

## II-068 – AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES DO CERRADO COMO AGENTES COAGULANTES NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS

**Renee Câmara Chaveiro<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC Goiás. Trainee na AEGEA Saneamento.

**Thiago Augusto Mendes**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestre em Engenharia de Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFG. Doutorando em Geotecnia pela Universidade de Brasília (UNB).

**Osmar Mendes Ferreira**

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Mestre em Engenharia Ambiental pela UFG. Especialista em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos (UFG).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Universitária, 1440 – Setor Universitário - Goiânia - Goiás - CEP: 74605-010 - Brasil - Tel: +55 (62) 3946-1351 - e-mail: [renee.chaveiro@aegea.com.br](mailto:renee.chaveiro@aegea.com.br)

### RESUMO

O uso de coagulantes à base de sais inorgânicos geram efluentes tratados com carga residual de metais pesados podendo contaminar os níveis tróficos. Os coagulantes naturais à base de tanino surgem como opção a estes produtos. O tanino pode ser encontrado em diversas árvores da flora brasileira, em especial para as encontradas no bioma cerrado. Porém as mesmas não são vistas como matérias-primas para a produção de coagulantes naturais. As espécies do cerrado utilizadas como agentes coagulantes para essa pesquisa foram o Angico Vermelho (*Anadenanthera praeagrana* (L.) Speng), Bacupari (*Salacia crassifolia* (Mart.) Peyr) e Quina do Cerrado (*Strychnos pseudoquina* St. Hil). Elas foram beneficiadas e inoculadas em efluente bruto doméstico para a simulação dos processos de coagulação, floculação e sedimentação, comparados ao biopolímero industrial Tanfloc SG®. A inoculação dos extratos arbóreos obtidos através do beneficiamento resultou em pouca alteração no pH do efluente final, bem como proporcionou resultados promissores na redução de DBO e DQO, com especial atenção ao Angico Vermelho. Verificou-se que as espécies em uso não resultaram em boa remoção de turbidez, quando se comparado ao Tanfloc SG®.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coagulantes naturais, tanino, cerrado, tratamento, efluentes.

### INTRODUÇÃO

A utilização de coagulantes metálicos em larga escala no tratamento de esgoto tem contribuído para a geração de uma grande quantidade de lodo e efluentes potencialmente contaminantes, podendo causar ampla preocupação quanto aos resíduos gerados. Apesar de seu uso frequente nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), os coagulantes à base de sais inorgânicos metálicos, devem ser administrados com devida cautela, pois podem afetar o sistema nervoso central e contaminar os níveis tróficos (KAWAMURA, 1991).

Os coagulantes naturais à base de tanino vegetal possuem uma melhor biodegradabilidade em relação aos coagulantes inorgânicos. Além de não serem tóxicos, possuem sistemas de partículas coloidais, neutralizando cargas e formando pontes entre essas partículas, sendo este processo responsável pela formação de flocos e consequente sedimentação (KAWAMURA, 1991; BELTRAN-HEREDIA et al., 2008; GRAHAM et al., 2008).

O Brasil possui a maior concentração de árvores tanantes do mundo, porém o aproveitamento dessa matéria-prima na produção de coagulantes naturais para a utilização no tratamento de água e esgoto é pequeno. Ainda muito tímido no Brasil, o emprego de coagulantes naturais deve ser estimulado para minimizar os impactos ambientais e agregar sustentabilidade nos processos de tratamento de esgoto (SILVA, T., 1999).

A ocorrência de tanino em árvores se deve às características satisfatórias ou adversas de temperatura, precipitações, tipo de solo, pragas e nutrientes, dentre eles o alumínio. Em decorrência dessas características, o

bioma cerrado apresenta condições de desenvolvimento para algumas espécies tanantes (JACOBSON et al., 2005; MELLO, 2008).

O cerrado brasileiro é reconhecido como o mais rico do mundo em biodiversidade, porém, é pouco conhecido e frequentemente menosprezado. É o segundo maior bioma brasileiro e é considerado hotspot mundial de biodiversidade. Possui grande quantidade de árvores tanantes, podendo ser aproveitadas para a produção de biopolímeros vegetais (COUTINHO, 2000; MALHEIROS, 2012).

Muitas espécies tanantes do cerrado são utilizadas de forma popular e na indústria. Popularmente, as espécies Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), Espinheira Santa (*Maytenus ilicifolia*), Mutamba (*Guazuma ulmifolia*), Nô-de-cachorro (*Heteropteris aphrodisiaca*) dentre outras, são empregadas principalmente no curtimento do couro e na área medicinal. Na indústria, as espécies tanantes do cerrado são pouco exploradas. Utiliza-se em grande escala, no curtimento do couro, principalmente, cascas de Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) e Angico (*Anadenanthera sp*) (MELLO, 2008).

Diante desta diversidade de agentes tanantes encontrados na flora do cerrado brasileiro, a pesquisa visa avaliar de forma preliminar o potencial de utilização de algumas espécies (Angico Vermelho (*Anadenanthera preregrina* (L.) Speng), Bacupari (*Salacia crassifolia* (Mart.) Peyr) e Quina do Cerrado (*Strychnos pseudoquina* St. Hil)) como agente coagulante, no tratamento de efluente doméstico, através da simulação dos processos de coagulação, floculação e sedimentação em *jar test* e analisar os parâmetros de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), pH e turbidez.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia foi desenvolvida em quatro etapas: aquisição da matéria-prima, tratamento e beneficiamento da matéria-prima, coleta do efluente, simulação dos processos de coagulação, floculação e decantação e análise dos efluentes bruto e tratado.

A matéria-prima foi adquirida sob encomenda em uma farmácia de manipulação de produtos naturais. O fato de ter sido comprada se remete à dificuldade de identificar e localizar as espécies em campo. Houve a aquisição de cascas, conforme a disponibilidade e facilidade de obtenção, de Angico Vermelho (*Anadenanthera preregrina* (L.) Speng), Bacupari (*Salacia crassifolia* (Mart.) Peyr) e Quina do Cerrado (*Strychnos pseudoquina* St. Hil), conforme Figura 1.

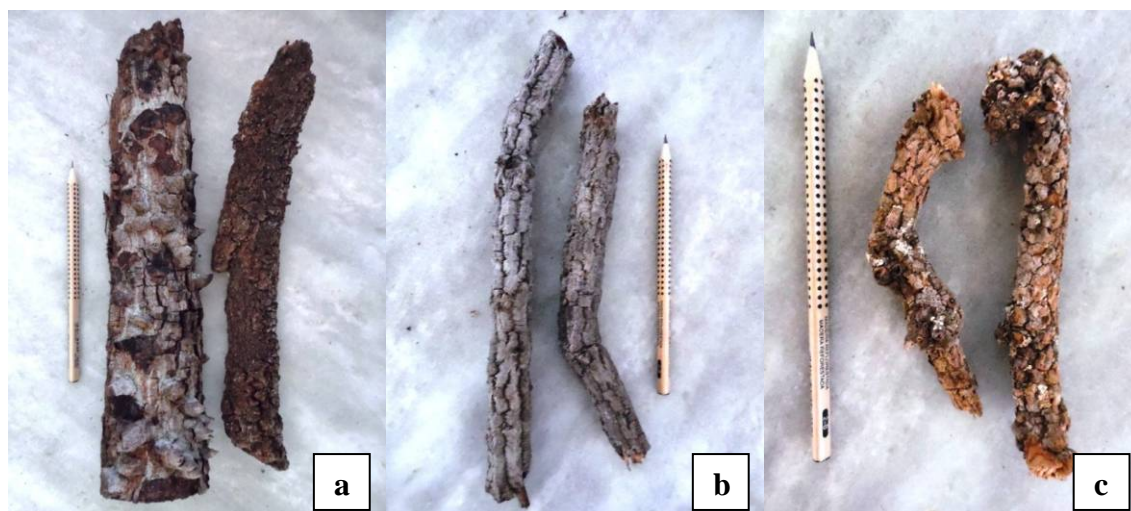


Figura 1: Aquisição de matéria-prima (casca); a) Angico Vermelho; b) Bacupari; e c) Quina do Cerrado (Abril, 2013).

Após a aquisição da matéria-prima, as cascas das espécies acima mencionadas foram higienizadas com escova de lavar tipo multiuso, com o intuito de retirar as impurezas e sujidades contidas na parte externa do material. Em seguida, foram acondicionadas em local arejado e com incidência parcial de luz solar para efetuar a

secagem e a diminuição da umidade natural das cascas. A secagem do material variou em torno de 1 (uma) semana após a coleta.

Depois do período de secagem, as cascas das espécies em estudo foram moídas, em pequenas quantidades (100 g), utilizando-se moinho manual, o qual foi ajustado para que a moagem do material resultasse na formação de um pó com granulometria pequena (fina). Em sequência, os extratos arbóreos foram peneirados (malha: 0,4 mm) com a finalidade de remover partículas de maior diâmetro e materiais grosseiros.

No processo de moagem, utilizaram-se as partes correspondentes ao floema e albúrnio, o cerne e a casca externa foram descartados devido à diferença de densidade e dificuldades de moagem.

O efluente bruto foi coletado na ETE Dr. Hélio Seixo de Brito localizada no Setor Goiânia 2 em Goiânia-GO. As amostras foram coletadas logo após a etapa de gradeamento, com o intuito de evitar a coleta de material grosseiro. As coletas foram realizadas nos dias 13/03/2013, 19/03/2013, 27/03/2013, 09/04/2013, 26/04/2013, 29/04/2013 e 06/05/2013.

Com o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), as coletas foram realizadas com dispositivo coletor de efluentes de forma manual, e acondicionadas em galões de água mineral com capacidade de 5 litros. Após as coletas, os galões contendo os efluentes, foram armazenados e transportados em caixa térmica até o Laboratório de Saneamento da Universidade Federal de Goiás.

A metodologia utilizada nesta etapa foi elaborada através da adaptação das metodologias utilizadas em estudos semelhantes, conforme fundamentação teórica.

Os testes de coagulação, floculação e decantação foram realizados em um aparelho de *jar test* Nova Ética Modelo 218/LDB 06 com volume total de 3 litros e volume útil de 2 litros, com capacidade para seis jarros. Tendo em vista a dificuldade em se realizar várias amostras com diferentes concentrações em um mesmo dia, devido ao envio escalonado para análises de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), optou-se por simular os processos de coagulação, floculação e decantação, em um, dois ou três jarros por dia de ensaio, conforme a disponibilidade em receber as amostras por parte do laboratório.

Os jarros escolhidos variaram de acordo com a quantidade de amostras realizadas, sendo os mesmos escolhidos da esquerda para a direita. Deste modo, os jarros em uso foram preenchidos com 2 litros (volume útil do jarro) de efluente bruto coletado, medido em Becker com capacidade de 1 litro. Desta forma, os jarros não utilizados na simulação, foram preenchidos com água na mesma quantidade do efluente, evitando possíveis interferências nas rotações dos jarros em uso.

O extrato arbóreo obtido através do beneficiamento da matéria-prima foi pesado em balança de precisão de acordo com a quantidade necessária para o ensaio, conforme variação da quantidade disposta na Tabela 1. As concentrações utilizadas foram de acordo com adaptação de metodologias semelhantes. Para a comparação da eficiência dos extratos vegetais tanantes do cerrado utilizado nos testes, foi utilizado o coagulante orgânico comercializado e disponibilizado pela TANAC (Tanfloc SG®).

**Tabela 1: Espécies e quantidades utilizadas nos ensaios.**

Espécie/Tipo	Concentrações (mg/l)
Angico Vermelho, Bacupari, Quina do Cerrado e Tanfloc SG®.	50, 100 e 150

De posse da quantidade de extrato arbóreo a ser inoculado, o mesmo foi adicionado ao efluente bruto já medido nos jarros com o efluente. Após a adição do material, o efluente foi submetido a uma agitação de 120 rpm (gradiente de velocidade rápida -  $130 \text{ s}^{-1}$ ) durante 2 minutos e em seguida a uma agitação de 20 rpm (gradiente de velocidade lenta -  $15 \text{ s}^{-1}$ ) durante 5 minutos. Após esse período, os agitadores foram desligados permanecendo o efluente nos jarros por um período de 15 minutos referentes à decantação.

Ao final do período de decantação, uma amostra do efluente pós-processo de coagulação, floculação e decantação, foi coletado através de duto exclusivo dos jarros em uso e acondicionado em vidraria específica para realização de DBO, DQO, pH e turbidez.

A partir da amostra coletada do efluente bruto e do efluente pós-processo de coagulação, floculação e decantação, realizou-se a medição do pH e turbidez.

O pH foi medido em equipamento pH-metro (Tecnal Mod. Tec-2), através do método eletrométrico (SMWW 4500 H-B). De posse do equipamento calibrado, as amostras foram agitadas vigorosamente para suspender os sólidos decantados e introduzida nas mesmas o eletrodo. O valor foi anotado assim que a amostra atingiu o equilíbrio.

A turbidez foi medida em turbidímetro de bancada (Adamo Mod. TB1000) pelo método nefelométrico (SMWW 2130 B). O equipamento foi calibrado quando utilizado. De posse das amostras, as mesmas foram acondicionadas em cubetas, até a marca indicadora de máximo. Após o enchimento, realizou-se o fechamento e enxugamento da parte exterior da cubeta com papel fino e absorvente, para eliminar respingos e impressões digitais, e agitadas suavemente a fim de eliminar as bolhas de ar em seu interior. A cubeta foi inserida no turbidímetro e foi pressionado o botão de análise, sendo anotado o resultado apresentado pelo equipamento.

Devido à dificuldade na realização das análises de DBO (SMWW 5210 B) e DQO (SMWW 5220 D) no laboratório de Saneamento da UFG, as mesmas foram terceirizadas para o laboratório de análises de água e efluentes da Aqualit Tecnologia em Saneamento. Os resultados dos parâmetros investigados foram determinados conforme a metodologia proposta por “*Standard Methods for the Determination of Water and Wastewater 22nd Edition*”.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

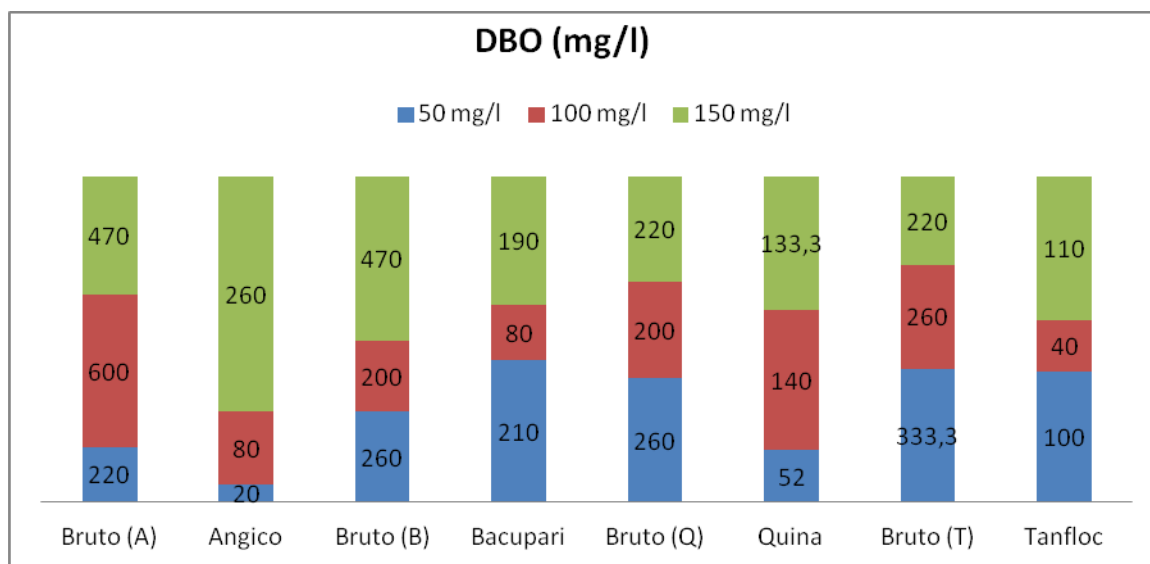
A Tabela 2 mostra os resultados das análises de Potencial Hidrogeniônico (pH) e as variações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e turbidez para o Angico Vermelho (*Anadenanthera pruregrina* (L.) Speng), Bacupari (*Salacia crassifolia* (Mart.) Peyr), Quina do Cerrado (*Strychnos pseudoquina* St. Hil) e Tanfloc SG®:

**Tabela 2: Valores obtidos através das análises dos efluentes bruto e inoculado, de acordo com a data e concentração.**

Datas dos Ensaio	Espécie/Tipo	Concentração (mg/l)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	pH	Turbidez (NTU)
13/03/13	Bruto	-	333,30	650,80	7,54	110
	Tanfloc	50	100	261,60	7,65	35,60
19/03/13	Bruto	-	220	326,70	7,32	240
	Angico	50	20	77,40	6,84	197
27/03/13	Bruto	-	600	874,9	7,02	58,70
	Angico	100	80	226,80	6,87	36,50
09/04/13	Bruto	-	200	825,20	6,53	67,40
	Bacupari	100	80	150	6,61	55,70
	Quina	100	140	462	6,66	53,40
26/04/13	Bruto	-	470	737,50	6,44	215
	Angico	150	260	438	6,50	122
	Bacupari	150	190	325	6,46	112
29/04/13	Bruto	-	220	379	6,84	230
	Quina	150	133,33	155	6,90	186
	Tanfloc	150	110	199,40	7,12	6,08
06/05/13	Bruto	-	260	461,40	7,39	187
	Bacupari	50	210	309,80	7,64	87,60
	Quina	50	52	126,60	7,55	87,80
	Tanfloc	100	40	123,40	7,65	3,06

A Figura 2 apresenta a variação da DBO após o uso dos extratos arbóreos como coagulantes naturais. Para cada espécie utilizada, de maneira a representar melhor os dados, subdividiu-se os valores de DBO do efluente bruto, de forma que todas as espécies tenham um valor bruto associado: Bruto (A) – Angico, Bruto (B) – Bacupari, Bruto (Q) – Quina e Bruto (T) – Tanfloc. Como parâmetro principal na análise da eficiência, verificou-se que as espécies utilizadas na pesquisa, apresentaram valores de DBO satisfatórios, indicando a remoção deste parâmetro.

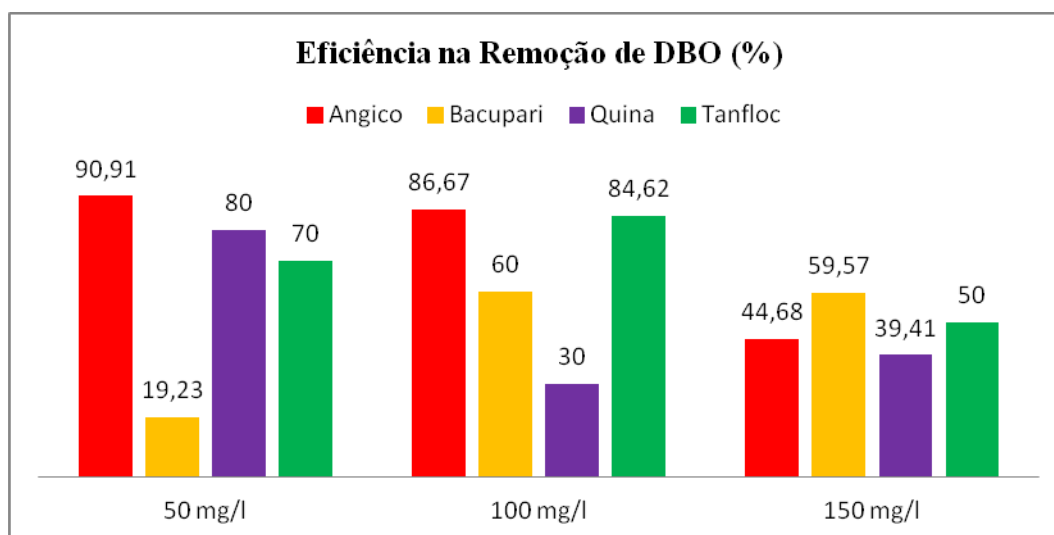




**Figura 2: Valores de DBO de acordo com a concentração.**

De acordo com a Figura 2, verificou-se que, independente da concentração utilizada de cada espécie, os valores de DBO sofreram reduções, ressaltando o potencial das espécies do cerrado utilizadas.

A Figura 3 apresenta as eficiências obtidas na remoção de DBO.



**Figura 3: Eficiência na remoção de DBO de acordo com as concentrações.**

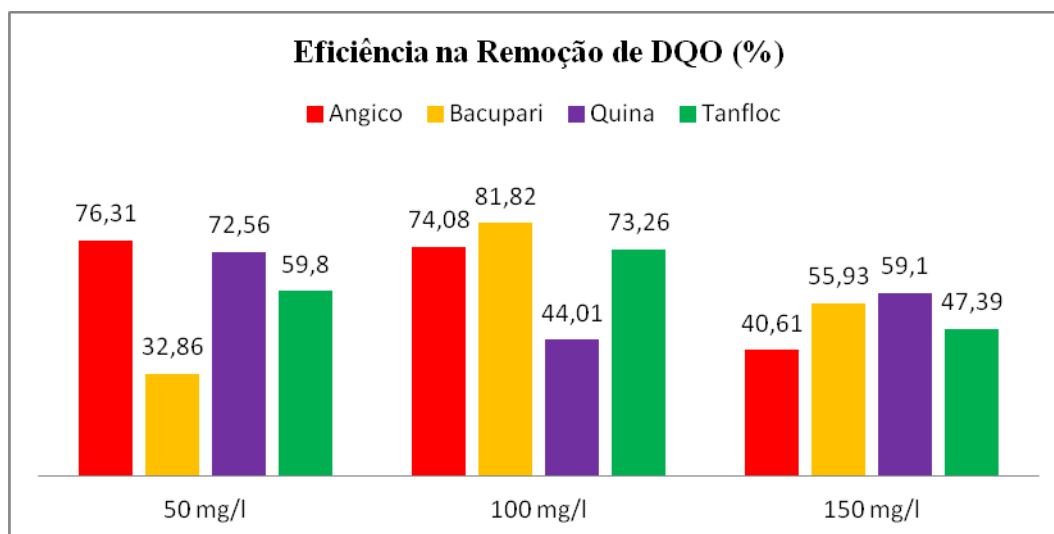
Para o Angico Vermelho a melhor eficiência na remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), foi observada com relação à menor concentração avaliada. O Bacupari respondeu com maior eficiência na situação em que houve maior quantidade de extrato arbóreo. A Quina do Cerrado apresentou melhor eficiência com a menor concentração avaliada. E o Tanfloc proporcionou a melhor resposta com a concentração de 100 mg/l.

As maiores eficiências na remoção de DBO com relação à concentração, foram apresentadas pelo Angico Vermelho (50 mg/l e 100 mg/l) e Bacupari (150 mg/l).

Constata-se que o Angico Vermelho e a Quina do Cerrado tiveram melhor desempenho na remoção de DBO nas menores concentrações avaliadas. Por este motivo, na medida em que as concentrações aumentaram, e consequentemente o aumento de matéria orgânica proveniente do próprio extrato arbóreo, a eficiência de

remoção de DBO diminuiu. Ao contrário deste resultado, o Bacupari apresentou as melhores eficiências (DBO) com maior quantidade de extrato arbóreo.

A Figura 4 demonstra as eficiências obtidas na remoção de DQO.



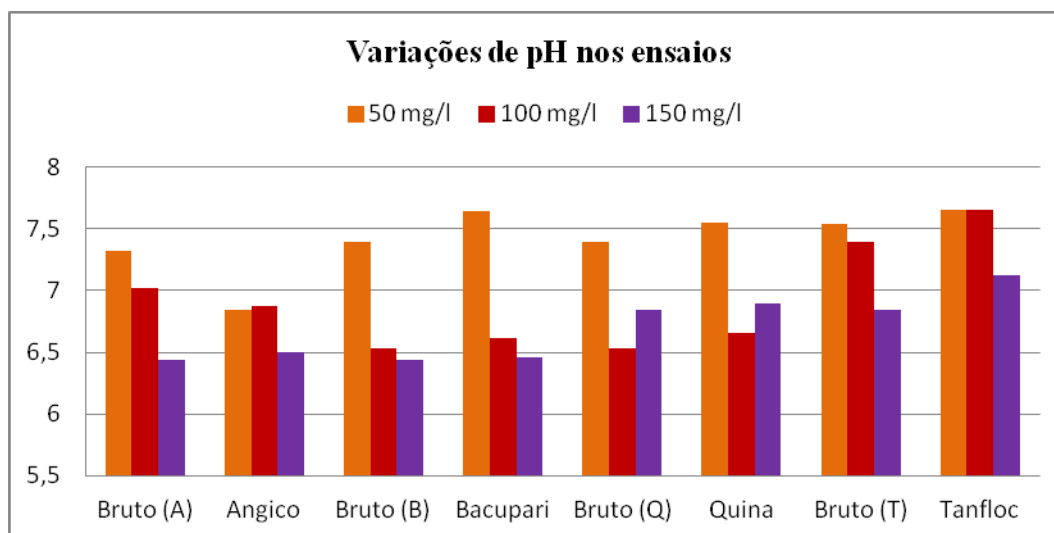
**Figura 4: Eficiência na remoção de DQO de acordo com as concentrações.**

Para a remoção de Demanda Química de Oxigênio (DQO), observou-se que a melhor eficiência apresentada pelo Angico Vermelho foi com concentração de 50 mg/l. O Bacupari teve sua maior eficiência na concentração de 100 mg/l. A Quina do Cerrado apresentou melhor eficiência com a menor concentração avaliada. O Tanfloc obteve melhor eficiência na concentração de 100 mg/l.

De acordo com as concentrações, os melhores resultados na remoção de DQO foram encontrados para o Angico Vermelho (50 mg/l), Bacupari (100 mg/l) e Quina do Cerrado (150 mg/l).

Nas concentrações de 100 mg/l (Bacupari e Quina do Cerrado) e 150 mg/l (Quina do Cerrado), observou-se que a eficiência de remoção de DQO foram superiores aos de DBO. Esses resultados podem estar relacionados às propriedades químicas das espécies, agindo de forma mais abrangente na remoção deste parâmetro. Tendo em vista que não foram realizadas análises em duplicata de DBO e DQO, a avaliação não pode ser bem justificada.

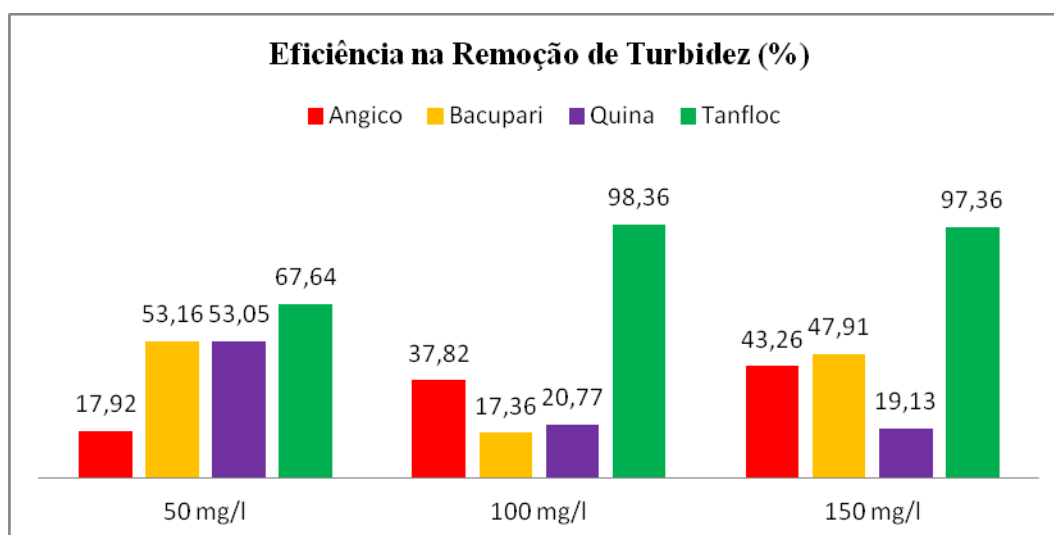
A Figura 5 apresenta as variações de pH observadas nos ensaios realizados.



**Figura 5: Variações no pH com relação às concentrações utilizadas.**

O pH não sofreu alterações significativas, porém verificou-se maior variação deste parâmetro entre o efluente bruto e o inoculado das amostras referentes ao uso de Tanfloc SG®, em todas as concentrações avaliadas, demonstrando que sua ação é ligeiramente química. De forma geral, o Angico Vermelho implicou na diminuição do pH e Bacupari e Quina do Cerrado aumentaram o pH em todas as concentrações avaliadas.

De acordo com a Figura 6, o parâmetro turbidez teve sua eficiência de remoção com melhor desempenho para o Tanfloc SG® na concentração de 100mg/l. Salienta-se que as eficiências apresentadas para este parâmetro com relação às espécies tanantes do cerrado foram muito abaixo quando comparadas com o Tanfloc SG®.



**Figura 6: Eficiência na remoção de turbidez de acordo com as concentrações.**

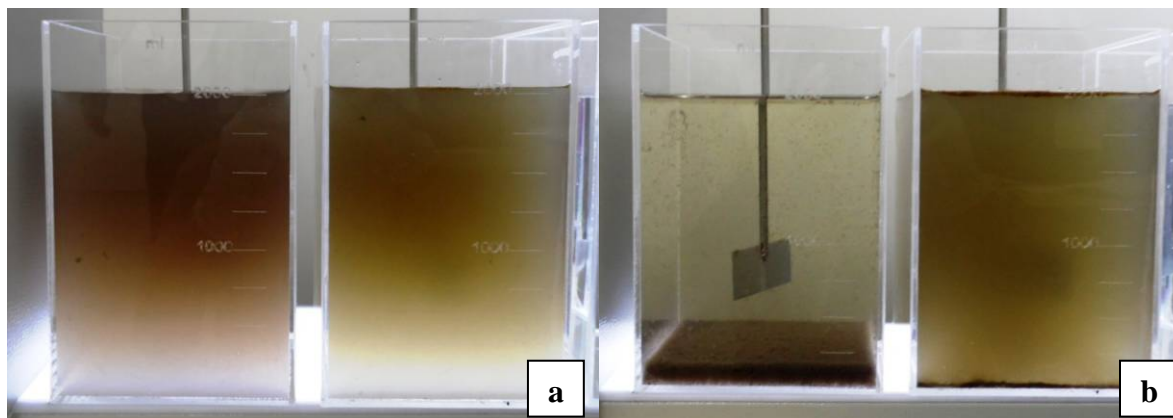
Com relação às espécies, o Angico Vermelho apresentou melhor eficiência na remoção de turbidez com concentração de 150 mg/l e o Bacupari com concentração de 50 mg/l. A Quina do Cerrado resultou em melhor eficiência em concentração de 50 mg/l e o Tanfloc em concentração de 100 mg/l.

De acordo com as concentrações, os melhores resultados na remoção de turbidez foram encontrados com a utilização do Tanfloc SG® (50, 100 e 150 mg/l).

O parâmetro turbidez não obteve eficiência satisfatória por parte dos extratos arbóreos quando se comparado com o uso do Tanfloc SG®. Essa diferença significativa das eficiências de remoção pode estar relacionada à



difficuldade em solubilizar o extrato arbóreo no efluente, visto que, mesmo em solução, não apresentou mistura completa, devido às diferenças de densidade da matéria-prima beneficiada, conforme visualizado na Figura 7.



**Figura 7: (a) Efluente bruto logo após a inoculação do Tanfloc SG® e extrato arbóreo; (b) Efluente após os processos de coagulação, floculação e sedimentação (Mai, 2013).**

Em análise visual, pode-se constatar que os flocos formados pelo Tanfloc SG® se apresentavam mais definidos e aglutinados quando comparados com os extratos arbóreos das espécies em uso. Esta característica possibilita a clarificação mais eficiente com menor turbidez final, conforme verificado através da eficiência da remoção de turbidez.

A Tabela 3 demonstra as melhores eficiências encontradas para as espécies em estudo de acordo com as concentrações utilizadas.

**Tabela 3: Melhores eficiências por parte das espécies de acordo com as concentrações.**

	DBO	DQO	Turbidez
Angico Vermelho	50 mg/l	100 mg/l	150 mg/l
Bacupari	100 mg/l	100 mg/l	50 mg/l
Quina do Cerrado	50 mg/l	50 mg/l	50 mg/l
Tanfloc SG®	100 mg/l	100 mg/l	100 mg/l

O Angico Vermelho apresentou comportamento descontínuo, proporcionando melhor eficiência em cada parâmetro com concentração diferente. O Bacupari apresentou comportamento similar na remoção de DBO e DQO (100 mg/l) em uma mesma concentração e diferente para remoção de turbidez (50 mg/l). Quina do Cerrado e o Tanfloc SG® apresentaram comportamentos similares em todas as concentrações.

## CONCLUSÃO

Verificou-se nos ensaios realizados a dificuldade de extração e aplicação das espécies, visto que, em sua grande maioria o material obtido através do beneficiamento da matéria-prima não se misturava de maneira completa ao efluente, mesmo em solução. Portanto os resultados poderiam ser mais eficientes, caso a extração e beneficiamento da matéria-prima fosse mais criteriosa.

Devido à dificuldade em realizar maior quantidade de ensaios em um mesmo dia, a análise dos dados obtidos entre si ficou prejudicada, pois as situações a que foram submetidas às amostras eram diferentes (efluente bruto coletado em dias diferentes). Por esse motivo, há uma grande variação do valor do efluente bruto analisado, visto que, em decorrência do tipo de coleta, simples e pontual, os valores oscilaram muito.

O Angico Vermelho e a Quina do Cerrado apresentaram os melhores resultados na remoção de DBO e DQO utilizando as menores concentrações avaliadas, o que pode indicar preliminarmente que estas espécies possuem maiores teores de tanino.

O Bacupari se mostrou mais efetivo em concentrações maiores dentre as avaliadas, apesar da inclusão de matéria orgânica proveniente do próprio extrato, a mesma não influenciou na diminuição da eficiência de remoção de DBO e DQO, como ocorrido com o Angico Vermelho e Quina do Cerrado.

Porém, devido à composição dos extratos arbóreos obtidos através do beneficiamento, o parâmetro turbidez não obteve resultados expressivos, visto que os materiais inoculados não se misturavam de maneira completa, aumentando a quantidade de partículas suspensas no efluente, provenientes do próprio extrato, diminuindo assim, a eficiência de remoção deste parâmetro.

Analisando de forma geral, observa-se que as eficiências apresentadas na remoção de DBO e DQO por parte dos extratos arbóreos foram similares ou maiores do que os valores apresentados pelo Tanfloc SG®.

A pequena variação observada no Potencial Hidrogeniônico (pH) reafirma o que mencionado na fundamentação teórica, de que o tanino não consome a alcalinidade do meio, não alterando consideravelmente o pH do efluente.

Os resultados apresentados neste trabalho demonstram a capacidade de algumas espécies do cerrado, com atenção especial ao Angico Vermelho e a Quina do Cerrado, de serem matérias-primas em potencial para o desenvolvimento de produtos voltados para o tratamento de efluentes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies avaliadas foram escolhidas com base na disponibilidade de aquisição, bem como com relação à ocorrência de tanino, conforme fundamentação teórica.

Devido à escassez de tempo e de estrutura para a realização dos ensaios, não foi possível realizar variações de temperatura, pH, tempo de decantação e os gradientes de mistura no Jar Test, bem como com outros espécimes, visto que a pesquisa realizou-se somente com matérias-primas advindas de um indivíduo por espécie selecionada e em condições consideradas normais. Portanto, sugere-se que sejam realizados novos ensaios abordando outras condições não trabalhadas nesta pesquisa. Outro fator interessante seria associar os compostos arbóreos entre si, de forma a analisar a efetividade da junção dos mesmos na remoção dos parâmetros analisados.

Não foi possível analisar a estimativa de produção de lodo originado pela utilização das espécies selecionadas, visto que não havia estrutura e equipamentos para a realização desta avaliação.

Para ampliar os resultados de modo a se obter melhores valores de remoção dos parâmetros, sugere-se utilizar métodos mais eficazes para extrair o tanino das espécies, de forma a obter um extrato arbóreo com maior concentração desta substância.

O objetivo da pesquisa foi alcançado, visto que as informações decorrentes da aplicação dos extratos arbóreos em efluentes domésticos resultaram em dados promissores para tratamento, no que tange a remoção de DBO e DQO.

Portanto esta pesquisa contribui de forma preliminar para o estudo da aplicação dos taninos vegetais oriundos do cerrado no tratamento de efluentes domésticos. Sugere-se que se realizem estudos mais aprofundados com as espécies escolhidas, testando-as em condições adversas e com outros tipos de efluentes, visando à verificação da efetividade desses compostos em tratar os mesmos. A partir dos resultados dessa pesquisa espera-se que a aplicação dos taninos vegetais provenientes do cerrado brasileiro seja melhor avaliada e aproveitada.

Acredita-se no fomento de espécies para a produção de coagulantes de origem vegetal proveniente do cerrado, corroborando na diminuição do uso de coagulantes metálicos nos processos de tratamento de esgoto, contribuindo na diminuição da geração de lodo contaminado por metais.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço à Deus, intercessores e mentores que possibilitaram a realização desta pesquisa. À minha família e amigos, em especial ao meu grande amigo Gildácio Mendes. E aos meus orientadores Prof. Msc. Thiago Augusto Mendes e Prof. Msc. Osmar Mendes Ferreira, pela disponibilidade e empenho.

Agradeço à TANAC S.A. pela disponibilização do biopolímero Tanfloc SG®, e à SANEAGO S.A. pelo efluente bruto utilizado nesta pesquisa.

Agradeço ao Prof. Msc. Nelson de Siqueira Neto (DBO Engenharia/PUC-Goiás) e a Aqualit Tecnologia em Saneamento SS, pela realização gratuita das análises de DBO e DQO.

Agradeço aos técnicos do Laboratório de Saneamento da UFG pelo esforço despendido na realização das simulações e pelo uso do referido laboratório e aos Peritos Ambientais do Ministério Público do Estado de Goiás, pelas ideias e dicas valiosas empregadas nesta pesquisa.

Agradeço imensamente aos Professores Dr. Eraldo Henriques de Carvalho (Núcleo de Resíduos Sólidos e Líquidos/UFG), Prof. José Wellington (Departamento de Biologia/PUC-Goiás) e Prof. Msc. Roberto Malheiros (ITS/PUC-Goiás).

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BASSETI, F.J.; CORAL, L.A.; BERGAMASCO, R. Estudo da viabilidade de utilização do polímero natural (TANFLOC) em substituição ao sulfato de alumínio no tratamento de águas para consumo. In: 2nd International Workshop | Advanced in Cleaner Production, São Paulo, 2009.
2. BELTRÁN-HEREDIA, J.; SÁNCHEZ-MARTÍN, J. Removing heavy metals from polluted surface water with a tannin-based flocculant agent. *Journal Of Hazardous Materials*, Espanha, v. 165, p. 1215-1218, 2008.
3. BONGIOVANI, M.C.; KONRADT-MORAES, L.C. BERGAMASCO, R. ; LOURENÇO, B.S.S.; TAVARES, C. R. G. Os Benefícios da utilização de coagulantes naturais para a obtenção de água potável. Maringá, 2010.
4. BORBA, L.R. Viabilidade do uso da Moringa oleífera LAM no tratamento simplificado de água para pequenas comunidades. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2001.
5. CARVALHO, M.J.H. Uso de coagulantes naturais no processo de obtenção de água potável. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.
6. COUTINHO, L.M. Cerrado. São Paulo, 2000. Disponível em:< [http://ecologia .ib.usp.br/cerrado/](http://ecologia.ib.usp.br/cerrado/)>, acesso realizado em 20/12/2012.
7. CORREIA, M.P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1926-1978. Vols. 1-6.
8. CRUZ, J.G.H. Alternativas para aplicação de coagulante vegetal à base de tanino no tratamento de efluente de uma lavanderia industrial. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
9. DI BERNARDO, L. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2ª Ed. Rio de Janeiro, ABES, 2005.
10. FURLAN, F. R. Avaliação da eficiência do processo de coagulação-floculação e adsorção no tratamento de efluentes têxteis. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
11. GALLÃO, M.I., DAMASCENO, L.F., BRITO, E.S. Avaliação química e estrutural das sementes de moringa. *Revista Ciências Agrônômicas*, Fortaleza, 2006.
12. GIRARDI, F.; SANTIAGO, R.M.; GIMENES, M.L. Tratamento de Vinhaça com os coagulantes naturais: quitosana, tanino e moringa. 2009.
13. GRAHAM, N.; GANG, F.; FOWLER, G.; WATTS, M. Characterisation and coagulation performance of a tannin-based cationic polymer: a preliminary assessment. 2008.

14. JACOBSON, T. K. B.; GARCIA, J.; SANTOS, S.C.; DUARTE, J.B.; FARIAS, J.G.; KLIEMANN, H.J. Influência de fatores edáficos na produção de fenóis totais e taninos de duas espécies de Barbatimão (*Stryphnodendron* sp.). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, pg.163-169, 2005.
15. JIMENEZ, J.; QUIRÓS, N.; VARGAS, M. Avaliação da Pera Espinhosa (*Cactus lefaria*) como coagulante e floculante na remoção de cor de água potável. In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011, Porto Alegre. *Anais...Porto Alegre*, 2011.
16. KAWAMURA, S. Effectiveness of natural polyelectrolytes in water treatment. *Journal American Water Works Association*, v.83, n.10, p.88-91, 1991.
17. LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 4ª Ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. Vol. 1.
18. \_\_\_\_\_. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 2ª Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. Vol. 2.
19. MALHEIROS, R. Lista de espécies tanantes do cerrado. ITS/PUC-Goiás, Goiânia, 6p. Trabalho não publicado, 2013.
20. \_\_\_\_\_. Biodiversidade dos cerrados: ainda há tempo de preservar? In: MOYSÉS, A. (Org.). *Cerrados Brasileiros: desafios e perspectivas de desenvolvimento sustentável*. Goiânia, Ed. PUC-Goiás, p.287-308, 2012.
21. MANGAN, J.L. Nutritional effects of tannins in animal feeds. In: *Nutrition Research Reviews*, 1988.
22. MARTINEZ, F.L. Taninos vegetais e suas aplicações. Universidade de Havana/Cuba; Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 1996.
23. MELLO, J.C.P. Utilização de plantas da biodiversidade brasileira contendo taninos. Maringa, 2008.
24. MENNA, J. O alumínio como fator de risco na doença de Alzheimer. In: Congresso de Iniciação Científica, 16., 2007, Pelotas, 2007.
25. MUELLER-HARVEY, I. Analysis of hydrolysable tannins. In: *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 91, 2001.
26. OLIVEIRA, A.K.M.; RIBEIRO, J.W.F.; MATIAS, R.; GUSMÃO, D.H.; PEREIRA, K.C.L. Potencial alelopático de folhas frescas de bacupari na germinação de alfaca. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 2011.
27. PEDROSO, K.; TAVARES, C.R.G.; SOUZA, R.C.; DIAS, P.R.Z.; JUNIOR, E.F.C.; VIOTTI, P.V. Avaliação da tratabilidade do lixiviado do aterro de Maringá-PR com a utilização de coagulantes naturais. Maringa, 2011.
28. PELEGRINO, E.C.F. Emprego de coagulante à base de tanino em sistema de pós-tratamento de efluente de reator UASB por flotação. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2011.
29. PIANTÁ, C.A.V. Emprego de coagulantes orgânicos naturais como alternativa ao uso do sulfato de alumínio no tratamento de água. Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
30. POLIMENO, A.C.S. Quina – Plantas Medicinais. UNIP, 2004.
31. SALUNKHE, D.K.; CHAVAN, J.K.; KADAM, S.S. In: *Dietary tannins: Consequences and remedies*. 1990.
32. SETA. Linha Acquapol. Disponível em:< <http://www.setaonline.com/pt/agua-e-efluentes/ produtos/ acquapol>>. Acesso realizado em 20/12/2012.
33. SILVA, M. J. M.; PATERNIANI, J.E.S.; FRANCISCO, A.D.; ARANTES, C.C.; SILVA, G.K. Utilização de coagulante natural de Moringa oleifera para clarificação e desinfecção de efluentes domésticos tratados em leitos cultivados e filtração em múltiplas etapas. Campinas, 2011.
34. SILVA, T. S. S. Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto. Dissertação de Mestrado, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1999.
35. TANAC. Tratamento de águas. Disponível em:< [http://www.tanac.com.br/ PT/ detCategoria .php? cod categoria\\_de\\_produtos=4](http://www.tanac.com.br/ PT/ detCategoria .php? cod categoria_de_produtos=4)>, acesso realizado em 20/12/2012.
36. TRUGILHO, P. F.; CAIXETA, R.P.; LIMA, J.T.; MENDES, L.M. Avaliação do conteúdo em taninos condensados de algumas espécies típicas do cerrado brasileiro. Universidade Federal de Lavras, 2009.
37. VAZ, L. G. L. FAGUNDES-KLEN, M. R.; VEIT, M. T.; SILVA, E.A.; BARBIERO, T.; BERGAMASCO, R. Avaliação da Eficiência de Diferentes Agentes Coagulantes na Remoção de Cor e Turbidez em Efluente de Galvanoplastia. *Eclética Química (UNESP. Araraquara. Impresso)*, v. 35, p. 45-54, 2010.
38. VIANNA, M.R. Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água. 4 ed. Belo Horizonte: Imprimatur, 2002.