

EXTRAÇÃO DO TANINO A PARTIR DA CASCA DE COCO VERDE (*COCOS NUCIFERA*) E SÍNTESE DO POLIESTIRENO SULFONADO DE COPOS PLÁSTICOS

Bárbara Letícia Peroni (barbaraleticiaperoni@gmail.com)

Aluna de graduação do curso Engenharia Química.

Lenice Campos (lc.lenicecampos@gmail.com)

Aluna de graduação do curso Engenharia Química.

João Batista dos Santos Magalhães de Almeida (jb30stm@gmail.com)

Aluno de graduação do curso Engenharia Química.

Pedro Roberto Araujo Santos Filho (pedroroberto.araujo@gmail.com)

Aluno de graduação do curso Engenharia Química.

Mario Sergio da Rocha Gomes, M. Sc. (mariosergio@fsjb.edu.br)

Professor de Graduação do curso Engenharia Química.

RESUMO

No Brasil, o alto consumo de coco tem gerado grandes quantidades de cascas obtidas após o seu uso. Dentre as substâncias, contém o tanino que são compostos fenólicos de grande interesse econômico e ecológico, como na aplicação de tratamento de efluentes e filmes biodegradáveis. O presente trabalho visa o reaproveitamento da casca do coco (*cocos nucifera*) para a extração de taninos condensados utilizando água como solvente e avaliar suas propriedades. Outro material estudado neste trabalho foram os copos descartáveis feitos com base de poliestireno por possuem um grande tempo de degradação na natureza. A fim de amenizar o impacto ambiental causado pelo uso desse produto, o presente estudo realizou a transformação química que permite a produção de um polieletrólito. Esse polieletrólito pode ser utilizado por exemplo como um agente coadjuvante na floculação em tratamentos de soluções aquosas ou como aditivo em argamassas. Os resultados mostraram ser possível obter o polieletrólito a partir da rota homogênea que apresenta a coloração castanho ao estar seco. Já o tanino foi possível obter um extrato de 713,29 mg/L com características bem próximas ao obtido dos teóricos.

PALAVRAS-CHAVE: Poliestireno, Sulfonação, Reciclagem, *Cocos Nucifera*, Tanino Condensado.

1 – INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a produção de coco tem sido voltada para comercialização de água de coco, que representa 1,4% do consumo total de bebidas no Brasil. Este fato traz um sério problema ambiental, pois gera resíduos, levando até oito anos para se decompor. Um copo de 250 mL de água de coco gera mais de um quilo de resíduo. Este problema se agrava nos centros urbanos, onde esse resíduo é de difícil descarte, sendo enviado para lixões e aterros sanitários (OLIVEIRA, 2016).

Nesse contexto, os estudos referentes a reutilização da casca do coco (*cocos nucifera*) é primordial tanto do ponto de vista ambiental quanto do produtivo, uma vez que de acordo com SINDCOCO (Sindicato Nacional dos Produtores de Coco), em 2017 existiam 234 mil hectares de área plantada de coco no território brasileiro. E também Machado, Damm, Junior (2009) afirmam que cerca de 80% a 85% desse peso bruto do fruto é considerado resíduo que ocasionalmente pode ser despejado de forma indevida, mostrando-se a necessidade do aproveitamento da matéria descartada como alternativa.

Outro material em abundância no meio ambiente são os polímeros, sendo considerado o plástico como um do maior desafio ambiental do século XXI. A fabricação de plástico virgem no século XXI equivale ao volume produzido nos 50 anos anteriores. E as projeções indicam que, se o ritmo de crescimento não for contido, o mundo terá que acomodar cerca de 550 milhões de toneladas do material em 2030. Pode-se enfatizar que o custo do prejuízo para o ecossistema marinho, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), é estimado em US\$ 8 bilhões por ano. além de ser um resíduo que permanece por muito tempo no meio ambiente com 200 a 450 anos para ser degradar (VASCONCELOS, 2019).

O poliestireno é um polímero de larga utilização comercial, sendo aplicado na indústria alimentícia como copos e bandejas de alimentos, em equipamentos eletrônicos e espumas isolantes. Sendo assim, o elevado consumo desse polímero contribuiu para o aumento do material descartado em aterros e lixões. De acordo com Borges *et. al.* (2015), um caminho alternativo para aproveitar o poliestireno é modificá-lo quimicamente produzindo um novo material, como por exemplo polieletrólitos e como aditivos na construção civil.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo, sintetizar e analisar poliestireno sulfonado a partir da reciclagem química por reação de sulfonação homogênea de copos plásticos. E também extrair tanino condensado de casca do *cocos nucifera* pelo método de extração de água quente.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Tanino

Segundo Paleari (2014) os taninos são moléculas fenólicas biodegradáveis com capacidade de formar complexos proteicos e outras macromoléculas e minerais, sendo eficiente na remoção de partículas presentes na água. Esses taninos estão presentes na forma hidrolisada e condensada em cascas, folhas e frutos vegetais, pode-se citar como fonte mais comum de taninos no Brasil a Acácia Negra, sendo a forma condensada (Figura 1) responsável por mais de 90% da produção mundial de tanino (PIZZI, 2008).

Já os taninos hidrolisáveis (Figura 2) são compostos por uma estrutura formada pela esterificação de ácidos fenólicos com polióis. Estes taninos são chamados de hidrolisáveis, uma vez que suas ligações ésteres são passíveis de sofrerem hidrólise por ácidos forte ou enzimas. Em solução desenvolvem coloração azul com cloreto férrico, assim como o ácido gálico (ANJOS, 2016).

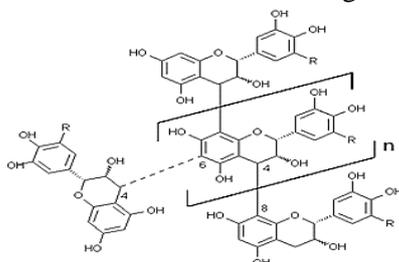


Figura 1 - Modelo de estrutura tanino condensado
(Fonte: CARNEIRO, 2009).

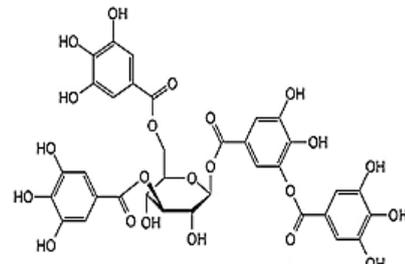


Figura 2 - Modelo de estrutura tanino hidrolisado
(Fonte: ANJOS, 2016).

2.2 Poliestireno

Segundo Guimes Filho *et. al.* (2008), o poliestireno sulfonado pode ser produzido a partir de 2 métodos: rota heterogênea, onde o poliestireno reage com ácido sulfúrico concentrado (97%) usado como agente sulfonante juntamente com sulfato de prata (Ag_2SO_4) utilizado como catalisador e a rota homogênea, na qual o poliestireno é sulfonado com a espécie reativa acetilsulfato, produzida pela reação do anidrido acético com ácido sulfúrico. Para produção dos derivados sulfonados foram usados copos e bandejas expandidas de poliestireno pós-consumo.

3 – METODOLOGIA DO TRABALHO

3.1 COLETA E PREPARAÇÃO DOS MATERIAIS

A casca do coco verde (*Cocos Nucifera*) foi coletada em quiosque de venda de água de coco, localizado na cidade de Aracruz no estado do Espírito Santo. Após a sua coleta, a casca passou por um processo de moagem, e posteriormente foi posto para secar em temperatura ambiente. Os copos descartáveis pós consumo, foram coletados na Faculdade Integradas de Aracruz (FAACZ), lavados com água destilada, secos à temperatura ambiente e triturados para serem utilizados na sintetização do poliestireno sulfonado.

3.2 OBTENÇÃO DO TANINO CONDENSADO

Extração do Tanino em Água Quente: Preparou-se uma amostra de 250 g em um recipiente, sendo em seguida adicionados 2,750 L de água destilada. Essa amostra passou por extração de água quente por 2 horas em um recipiente aberto. Após, por filtração simples, o extrato (parte líquida) obtido foi adicionado

em erlenmeyer e coberto com papel alumínio, para evitar contaminação e perda por volatilização do material. Esse procedimento foi realizado em triplicata.

3.3 SINTETIZAÇÃO DO POLIESTIRENO SULFONADO

Sulfonação do poliestireno: Colocou-se em um erlenmeyer 10g da amostra triturada adicionando-se 20 mL de diclorometano para diluir o polímero com o auxílio de um bastão de vidro por 15 minutos. Adicionando-se gota a gota o Acetil Sulfato no polímero já diluído, sob agitação e controle da temperatura (Souza e Nunes, 2014).

Preparação da Solução Acetil Sulfato: Adicionou-se de forma lenta e em banho de gelo, 180 mL de ácido Sulfúrico (H₂SO₄) concentrado em 270 mL de Anidrido Acético (C₄H₆O₃), sabendo que a reação é de extrema isotermia, liberando uma grande quantidade de calor (Souza e Nunes, 2014).

Preparação da Solução Salina: Colocou-se 500 mL de água destilada em um béquer diluindo-se o Cloreto de Sódio até a saturação, misturando-se com auxílio de um bastão de vidro (Souza e Nunes, 2014).

3.4 ANÁLISE DO TANINO E POLIELETRÓLITO OBTIDO

Análise do pH: Calibrou-se o pHmetro da marca PoliControl, modelo pH-250. Em um béquer de 100 mL se adicionou 50 mL do coagulante in natura formado, onde o eletrodo foi imerso medindo a diferença de potencial elétrico entre um eletrodo de referência e um eletrodo de trabalho (APHA *et. al.*, 2012).

Análise de cor: Método visual, descrevendo-se a cor que o coagulante e o polieletrólito apresentam (APHA *et. al.*, 2012).

Análise de densidade: Realizada apenas para o tanino. Utilizou-se a relação entre massa e o volume do coagulante, usando um picnômetro para obtenção do parâmetro necessário. O cálculo da densidade é obtido através da equação 01.

- $\rho = \frac{m_s}{V_s}$ (01); Onde: m_s = Massa do sólido, em gramas (g); V_s = Volume do sólido, em litros (L).

Análise da concentração: Após as extrações do tanino, realizou-se secagem da fração sólida (fibra + pó) em estufa a 70°C até atingir peso constante. Com o peso inicial da amostra e o peso seco após extração foi possível determinar o teor de extrativos totais em água quente como mostra a equação 02 (Alves *et. al.*, 2018).

- $TEA = \frac{P_i - P_f}{P_f} \times 100$ (02); Onde: TEA = teor de extrativos em água quente, em porcentagem (%);

P_i = peso inicial da amostra, em grama (g); P_f = peso seco em estufa, após as extrações em grama(g).

Para a determinação do Número de Stiasny retirou-se uma alíquota de 50 mL e foi adicionado 5 mL de formaldeído PA e 2,5 mL de ácido clorídrico concentrado, deixando-se descansar por um período de 24 horas. Sob essas condições os taninos condensados formam complexos insolúveis, que podem ser separados por filtração simples. O filtrado foi posto em placa de petri previamente tarada, para secagem em estufa a uma temperatura de 65 °C até atingir peso constante, e pesando, obtém-se assim o número de Stiasny conforme equação 03. Todos os ensaios serão realizados em triplicata (Alves, Eloi, Araujo, 2017).

- $IS(\%) = \frac{M_f}{M_i} \times 100$ (03); Onde: IS(%)= Número de Stiasny, em porcentagem (%); M_f = Massa do complexo tanino – formaldeído precipitado em uma quantidade de extrato, em gramas (g); M_i = Massa do sólido presente em uma quantidade de extrato, em gramas (g).

A determinação do teor de sólidos totais presentes no extrato deu-se pela pesagem de uma amostra de 100mL de extrato e obtenção do peso após secagem de acordo com a equação 04.

- $TST(\%) = \left(\frac{PS}{PU}\right) \times 100$ (04) Onde: TST = Teor de sólidos totais, em porcentagem (%); PS = Peso da alíquota seca em estufa, após a extração, em grama (g); PU = Peso inicial da alíquota, em gramas (g).

Com base no teor de sólidos totais e no Índice de Stiasny (IS (%)) demonstradas nas equações 03 e 04 respectivamente, possibilitará a determinação do teor de taninos condensados no extrato, pela equação 05.

- $TTC(\%) = \frac{TST \times IS}{100}$ (05) Em que: TTC = Teor de taninos na solução, em porcentagem (%); IS = Número de Stiasny, em porcentagem (%).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Tanino

A extração do tanino a partir da casca do coco verde mostrou-se altamente eficiente, obtendo um extrato castanho. Isso ocorre porque os taninos são solúveis em água, porém não é possível obter apenas tanino pois há diversos componentes constituintes da matéria prima, que também são solúveis em água.

Para verificação de qual tipo de tanino foi obtido, adicionou-se Cloreto Férrico a uma amostra diluída desse líquido onde, se a solução apresentasse na cor azulada seria tanino hidrolisável e se adquirisse um tom esverdeado seria tanino condensado. Verificando-se que obtivemos um tanino condensado. Em amostras do extrato foram feitas análises que estão dispostas na tabela 1.

Tabela 1 - Valores experimentais e teóricos das análises do Tanino. Fonte: Arquivo pessoal, 2019 e Alves, Elloi, Araujo, 2017.

Análise	Experimental	Teórico
pH	5	1,64
Densidade	1,018	1,16
Cor	Castanho	Castanho
Concentração	713,29 mg/L	720 mg/L

A partir das análises realizadas e dos dados da tabela 1 percebeu-se que o pH apresentou um valor distante do teórico. Isso pode ter ocorrido, pois, esse valor de pH pode variar de acordo com a matéria prima. A densidade apresentou valores próximos, em que essa diferença pode-se dar por erros de leitura. A cor obtida foi a mesma da literatura.

A extração do tanino pelo método de extração em água quente aberta utilizada neste trabalho não sofreu muita interferência levando em consideração que a concentração de taninos obtidas foi bem próximo da concentração de taninos obtidos por Alves *et. al.* (2018) em uma extração em água quente fechada. Os resíduos resultantes após a extração, podem ser prensados e utilizados na fabricação de vasos para jardinagem.

Seguindo a metodologia proposta, os dados obtidos a partir da extração com água quente aberto foram apresentados na Tabela 2. Verificando os dados, pode-se constatar que todos teores de extrativos aumentaram com a quantidade de casca de coco utilizada. Analisando a Tabela 3, percebe-se que o *Cocos Nucifera* em nosso trabalho apresentou maior teor de taninos condensados em comparação com outros trabalhos de mesma espécie e de outros tipos de cascas obtidas na literatura.

Tabela 2 - Cálculo do teor de taninos contidos na casca de *Cocos Nucifera*.

CASCA DE COCO	TEOR DE TANINOS				
	IS (%)	TEA (%)	TST (%)	TTC (%)	TCC (%)
5 g	0,0487	38,89	0,12	40,33	15,68
250g	1,31	41,19	0,75	173,18	71,23

Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Tabela 3 – Comparação de resultados da literatura.

TIPOS DE CASCAS	TEA (%)	TTC (%)
Coco	19,9	6,1
Laranja	37,9	1,2
Pau Pereira	15,15	8,89
Açoita Cavallo	33,7	17,52
Angico Cangalha	13,95	76,16

Fonte: Adaptação de Santos, 2018.

4.2 Poliestireno Sulfonado (PSS)

A sulfonação do poliestireno permitiu obter o polieletrólito desejado. Após a sulfonação do poliestireno foi obtido em grânulos de cor cinza, pois ainda estavam úmidos. Após seco observou-se uma coloração castanha, sendo igual ao da teoria proposta por Souza e Nunes, 2014. Porém, não foi possível calcular a massa molecular viscosimétrica do polieletrólito obtido por falta do solvente específico para isso. Quanto mais que em relação aos solventes contidos no laboratório, o PSS, se demonstrou insolúvel.

5 – CONCLUSÃO

O objetivo de obter tanino condensado a partir da casca do coco utilizando água como extrator e o método de Stiansy para quantificação foi alcançado pois, apresentou bons resultados estando de acordo com os valores da literatura e também foi verificado pelo teste com cloreto férrico, que a única coloração presente foi a verde, indicando a presença dessa classe de taninos desejada. Demonstrando que não ocorreu muita perda de tanino ao ser utilizado a extração aberta, além de não ter precisado utilizar solventes que poderiam arrastar consigo outras substâncias não consideradas neste estudo e dificultaria a retira do extrato de tanino seco e podem interagir com as moléculas que se deseja extrair causando interferência nos resultados.

Foi possível produzir poliestireno sulfonado empregando a rota de sulfonação homogênea, a partir do material pós-consumo: copos descartáveis. Sendo um material homogêneo e utilizando acetil sulfato como agente sulfonante. Esse poliestireno sulfonado obtido, tornou-se um material insolúvel, nos solventes comumente utilizados em laboratório.

6 – REFERÊNCIAS (SEGUIR A ABNT 6023)

1. ALVES, I. P.; ELOI, M. R. ARAUJO, Yasmin Bastos de. “Estudo da utilização do coagulante catiônico sintetizado a partir de taninos extraídos da casca de *Eucalyptus urograndis* no tratamento de água”. Faculdades Integradas de Aracruz, 2017.
2. ALVES, G. de B.; SILVA, P. L. R.; OLIVEIRA, M. G. de; OLIVEIRA, C. Costa de; Gonçalves, Gabriela Thais. “Casca do coco verde: fonte de tanino para controle de coliformes”. Revista Educação Ambiental em Ação. São Paulo, 2018.
3. ANJOS, P. S. dos. “Aplicação de sulfato de alumínio e taninos vegetais na coagulação-floculação de efluentes de curtume”. Programa de pós-graduação em engenharia química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.
4. APHA. “Standard methods for the examination of water and wastewater”. 2012.
5. BORGES, Flora et al. “Análise da influência do aditivo poliestireno sulfonado nas propriedades físicas da argamassa industrializada. Seminário Estudantil de Produção Acadêmica, v. 14, 2015.
6. CARNEIRO, A. de C. O.; BENEDITO, R. V.; FREDERICO, P. G. U.; CARVALHO, A. M. L.; VIADURRE, G. B. “Propriedades de chapas de aglomerado fabricadas com adesivo tânico de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) e uréia-formadeído”. Revista Árvore, Pós-Graduação em Ciência Florestal da UFV, Viçosa, Minas Gerais 2009.
7. GUIMES FILHO, R.; ASSUNÇÃO, R. M. N. de; MARQUES, F. C. A.; CORRENTE, N. G.; MEIRELES, C. S. da. “Síntese de Poliestireno Sulfonado para Aplicações no Tratamento de Água Produzido a Partir de Copos e Bandejas descartáveis de Poliestireno”. Quim. Nova, Vol. 31, No. 8. Minas Gerais, 2008.
8. MACHADO, K. C.; DAMM, D. D.; JUNIOR, C. C. M. F. “Reaproveitamento tecnológico de resíduo orgânico: casca de coco verde na produção de gabinetes ecológicos de computadores”. In: Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, 2. Porto Alegre, 2009.
9. OLIVEIRA, F. M. de. “Resíduos agroindustriais como adsorventes para remoção de azul de metileno em meio aquoso”. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Goiás-Regional Catalão, 2016.
10. PALEARI, T. H. “Coagulantes naturais e coagulante químico para o tratamento de efluente de indústria de café solúvel”. Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Câmpus Londrina, 2014.
11. PIZZI, A. “Tannins: major sources, properties and applications”. In: BELGACEM; GANDINI (Eds.). Monomers, polymers and composites from renewable resources. Elsevier: Amsterdam, 2008.
12. SANTOS, A. A. R. et al. “Comparação da quantidade de tanino condensado extraído da casca do coco verde (*cocos nucifera l.*) E da casca da laranja-pera (*citrus sinensis l. Osbeck*)”. Congresso Brasileiro de Engenharia Química, São Paulo, 2018.
13. SINDCOCO. “Boletim conjuntural Importações de coco ralado e de suposta água de coco”. Recife, 2017. 9 p. Disponível em: <<http://www.sindcoco.com.br/imgs/pdf/informativos/55.pdf>>. Acesso em: 17 sep. 2018.
14. SOUZA, B. P. da.; NUNES, G. A. “Sulfonação de Poliestireno”. Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, 2014.
15. VASCONCELOS, Y. “Planeta plástico”. Revista pesquisa fapesp. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/07/08/planeta-plastico/>>. 2019. Acesso em 04 de outubro de 2019.