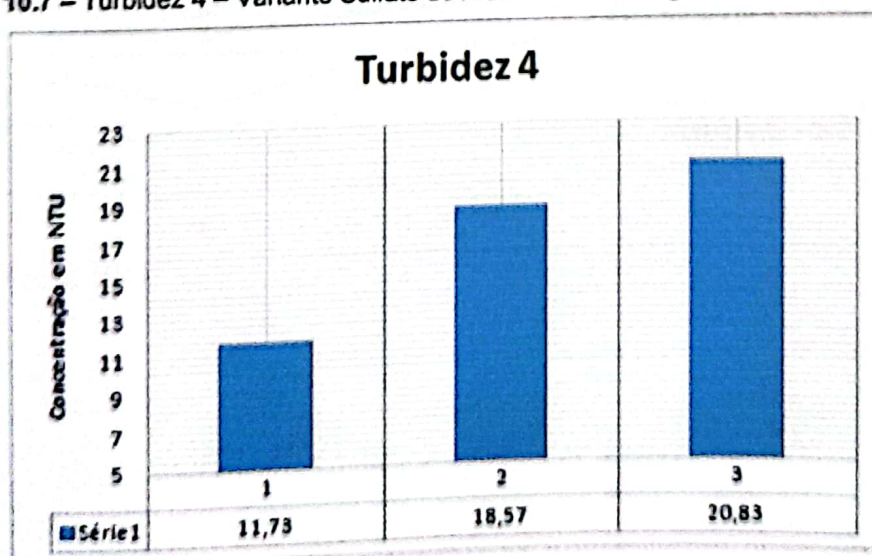
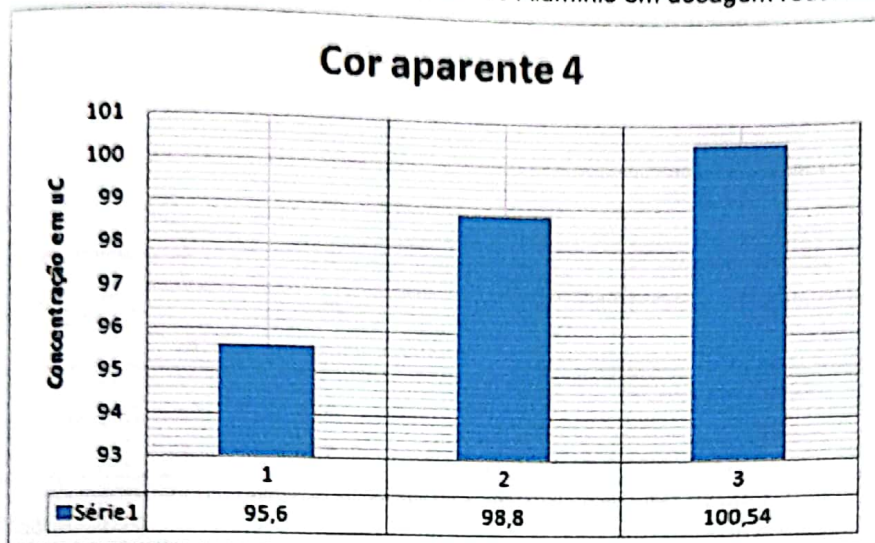
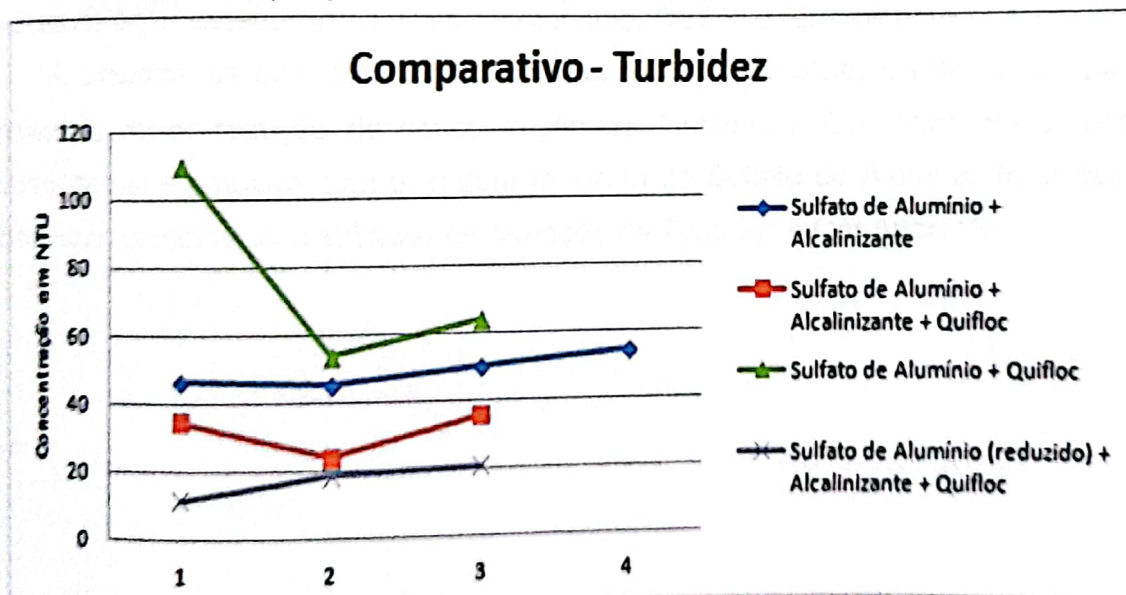


Gráfico 10.8 – Cor aparente 4 – Variante Sulfato de Alumínio em dosagem reduzida.



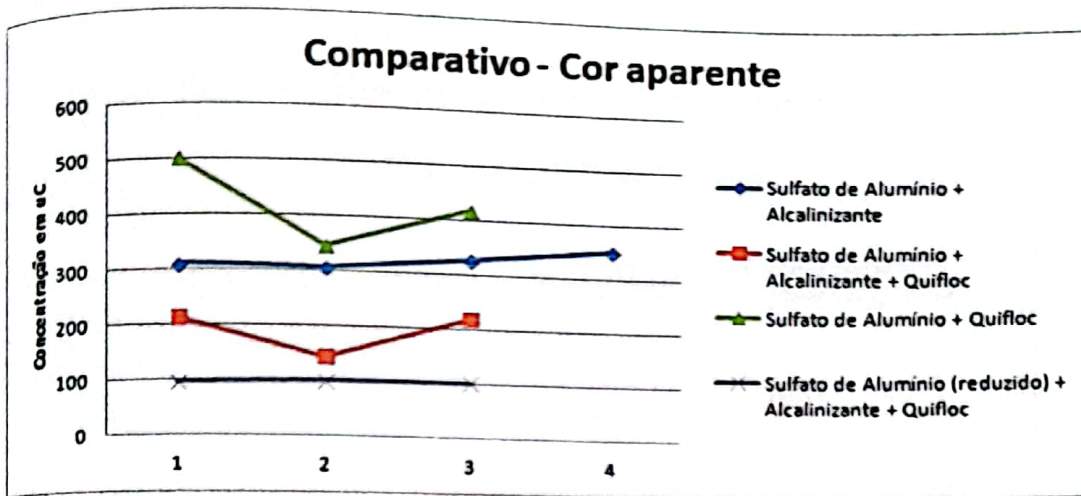
10.2 Comparações entre Turbidez e Cor Aparente

Gráfico 10.9 – Comparação entre Turbidez 1, Turbidez 2, Turbidez 3 e Turbidez 4.



Fonte: Própria, 2014.

Gráfico 10.10 – Comparação entre Cor Aparente 1, Cor Aparente 2, Cor Aparente 3 e Cor Aparente 4.



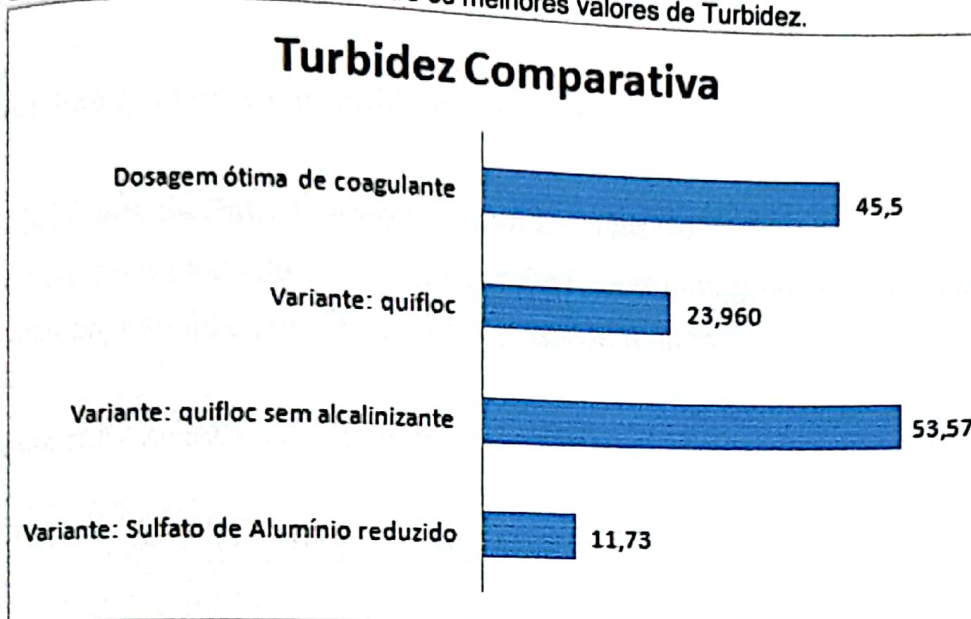
Fonte: Própria, 2014.

Mesmo apresentando uma alta taxa de Turbidez e Cor devido ao armazenamento prolongado, a amostra tratada apenas com Sulfato de Alumínio e *Quifloc* apresentou uma concentração de Turbidez e Cor Aparente aproximada da amostra de água tratada com Sulfato de Alumínio, *Quifloc* e Alcalinizante.

A amostra tratada com *Quifloc* em conjunto com alcalinizante foi a que apresentou maior redução de concentração de Turbidez e Cor Aparente e, por consequência, a amostra com dosagem reduzida de Sulfato de Alumínio foi a que apresentou os melhores resultados de remoção de Turbidez e Cor Aparente.

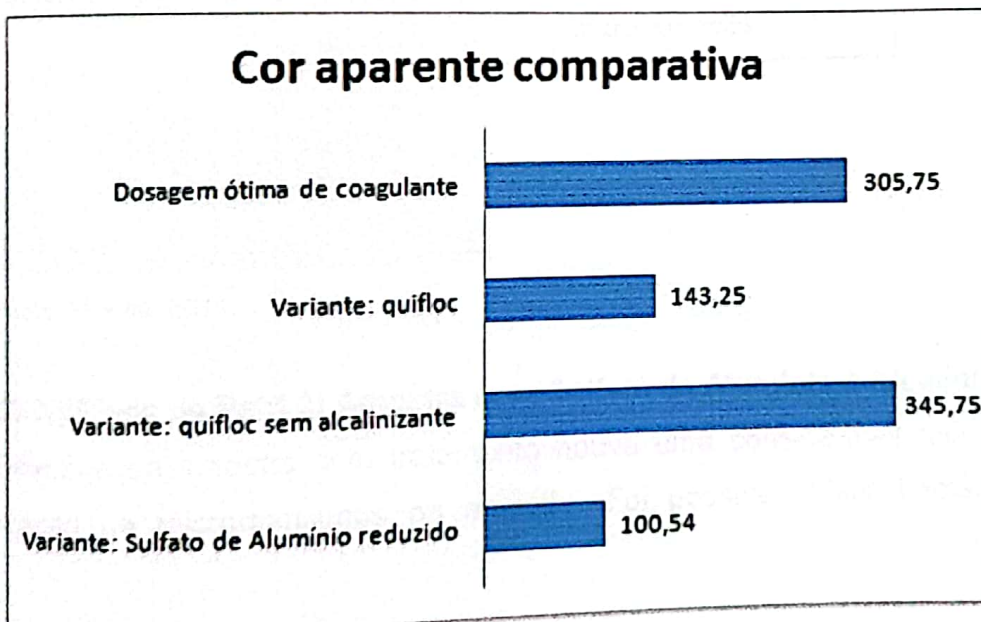
10.2.1 Comparação entre os melhores valores de Turbidez e Cor Aparente de cada análise

Gráfico 10.11 – Comparação entre os melhores valores de Turbidez.



Fonte: Própria, 2014.

Gráfico 10.12 – Comparação entre os melhores valores de Cor Aparente.



Fonte: Própria, 2014.

Nota-se que para os resultados de Turbidez e Cor aparente, os melhores obtidos foram aqueles que utilizaram uma menor dosagem de Sulfato de Alumínio em conjunto com Alcalinizante e o *Quifloc* (resultado 4).

No resultado 2, representado nos gráficos acima, mostram, também que, o Quiffloc utilizado em conjunto com o Sulfato de Alumínio em dosagem otimizada com Alcalinizante, apresentaram o segundo melhor resultado de Turbidez e Cor Aparente das amostras analisadas.

10.3 Análise qualitativa microbiológica básica

10.3.1 Placa de Petri 1: Amostra sem tratamento

Analisando a placa de petri 1, foi possível notar uma grande concentração de microrganismos, não foi possível diferir bactérias de fungos.

Figura 10.6 – Amostra sem tratamento.



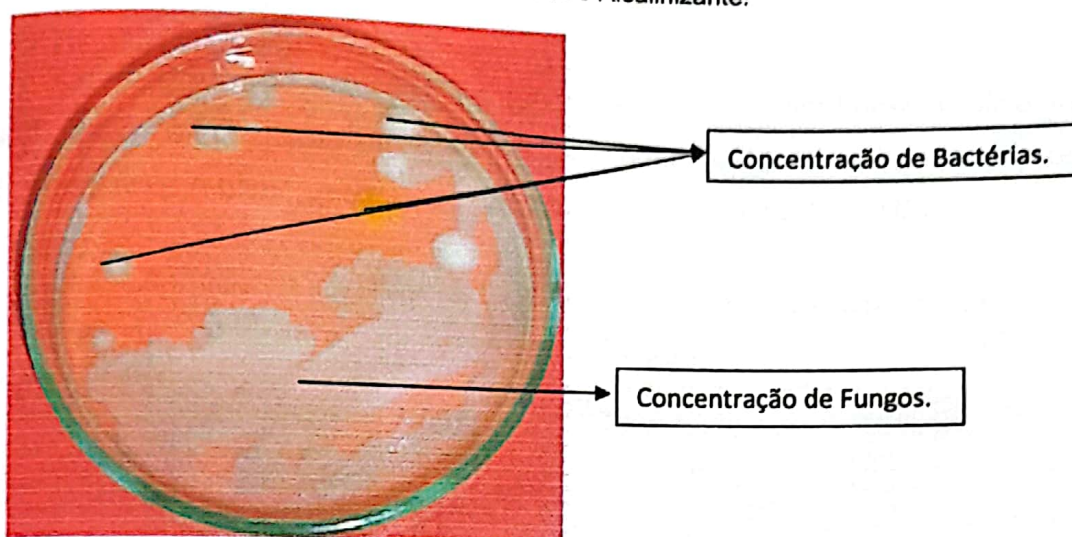
Grande concentração de microrganismos.

Fonte: Própria, 2014.

10.3.2 Placa de Petri 2: Amostra com Sulfato de Alumínio e Alcalinizante.

Diferente da amostra sem tratamento houve uma considerável redução de concentração de microrganismos na amostra. Foi possível diferir bactérias de fungos.

Figura 10.7 – Amostra com Sulfato de Alumínio e Alcalinizante.

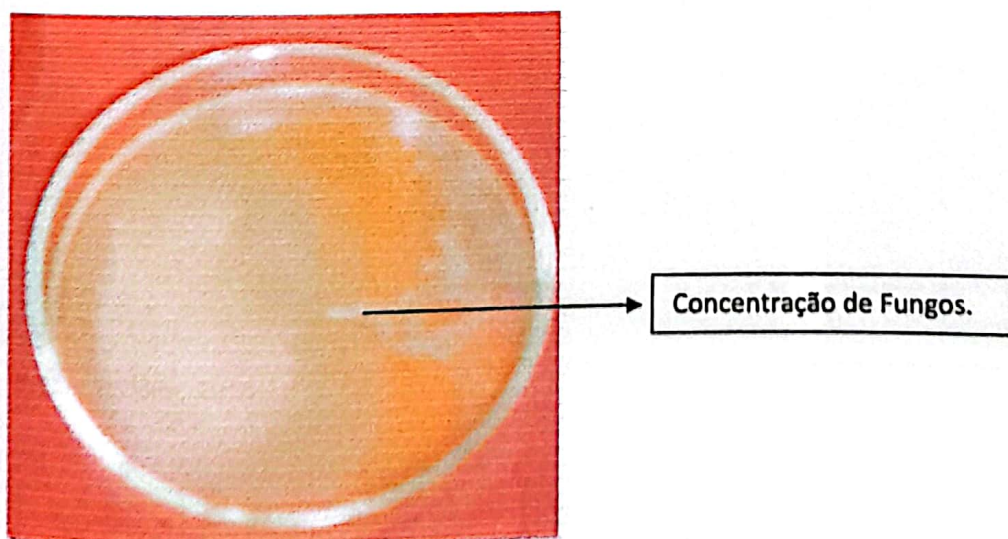


Fonte: Própria, 2014.

10.3.3 Placa de Petri 3: Amostra com Sulfato de Alumínio, Alcalinizante e Quifloc.

Resultado parecido com a amostra da Placa de Petri 2, mas houve diminuição da concentração de bactérias na placa e um aumento na concentração de fungos.

Figura 10.8 – Amostra com Sulfato de Alumínio, Alcalinizante e Quifloc.





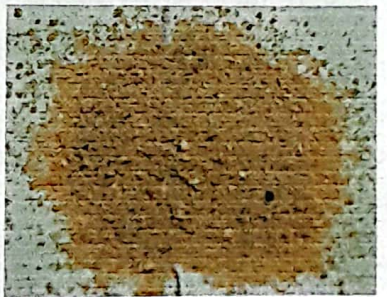



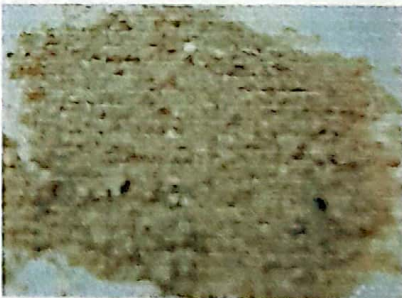


Fonte: Própria, 2014.

10.4 Filtrações simples com areia

Filtração utilizando soluções contendo *Quifloc*. Em nenhuma análise feita, utilizando areia de dimensões grossas, médias e finas, foram encontradas anomalias nas mesmas após a filtração de amostras contendo a solução de *Quifloc*.

Tabela 10.9 – Aspectos dos diferentes tipos de areia, antes e após a adição de *Quifloc*

	Antes do tratamento	Após a filtragem	Seca
Areia Grossa			
Areia Média			
Areia Fina			

Fonte: Própria, 2014.

11 CUSTOS

De acordo com os testes feitos no *Jar Test*, a concentração de quiabo ótima foi de 0,014 g/L. Em uma ETA com vazão de 100 l/s seria usado 1,4 g de quiabo pulverizado. Considerando que o quiabo perde cerca de 90% de massa (água que é removida na secagem), então para tratar 100 L necessitaria de 14g de quiabo maduro por segundo. Considerando também o custo do quiabo que é R\$ 0,50 centavos o quilo, e que a ETA funcione 24 h (86400s) o custo diário com a adição do quiabo ao tratamento seria de R\$ 17,28.

Dados:

Sulfato de Alumínio R\$ 0,95/kg (SAAE – 2009);

Hidróxido de Cálcio R\$ 0,80/kg (SANASA - Campinas);

Quiabo R\$ 0,10 – 0,50/kg (EMATER – DF).

Tabela 11.1 – Dados comparativos de preços em consideração aos testes realizados

Dosagem	Custo Total
Sulfato de Alumínio + alcalinizante	R\$ 156,44
Sulfato de Alumínio + alcalinizante + Quifloc	R\$ 156,74
Sulfato de Alumínio reduzido à metade + alcalinizante + Quifloc	R\$ 98,46

Fonte: Própria, 2014.

12 CONCLUSÕES

O quiabo é um dos principais polímeros naturais e de fácil obtenção, fato este que possibilita o estudo e a aplicação de seu polímero em tratamento de água.

Quando usado como coadjuvante da coagulação em tratamentos de efluentes tem apelo compatível com o ambiente, especialmente quando associado ao uso de material renovável, ao baixo potencial de toxidez e ao potencial de sustentabilidade da agricultura familiar.

Quifloc (solução de quiabo), quando usado em conjunto com o Sulfato de Alumínio, possui melhor atuação, fazendo com que este coagulante metálico seja usado em menor quantidade.

Em testes comparativos entre o sulfato de alumínio em conjunto com o Alcalinizante Hidróxido de Cálcio e Sulfato de Alumínio em conjunto com *Quifloc*, a amostra com o polímero natural obteve melhores resultados em que a decantação dos suspensos foi mais rápida e havendo uma nítida redução de Cor Aparente e turbidez das amostras.

É possível reduzir o uso do coagulante metálico e/ou anulando o uso do Alcalinizante quando se aplica o *Quifloc*.

O quiabo pulverizado utilizado nos últimos testes foi armazenado por oito meses e continuava estável para a realização dos testes como auxiliar de floculação.

O custo de aplicação do quiabo em tratamento de água e esgoto em áreas rurais é inferior ao custo de polímeros sintéticos e ao coagulante primário e Alcalinizante utilizados nos tratamentos.

13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. **Polímeros naturais e artificiais**. AlunosOnline. Disponível em: <<http://www.alunosonline.com.br/quimica/polimeros-naturais-e-artificiais-.html>>. Acesso em: 04 mar. 2014, 11:02.

BIANCHI, J. C. A; ALBRECHT, C. H; MAIA, D. J. **Universo da química**. São Paulo: Ed. FTD, 1. Ed, volume único, 2005.

BIBLIOTECA DIDÁTICA DE TECNOLOGIAS AMBIENTAIS – Módulo Saneamento Ambiental. **Coagulação**. Universidade de Campinas. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/coagulacao.htm>>. Acesso em: 04 mar. 2014, 11:27.

BITTENCOURT, A.V.L.; HINDI, E.C. **Tópicos de hidroquímica**. In: III curso sudamericano sobre evaluación y vulnerabilidad de acuíferos, Asunción, Itaipú binacional, OEA, 2000.

COSSICH, E. S. **Tratamento de Efluentes – parte II: 4 – Classificação dos Processos de Tratamento. 5 – Tratamento Primário de Efluentes**. Nov 2006.

FREITAS, V. P. **Poluição de águas**. Revista CEJ, v. 1. Disponível em: <<http://www2.cjf.jus.br/ojs2/index.php/revcej/article/view/110/153>>. Acesso em 12 fev. 2014, 02:06.

IDS 2012: Brasil avança rumo ao desenvolvimento sustentável, mas ainda tem muitos desafios a enfrentar. IBGE, instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. Disponível em:

<<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2161>>. Acesso em: 29 mar 2014, 17:05.

Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. **Um programa para os produtos hortícolas frescos**. Disponível em: <www.hortibrasil.org.br>. Acesso em: 30 mar 2014, 18:31

LEMAIRE, F. C;LEMAIRE, E. **Dictionnaire de l'environnement**. Verviers, Marabout, 1975.

LEME, F. C. **Teorias e técnicas de tratamento de águas**. Rio de Janeiro: Ed. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2. Ed (Atualizada), 1990.

LIMA, J. B. L. **Uso do polímero natural do quiabo como auxiliar de floculação e filtração em tratamento de água e esgoto**. Centro de Tecnologia e Ciências da Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2007/GuilhermeJulioMdeAbreuPEAMB_2007.pdf>. Acesso em: 18/03/2014, 00:58.

MERTEN, G. H; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura.** Agroecol e desenvolvimento rural sustentável de Porto Alegre, v. 3, n. 4, out/dez, 2002. Disponível em: http://graduacao.cederj.edu.br/dds/arquivos/sala_tutoria/Estudo%20dirigido%20Texto%201___0wjf98bjlx2fz2p31072012pdf. Acesso em: 21 fev. 2014, 23:54.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental.** 4 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

NOVAIS, E. S. **Utilização de polímeros catiônicos e aniônicos no tratamento de efluentes.** Faculdade de tecnologia de Sorocaba. Disponível em: <http://fatecsorocaba.edu.br/principal/pesquisas/nuplas/dissertacoes/TCCs1sem-2012/Elis%C3%A2ngela%20da%20Silva%20Novais.pdf> Acesso em: 21 fev 2014, 23:51.

OLIVEIRA, A. M. P. **Alcalinidade e Dureza das águas.** Disponível em: http://www.kurita.com.br/adm/download/Alcalinidade_e_Dureza.pdf. Acesso em: 21 fev. 2014, 00:00.

PEIXOTO, J. **Análises físico-químicas – cor, turbidez, pH, temperatura, alcalinidade e dureza.** Laboratório de tecnologias Ambientais. MIEB. Disponível em: <http://www.biologica.eng.uminho.pt/TAEL/downloads/analises/cor%20turbidez%20ph%20t%20alcalinidade%20e%20dureza.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2014, 17:19.

PORTARIA MS nº 518/2004. **Ministério da Saúde**, Brasília, 2005. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf. Acesso em: 22 fev. 2014, 00:28.

SANTIAGO, E. **Poluição da Água.** InfoEscola Navegando e Aprendendo. Disponível em: <http://www.infoescola.com/ecologia/poluicao-da-agua/>. Acesso em: 12 fev. 2014, 02:14.

SANTOS, G. R; **Estudo de clarificação de água de abastecimento público e otimização da estação de tratamento de água.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química. Disponível em: <http://tpqb.eq.ufrj.br/download/clarificacao-de-agua-de-abastecimento-publico.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2014, 16:24.

SANTOS, T. Z; ZARA, R. F; *et al.* **Estudo da utilização de flocculantes alternativos e naturais em tratamento de água.** EXP – Ciência para o Desenvolvimento Sustentável, EXPO UT 2010. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/toledo/estrutura-universitaria/diretorias/dirppg/anais-do-ii-endict-encontro-de-divulgacao-cientifica-e-tecnologica/anais-do-ii-endict/Q%20Santos%20et%20al%20-%20108-111.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2014, 12:51.

SIEMONSMA, J.S; KOUAME, C. **Abelmoschus esculentus (L.) Moench.** Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands. 2000

SNATURAL. **Floculantes.** Disponível em:
<<http://www.snatural.com.br/Produtos-quimicos-tratamento-agua-Floculantes.html>>. Acesso em: 04 mar. 2014, 12:55.

SPERLING, M. V. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias.** Volume 1, 3ª edição.

TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO. Disponível em:
<<http://www.brasilecola.com/geografia/tratamento-de-agua-e-esgoto.htm>>. Acesso em: 30 mar 2014, 17:10.

USP. **Tratamento de água.** Educação Ambiental e Cidadania. Disponível em:
<<http://www.usp.br/qambiental/tratamentoAgua.html>>. Acesso em: 30 mar 2014, 17:06.

VIANNA, M. R. **Hidráulico Aplicado às ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA,** Instituto de Engenharia Aplicada Editora, Belo Horizonte, 1992.