USO DE POLÍMERO NATURAL A BASE DE TANINO (TANFLOC) PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO

Elis Regina Zolett [1] *& Andrea Sartori Jabur* [2]*

Resumo – O Tanfloc é um polímero orgânico-catiônico, produzido a partir de tanino de acácia negra, um coagulante de origem vegetal, que apresenta habilidade em reagir e precipitar proteínas. No processo de tratamento de água nas Estações de Tratamento de Água são utilizados diferentes compostos coagulantes, sendo amplamente utilizado o Sulfato de Alumínio, de origem química, que traz como consequência a geração de lodo com presença de metais, o qual tendo destinação incorreta tornasse prejudicial ao meio ambiente. Este relatório apresenta um estudo da utilização do Tanfloc no processo de tratamento de água para o consumo humano, em comparação ao Sulfato de Alumínio. São apresentados comparações entre os coagulantes utilizados, quanto ao desempenho de ambos na redução de turbidez, através de ensaios realizados com a utilização do Jar Test e verificação de pH na água tratada, mostrando a viabilidade da utilização de polímeros de origem vegetal.

Palavras-Chave – Tanfloc, Sulfato de Alumínio, Coagulante.

USE NATURAL POLYMER OF THE TANNIN-BASE (TANFLOC) FOR THE WATER TREATMENT FOR THE HUMAN CONSUMPTION

Abstract – The Tanfloc is a organic-cationic polymer, produced from tannin-base of black “acácia” (the plant), a coagulant of vegetal origin, that presents ability in reacting and precipitating proteins. In the process of water treatment in the Stations of Water Treatment different coagulant composites are used, being widely used Aluminum Sulphate, of chemical origin, that brings as consequence the generation of silt with metal presence, which having incorrect destination became harmful the environment. This report presents a study of the use of the Tanfloc in the process of water treatment for the human consumption, in comparison to Aluminum Sulphate. Comparisons between the used coagulant are presented, how much to the performance of both in the turbid reduction, through assays carried through with the use of the Jar Test and verification of pH in the treated water, showing the viability of the polymer of vegetal-base.

Keywords – Tanfloc, Aluminum Sulphate, Coagulant.

INTRODUÇÃO

Autores relatam a existência de $45x10^{45}$ moléculas de água na natureza, sendo que destas 95% constituem água salgada, 5% água doce, na maior parte sob a forma de gelo, e apenas 0,3% diretamente aproveitável, com predominância da água subterrânea. As águas naturais apresentam inúmeras substâncias e microorganismos, alguns inócuos, porém mesmo assim pouco desejáveis e outros extremamente prejudiciais a saúde humana. A maioria das doenças que se alastram pelos países em desenvolvimento provém de água de qualidade insatisfatória. As águas indicada para consumo humano precisam ser puras e saudáveis e para isso torna-se necessário que ela passe por processos de tratamento e desinfecção, realizados nas ETAs (Estações de Tratamento de Água), antes da distribuição a população (RICHTER, 2005) e (DI BERNARDO, 2002).

[1] UTFPR – Campus Pato Branco, eliszolett@hotmail.com.
[2] UTFPR – Campus Pato Branco, jabur@utfpr.edu.br.

Segundo Coral (2009), é comum utilizar-se no tratamento de água, os coagulantes químicos, estes de origem inorgânica, como o Sulfato de Alumínio, o Sulfato Férrico e o Cloreto Férrico, os quais são eficientes na remoção de várias impurezas presentes na água. Ao longo dos anos, os resíduos gerados nas ETAs eram costumeiramente dispostos diretamente no solo, ou mesmo em corpos d'água próximos as mesmas, porém, com a mudança nas normas ambientais, ocorre agora a preocupação com a quantidade de metais presentes nestes resíduos, que podem gerar a poluição da água e do solo. Estes riscos, porém são eliminados quando se faz uso de coagulantes de origem vegetal, como exemplo, os taninos, uma opção alternativa que têm apresentado bons resultados no tratamento de água para consumo humano.

A palavra tanino é um termo técnico, que não expressa significado químico e pertence ao grupo de compostos polihidroxidofenólicos diferentes, que são compostos por polifenóis simples, carboidratos, aminoácidos e gomas hidroxidolodais. Os taninos apresentam diferentes propriedades, podendo ser utilizados na produção de couro, plásticos, anticorrosivos, cola, floculantes, dentre outros (SILVA, 1999).

A acácia negra é uma espécie leguminosa utilizada no reflorestamento e restauração de ambientes degradados, na fixação de nitrogênio, na produção de tanino e de energia, dentre outros. A produção da acácia negra no Brasil se dá, principalmente, com a finalidade de produção de tanino e energia, e a concentração de plantio dessa espécie está no estado do Rio Grande do Sul. O tanino obtido a partir da acácia negra é um composto polifenólico e tem a habilidade de reagir e precipitar proteínas. "Ele se encontra na casca da acácia negra e se classifica como um tanino condensado ou catequímico, apresentando ainda outra reação típica dos taninos, em geral com metais, principalmente o ferro, formando complexos negros azulados." O tanino é produzido e exportado unicamente pela África do Sul, Brasil, Chile e China, sendo que aproximadamente 60% da produção brasileira de tanino são destinados ao mercado interno e o restante é exportado para mais de 50 países (EMBRAPA, 2012) e (SOMACAL, 2012).

O objetivo desta pesquisa é avaliar a utilização de um polímero vegetal, a base de tanino da acácia negra, no processo de tratamento de água in natura, e fazer uma comparação quanto à eficiência deste frente ao Sulfato de Alumínio, coagulante metálico mais comumente utilizado nas ETAs. A utilização de produtos de origem vegetal no tratamento de água elimina a geração de resíduos contaminantes e diminui a preocupação com a disposição final destes. Os ensaios descritos foram realizados no Laboratório de Hidráulica da UTFPR, campus de Pato Branco.

METODOLOGIA

O polímero orgânico utilizado na pesquisa foi o Tanfloc SG líquido, produzido pela empresa Tanac SA, com origem no estado do Rio Grande do Sul. Segundo dados do fabricante o produto é de origem essencialmente vegetal, de baixo peso molecular e com propriedades que lhe permitem atuar como coagulante e floculante, podendo, portanto ser utilizado no tratamento de águas em geral.

Para comparação com os resultados obtidos com o polímero vegetal, foi utilizado o polímero metálico Sulfato de Alumínio em pó, de cor branca, isento de ferro, mais comumente utilizado no tratamento da água devido a excelente formação do floco, baixo custo e fácil manuseio, além de ser eficiente também em relação a redução da cor, turbidez, DQO e DBO (SILVA, 1999).

A água utilizada para os ensaios realizados na maioria das vezes era proveniente do rio Pato Branco, que abastece o município de Pato Branco-PR, e foi coletada na estação de tratamento da Companhia de Saneamento do Estado do Paraná (SANEPAR), responsável pelo abastecimento público de água na cidade, porém durante a realização deste trabalho, houve um período de estiagem, e neste tempo a água do rio Pato Branco apresentava valores muito reduzidos de turbidez, assim, com o intuito de se analisar o comportamento do coagulante Tanfloc para diversos níveis de turbidez, neste período realizou-se o preparo de solução em laboratório para análise, utilizando-se água potável com adições de argila e escória de aciaria.

O Manual de Ensaio de Floculação da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Estado do Paraná) orienta que na execução do ensaio de floculação as concentrações dos produtos químicos a serem utilizados sejam definidas a partir do volume de água a ser tratada, e que basicamente são utilizadas concentrações de 1,0% e 2,0% para 1000 ml e 2000 ml de água, respectivamente. Optou-se então pela utilização do coagulante Sulfato de Alumínio na concentração de 1,0%. A solução foi obtida pesando-se 10,0 g do coagulante em uma balança semi-analítica e completando-se com 1000 ml de água destilada (SANEPAR, 2004).

Para o Tanfloc optou-se por se fazer alguns testes com diferentes proporções de diluição, para que fosse possível obter a proporção ideal, com maior qualidade na água tratada e melhor custo benefício. Desta forma foram testadas diluições, em água destilada, nas concentrações de 1,0%, 3,0%, 6,0% e 9,0%.

Para realização dos ensaios foram utilizados reatores estáticos, mais conhecidos como Jar Test (Teste dos Jarros). O equipamento utilizado foi o FlocControl II, da marca PoliControl, com 6 jarros com capacidade de 2 litros cada um. Para iniciar o processo do ensaio com o equipamento Jar Test, era realizada a medição da turbidez da água *in natura*, e para isso foi utilizado o equipamento turbidímetro microprocessado digital, da marca Del Lab.

Após a verificação da turbidez da amostra de água, havia a necessidade da definição da dosagem dos coagulantes. A dosagem de Sulfato de Alumínio utilizada foi feita segundo recomendações do manual do equipamento FlocControl II, o qual fornece uma tabela onde a dosagem do coagulante é feita com relação a turbidez apresentada pela água a ser tratada. A definição da dosagem do Tanfloc foi feita através de diferentes ensaios, com água in natura apresentando diferentes níveis de turbidez, já que não se encontrou nas referências pesquisadas nem valores fixos e nem métodos diretos para a definição dessas quantidades, como acontece com o Sulfato de Alumínio.

Os ensaios com o equipamento Jar Test foram realizados utilizando-se o volume de 1000 ml de água in natura a ser tratada, em cada jarro do aparelho. A utilização do equipamento Jar Test possibilita a obtenção das condições de mistura que ocorrem em uma ETA, pois ele reproduz aproximadamente a mistura do coagulante em escala real. Após a leitura da turbidez inicial então, a água era depositada nos jarros, e feita a medição da quantidade desejada de coagulante a ser testado em cada um. Os coagulantes eram depositados em tubos de ensaios, posicionados acima do aparelho, e adicionados assim que o aparelho era ligado, dando início ao ensaio. A mistura dos coagulantes na água foi feita em 2 velocidades: a mistura rápida e a mistura lenta, com tempos diferenciados. Uma das fases mais importantes no tratamento de água para consumo, segundo Richter (2005) e Nureco (2008), é a mistura dos coagulantes na água, no entanto não se tem conclusões definitivas sobre o tempo de mistura e velocidade de agitação.

Desta forma, os ensaios foram realizados com diferentes velocidades e tempos de mistura, onde a mistura rápida, para o processo de coagulação, estabeleceu-se entre 100 a 150 rotações por minuto, em período de no máximo 30 segundos, e o processo de floculação, entre 15 a 40 rotações por minuto, em período de 15 minutos, sendo que o período de sedimentação dos flocos formados foi definido em 15 minutos, para total sedimentação dos flocos com dimensões e pesos apropriados. Após este período era feita a medição da turbidez final da amostra contida em cada jarro, retirando o sobrenadante, de modo a não "quebrar" os flocos e prejudicar o tratamento. O procedimento citado foi seguido tanto com o Sulfato de Alumínio, como com o Tanfloc.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros ensaios realizados foram para conhecer e analisar o comportamento do coagulante Tanfloc, e assim chegar à definição de dosagem a ser utilizada nos demais ensaios. Foram arbitrados diferentes valores de mistura rápida e mistura lenta, na adição do coagulante, e também diferentes valores de concentração do mesmo.

De início utilizou-se Tanfloc, com diluição de 3,0% em água destilada, porém os valores de turbidez medidos nas amostras ensaiadas foram insatisfatórios. Partiu-se então para novos ensaios, utilizando-se novas diluições. Desta vez o produto foi testado com diluições de 6,0 e 9,0%, porém novamente não ocorreram mudanças significativas nos valores de turbidez das amostras. Autores pesquisados afirmavam, no entanto, que além da dispersão do coagulante melhorar quando a solução é aplicada diluída em valores suficientemente baixos, valores de 1,0% conduziriam a bons resultados para a redução de turbidez no tratamento de água (RICHTER, 2005). Após isto se optou então pela realização de novos ensaios utilizando-se Tanfloc na diluição de 1,0%. A Tabela 1 mostra o s resultados obtidos no novo ensaio realizado:

Tabela 1: Tanfloc 1,0% - Rio Pato Branco.

Fonte da água para tratamento: Rio Pato Branco						
Turbidez inicial: 38,0 NTU						
Velocidade de mistura rápida: 100 rpm			Tempo de mistura rápida: 30 segundos			
Velocidade de mistura lenta: 40 rpm			Tempo de mistura lenta: 15 minutos			
Tempo de sedimentação: 15 minutos						
Jarros	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Quant de coagulante utilizado (ml)	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
Turbidez final (NTU) (após 15 min. de sedimentação)	1,38	1,46	3,67	4,94	4,83	5,98

A partir dos ensaios realizados com Tanfloc diluído a 1,0% pôde-se observar que os resultados tiveram melhoras significativas com a utilização da quantia de 1,00 ml de coagulante para 1,0 litro de água. Testaram-se então menores quantidades de adição do coagulante, mas desta vez mantendo-se a mesma diluição do produto, o que possibilitou bons resultados e a partir deste ensaio fez-se a opção pela fixação dos valores de velocidades e tempos de mistura, e também das quantidades de Tanfloc a ser utilizado nos demais ensaios. Partiu-se então para novos ensaios, sendo que para cada amostra utilizou-se agora os dois coagulantes, conforme ilustrado nas Tabelas 2 e 3:

Tabela 2: Turbidez inicial 20,5 NTU.

Fonte da água para tratamento: Rio Pato Branco						
Turbidez inicial: 20,5 NTU						
Velocidade de mistura rápida: 100 rpm			Tempo de mistura rápida: 30 segundos			
Velocidade de mistura lenta: 40 rpm			Tempo de mistura lenta: 15 minutos			
Tempo de sedimentação: 15 minutos						
Jarros	1°	2°	3°	4°	5°	6°
TANFLOC 1,0%						
Quant de coagulante utilizado (ml)	0;50	0,80	1,00	1,30	1,50	1,80
Turbidez final (NTU) (após 15 min. de sedimentação)	2,36	1,18	2,53	3,15	2,81	3,33
SULFATO DE ALUMINIO 1,0%						
Quant de coagulante utilizado (ml)	0,70	1,20	1,70	2,20	2,70	3,20
Turbidez final (NTU) (após 15 min. de sedimentação)	0,35	0,42	0,65	1,25	0,73	1,22

Para a amostra com turbidez inicial de 20,5 NTU, o coagulante Tanfloc apresentou, para o valor 0,80 ml por litro, uma turbidez final de 1,18 NTU, enquanto que para o Sulfato de Alumínio o valor final foi de 0,35 NTU para a adição de 0,70 ml por litro.

Tabela 3: Turbidez inicial 60,6 NTU.

Fonte da água para tratamento: Rio Pato Branco						
Turbidez inicial: 60,6 NTU						
Velocidade de mistura rápida: 100 rpm			Tempo de mistura rápida: 30 segundos			
Velocidade de mistura lenta: 40 rpm			Tempo de mistura lenta: 15 minutos			
Tempo de sedimentação: 15 minutos						
Jarros	1°	2°	3°	4°	5°	6°
TANFLOC 1,0%						
Quant de coagulante utilizado (ml)	0,50	0,80	1,00	1,30	1,50	1,80
Turbidez final (NTU) (após 15 min. de sedimentação)	2,10	1,88	2,09	2,07	3,17	4,37
SULFATO DE ALUMINIO 1,0%						
Quant de coagulante utilizado (ml)	1,10	1,60	2,10	2,60	3,10	3,60
Turbidez final (NTU) (após 15 min. de sedimentação)	0,71	0,81	2,90	3,73	2,84	5,81

Para a amostra com turbidez inicial de 60,6 NTU, o coagulante Tanfloc apresentou, para o valor 0,80 ml por litro, uma turbidez final de 1,88 NTU, enquanto que para o Sulfato de Alumínio o valor final foi de 0,71 NTU para a adição de 1,10 ml por litro. A partir da diminuição da quantidade de coagulante vegetal utilizada, bons resultados foram obtidos, principalmente com a adição de 0,80 ml. Observa-se ainda que para adições maiores de coagulante os valores finais de turbidez aumentam gradativamente.

Nas amostras tratadas com o coagulante químico os valores finais de turbidez variaram aleatoriamente, porém pelo fato da quantidade de coagulante Sulfato de Alumínio utilizada já ser pré-definido em tabelas, conforme o valor de turbidez inicial apresentado pela amostra, a preocupação nestes ensaios se dá apenas com a possibilidade de comparação entre os melhores resultados obtidos em cada um dos ensaios. As Figuras 1 e 2 mostram os gráficos desenvolvidos a partir das Tabelas 2 e 3, para comparação entre os resultados descritos. É possível observar-se, que para as mesmas condições de ensaio, o coagulante químico apresentou melhores resultados que o coagulante vegetal.

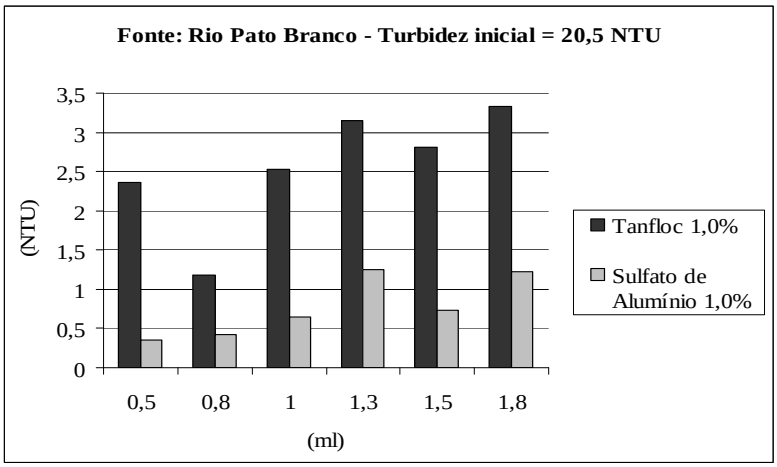

Figura 1 - Gráfico turbidez inicial 20,5 NTU.

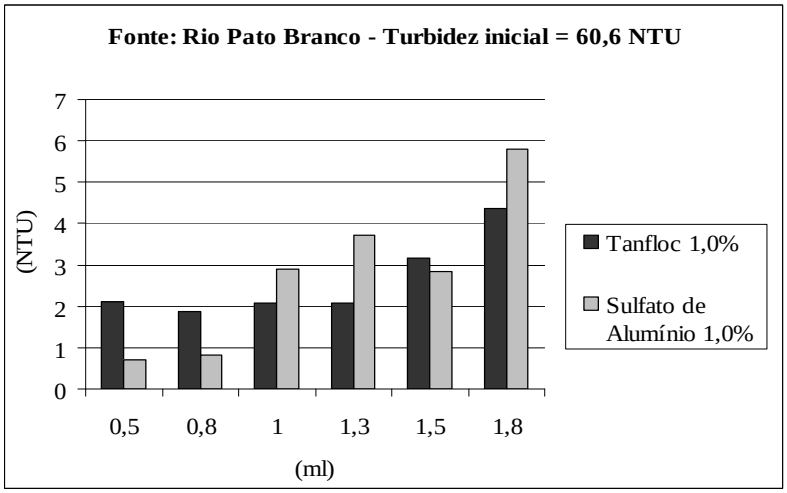

Figura 2 - Gráfico turbidez inicial 60,6 NTU.

Durante o processo de tratamento, ocorreu a formação dos flocos, que variou conforme a quantidade de sedimentos apresentados pelas amostras e também de acordo com o coagulante utilizado no processo. Para finalizar as atividades procedeu-se a filtragem e aferição do pH de algumas amostras utilizando-se um filtro de algodão posicionado em um funil, já que não foi possível a obtenção de carvão antracito. A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 4: Resultados de turbidez e pH após filtragem das amostras.

TANFLOC 1,0%			SULFATO DE ALUMÍNIO 1,0%		
Turbidez final (NTU)	Turbidez final após filtragem (NTU)	pH	Turbidez final (NTU)	Turbidez final após filtragem (NTU)	pH
1,18	1,13	8,19	0,35	0,18	8,23
1,88	1,84	8,27	0,71	0,27	8,25

CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização do coagulante vegetal Tanfloc para o tratamento de água para consumo humano. Analisando-se os resultados obtidos é possível observar que o coagulante de origem vegetal teve bom desempenho nos ensaios realizados. O melhor resultado obtido para turbidez final foi de 1,18 NTU, que após filtragem resultou em 1,13 NTU, com pH de 8,19, após ensaio realizado adicionando-se a quantidade 0,80 ml de coagulante no tratamento de 1,0 litro de água, com turbidez inicial de 20,5 NTU, enquanto que para a mesma amostra, fazendo-se uso do Sulfato de Alumínio, obteve-se o resultado de 0,35 NTU, que após filtragem resultou em 0,18 NTU, com pH de 8,23, com a quantidade adicionada de 0,70 ml do coagulante para 1,0 litro de água.

A portaria de nº 518 do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004, indica o padrão de turbidez para água pós-filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta), em 1,0 UT, e recomenda ainda que no sistema de distribuição o pH da água seja mantido na faixa de 6 e 9,5. Considerando-se estes índices é possível afirmar que os valores resultantes de ambos os coagulantes são aceitáveis para consumo humano. O Tanfloc se mostrou eficaz também na redução de altos níveis de turbidez e os valores indicam que a adição de menores quantidades do produto proporcionou melhores resultados.

Durante a formação dos flocos nas amostras tratadas, foi possível observar que os flocos formados pelos sedimentos no tratamento com Tanfloc eram maiores do que os formados com o Sulfato de Alumínio, o que representa um ponto positivo para o coagulante vegetal em relação ao químico, pois flocos maiores facilitam a decantação, devido ao peso do floco, e retida dos sedimentos, enquanto que os flocos menores apresentam maior possibilidade de dispersão na água já tratada.

Ambos os coagulantes se mostraram eficientes na redução da cor, embora este diagnóstico tenha sido feito apenas a olho nu, sem nenhuma análise mais detalhada das amostras. De modo geral, apesar dos bons resultados obtidos com a utilização do coagulante vegetal, este não superou os resultados apresentados pelo coagulante químico Sulfato de Alumínio.

A justificativa pela utilização do coagulante Tanfloc é a questão ambiental. Embora não tenha sido feita nenhuma análise sobre o lodo restante após o tratamento, pelo fato do produto ter origem vegetal, a ausência de metais nos resíduos torna mais fácil a sua destinação, comparado ao Sulfato de Alumínio, que devido ao excesso de metal no lodo remanescente, impossibilita o descarte em rios, por exemplo, assim as ETAs que fazem a utilização deste coagulante metálico precisam de uma solução imediata para o problema. Seria interessante que fossem feitos estudos sobre a aplicação do lodo resultante com a utilização do Tanfloc.

O produto Tanfloc é atualmente comercializado pela empresa responsável no valor de R$ 1,57/kg, o que a princípio pode ser considerado um valor baixo, no entanto é necessário analisar se em uma estação de grande porte, em grandes cidades, como Curitiba, por exemplo, onde são utilizadas grandes quantidades do produto, pois é grande o volume diário de água a ser tratado, se este valor é mesmo acessível. Os dados apresentados referem-se apenas a uma pesquisa inicial, que deverá ser continuada para obtenção de novos resultados, com a análise de amostras de diferentes rios de outras localidades.

REFERÊNCIAS

RICHTER, Carlos A; NETTO, José M. de Azevedo. *Tratamento de Água*. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2005.

DI BERNARDO, Luiz. *Ensaios de Tratabilidade de Água e dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água.* São Carlos: Rima Editora, 2002.

CORAL, Lúcila A.; BERGAMASCO, Rosângela; BASSETTI, Fátima. J. Estudo da Viabilidade de Utilização do Polímero Natural (TANFLOC) em Substituição ao Sulfato de Alumínio no Tratamento de Águas para Consumo. In Anais: *INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION*, 2009, Brasil.

SILVA, Telma S. Santana. *Estudo de Tratabilidade Físico-Química com Uso de Taninos Vegetais em Água de Abastecimento e de Esgoto.* 1999. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 1999.

EMBRAPA. Embrapa Florestas – *Sistemas de Produção*. Janeiro de 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/#acacia_negra>. Acesso em: mar. 2012.

SOMACAL. Somacal *Plantas e Flores*. Disponível em: <http://www.somacalplantas.com.br/pdf/acacianegra.pdf>. Acesso em: mar. 2012.

TANAC SA. *Tanfloc* SG. Disponível em: <http://www.tanac.com.br/PT/upload/produtos/CT_TANFLOC_SG_PT.pdf>. Acesso em: abr. 2012.

SULFATO DE ALUMÍNIO. Sulfato de Alumínio. Disponível em: <http://www.sulfatodealuminio.net/>. Acesso em: jul. 2012.

QUIMIDROL. *Sulfato de Alumínio*. Disponível em: <http://www.quimidrol.com.br/site/admin/user/anexos/quimico_4b967cbe789160bb7668b66158624c9d.pdf>. Acesso em: jul. 2012.

SANEPAR (Companhia de Saneamento do Estado do Paraná). *Manual de ensaio de floculação*. Curitiba, PR: Governo do Paraná, 2004. 33 p.

POLICONTROL. *Manual FlocControl II*. Diadema, SP: PoliControl Instrumentos de Controle Ambiental Ind. e Com. Ltda, 2007.

NURECO. *Sistema de Abastecimento de Água – Controle Básico de ETAs* - Guia do profissional em treinamento. São Paulo: ReCESA, 2008. 180 f.