INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO

CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA

DEPARTAMENTO DE ENSINO

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

JOSÉ FRANCISCO DE SOUZA

USO DE PRODUTO NATURAL PÓ DE QUIABO COMO AUXILIAR DE FLOCULAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

CUIABÁ-MT
2014

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MATO GROSSO

CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA

DEPARTAMENTO DE ENSINO

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

JOSÉ FRANCISCO DE SOUZA

USO DE PRODUTO NATURAL PÓ DE QUIABO COMO AUXILIAR DE FLOCULAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso *Campus* Cuiabá Bela Vista. Sob orientação da professora Dra Luciana Ferraz.

CUIABÁ-MT

Novembro-2014

JOSÉ FRANCISCO DE SOUZA

USO DE PRODUTO NATURAL PÓ DE QUIABO COMO AUXILIAR DE FLOCULAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Gestão Ambiental, submetido à Banca Examinadora composta pelos Professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso Campus Cuiabá Bela Vista como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduado.

Aprovado em: _____

_____

Prof. Dra Luciana Ferraz(Orientador)

_____

Prof. Dra) Elinez da Silva Rocha(Co-orientador)

_____

Prof. (MSc, Dr.)_____ (Membro da Banca)

_____

Prof. (MSc, Dr.)_____ (Membro da Banca)

Cuiabá-mt

2014

DEDICATÓRIA

Aos meus familiares.

AGRADECIMENTOS

A meus pais, João (*in memorian*) e Maria, por tudo, e principalmente, por valorizarem o saber.

A minha família: Nadir, minha esposa, e meus filhos Giancarlo e Pamela, pelo incentivo, apoio e companhia sempre presentes.

A Cab Cuiabá pelo auxílio e apoio no desenvolvimento e realização dos testes. A Sanear –Rondonópolis que cedeu suas instalações e o laboratório para realização dos ensaios. A prefeitura municipal de Barra do Bugres que cedeu suas instalações e o laboratório para realização dos ensaios.

Aos inúmeros colegas, amigos e professores que motivaram, estimularam e orientaram os estudos que se materializaram este trabalho.

"O homem vive da natureza, isto significa que a natureza é o seu corpo com o qual ele deve permanecer em processo constante, para não perecer. O fato de que a vida física e espiritual do homem se relaciona com a natureza não tem outro sentido senão o de que a natureza se relaciona consigo mesma, pois o homem é parte da natureza" (Karl Marx)

RESUMO

Este trabalho consiste em avaliar a eficiência de novas alternativas de uso com as espécies naturais do quiabo (*abelmoschus esculentus*),desidratado, triturado moído, pó pulverizados com granulométrica de 0.0125 mm, para tratamento de água para consumo humano, como auxiliar de floculação natural na remoção principalmente dos parâmetros físico-químicos, turbidez e cor aparente, pH, para fins de consumo humano. Através de ensaios de bancada em equipamento *jar test* com adição de coagulante químico (sulfato de alumínio). O pó foi obtido após secagem, trituração, moagem, peneiramento, e depois preparado solução e utilizado no processo de coagulação, floculação e sedimentação para testar a eficiência, quando usado só e quando usado em conjunto com o coagulante químico. Os resultados mostraram que o quiabo em conjunto com o coagulante apresentou melhor eficiência na remoção da turbidez, melhoria na qualidade da água decantada, redução na dosagem do coagulante, melhoria na velocidade de sedimentação dos flocos. O presente trabalho consiste de uma investigação experimental para avaliar a aplicabilidade do quiabo pó como auxiliar de floculação em Estação de Tratamento de Água (ETA) em ciclo completo. A pesquisa foi realizada por meio de ensaios de coagulação, floculação e sedimentação em reatores em escala de bancada ("jar-test"), em que foram investigadas diversas condições experimentais. O quiabo se mostrou adequado como auxiliar de floculação da água estudada, uma vez que possibilitou a melhoria da qualidade da água decantada e diminuição da dosagem de sulfato de alumínio. Além disso, o quiabo apresenta baixo custo, fácil preparação e aplicação, e não apresenta riscos à saúde dos consumidores. O quiabo (*abelmoschus esculentus*), maduro, que foi rejeitado pelo consumidor devido à ausência do frescor deste fruto, é estável, sendo produto apropriado para uso em tratamento de água e, pois é polímero aniônico. Portanto, em tratamento com coagulação química deverá ser usado após a aplicação do coagulante metálico ou orgânico, para tornar o floco mais denso, maior e mais resistente às forças que provocam ruptura.

Palavra-chave: Produto Natural do Quiabo, Auxiliar de Floculação, Tratamento de Água.

ABSTRACT

This work is to assess the efficiency of new alternatives for use with sprayed with particle size of 0.0125 mm natural species of okra (Abelmoschus esculentus), dried, crushed, ground, powdered, for treatment of water for human consumption, as auxiliary of flocculation in natural removal mainly of physico-chemical, turbidity and apparent color, pH, for human consumption parameters. Through bench tests in jar test equipment with the addition of chemical coagulant (aluminum sulfate). The powder was obtained by drying, crushing, grinding, sieving, and then the solution prepared and used in the coagulation, flocculation and sedimentation to determine the efficacy when used alone and when used in conjunction with the chemical coagulant. The results showed that the gumbo along with the coagulant showed better turbidity removal efficiency, improving the quality of the decanted water, reduction in the dosage of the coagulant, improvement in sedimentation rate flocos.O this work consists of an experimental investigation to assess the applicability of okra powder as an auxiliary of flocculation in the Water Treatment Plant (WTP) in full cycle. The survey was conducted by testing coagulation, flocculation and sedimentation in bench scale reactors ("test-jar"), in which different experimental conditions were investigated. The okra proved suitable as flocculating auxiliary water studied, since it possible to improve the quality of the water decanted and reduction of the dosage of aluminum sulfate. Besides, okra has a low cost, easy preparation and application, and presents no risk to consumer health. Okra (Abelmoschus esculentus), ripe, which was rejected by the consumer due to the lack of freshness of the fruit, is stable, and suitable product for use in water treatment and as it is anionic polymer. Therefore, treatment with chemical coagulation should be used after application of the metal or organic coagulant to make denser, larger and more resistant to rupture forces causing floc.

Keyword: Natural Product of okra, Auxiliary Flocculation, Water Treatment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Contribuição hídrica.....27

Figura 2- Áreas de Estudo dos Mananciais.....27

Figura 3 – Manancial Rio Vermelho (Rondonópolis).....27

Figura 4 – Manancial (Barra do Bugres).....28

Figura 5 - Equipamento de jar test. Resultado da água após o processo de coagulação, floculação e sedimentação. 28

Figura 6 - Quiabo fresco, seco, pó. 32

Figura 7 - Água bruta do manancial rio Cuiabá em Cuiabá (MT).....35

Figura 8 - Água bruta do manancial rio Cuiabá.....36

Figura 9 - Água bruta do manancial rio vermelho em Rondonópolis (MT).....37

Figura 10 - Água bruta do manancial rio bugres em Barra do Bugres (MT).....38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos, representando as condições iniciais da água amostrada.....34

LISTA DE ABREVIATURAS

AWWA - American Water Works Association

ETA - Estação de Tratamento de Água

MWH - Montgomery Watson Harza

PACl - Cloreto de Polialumínio

USP- Universidade de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

C° - Grau Celsius

G - Gradiente de velocidade (s^{-1})

pH - Potencial Hidrogeniônico

uH - Unidade Hazen de Cor

NTU- (Nephelometric Turbidity Unit)

SUMÁRIO

1. **INTRODUÇÃO**.....13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....15
2.1 Qualidade da água..... 18
2.2 Poluição.....20
2.3 Parâmetros físicos da água.....22
2.4 Cor aparente e verdadeira.....23
2.5Turbidez 23
2.6 Coagulação da Turbidez 24
2.7 Parâmetros químicos da água.....24
2.8 Potencial Hidrogeniônico pH 25
2.9 Processo e etapas do tratamento de água.....25
2.9.1 Unidade de Mistura Rápida.....25
2.9.2 Coagulação 25
2.9.3 Floculação.....25
2.9.4 Sedimentação 26
3. METODOLOGIA.....26
3.1 Área de estudo 26
3.2 Amostragem 28
3.3 velocidade de sedimentação 30
3.4 Equipamentos usados durante os ensaios.....30
3.5 Turbidez 30
3.6 pH potencial Hidrogenionico.....30
3.7 Cor Aparente 31
3.8 Agitador magnético 31
3.9 Nessler Quanti 200.....31
3.10 Equipamento jar test.....31
3.11 Macro moinho.....31
3.12 Balança semi analítica.....31
4.Preparo Auxiliar de floculação natural quiabo pó 32
4.1 Delineamento Experimental 33
4.2 Jar Test ou Técnica Tratamento de Água 33
4.3 Produtos Naturais Usados no Tratamento de Água 34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....34
5.1 Tratamento Estatistico.....35
5.2Cuiabá.....35
5.3 Rondonópolis 37
5.4 Barra do Bugres 38
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 39
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 40

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial e de extrema importância para o homem. Porém em virtude da poluição, muitos mananciais encontram-se deteriorados, oferecendo água de má qualidade à população. Devido a isto, torna-se mais importante que o tratamento da água seja feito de modo adequado nas Estações de Tratamento de Água (ETA). (DI BERNARDO 2005).

Essas várias etapas de tratamento são necessárias na ETA porque a água bruta captada nos mananciais geralmente apresenta diversas impurezas, as quais se distribuem em diversas faixas de tamanho, e incluem microrganismos, substâncias dissolvidas, colóides, materiais em suspensão, entre outros, sendo que a grande maioria dessas partículas possui carga superficial negativa. Devido a isso, ocorre repulsão entre essas partículas, o que impede que as mesmas se aglutinem e formem partículas de maior tamanho, que possam sedimentar. (DI BERNARDO 1993).

Quando se adiciona o coagulante à água, essas partículas são desestabilizadas. Ou seja, as forças de repulsão se tornam de menor intensidade que as de atração entre as partículas, de modo que as mesmas podem se agregar, formando flocos. Para aumentar o tamanho e a densidade dos flocos, podem ser empregados outros produtos químicos sintéticos ou naturais, denominados auxiliares de floculação, que possibilitam a obtenção de água tratada com melhor qualidade e permitem, em certos casos, na redução das dosagens de coagulantes. (AZEVEDO NETTO 1991)

Dentre os auxiliares de floculação, os polímeros sintéticos são os mais usados no tratamento de água, em virtude de sua elevada eficiência na formação de flocos. Contudo, tais produtos podem acarretar danos à saúde da população, se forem liberados na água tratada, o que pode ocorrer se houver falhas na operação da ETA. Devido a isso, os polímeros naturais têm recebido atenção do meio técnico, pois os mesmos podem ser utilizados como auxiliares de floculação sem que representem qualquer risco à saúde da população, já que são amplamente empregados na alimentação humana. (BRAGA 2002).

Nos últimos anos, os problemas relativos à qualidade da água, registram necessidade de maior envolvimento de estudiosos e pesquisadores encontrar

alternativas de tratamento para melhorar a qualidade da água para consumo humano.

A utilização de produtos naturais como auxiliar de floculação torna possível adequar à água que é produzida em algumas estações de tratamento de água, que devido à sobrecarga de vazão é produzida fora dos padrões de potabilidade, Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde que estabelece padrão de turbidez da água tratada na saída da estação de tratamento de água 1,0 de turbidez, e cor aparente 15,0 unidade de cor.

A aplicação deste trabalho pode ser implementada com cálculos de custos e benefícios, para as empresas de tratamento de água. O uso de auxiliares de floculação natural tem sido objeto de muitos trabalhos de pesquisa, destacando-se sempre suas vantagens em relação ao uso do sal de alumínio e de ferro, como resumido no livro de American Water Works Association – AWWA (1900). (ABREU LIMA 1995)

Nesse contexto se insere esta de forma a aprofundar os estudos relativos a realização de tratamento de água utilizando produto natural local sendo o quiabo na forma seca em pó, pois deste modo não existe concorrência com o consumo para alimentação. Já que o quiabo que é rejeitado pelo consumidor, quando estão seco e duro. Podendo ser recolhido dos atacadistas quando estiver impróprio para consumo humano ou mesmo utilizado por populações remanescentes de quilombolas, pois estes têm em sua tradição o habito de cultivar esta espécie em abundancia. (CARVALHO 2008).

O uso de produtos naturais, além de mais seguro, pode ser efetuado com maior probabilidade de se conseguir vantagens econômicas, tendo em vista que seu custo é mais superior ao dos coagulantes primários bem mais comuns. Os polímeros usados como coagulantes ou como auxiliares de coagulação, floculação e filtração estão em destaque entre estes produtos químicos e pretende-se, com o usado como auxiliar de floculação e filtração em tratamento de águas de abastecimento público e em águas residuárias, a melhoria da qualidade das águas tratadas. Ampliando-se a eficiência da sedimentação, filtração, devido ao uso que torna os flocos mais resistentes às forças de cisalhamento, e com maior velocidade de sedimentação e maior aderência no meio filtrante, com possibilidade de melhoria da qualidade da água, principalmente em unidades de tratamento que operam sobrecarregadas.

Sabe-se que, com o crescimento da demanda nos sistemas de abastecimento de água, é praxe a operação das estações de tratamento com vazão superior à capacidade nominal.

O objetivo dessa pesquisa é avaliar a eficiência do quiabo (*Abelmoschus esculentus*) em pó, como um auxiliar de floculação natural para o tratamento de água para consumo humano, em estações de tratamento da cidade de Cuiabá, Rondonópolis e Barra do Bugres no Estado de Mato Grosso. Nossa hipótese é de que o uso de quiabo em pó reduzirá a turbidez, cor aparente, aumentará a velocidade de sedimentação dos flocos e, redução na dosagem do coagulante.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Entre os recursos naturais que o homem dispõe, a água aparece como um dos mais importantes, sendo indispensável para a sua sobrevivência. Em suas múltiplas atividades, o homem precisa de água, sendo que a utilização cada vez maior dos recursos hídricos tem produzido problemas, não só de carência dos mesmos, como também de degradação de sua qualidade (MOTA, 1995).

É conhecido que dos 3% de água doce disponíveis no planeta, apenas 0,01% localiza-se nos rios e nos lençóis freáticos, sendo desse percentual utilizado para o consumo humano e de outros seres vivos. Dessa forma, a água passou a ser uma preocupação crescente não apenas no que se refere á quantidade disponível, mas, principalmente, em relação á sua qualidade, acarretando prejuízos e restrições nos seus usos múltiplos (VASCONCELOS E SOUZA, 2011).

Os problemas relativos á qualidade da água envolvem um espectro bastante amplo dentro das áreas de estudo hidro ambiental e na determinação das potenciais fontes de contaminação resultantes de disposição inadequadas dos resíduos líquidos e sólidos, de natureza domestica e industrial, alterações provocadas por empreendimentos para geração de energia (barragens); resfriamento de águas de termoelétricas, além das praticas agrícolas e de criação de animais em pequenas áreas nas bacias urbanas. Todas essas

ações antropogênicas acarretam impactos que se inter-relacionam com os processos naturais que ocorrem na bacia (LIMA, 2012).

A situação se agrava, em decorrência do efeito cumulativo gerado pelo crescimento populacional desordenado e a falta de planejamento nas cidades têm se tornado uma constante ameaça á saúde da população. Os esgotos são despejados de forma natural nas valas e nos rios, a água contaminada é a causa principal de varias enfermidades. A influência do homem nesse contexto de contaminação de lençóis freáticos, desmatamento, alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente tem levado a uma expressiva queda da qualidade da água e diminuição da biodiversidade aquática (VASCONCELOS e SOUZA, 2011). As águas naturais, principalmente as águas superficiais próximos ás zonas urbanas, industriais e regiões desmatadas contêm uma grande variedade de impurezas, como partículas coloidais, substancias húmicas, plâncton e micoorganismos em geral (Borba, 2001).

Devido a todos esses problemas o homem está buscando de varias formas minimiza-lós e uma das alternativas estão na biodiversidade dos recursos naturais a solução, numa tentativa de evitar o uso de produtos químicos artificiais, muitas vezes contaminados com substancias químicos tóxicas e ou radioativas. E nessa busca esta o crescente estudo no uso de auxiliar de floculação natural, de origem vegetal para clarificação de água turva e colorida , quando possível , é de grande significação ecológica e ambiental, considerando que a presença das plantas, sempre contribui com a ecologia, o embelezamento e a melhoria do ambiente, tornando o meio mais agradável e ainda produzindo oxigênio molecular, indispensável à respiração dos seres vivos.

Os polímeros naturais usados como coagulantes ou como auxiliares de coagulação, floculação, sedimentação e filtração estão sendo em destaque entre estes produtos, amido de milho e mandioca usados como auxiliares de floculação e a moringa *Oleifera Lam* usada com coagulante entre outros (LIMA, 2007). Pré tende-se com os estudos dos polímeros naturais do quiabo (*Abelmoschus esculentus*), que serão testados como auxiliares de floculação em tratamento de água para consumo humano, melhoria da qualidade da água tratada. Ampliando-se a eficiência da sedimentação, devido ao uso auxiliar

natural que torna os flocos mais resistentes ás forças de cisalhamento, e com maior velocidade de sedimentação e maior aderência no meio filtrante (LIMA, 2007).

Na década de setenta já era recomendado o emprego de auxiliares de floculação AWWA (1972) e, há tempos Campos e Di Bernardo (1993), relataram em livros suas experiências referentes ao uso de auxiliares de floculação. O uso de produtos naturais locais, além de mais seguro, pode ser efetuado com maior probabilidade de se conseguir vantagens econômicas, tendo em vista que seu custo é pouco superior aos coagulantes primários bem mais comuns.

Conhecendo os benéficos advindos do uso de auxiliares de floculação natural, pesquisadores têm caminhado para uma solução ainda mais vantajosa: o uso de produtos naturais como auxiliar de floculação. Os polímeros naturais amidos em geral, são obtidos facilmente sem a utilização de produtos químicos complexos, e seu emprego também se torna atrativo do ponto de vista econômico.

Com a utilização do quiabo como auxiliar de floculação espera-se a redução na dosagem do coagulante, sendo que este é um produto biodegradável, natural e que pode ser plantado nas áreas da própria estação de tratamento de água ou ainda ser usado aquele que não serve mais para o consumo humano.

Apesar dos benefícios obtidos com o uso dos polímeros, duas perguntas devem ser consideradas: São conhecidas todas as relações entre a utilização de polímeros sintéticos e a saúde da população. A utilização de amidos pode ser competitiva, técnica e economicamente, em comparação com os polímeros sintéticos.

A primeira pergunta tem sido motivo de preocupação, há algum tempo, para a Organização Mundial da Saúde (OMS), pelos eventuais problemas de saúde resultantes da presença de meros ou de produtos intermediários existentes na água tratada. A aparição dessas impurezas pode ser provocada por qualquer falta no controle das condições com as quais se efetua a polimerização. É evidente que isto só é prejudicial quando os produtos indesejáveis oferecem perigo para o consumidor.

O emprego de polímeros naturais deve ser investigado e estimulado de forma que os produtos potencialmente perigosos possam ser substituídos com vantagens, levando em conta, principalmente, o aspecto da saúde pública. Além disso, como os produtos naturais, na maioria dos casos, são obtidos facilmente sem utilização de processos químicos complexos, seu emprego pode resultar mais atrativo que o de polímeros sintéticos, considerando, também, o aspecto econômico.

Outra questão diz respeito ao fato de que há polímeros que são mais eficientes quando aplicados logo após a mistura rápida do coagulante primário enquanto outros, após certo tempo de floculação. Com certeza, o natural, pesquisadores têm caminhado para uma solução ainda mais vantajosa.

Tendo em vista que os amidos naturais e catiônicos têm sido objeto de estudos recentes no Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia da São Carlos - USP, e observando-se a potencialidade do uso destes como auxiliares de floculação, foi proposto o presente trabalho, que consiste na realização de ensaios de coagulação, floculação e sedimentação em equipamento de reatores estáticos, objetivando verificar a influência do gradiente de velocidade e do tempo de agitação na floculação com o amido de mandioca catiônico, quando utilizado como auxiliar.

2.1 Qualidade da água

As águas naturais, principalmente as águas superficiais próximas às zonas urbanas, industriais e regiões desmatadas contêm uma grande variedade de impurezas, como partículas coloidais, substâncias húmicas, plâncton e microrganismos em geral. (BORBA, 2001, p.16). Para remover estas impurezas é necessária a implantação de sistemas de tratamento de água que utilizem determinadas substâncias químicas como os coagulantes. (DI BERNARDO 2003, p.22).

Entretanto, em virtude da não acessibilidade da água potável devido a ausência de um sistema público de distribuição de água potável, muitas famílias utilizam a água sem nenhum tratamento prévio, o que se caracteriza como um dos principais problemas enfrentados por comunidades carentes de pequenas cidades no interior do Brasil (BERNARDO, 2000, p.8).

Assim, ressalta-se a importância da existência de técnicas alternativas de tratamento de água, como por exemplo, a substituição de coagulantes sintéticos por produtos naturais auxiliares de floculação. (DI BERNARDO, 2000, p.8).

O Brasil é o detentor de uma das maiores reservas de recursos hídricos do mundo. No entanto, muitos dos mananciais utilizados estão cada vez mais poluídos e deteriorados, pela falta de controle ou pela falta de investimentos em coleta, tratamento e disposição final de esgotos e efluentes industriais (KOENIG, 2007, p. 12).

A qualidade de uma água é definida por sua composição química, física e bacteriológica e suas características desejáveis dependem de sua utilização. Richter (1991, p. 25a). Para o consumo humano há necessidade de uma água pura e saudável, ou seja, livre de matéria suspensa visível, cor, gosto e odor de quaisquer organismos capazes de provocar enfermidades e de quaisquer substâncias orgânicas ou inorgânicas que possam produzir efeitos fisiológicos prejudiciais. (RICHTER, 1991, p. 25a).

Assim, para se adequar ao consumo, a água necessita de tratamento e, para tanto, os métodos vão desde a simples fervura até sistemas completos que contemplem a coagulação, floculação, sedimentação, filtração e cloração (DI BERNARDO 2005, p. 29).

A água, assim como o ar e o alimento, constitui um dos principais componentes que possibilitam a vida no planeta. As primeiras comunidades surgiram através da água, uma vez que enquanto o ar atmosférico se encontra disseminado por todas as regiões da Terra e o alimento pode ser produzido pelo homem, à água se encontra em áreas determinadas, o que obrigou as comunidades a serem construídas próximas aos cursos d'água. (FIGUEREDO, 2005, p. 36).

O autor acima descreve que a fonte natural e única de água é a precipitação sob suas várias formas (chuvas, geadas, nevadas, etc.). As águas precipitadas sobre a Terra constituem-se de águas de superfície e águas subterrâneas. O destino das águas de superfícies são os oceanos, que em geral, no ciclo das águas, também estão ligados às águas subterrâneas.

No percurso até os oceanos, as águas superficiais absorvem minerais, matéria orgânica e microorganismos de várias formas, o que

evidencia a condição dessas águas. Quando ricas em matéria orgânica e inorgânica, a presença de protozoários, algas e bactérias torna-se abundante.

Na ausência de sais minerais, quase não se observa atividade biológica (VON SPERLING, 2002, p.82). As águas subterrâneas, devido às filtragens que ocorrem nas várias camadas de solo durante o processo de infiltração, são geralmente isentas de microorganismos e pobres em contaminantes orgânicos e inorgânicos, por isso, quando em quantidades suficientes, são perfeitas para água de abastecimento (CAMPOS, 2005, p.25.)

2.2 Poluição

Grande quantidade de resíduos já era descartada nos mares onde a natureza se encarregava de purificá-los, voltando ao seu estado original. Porém, devido ao crescimento populacional e expansão das indústrias, os cursos d'água já não possuem mais essa capacidade devido à crescente quantidade de esgotos que é lançado diariamente nos corpos d'água principalmente pelas atividades industriais (ARBOLEDA, 1972, p.3).

Essas atividades geram efluentes (resíduos ou rejeitos de atividades industriais, esgotos sanitários, etc.) que contém poluentes orgânicos (óleos, gorduras, carboidratos) e inorgânicos (metais pesados). Em geral, esses poluentes que podem ser originários de esgotos domésticos, despejos industriais, escoamento superficial (urbano ou rural) são tóxicos e causam efeitos adversos em pessoas e animais se estiverem acima do nível de concentração estabelecido pelos órgãos competentes. (ARBOLEDA, 1972. p, 3).

A poluição da água pelos esgotos sanitários está intimamente vinculada aos microorganismos patogênicos, os quais disseminam os mais variados tipos de doenças como tifo (febre tifóide), amebíase, entre outras. Como o veículo transmissor é a própria água, estas são denominadas doenças hídricas. (RESENDE 2002 p. 13).

A carga de matéria orgânica neste tipo de esgoto pode servir de alimento para peixes, fungos e até bactérias, que podem se multiplicar com muita rapidez. Quanto maior for à quantidade de esgotos lançados, maior

será a quantidade de matéria orgânica, o que implica no aumento de bactérias, as quais, por sua vez, consumirão todo o oxigênio existente na água, causando a morte de toda a população que nela habita. Com isso, podem surgir bactérias com capacidade de respirar sem oxigênio livre, as chamadas bactérias anaeróbias. (VON SPERLING 2002, p.58).

No caso da poluição da água por resíduos industriais o fator implicante é a degradação por processos naturais. Sua composição geralmente inclui substâncias químicas tóxicas, como metais pesados (chumbo, cobre, etc.), pesticidas, que acima dos níveis de concentração podem trazer sérios riscos tanto para a humanidade, como para o meio ambiente, visto que a contaminação pode se estender também aos solos (NETO, 1987, p. 5). Toda essa poluição gerada é eliminada diretamente em cursos d'água, em canais subterrâneos ou a céu aberto, para, então, chegar a córregos e rios, causando grandes problemas ambientais e epidemiológicos.

A determinação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos tais como o pH, turbidez, cor aparente e verdadeira, coliformes entre outros em água são necessários para representar alterações ou pra determinar padrões de qualidade, e a partir dessas analises são sugeridas ou não outro tipo de investigação para se descobrir mudanças não esperadas. Critérios de qualidade da água especificam concentração e limites de alguns parâmetros as que interferem na manutenção do ecossistema aquático e na proteção da saúde humana (ARAUJO e MELO 2000).

A qualidade da água pode ser obtida através de parâmetros físicos químicos e biológicos, nas quais suas determinações são feitas em laboratório. Esses parâmetros servem para caracterizar águas de abastecimento, de águas residuarias, mananciais, e corpos receptores (SPERLING, 2005).

Segundo SCHLEITER et al (1999), as propriedades físicas químicas das águas correntes e seus efeitos sobre a comunidade o biológica são provenientes de numerosos fatores ambientais, como condições climáticas, razão produção/ respiração, escoamento superficial e efluente industriais . E ainda de acordo com TOWNSEND e RILEY (1999) que afirmam que as

características físicas, químicas e biológicas da água, resultam da interação com o uso e a ocupação do solo, na área da bacia hidrográfica.

As chuvas no Brasil apresentam, conforme a localização geográfica sazonalidade marcante, com estação seca e chuvosa em épocas diferentes do ano. Alem da variação mensal da chuva, seu ciclo diurno também varia espacialmente (ANGELIS; MCGREOR; KIDD, 2004), podendo afetar as concentrações das variáveis físico químicas nos rios. Entretanto, em ambientes onde a ação antropica é marcante, a qualidade da água é afetada não só por fatores naturais, mas também por impactos das atividades humanas (SILVA et al,2008).

As características físicas podem ser determinantes na escolha da tecnologia de tratamento a ser utilizada. Os principais parâmetros utilizados para caracterizar fisicamente as águas naturais são a cor, a turbidez, os teores de sólidos em suas diversas frações, a temperatura, o sabor e o odor (CARVALHO, 2008).

As características químicas da água são devidas á presença de substancias dissolvidas e são de grande importância, tendo em vista as conseqüências sobre o organismo humano. Segundo DI Bernardo e Dantas (2005) algumas tecnologias de tratamento, como os parâmetros químicos de qualidade: pH, alcalinidade e acidez, compostos nitrogenados compostos orgânicos.

BRAGA (2002) traz que alguns organismos são indicadores da qualidade biológica da água, sendo esta responsável pela transmissão de um grande numero de doenças, sobretudo nas áreas menos desenvolvidas, onde o saneamento básico é precário ou inexiste. MOTA (2003) completa que os coliformes são indicadores da presença de microorganismos patogênicos na água, sendo causadores de doenças.

2.3 Parâmetros físicos da água

A estratégia principal consiste na identificação de parâmetros que representam de uma forma indireta, a concentração de sólidos em suspensão ou dissolvidos na água. Esses parâmetros têm um duplo significado pra a

saúde pública. Por um alado, revelam a qualidade estética da água, cuja importância mesmo microbiologicamente seguras. Podem conduzir os consumidores a recorrerem a fontes alternativas menos seguras. Por outro lado, águas com elevado conteúdo de sólidos que comprometem a eficiência da desinfecção, ou seja, nesse caso sólidos podem se mostrar associados a presença de microorganismos (BRASIL, 2008).

2.4 Cor aparente e verdadeira

Antigamente, a medida da cor era feita apenas por motivo estético, porém, com a descoberta de que tais substâncias são precursoras de formação de trialhometanos (THM), nos que incluem tricorometano (clorofórmio), dibroclorometano e bromoformico (clorofórmio), dibromoclorometano, diclorobromoetano e bromoformio; os de iodo raramente tem sido observados nas águas cloradas, quando formados, esses compostos são considerados cancerígenos, desta forma,se a desinfecção for feita com cloro livre,a quantificação da cor passa a ser muito importante .

Geralmente É usado método de comparação visual, em aparelho que dispõe de discos padronizados. A unidade de cor, também conhecida como (uH) unidade de Hazen- PtCo/L,é obtida quando se dissolvem 1 MG de cloroplatinado de potássio e 0,5 MG de cloreto de cobalto em um litro de água destilada com pH=7,0 (AWWA,1990;DI BERNARDO,1993).

2.5Turbidez

A turbidez em água é devida presença de materiais em suspensão de diversos tamanhos e composições. Segundo PEIXOTO (2007) a presença destas matérias em suspensão numa amostra de água causa a dispersão e a absorção da luz que atravessa a amostra, em lugar da sua transmissão em linha reta. A turbidez é a expressão desta propriedade óptica e é indicada da unidade inglesa UNT (Unidades Nefelometrica de turbidez).

2.6 Coagulação da Turbidez

Para O'Melia/Sanks (1982), a turbidez na água é causada pela presença de material em suspensão como argila, silte, material particulado orgânico não vivo, plâncton e outros organismos microscópios. Um grupo de consultores da WHO (2003) examinou os efeitos na saúde relacionados ao uso de polieletrólitos em tratamento de água e recomendou que:

- Polieletrólitos devem ser usados somente depois de cuidadosa avaliação do potencial tóxico do produto específico;
- Países que desejam usar polieletrólitos devem estabelecer comitê nacional para avaliar os riscos associados à saúde dos consumidores;
- Limites devem ser especificados, tanto para a máxima dosagem de polieletrólito aplicada, quanto para o conteúdo tóxico do monômero.

A Suíça e o Japão não permitem o uso de polieletrólitos, inclusive poliacrilamida, em tratamento de água de consumo humano. Outros países, como Inglaterra, Alemanha e Estados Unidos, estabelecem limites no nível de contaminantes e a dosagem aplicada ocorre como descrita acima, sendo monitorada e comprovada a observância desta norma.

2.7 Parâmetros químicos da água

As características químicas são aferidas pela própria identificação do componente na água, por meio de métodos laboratoriais específicos. Tais componentes químicos não devem estará presentes na água acima de certas concentrações determinadas com o auxilio de estudos epidemiológicos e toxicológicos. As concentrações limites toleráveis significam que a substancia, se ingerida por um individuo com constituição física mediana, em certa quantidade diária, durante um determinado período de vida, adicionada á exposição esperada da mesma substancia por outros meios (alimento, ar, etc,), submete esse individuo a um risco inaceitável de acometimento por uma enfermidade crônica resultante. Dois importantes grupos de substancias químicos,cada qual com origens e efeitos sobre a saúde humana especifica,

são as substancias químicas inorgânicas, como os metais pesados, e orgânicos, como os solventes (BRASIL, 2006).

2.8 Potencial Hidrogeniônico pH

Segundo GONÇALVES et al, (2001) o pH é usado para expressar a concentração de íons de hidrogênio, podendo variar seu grau de acidez ou basisidade no meio,indicando assim uma baixa quantidade de substancias tamponadas quando está menor que 6,00. Se o mesmo estiver em torno de 7,00, pode-se considerar a água como neutra, menor que 6,00, ácida e maior que 8,00, básica. Os valores fora das faixas recomendáveis (por exemplo, menor que 6,00 ou maior que 9,0 Resolução CONAMA Nº357/2005 podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão do sistema de distribuição, ocorrendo uma possível extração de ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio e dificultar a descontaminação do ambiente aquático (BRASIL, 2005).

2.9 Processo e etapas do tratamento de água

2.9.1 Unidade de Mistura Rápida

Segundo DI BERNARDO (1993). Na mistura rápida busca-se uma distribuição uniforme do coagulante na água in natura, de forma que todas as partículas tenham contato com as espécies hidrolisadas de alumínio ou de ferro.

2.9.2 Coagulação

“O condicionamento químico dos colóides é conhecido como coagulação e envolve a adição de produtos químicos que modificam as propriedades dos colóides, ampliando a remoção” (QASIM, MTHLEY e ZHU, 2000).

2.9.3 Floculação

Após a coagulação é necessário a agitação relativamente lenta, com objetivo de proporcionar encontros entre as partículas menores para formar

agregados maiores ou flocos. Como aumentos do tamanho dos flocos de cisalhamento podem causar sua ruptura, sendo nesta etapa que foi aplicado a dosagem do auxiliar de floculação depois de 4 minutos. As agregações ocorrem simultaneamente conduzindo a uma única condição de distribuição de tamanho dos flocos (DI BERNARDO, 1993)

2.9.4 Sedimentação

É o fenômeno físico em que as partículas em suspensão apresentam movimento descendente em meio liquido de menor massa especifica, devido à ação da gravidade. A ocorrência de sedimentação propicia a clarificação do meio liquido, ou seja, separação das fases sólidas e liquidas (DI BERNARDO, 2000).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido nas estações de tratamento de água no rio Cuiabá, rio vermelho em Rondonópolis, e rio bugres em barra do bugres-MT com a água in natura dos respectivos mananciais. Nestas localidades onde é captada a água para tratamento para o consumo humano e destinada ao abastecimento publico.

A Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho está inserida na Região Hidrográfica do Tocantins Araguaia, na Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia, na porção Centro-Oeste do Estado. Rondonópolis-MT Lat. 16º29’21’’S e Long. 54º36’58’’ W. A bacia hidrográfica do rio Cuiabá está localizada entre as coordenadas geográficas 14º18’ e 17º00’ de latitude Sul e 54º40’ e 56º55’ de longitude Oeste (FEMA, 2002), dentro do Estado de Mato Grosso, Bacia hidrográfica 66, segundo a ANA (Agência Nacional das Águas).

A área da Bacia Hidrográfica Rio Bugres está localizada no estado de Mato Grosso, entre as seguintes coordenadas geográficas: Inserida nas regiões de planejamento Centro Sul (microrregião do Alto Paraguai) e Sudoeste (microrregião de Tangará da Serra), tendo sua área territorial distribuída nos municípios de Santo Afonso, Arenápolis, Denise, Tangará da Serra, Nova Olímpia e Barra dos Bugres. : 14°30'S a 15°10' S e 56°40'W a

57°30'W. Fonte ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013.

Figura 1- Contribuição hídrica

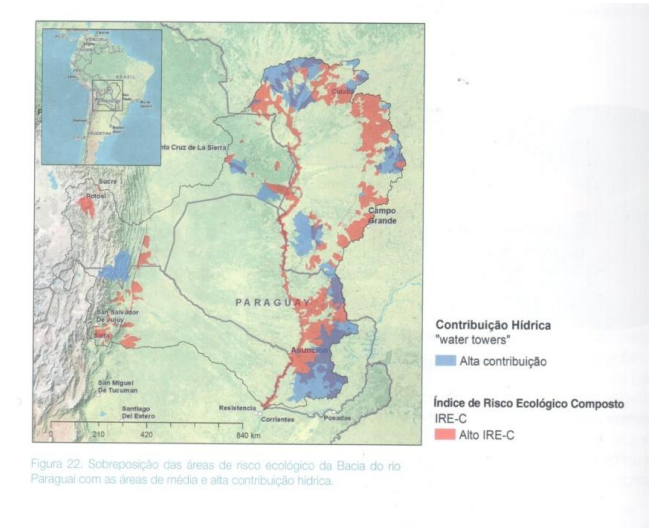


Figura 22. Sobreposição das áreas de risco ecológico da Bacia do rio Paraguai com as áreas de média e alta contribuição hídrica.

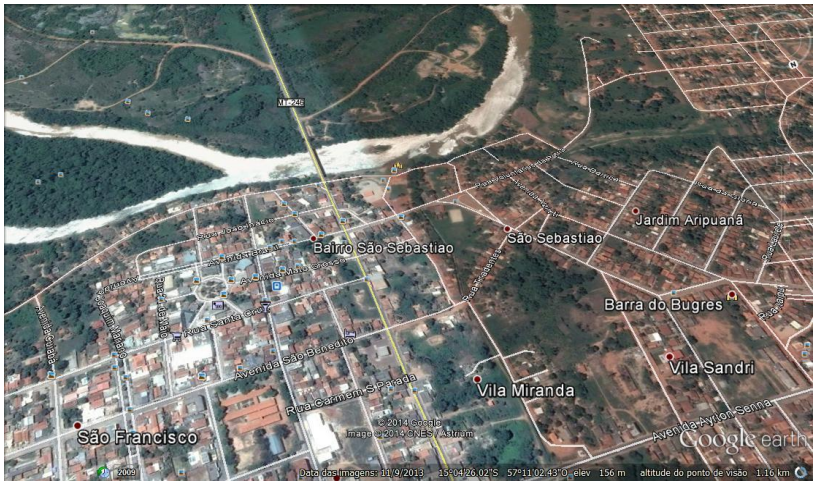
Figura 2 – Áreas de Estudo dos Mananciais

Fonte: Google earth 2014

Figura 3 – Manancial Rio Vermelho (Rondonópolis)

Fonte: Google earth 2014

Figura 4 – Manancial (Barra do Bugres)

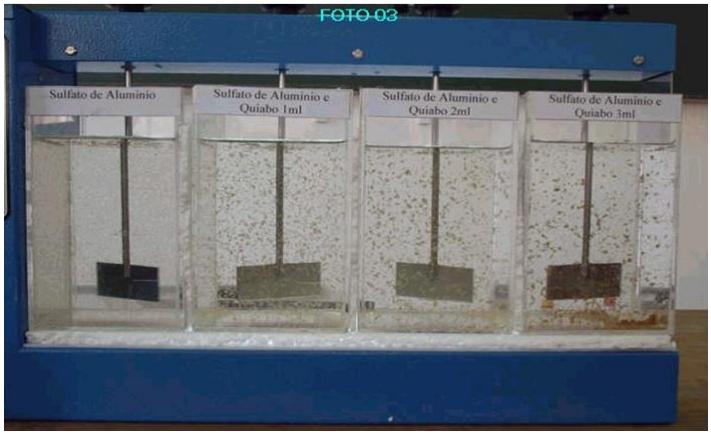


Fonte: Google earth 2014

3.2 Amostragem

A Amostra da água para a realização dos ensaios foi coletada no rio Cuiabá, no mês de agosto de 2013, rio vermelho em Rondonópolis no mês de setembro de 2013, e rio bugres em Barra do Bugres-MT, no mês outubro de 2013, a água coletada in natura no ponto de entrada nas estações de tratamento de água (ETA), em equipamento de jar test.

Figura 5 - Equipamento de jar test. Resultado da água após o processo de coagulação, floculação e sedimentação.



Fonte:Autor 2013

- No Jarro1: com dosagem do sulfato de alumínio11 MG/l. onde só foi aplicado o sulfato de alumínio, os flocos permaneceram pequenos durante os ensaios produzindo com isso uma sedimentação muito lenta.
- No jarro 2: com dosagem de sulfato de alumínio 11 MG/l e solução quiabo 1.0 MG/l.
- No Jarro 3: com dosagem de sulfato de alumínio 11 MG/l e solução quiabo 2.0 MG/l.
- No Jarro 4: foi aplicado dosagem sulfato de alumínio 11 MG/l e solução quiabo 3.0 MG/l.

Os jarros 2, 3 e 4 onde estavam com dosagem da solução de sulfato e quiabo, houve uma melhoria na formação dos flocos,conforme podemos verificar visualmente,produzindo com isso uma água mais cristalina,com uma maior velocidade de sedimentação. Foram realizados vários ensaios até se encontrar a dosagem ótima do coagulante e auxiliar de floculação. Composto de seis jarros em acrílico com capacidade de 2 litros e que anteriormente foram lavados com a própria água de estudo e identificados.

Após a coleta foi realizado a medição dos parâmetros físicos químico: turbidez, pH e cor aparente, em equipamento turbidimetro, phametro de bancada e Nessler quanti 200, respectivamente. A partir destas medidas, foram

realizados ensaios em equipamento de jar test para determinação da dosagem ótima do coagulante, e depois do auxiliar de floculação.

Onde foram aplicados em cada jarro dosagem variadas de coagulante com concentração de 2 g/l em cada jarros de acordo com as características da água estudada será aplicado dosagens diferentes para determinar qual deste jarros apresentou a menor turbidez e cor aparente.

3.3 Velocidade de sedimentação

Determinou-se ainda a turbidez da água decantada com tempos de sedimentação variados, para estabelecer a viabilidade do uso do auxiliar de floculação, onde se comparou a melhor combinação do coagulante auxiliar de floculação com a melhor dosagem de coagulante nos ensaios. Sendo que a velocidade de sedimentação, que é determinada com relação entre a altura da tomada de amostras 10 cm e o tempo de sedimentação minutos, sendo muito significativa no caso de comparação de coagulante e do auxiliar.

3.4 Equipamentos usados durante os ensaios

3.5 Turbidez

A turbidez foi determinada em Turbidímetro portátil HAC–modelo 2100P, segundo procedimento recomendado pelo Standard Methods (APHA, 1995). O resultado da turbidez é expresso em NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Unidade de medição de turbidez que indica a intensidade da luz espalhada em um ângulo de 90º da luz incidente. Normalmente é utilizada para referenciar o método USEPA180.Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater (na faixa do visível 400-680nm).(POLICONTROL 2000).

3.6 pH potencial Hidrogenionico

O pH foi determinado por meio de pHametro Tecnopon – modelo - 210, conforme metodologia descrita no manual do aparelho.(TECNOPON 2013).

3.7 Cor Aparente

A cor foi medida em espectrofotômetro HACH DR 2010, por métodos de comparação visual com padrão de cobalto-platina, segundo procedimento recomendado pelo Standard Methods (APHA, 1995).(HACH 2001).

3.8 Agitador magnético

É composto por uma placa onde se coloca a solução a ser agitada e onde também se controla a intensidade da agitação pretendida. Este equipamento tem um imã integrado ao motor que controla a velocidade da rotação, permitindo assim, uma agitação mais eficaz. (SP LABOR 2012).

3.9 Nessler Quanti 200

Atende a metodologia 2120B do Standard Methods para medição de Cor Natural das águas (POLICONTROL 2000).

3.10 Equipamento jar test

A linha FlocControl para este ensaio permite estabelecer e avaliar as condições de Tratabilidade de águas e efluentes, sendo ferramenta básica para otimização da rotina de operadores e técnicos de laboratório, cap.2 litros (POLIOCNTROL 2000).

3.11 Macro moinho

Aplicação: Moagem de materiais com diâmetro máximo de 20 mm: folhas com talos, cavacos de madeira/lenha, biomassa, grãos, vegetais, carvão, resíduos, plásticos, embalagens de comprimidos, osso, etc.(MARACONI 2013).

3.12 Balança semi analítica

Resolução: 0.001g. Repetibilidade (desvio-padrão): 0.001g (SP LABOR 2012)

4.Preparo Auxiliar de floculação natural quiabo pó

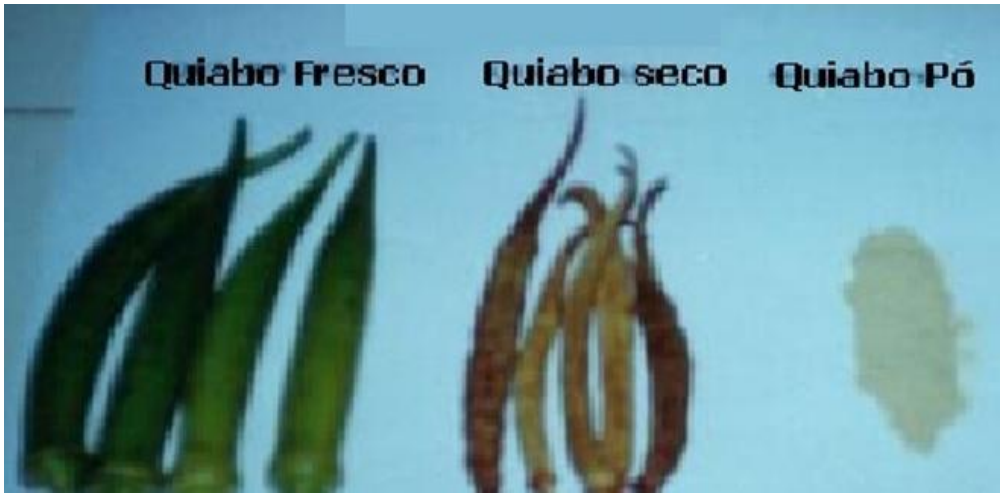
Primeiramente o quiabo foi recolhido nos supermercadistas, ou nos supermercados a vagem do quiabo que iria ser jogado fora, pois devido ao frescor as donas de casa não usam na alimentação humana. Não precisando com isso ser comprado, para ser preparado o que torna o seu custo inferior aos demais que são produzidos sinteticamente e que não são conhecidos a sua composição Química.

Não foram selecionadas as espécies para o preparo foi usada as de uso comercial, sendo exposto ao sol por um período de aproximadamente sete dias a uma temperatura media de 35ºC, podendo este tempo ser variado de acordo com o estado em que for feitos os ensaios. E não sendo usado nenhum tipo de produto químico. Com teor médio de umidade de cerca de 70%, dados obtidos na literatura, conforme (SILVA 2005).

Em seguida o quiabo já desidratado foi triturado e moído com auxilio de moedor triturador de vegetais, até se transformar em pó, o qual serviu como base para a preparação da solução. Foi usados 5,0 g do pó em 500 ml de água tratada, resultando em uma ’solução- padrão’ com concentração de 20 g/l, que foi novamente diluída e usada 2 MG/l para os ensaios em jar test.(ABREU LIMA,2007).

O uso do quiabo no tratamento de água 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.

Figura 6 - Quiabo fresco, seco, pó.



Fonte: autor 2013

4.1 Delineamento Experimental

Depois do preparo da solução do quiabo com concentração de 2 g/l este foi aplicado em conjunto com o coagulante,foi aplicado em conjunto com o coagulante, na floculação lenta com dosagem variadas de 0,4. 0,6. 0,8. 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 MG/l,para verificar qual destas dosagem iria ser a ótima e economia,sendo que para as qualidades das estudadas foram as mesmas, variando apenas a dosagem do coagulante devido a qualidade das águas in naturas serem diferentes.

4.2 Jar Test ou Técnica Tratamento de Água

Teste de Jarros é o um método ainda bastante empregado nas Estações de Tratamento de Água, para a determinação das dosagens ótimas dos coagulantes a serem empregados. Isto é, realizam-se seis ensaios de simulação da mesma água bruta, variando a dosagem de alcalinidade, coagulante e auxiliar de floculação.

Porém, este tipo de ensaio vem sendo empregado também para a determinação de parâmetro básico na elaboração do projeto de uma Estação de Tratamento de Água. Por este ensaio determina-se a condição ótima para

floculação de uma água caracterizada pelo tempo e agitação necessária, para tanto uma vez determinada à dosagem ótima dos coagulantes, deve-se verificar qual o tempo, e qual o gradiente de velocidade ótimo para se flocular a água em estudo. Além disso, deve-se verificar se a floculação obtida fornece uma água que após a sedimentação apresentará uma grande redução de turbidez. Fonte: (policontrol 2000).

4.3 Produtos Naturais Usados no Tratamento de Água

De acordo com KIRCHMER, ARBOLEDA e CASTRO (1975), os polímeros naturais mais usados são os amidos e, no Brasil, de acordo com DI BERNARDO (2005), em primeiro lugar os amidos de batata, e depois os amidos de mandioca e de milho.

Para Salesa Silva (1999), os taninos podem ser usados como auxiliares de coagulação e floculação, bem como coagulantes, como a moringa *Oleífera Lam*, de acordo com BORBA (2001), para SOUZA e ABREU (1995) o quiabo pode ser usado como auxiliar de floculação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos, representando as condições iniciais da água amostrada.

Manancial	Turbidez (NTU)	pH	Cor aparente (uH)
Rio Cuiabá Cuiabá	40	7.3	150
Rio vermelho Rondonópolis	110	6.8	350
Rio bugres Barra do Bugres	15	6.7	45

Autor: José

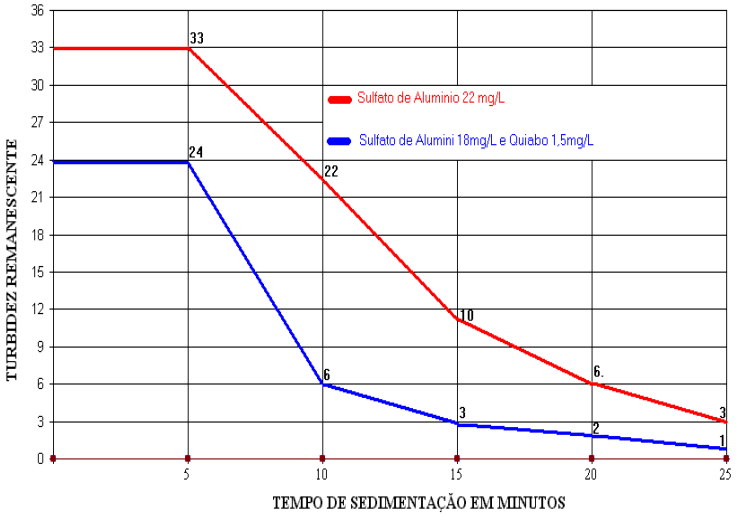
5.1 Tratamento estatístico

O tratamento estatístico dos dados resultantes dos ensaios foi feito com uso do Microsoft Excel onde tabulamos os dados para geração de gráficos. Os resultados foram analisados através de tabelas para cálculos de percentagem de remoção e para verificar a dosagem ótima dos reagentes e a remoção da turbidez remanescente através dos cálculos da eficiência. E depois gráficos foram feitas comparações entre a turbidez remanescente x dosagem dos respectivos reagentes estudados e entre turbidez x tempo de sedimentação minutos e da turbidez x a velocidade de sedimentação.

5.2 Cuiabá

Os ensaios com Água bruta do manancial rio Cuiabá em Cuiabá (MT) para a determinação da dosagem ótima do coagulante, com as seguintes características: turbidez NTU 40 cor aparente 150 e pH,7.3

Figura 7 - Água bruta do manancial rio Cuiabá em Cuiabá (MT)



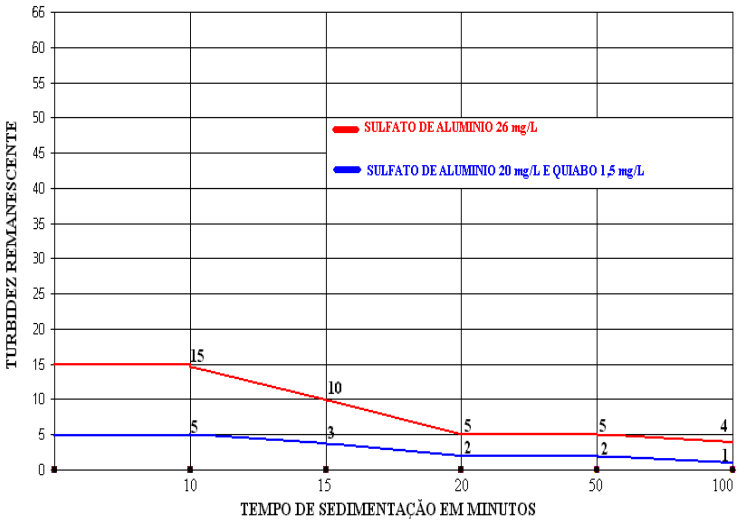
Depois de vários ensaios realizados determinou-se a dosagem, sendo de 22 MG/l.Sendo que foi usado a dosagem ótima do sulfato de alumínio 22 MG/L determinada em equipamento de jar test e um jarro para ser usado como testemunho,só com a solução do sulfato de alumínio.Com a redução na dosagem do sulfato de alumínio para 18 MG/l, e dosagem da solução do quiabo de 1,5 MG/L, houve um aumento na velocidade de sedimentação dos

flocos, melhoria na qualidade da turbidez remanescente e uma economia do sulfato em mais de 18% em relação à dosagem ótima do sulfato de 22 MG/l.

Sendo a turbidez remanescente de 10 NTU e tempo de sedimentação de 15 minutos, percentagem de remoção de 70%, com sulfato e a solução do quiabo apresentaram uma turbidez remanescente de 3.0 NTU. Não computando-se a redução no uso de água de lavagem dos filtros e melhoria na qualidade da água tratada.

Água bruta do manancial rio Cuiabá chegada na estação de tratamento de água com as seguintes características: Turbidez da água bruta: 62 NTU, Cor aparente: 250 uH, pH: 7.3

Figura 8 - Água bruta do manancial rio Cuiabá



Sendo usado à dosagem ótima da solução do sulfato de alumínio ferroso 26 MG/L, determinada em equipamento de jar test e com a redução na dosagem do sulfato para 20 MG/l, e dosagem da solução do quiabo de 1,5 MG/L..onde houve um aumento na velocidade de sedimentação dos flocos,e até a melhoria na qualidade da turbidez remanescente e uma economia da solução do sulfato em mais de 30% em relação à dosagem ótima do sulfato.

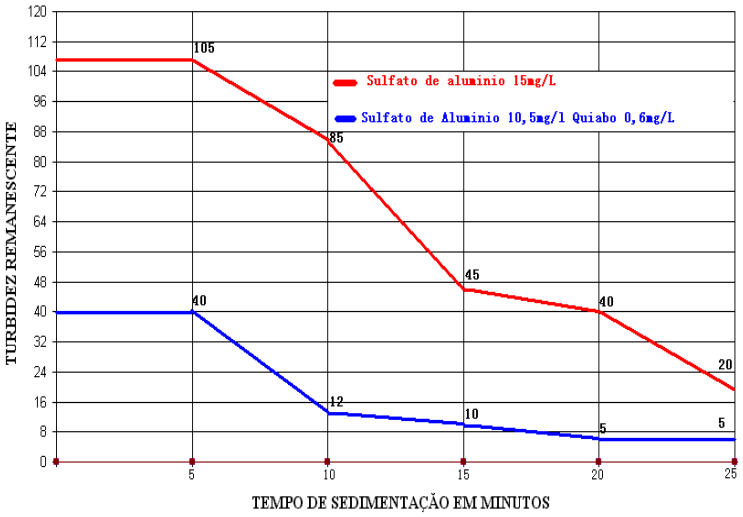
Sendo a redução no tempo de sedimentação dos flocos em mais de 70% com dosagem do sulfato e quiabo e tempo de sedimentação de 10 minutos sendo que o sulfato apresentou uma turbidez remanescente de 10,0 NTU, Sendo que

o sulfato e a solução do quiabo apresentaram uma turbidez remanescente de 3,0 NTU. A economia obtida na redução de 26% na dosagem do sulfato de alumínio ferroso em conjunto com o quiabo daria uma economia mensal em mais de R$ 69.000,00 mensais, não se computando ainda a redução no consumo de água de lavagem dos filtros e ainda a melhoria na qualidade da água tratada. Sendo, o Consumo diário quiabo de 113 kg.

5.3 Rondonópolis

Com as seguintes características: Turbidez da água bruta: 110 NTU, Cor aparente: 350 uH pH: 6.8

Figura 9 - **Água bruta do manancial rio vermelho em Rondonópolis (MT)**



Sendo usado a dosagem ótima do sulfato de alumínio 15 MG/L. e com a redução na dosagem do sulfato de alumínio 10,5 MG/l. e dosagem da solução do quiabo de 0,6 MG/L. onde houve um aumento na velocidade de sedimentação dos flocos, e até a melhoria na qualidade da turbidez remanescente e uma economia do sulfato em mais de 30% em relação à dosagem ótima do sulfato**.**

Sendo a redução no tempo de sedimentação dos flocos em mais de 87.5% em se comparação ao quiabo e com a dosagem do sulfato e quiabo e tempo de 20 minutos sendo que o sulfato apresentou uma turbidez remanescente de 40.0 NTU, o sulfato e a solução do quiabo apresentaram uma turbidez remanescente de 5.0 NTU. A economia obtida na redução de 30% na dosagem do sulfato de alumínio ferroso em conjunto com o quiabo daria uma economia mensal em mais de R$ 30.000,00 mensais, não computando-se ainda a redução no uso de água de lavagem dos filtros e melhoria na qualidade da água tratada. Sendo o Consumo diário do quiabo de 15 kg.

5.4 Barra do Bugres

Água bruta do manancial rio Bugres chegada na estação de tratamento de água, com as seguintes características: Turbidez da água bruta: 15 NTU Cor aparente: 45 uH, pH, 6.7

Figura 10 - **Água bruta do manancial rio bugres em Barra do Bugres (MT)**

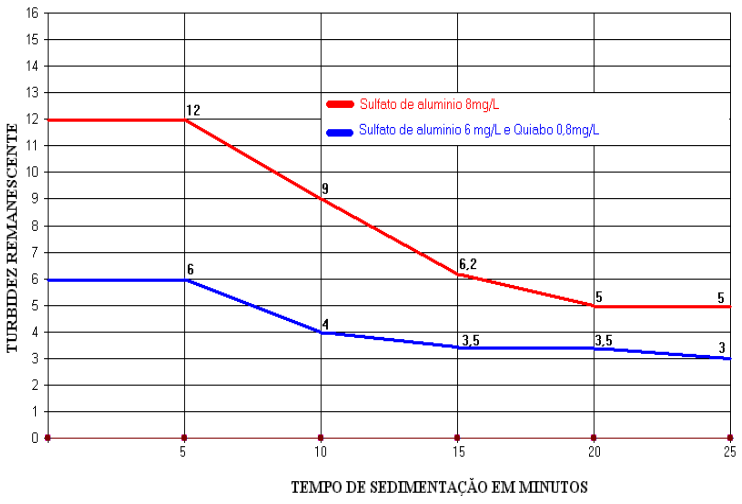


Figura 10 Sendo usado à dosagem ótima do sulfato de alumínio ferroso 8,0 MG/L. e com a redução na a dosagem do sulfato de alumínio ferroso para 6,0 MG/l. e dosagem da solução do quiabo de 0,8 MG/L. onde houve um aumento na velocidade de sedimentação dos flocos, e até a

melhoria na qualidade da turbidez remanescente e uma economia da solução do sulfato em mais de 25% em relação à dosagem ótima do sulfato.

Sendo a redução no tempo de sedimentação dos flocos em mais de 43% com a dosagem do sulfato e quiabo e tempo de sedimentação de 15 minutos sendo que o sulfato apresentou uma turbidez remanescente de 6.2 NTU, sendo que o sulfato e a solução do quiabo apresentaram uma turbidez remanescente de 3.5 NTU. Gerando com isso uma economia mensal em mais de R$ 25.000,00, não computando-se ainda a redução no uso de água de lavagem dos filtros e melhoria qualidade da água tratada. Sendo o Consumo diário do quiabo de 10 kg.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Usado como auxiliar de floculação, melhorou significativamente a qualidade das águas decantadas, conforme testes realizados em laboratório, com varias qualidade de água in natura de mananciais diferentes;
- A dosagem do sulfato de alumínio quando usado em conjunto com o quiabo como auxiliar de floculação poderá ser reduzida, com igual eficiência; na qualidade da água decantada;
- O quiabo seco usado nos testes, foi preparado em julho de 2013 e após 10 meses, continuava estável, e apropriado para uso como auxiliar de floculação não sendo usado nenhum tipo de conservante;
- O custo de aplicação do quiabo como auxiliar de floculação é inferior ao custo dos demais auxiliares naturais e sintéticos, em tratamento de água para consumo humano.
- Podendo ainda ser cultivado e usado nas próprias nas áreas das estações de tratamento de água.
- Aplicação nas ETAs e o seu controle no tempo de operação das unidades de filtração, reduzindo com isso água usada na lavagem dos filtros.
- Teste do quiabo como auxiliar de floculação e no tratamento de água com outros coagulantes, como sulfato férrico e cloreto de polialumínio;

para avaliar a remoção da cor aparente, turbidez, e principalmente na redução de micoorganismos.

- Sendo que a água tratada com produto natural local é uma alternativa para as estações de tratamento de água, considerando a grande importância deste tipo de tratamento tanto econômico, quanto ecológico, pois pode ser usado aquele que vai ser jogado fora.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT –Associação Brasileira de Normas Técnicas **Sulfato de Aluminio**-EB-2005 Rio de janeiro , Brasil,1989.

AGARWAL.M.S. **Study on Flocculation Effienncy of Gum in Sewage Wáster water**, Macromolecular materials and Engineering. v 286-9, 2001

ANGELIS,C.F.: G.R.: KIDD.C. **A 3 year climatology of Effluent.** Internanational Journal of Polymeric Materials Taylor Francis.2003.

ARAUJO, A.M; MELO M.C.V. **um plano de amostragem de qualidade de água em estuários:** caso do Recife, RBRH-Revista Brasileira de Recursos Hídricos v.5,nº4. 111-120, 2000.

AWWA- American Water Works Association **Water Qualy and Treatment**. A Handbook of Community Water Suplies, Mac Graw-hill, Inc., 4 Edition. USA 1990.

BORBA , L.R.**Viabilidade do uso da moringa Oleifera Lam no tratamento simplificado de água para Pequenas comunidades** . Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, p.16.jun.2001

BRAGA , B. **Introdução á Engenharia Ambiental**. São Paulo: Editora Prentice Hall, 2002.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente-Conama, **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e da outras providencias. Disponivel em:>http://www.mma.gov.br/pot/conama/res/res35705pdf>>. Acesso em 15/08/2014.

BRASIL. ministério da Saúde, Secretaria de Viligancia em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ministério da saúde**. 2005.2012p.-(Serie B. Textos Básicos de Saúde). Disponível em http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicaçoes/vigilancia-controle qualidade água pdf. Acesso em; 10/08/2014.

CARVALHO, M.J.H. **Uso de coagulantes naturais no processo de obtenção de água potável**. Dissertação de Mestrado. Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringa-UEM, Maringa-PR,2008.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D.B**. métodos e técnicas de tratamento de água 2ºed.v.1. São Carlos RIMA, 2005.**

LIMA G.J.A. de. **Uso de polímero natural do quiabo como auxiliar de floculação e filtração em tratamento de água e esgoto**. 154 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambienta)- Universidade do estado do Rio de janeiro. Rio de janeiro, 2007.

MOTA, S. **Introdução á Engenharia Ambiental**. 3ºed. Rio de Janeiro: Editora ABES, 2003.

PEIXOTO, E..A. **Parâmetros de caracterização da qualidade das águas e efluentes industriais** . Lab. De tecnologia Alimentos –MIEB, Universidade técnica de Lisboa , Portugal,2007 disponível em WWW.biologica.eng.uminho.pt/TAEL/downloads/analises/cor%20ph520t%alcalinidade%20dureza.pdfaceso em 15/07/2014.

RITCHER, C.A.: AZEVEDO NETTO, J, M**. tratamento de água – tecnologia atualizada**, São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda. 1991.

SILVA, D,:CORREA ,P.: FIRME, L. **Caracterização físico –química de frutos de quatros cultivares de quiabo**.v.23,n.3,p.722-725, Brasília . Horticultura Brasileira, 2005.

SCHLEITER.I.M.: BORCHARDT,D.: WAGNER ,R.: DAPPER.T.: SCHMIDT, H.H; WERNER, H**. modeling water quality, bioindication and population dynamaics in lotic ecosystems using neural networks**. Ecological Modelling. V.120, p. 271-285. 1999.

SILVA, A.E.P.:ANGELIS. C.F.: MACHADO. L.A.T.: WAICHAMAN. A.V. **influencia da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**. Acta Amazônica. V. 38.n.4.733-742.2008.

SPERLING, M. V. **Introdução á qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Princípios do tratamento biológico de águas residuarias. 3 ed. Belo Horizonte: Ed.
UFMG, 2005.

TOWESEND, C, R,.RILEY, R. H.assessment of river health: accounting for perturbation pathways in physical and ecological space, **Fresshwater Biology.** V. 41, p.393-405.1999.

Campos, S. e Di Bernardo, L. **Influência das Características das Substâncias Húmicas na Eficiência da Coagulação com Sulfato de Alumínio**. Engenharia Sanitária. Rio de Janeiro: ABES, n 3, v.10, jul/set 2005.

LIMA. G. J. M. A. SOUZA, J.F. **Uso do Quiabo, como auxiliar de floculação**. 18º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental Salvador/BA. 1995.

LIMA. G. J. M. A. SOUZA, J.F. **Uso do Quiabo, como auxiliar de floculação**. XXV Congresso Internacional de Engenharia Sanitária y Ambiental. México, DF, Novembro, 1996.

DI BERNARDO, A. S.; DI BERNARDO, L. **Uso do amido de mandioca catiônico como auxiliar de floculação**. Disponível em: <http://www.bvsdpaho.org/bvsaidis/tratagua/ii-025.pdf>. Acesso em 14 Mar. 2014.

MEIRA R. C. de S. **Avaliação da utilização de amido de mandioca e polímero catiônico como auxiliar de coagulação na remoção de cor aparente e turbidez de água bruta**. 2004. Disponível em: <http://www.fit.br/home/link/02.pdf>. Acesso em 14 Mar. 2014.

Resende, M.; Carvalho, E**. Ensaios de Coagulação e Floculação para Utilização na Estação de Esgotos de Goiânia,** XXVIII Congresso da AIDIS, Cancun, 2002.

Di Bernardo, L;Moreira, A.M; Pádua, V. **Metodologia para Realização de Ensaios de Floculação em Reatores Estáticos,** Cepis – XXVI Congresso da AIDIS, 1998. p.2

Di Bernardo, Luiz. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**, v. I. ABES, 1993

Di Bernardo, Luiz. A. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. v. I. Rima Editora, 2005.

Von Sperling, M**. Lodos Ativados***,* 2a ed. DESA/UFMG 2002 p.82

<http://:www.policontrol.com.br/equipamnetos>..Acesso em: Out.2014. <http://:www.hach-lange.pt.com.br/equipamnetos>. Acesso em: Out.2014

<http://:www.tecnopon.com.br.com.br/equipamnetos>. Acesso em: Out.2014.