PRODUÇÃO DE COAGULANTE VEGETAL CATIÔNICO A PARTIR DE CASCAS DE EUCALIPTO (*Eucalyptus tereticornis*)

ALBERTO KUHN KLUMB[1], OSVALDO LUÍS VIEIRA FARIA[2]

RESUMO

Os taninos aparecem como substitutos dos sais de alumínio no tratamento de água pela dificuldade da disposição de lodos. O *Eucalyptus* surge como uma alternativa não usual para obtenção de taninos. A concentração de tanino na casca é maior em comparação com outras partes da árvore. A reação de Mannich é uma reação de síntese para agregar carga ao tanino. O objetivo deste trabalho foi produzir um coagulante vegetal catiônico a partir de cascas de eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*). Coletaram-se as amostras de cascas de 5 cm de espessura a partir de 1,30 m do solo de indivíduos de seis anos de idade. Fez-se a extração com etanol e água variando-se o tempo de extração de seis dias a onze dias. Escolheu-se o tempo de extração que obteve a maior concentração de tanino condensado. Determinou-se a faixa de temperatura que obteve o menor tempo de reação para a primeira etapa da reação de Mannich. Produziu-se nas condições do experimento o coagulante catiônico o qual foi caracterizado físico-quimicamente. O aumento do tempo de extração aumenta a concentração de taninos condensados no extrato a partir de cascas de *Eucalyptus tereticornis.* As temperaturas mais elevadas aceleram a primeira etapa da reação de Mannich. O produto formado, utilizando a extração em água por onze dias e a temperatura da primeira etapa da reação de Mannich entre 91ºC a 100ºC, possui uma concentração de sólidos totais de 0,597 %.

PALAVRAS-CHAVES: Taninos. Polímero. Catiônico. Reação de Mannich.

PRODUCTION OF VEGETABLE CATIONIC COAGULANT FROM EUCALYPTUS BARK (*Eucalyptus tereticornis*)

ABSTRACT

The tannins appear as substitutes of aluminum salts in water treatment by the difficulty of sludge disposal. Eucalyptus appears as an unusual alternative for the tannin obtainment. The tannin concentration in the bark is bigger than in other parts of the tree. The Mannich reaction is a synthesis reaction to add the charge to the tannin. The objective of this work was to produce a vegetable cationic coagulant from eucalyptus (*Eucalyptus tereticornis*) bark. The shells samples were collected with 5 cm of thickness from 1.30 m above the soil from individuals of six years old. The extraction was made with ethanol and water by variation of extraction time from six days to eleven days. The extraction time was chosen by obtaining the highest concentration of condensed tannin. The temperature range that achieved the lowest reaction time for the first step of the Mannich reaction was determinated. The cationic coagulant was produced in the experiment conditions which was characterized physico-chemically. The increase of extraction time increases the concentration of condensed tannins in the extract from the bark of *Eucalyptus tereticornis.* The higher temperatures accelerate the first step of the Mannich reaction. The product formed using eleven days extraction in water and the temperature of the first step of the Mannich reaction between 91°C to 100ºC, has a total solids of 0.597 %.

KEY-WORDS: Tannins. Polymer. Cationic. Mannich reaction.

[1]Graduação em Bacharelado em Química Ambiental. Universidade Católica de Pelotas - UCPEL. Pós-graduando em MBA em Engenharia Sanitária e Ambiental Pelo Instituto de Pós-Graduação - POA. Email: albertokk88@yahoo.com.br
[2] Engenheiro Químico. Doutor em Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela Universidade Federal de Pelotas - UFPEL.

1. INTRODUÇÃO

A coagulação é um dos processos fundamentais no tratamento de água. Os agentes químicos mais utilizados nessa operação são os sais de alumínio. O lodo gerado pela interação desse sal inorgânico com as partículas coloidais e em suspensão tem preocupado pesquisadores na área, pois ele conterá, além da carga poluente proveniente da água bruta, as substâncias adicionadas durante este processo, dificultando sua disposição. Os taninos aparecem como substitutos dos sais de alumínio no tratamento de água.

Uma das fontes de taninos mais explorada comercialmente é a acácia negra, sendo a concentração de taninos em base seca para sua casca de 27 %. O grande uso da acácia negra para extração de taninos diz respeito não só a concentração da substância na casca, como também a qualidade do tanino extraído [4]. Pesquisas são importantes para a busca de matérias-primas alternativas como fonte de taninos, visto que há uma elevada demanda de área para o plantio destas árvores de grande porte.

O Brasil possui 4.516.000 hectares plantados com o gênero *Eucalyptus*, sendo o Rio Grande do Sul contribuindo com 271.980 hectares [1]. Em nível de comparação, a área plantada de acácia-negra no Brasil está estimada em 140.000 hectares [20]. A região sul do Rio Grande do Sul é um lugar onde o crescimento de espécies arbóreas, como o eucalipto, é três vezes mais rápido em relação a outros países, devido ao clima, a qualidade e a abundância de água [3]. As indústrias que utilizam a madeira do eucalipto são grandes geradoras de resíduos de cascas, surgindo a opção de extração de tanino da casca desta árvore [5]. O *Eucalyptus tereticornis* é importante para a economia brasileira pela sua participação na produção de celulose, madeira para construção civil e para fabricação de carvão vegetal para siderurgia [7]. A concentração de tanino na casca é maior em comparação com outras partes da árvore, como raízes, folhas e sementes. Uma maneira de valorizar essa parte do eucalipto é a extração de tanino e posterior transformação em coagulante vegetal. Justifica-se, portanto, o desenvolvimento de uma técnica de extração de tanino a partir da casca de eucalipto.

Os taninos são moléculas compostas por anéis aromáticos policíclicos com uma elevada massa molar, na ordem de 500 Dalton a 3.000 Dalton [16]. Os taninos são constituídos de pequenas unidades (monômeros), e por isso são considerados polímeros. A cadeia carbônica é longa e por esse motivo são capazes de estabelecer ligações com as partículas presentes na água, aglutinando-as e transformando-as em partículas relativamente grandes [23]. Os taninos podem ser classificados em taninos hidrolisáveis e taninos condensados. Os taninos hidrolisáveis possuem uma estrutura de poliéster que hidrolisa facilmente. Consistem de ésteres de ácido gálico e ácidos elágicos glicosilados

(glicose como núcleo central). Os taninos condensados, ao contrário dos hidrolisáveis, que geralmente estão presentes em pequenas quantidades nos tecidos vegetais, são mais comuns. Estes são os utilizados para tratamento de água, pois são mais viscosos que os hidrolisáveis. Deste modo, são mais importantes, do ponto de vista comercial. Eles são formados por flavonóides (flavan-3-ol e/ou flavan-3,4-diol) com diferentes graus de condensação [12].

A extração do tanino pode ser realizada de duas formas: em água e em solvente orgânico (álcool, principalmente). Trugilho et al. [22] relatam que a extração feita com álcool é mais eficiente na remoção de taninos da casca de eucalipto. As baixas temperaturas na extração favorecem a produção de altas quantidades de material fenólico. Em contrapartida, na medida em que se eleva a temperatura de extração, a quantidade de material não-tânico extraída é maior [5].

A reação de Mannich é uma reação de síntese orgânica envolvendo uma substância carbonilada não enolizável, uma substância carbonilada enolizável e uma substância nitrogenada para formação de derivados de aminas secundárias e terciárias, chamados bases de Mannich [21]. Conforme Graham et al. [7], os coagulantes catiônicos derivados de taninos são produzidos via reação de Mannich, envolvendo um aldeído, um componente amino ou cloreto de amônio e o extrato de tanino. O produto dessa reação é um polímero catiônico, que se ioniza quando se dissolve em água, adquirindo carga positiva e atuando como um cátion. Esta reação é de extrema importância na transformação do tanino sem carga em tanino catiônico, também chamado de tanato quaternário de amônio. Ela envolve duas etapas [14]: primeira etapa: ocorre a mistura entre um aldeído e sal de amina, sendo a temperatura ótima de 50°C a 100°C; segunda etapa: a mistura do composto resultante da primeira etapa com o polímero gera o tanino catiônico.

Em sistemas com partículas coloidais, o tanino neutraliza as cargas e forma espécies de “pontes” entre estas partículas. Assim, os flocos são formados e, posteriormente, ocorre a sedimentação. Os coagulantes vegetais surgem como alternativa no tratamento de água, pois são biodegradáveis, menos tóxicos e produzem menor quantidade de lodo com menor concentração de metais [13].

Os polieletrólitos carregados positivamente são os tipos mais comumente utilizados em tratamento de água. Uma consequência da capacidade dos polímeros catiônicos em adsorver colóides carregados negativamente é que estes polímeros não necessitam massa molar grande para serem efetivos na desestabilização do sistema coloidal [23]. Como não consome alcalinidade do meio, o tanino catiônico não altera o pH da água tratada, o que aumenta sua aplicabilidade. A faixa de pH para efetividade do mesmo é de 4,5 – 8,0, utilizando concentrações baixas [13,15]. O não consumo de alcalinidade se dá devido ao fato de já estar na forma catiônica, ao contrário dos sais metálicos que precisam

se dissociar da forma de sal e assumir a forma hidróxida, na qual efetivamente irão atuar neutralizando as cargas das partículas coloidais, que são negativas.

Graham et al. [7] relatam que o uso dos polieletrólitos pode ser como coagulante primário ou como parcial substituto dos convencionais coagulantes inorgânicos. Em ambos os casos, os polímeros oferecem benefícios significantes em termos de posterior disposição de lodo. Fiorentini [10] relata que o coagulante à base de tanino na forma catiônica mostrou-se bastante eficaz quanto à floculação e decantação, resultando numa redução de 95 % de turbidez da água de reservatório de um frigorífico em Frederico Westphalen (Rio Grande do Sul), produzindo uma água sem odor e de aspecto límpido. Ferreira Filho et al. [9] relatam que, independente da dosagem de polímero catiônico aplicado em conjunto com um coagulante inorgânico, a partir da concentração de 2,0 mg/L há uma remoção de 90 % de turbidez na água bruta proveniente do Reservatório do Guapiranga que abastece a estação de tratamento de água em Alto da Boa Vista (SP).

O objetivo deste trabalho foi produzir um coagulante vegetal catiônico a partir de cascas de eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparação das amostras de casca de eucalipto

As amostras de cascas de *Eucalyptus tereticornis* foram coletadas de três indivíduos de aproximadamente seis anos de idade em uma reserva particular de 10,0 hectares, situada no município de São Lourenço do Sul (31°20’21’’S 52°00’10’’O). Foram tomados discos de cascas de 5 cm de espessura a 1,30 m do solo (DAP – diâmetro a altura do peito) e a cada 25 % da altura comercial da árvore [18].

As amostras foram secas em estufa a 36°C por dez dias, sendo revolvidas a cada 12 h, e posteriormente maceradas [17].

2.2 Obtenção dos extratos

A extração foi feita à temperatura ambiente e sem agitação, com 10 mL de etanol para cada grama de material macerado variando-se o tempo de extração de seis dias a onze dias [17]. De maneira semelhante, foi feita a extração em água. O tempo de extração foi escolhido pela maior concentração de tanino condensado extraído.

2.3 Determinação de Taninos Condensados

A análise de taninos condensados nos extratos foi feita pelo método colorimétrico [19]. As medidas espectrofotométricas foram obtidas usando-se um espectrofotômetro B572 (Micronal, Brasil) e cubeta de quartzo de 1,00 cm de caminho óptico, em um comprimento de onda de 500 nm.

Os dados da curva foram submetidos à análise de regressão linear, sendo calculada a equação da reta e o coeficiente de determinação (r^2).

2.4 Determinação do tempo para a primeira etapa da reação de Mannich

A efetivação da reação entre o formaldeído e cloreto de amônio, em reator de vidro fechado, foi medida por avaliação visual através do aparecimento da cor amarelo-claro a incolor, característica do final da reação [14]. Foram testadas cinco diferentes faixas de temperatura (51°C-60°C; 61°C-70°C; 71°C-80°C; 81°C-90°C; 91°C-100°C), para determinar o menor tempo de reação.

2.5 Reação final de Mannich e caracterização do coagulante

A mistura do produto da primeira etapa da reação de Mannich com o extrato [14] produziu o coagulante catiônico, cuja caracterização foi feita pelos parâmetros pH, cor, densidade, sólidos totais e sólidos totais voláteis de acordo com American Public Health Association [2].

2.6 Expressão dos resultados

Os resultados de taninos condensados foram expressos em mg de taninos condensados em equivalente de catequina por mL do extrato em função do tempo de extração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de taninos condensados nos extratos etanólicos em função do tempo de extração são apresentadas na TABELA 1.

Tabela 1: Concentração de taninos condensados extraída em etanol

Tempo de extração (dias)	Concentração (mg de catequina/mL)	Coeficiente de Variação (%)	Temperatura ambiente (°C)
6	0,0259	1,16	23,9
7	0,0259	19,30	23,7
8	0,0265	6,04	23,8
9	0,0335	87,46	23,9
10	0,0498	52,21	23,8
11	0,0994	5,70	23,4

Entre as amostras de seis dias a oito dias, a concentração de taninos condensados permaneceu praticamente constante. Nas amostras de nove dias, dez dias e onze dias o teor de taninos condensados no extrato aumentou, atingindo seu máximo na de onze dias com 0,0994 mg/mL.

As concentrações de taninos condensados nos extratos aquosos em função do tempo de extração aparecem na TABELA 2.

Tabela 2: Concentração de taninos condensados extraída em água

Tempo de extração (dias)	Concentração (mg de catequina/mL)	Coeficiente de Variação (%)	Temperatura ambiente (°C)
6	0,0143	1,88	23,9
7	0,0146	7,31	23,7
8	0,0146	12,12	23,8
9	0,0276	3,34	23,9
10	0,0389	40,01	23,8
11	0,0620	2,27	23,4

Da mesma maneira que no experimento da extração com etanol, nas amostras de seis dias, sete dias e oito dias, a concentração de taninos condensados permaneceu praticamente constante. A partir do nono dia, a concentração de taninos condensados aumentou, atingindo seu máximo na amostra de onze dias.

A temperatura ambiente média para cada tempo de extração permaneceu praticamente constante nos dois experimentos, e sua pequena variação não influenciou na quantidade de taninos condensados extraída. O tanino é extraído lentamente se comparado a outros compostos fenólicos, como as antocianinas, cuja extração se dá em torno de horas [8], e sua concentração no extrato aumenta com o tempo de contato.

Na extração de taninos condensados em água, obteve-se o valor máximo de 0,0320 mg/mL em onze dias, comprovando o que Trugilho et al. [22] relatam, onde a extração dos compostos fenólicos em solventes orgânicos é mais eficiente do que quando feita em água. No entanto, como o etanol é um solvente caro e não propício para fabricação de coagulantes vegetais, optou-se por utilizar a extração feita em água para os experimentos seguintes.

A TABELA 3 apresenta os tempos de reação na primeira etapa da reação de Mannich em função da temperatura.

Tabela 3: Tempo de reação em função da temperatura na primeira etapa da reação de Mannich

Faixa de temperatura (°C)	Tempo de reação (min)	Desvio Padrão (min)	Coeficiente de Variação (%)
51-60	77,00	2,65	3,44
61-70	31,33	5,86	18,70
71-80	21,92	1,63	7,44
81-90	11,83	1,04	8,79
91-100	5,25	0,66	12,57

O tempo de reação entre o aldeído e cloreto de amônio diminui à medida que se aumenta a faixa de temperatura. Com a elevação da temperatura, aumenta o número de moléculas com energia suficiente para efetuar colisões efetivas, aumentando a velocidade da reação. Esse fato faz com que a reação se complete mais rapidamente na faixa de 91ºC a 100ºC.

Catalisadores orgânicos, como a 5-arilprolina, foram utilizados na reação de Mannich, conforme Godoi et al. [6]. O tempo de reação obtido, na temperatura de 65ºC, foi de 150 min.

A caracterização do produto final é apresentada na TABELA 4.

Tabela 4: Características físico-químicas do tanino catiônico obtido.

Análise	Unidade	Valor
Densidade	-	1,159
pH	-	1,64
Sólidos Totais	g/L	5,97
Sólidos Totais Voláteis	g/L	4,86
Sólidos Totais fixos	g/L	1,11
Cor	mg Pt-Co/L	32.458,3

A densidade do produto é maior que a do solvente utilizado (água, d=1,000) indicando a existência da extração.

O pH de 1,64 justifica-se pois íons H^+ foram utilizados na primeira etapa da reação de Mannich como catalisadores, permanecendo no meio.

A concentração de sólidos no produto atingiu 0,597 %, menor do que a concentração de taninos condensados sem carga, extraídos em onze dias em água (0,620 %). Aqui aparece o efeito da diluição dos processos posteriores e a incompleta ionização dos taninos extraídos.

A concentração de sólidos totais em floculantes à base de tanato quaternário de amônio é útil porque a fração ativa do mesmo é a correspondente a esta concentração, ou seja, a concentração de sólidos é a parte que efetivamente vai reagir com a matéria coloidal presente na água. Nos taninos comerciais disponíveis, a concentração de sólidos é maior que a obtida neste trabalho, na ordem de 20 % de sólidos totais. Isso se deve aos fatos de serem utilizadas espécies diferentes de árvores, de a extração ser feita com menor quantidade de solvente, ou ainda, depois de feita a extração, o solvente ser evaporado sob pressão reduzida, aumentando, assim, a concentração de taninos condensados no extrato.

O material mineral presente na casca do *Eucalyptus tereticornis* é evidenciada pela concentração de sólidos fixos que foram extraídos pelo etanol. Esse material mineral é facilmente lixiviado, e é constituído, principalmente, por potássio e sódio [11].

Pereira et al. [18] relatam que, após feita a extração utilizando cascas de *Eucalyptus tereticornis*, a concentração de sólidos fixos varia de 0,8 % a 1,2 %, em árvores de mesma idade das usadas neste trabalho.

Alguns produtos comerciais podem apresentar sais de alumínio e/ou ferro em sua composição para melhorar a eficiência. Neste caso, não foi adicionado nenhum composto inorgânico, sendo, portanto, a concentração de sólidos fixos referente a alguma impureza adquirida durante o processo de preparação do produto ou algum material mineral presente na casca do *Eucalyptus tereticornis*.

A cor medida foi 32 458,3 mg Pt-Co/L. O produto possui um aspecto opaco, com uma coloração marrom-claro.

4. CONCLUSÃO

O aumento do tempo de extração aumenta a concentração de taninos condensados no extrato a partir de cascas de *Eucalyptus tereticornis* utilizando extração à temperatura ambiente e as temperaturas mais elevadas aceleram a primeira etapa da reação de Mannich. O produto formado, utilizando a extração em água por onze dias e a

temperatura da primeira etapa da reação de Mannich entre 91ºC a 100ºC, possui uma concentração de sólidos totais de 0,597 %.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF 2010 - ano base 2009**. 1. ed. Brasília: Editora ABRAF, 2010.

[2] AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 2005.

[3] ANESI, S.A. O "nó" do eucalipto: a sustentabilidade da silvicultura na metade sul. In: **SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL**, n. 1, 2007, Taubaté – SP. Anais. Taubaté: IPABHi, p. 351-358.

[4] BRÍGIDA, A.I.S.; ROSA, M.F. Determinação do teor de taninos na casca de coco verde (*Cocos nucifera*). In: **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, 2003, Fortaleza, v. 47, n. 1, p. 25-27.

[5] CARNEIRO, A.C.O. et al. Reatividade dos taninos da casca de *Eucalyptus grandis* para produção de adesivos. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 1-9, 2001.

[6] GODOI, M.N.; SANTOS, M.R.; ROBERTO, L.E.; CORREIA, C.R.D. Síntese Estereosseletiva de Novas 5-Arilprolinas e seu Uso como Organocatalisadores em Reações de Mannich Multicomponente. In: **REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA**, n. 32, 2009, Fortaleza – CE. Anais.Fortaleza, p.1-3.

[7] GRAHAM, N. et al. Characterisation and coagulation performance of a tannin-basic cationic polymer: a preliminary assessment. **Colloids and surfaces A: Phisicochem and engineering aspects**, Nova York, v. 327, n. 1-3, p. 9-16, 2008.

[8] FAVARO, M.M.A. **Extração, estabilidade e quantificação de antocianinas de frutas típicas brasileiras para aplicação industrial como corantes**. 102 p. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Grupo de Pesquisas em Química Analítica e Educação, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2008.

[9] FERREIRA FILHO, S.S. et al. Aplicação de polímeros catiônicos em conjunto com coagulantes inorgânicos como auxiliares de coagulação para a otimização de estações de tratamento de água. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, n. 22, 2003, Joinville – SC. Anais. Joinville: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, p. 7-15.

[10] FIORENTINI, V. **Uso do tanino no processo de tratamento de água como melhoria em sistema de gestão ambiental**. 124 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2005.

[11] FOELKEL, C. **Casca da árvore de eucalipto: aspectos morfológicos, fisiológicos, florestais, ecológicos e industriais, visando a produção de celulose e pape**l. 1. ed. São Paulo, Brasil. Sociedade Brasileira Técnica de Celulose e Papel, 2006.

[12] JORGE, F.C. et al. Aplicações para as cascas de árvores e para os extractos taninosos: uma revisão. **Silva Lusitana**, Lisboa, Portugal, v. 9, n. 2, p. 225-236, 2001.

[13] KONRADT-MORAES, L.C. et al. Avaliação da eficiência de remoção de cor e turbidez, utilizando como agente coagulante os taninos vegetais, com a finalidade de obtenção de água tratada. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, n. 24, 2007, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, CD-ROM.

[14] KONRATH, R.A.; FAVA, F.J. **Processo de preparação de um agente floculante à base de extrato vegetal.** BR n. PI 0500471-3 A, 11 fev. 2005, 26 set. 2006.

[15] MATOS, E.A. **Emprego de tanino vegetal no tratamento de águas de abastecimento e residuárias**. 45 p. (Trabalho de Conclusão de Curso), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2005.

[16] MONTEIRO, J.M. et al. Taninos: uma abordagem da Química à Ecologia. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

[17] PANSERA, M.R. et al. Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 13, n. 1, p. 17-21, 2003.

[18] PEREIRA, J.C.D. et al. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo, Embrapa Florestas, 2000.

[19] PRICE, M.L. et al. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin of sorghum grain. **Journal of Agricultural and Food Chemestry**, Washington, v. 28, n. 5, p. 1214-1218, 1978.

[20] RACHWAL, M.F.G. et al. Manejo dos resíduos da colheita de acácia-negra (*Acacia mearnsii* de wild) e a sustentabilidade do sítio. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 2, p. 137-144, 2007.

[21] SAHOO, S.; JOSEPH, T.; HALLIGUDI, S.B. Mannich reaction in Brönsted acidic ionic liquid: a facile synthesis of β-aminocarbonyl compounds. **Journal of Molecular Catalysis**, Nova York, v. 244, n. 1, p. 179-182, 2006.

[21] SILVA, F.P. Avaliação do desempenho inicial de procedências de *Eucalyptus tereticornis* Smith no Vale do Rio Doce-MG. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 3, p. 270-275, 2007.

[22] TRUGILHO, P.F. et al. Determinação do teor de taninos na casca de *Eucaliptus spp*. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 246-254, 2003.

[23] VANACÔR, R. N. **Avaliação do coagulante Veta Organic utilizado em uma estação de tratamento de água para abastecimento público**. 188 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2005.