

SÍNTESE DO ACETATO DE CELULOSE A PARTIR DA BAINHA FOLIAR DA PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA (ARCHONTOPHOENIX ALEXANDRAE)

GABRIELA PINHEIRO¹

MAIELY DÖGE, MYLENA¹

LARISSA DE ARAUJO, NATASHA GOMES PIMENTA¹

MARIANA FURTADO BERGMANN¹

ALEX VITOR PINTO¹

RODRIGO BATTISTI²

ELDER CORREA LEOPOLDINO³

RESUMO

O grande volume de resíduos gerado na produção de palmito e sua disposição final é uma preocupação constante para o agronegócio. Durante a produção de palmito em conserva, 90% da biomassa da Palmeira-Real é descartada, tornando cada vez mais urgente o desenvolvimento de novas tecnologias que destinem esse resíduo para fins mais interessantes economicamente. A presente pesquisa consistiu em utilizar esse resíduo para a síntese do acetato de celulose, um produto de alto valor agregado. A produção do polímero se deu através da purificação da bainha foliar, seguida pela síntese do acetato de celulose a partir de duas metodologias distintas disponíveis na literatura. Os produtos obtidos pelas duas sínteses foram caracterizados por espectroscopia na região do infravermelho (FTIR) e por via química através da determinação do grau de substituição. Os resultados de FTIR comprovaram a síntese do acetato de celulose e o grau de substituição descreveu-o como composto tri-substituído.

Palavras-Chave: Acetato de Celulose; Palmeira Real Australiana; Polímero; Celulose.

INTRODUÇÃO

A Palmeira-Real Australiana (*Archontophoenix spp*) despertou a atenção de pesquisadores e produtores para a produção de palmito nas últimas décadas. As palmeiras deste gênero ganharam evidência devido à qualidade do palmito produzido, além da alta germinação, da resistência às principais doenças que ocorrem em viveiro e do rápido crescimento da planta.

No Brasil o cultivo da Palmeira-Real para a produção de palmito foi desenvolvido inicialmente na região litorânea de Santa Catarina. O palmito possui uma grande aceitação no mercado brasileiro, além de ser muito apreciado em outros países como França, Japão, Itália e Estados Unidos, sendo o Brasil o maior produtor, consumidor e exportador de palmito em conserva do mundo (RAMOS, et al., 2004). No ano de 1996, o consumo per capita de palmito no país era de 94,5 g por ano. No ano 2000, o consumo aumentou para 229,8 g por ano. Isso devido, em parte, à queda de preço do produto a partir da década de 90, mostrando que o produto tem grande potencial de aumento de consumo, pela sua ampla utilização e aceitação na culinária brasileira (YASUDA, 2005).

¹ Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Discentes do curso técnico em química, Campus Jaraguá do Sul-Centro.

² Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Docente, Campus Criciúma

³ Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Docente, Campus Jaraguá do Sul-Centro. elder.leopoldino@ifsc.com

Entretanto, o crescimento expressivo da produção de Palmeira-Real e a industrialização do palmito tem contribuído para a geração de resíduos sólidos. Grande parte da biomassa da Palmeira-Real é descartada, o que torna cada vez mais urgente o desenvolvimento de novas tecnologias que permitam a utilização desta biomassa atualmente desprezada (VIEIRA, 2006).

O grande volume de resíduos e a sua disposição final para a produção de palmito em conserva de qualidade é uma preocupação constante para o agronegócio do palmito da Palmeira-Real. Segundo Vieira (2006), mesmo com uma grande quantidade de resíduos gerados na produção do palmito em conserva, há poucos trabalhos na literatura que enfoquem a utilização desses resíduos. Além disso, a maioria destes resíduos é destinada à alimentação animal ou utilizada na própria lavoura para a reciclagem de nutrientes. Estes resíduos poderiam ser utilizados para fins mais interessantes, do ponto de vista econômico e social, sendo um deles para a obtenção de acetato de celulose.

O acetato de celulose é um derivado da celulose de grande valor comercial, por ter uma larga utilização em fibras, plásticos, filmes fotográficos, dentre outros. No Brasil, o acetato de celulose é produzido por uma empresa multinacional localizada em Santo André (São Paulo) a partir de pastas de celulose de madeira. Na literatura encontram-se metodologias diversificadas para a obtenção do acetato de celulose a partir da celulose da madeira, que acabam por incentivar a produção de monoculturas em larga escala, afetando conseqüentemente a vegetação nativa e o solo. Além disso, atualmente esse polímero pode ser obtido em menor escala a partir de resíduos agroindustriais (MEIRELES, 2007). O emprego da bainha foliar da Palmeira-Real na produção do acetato de celulose é uma alternativa interessante do ponto de vista ambiental, já que se utiliza de um resíduo agroindustrial para a produção de um polímero com elevado valor comercial, sendo uma alternativa em substituição à métodos já existentes.

Para a síntese do acetato de celulose é necessária uma reação de acetilação da celulose envolvendo o ácido acético como solvente, o ácido sulfúrico ou perclórico como catalisadores e anidrido acético como agente acetilante. O acetato de celulose é produzido na substituição dos grupos hidroxilas nas unidades de celulose por grupos acetila (CARVALHO, 2010). A Figura 1 apresenta a reação de acetilação da celulose.

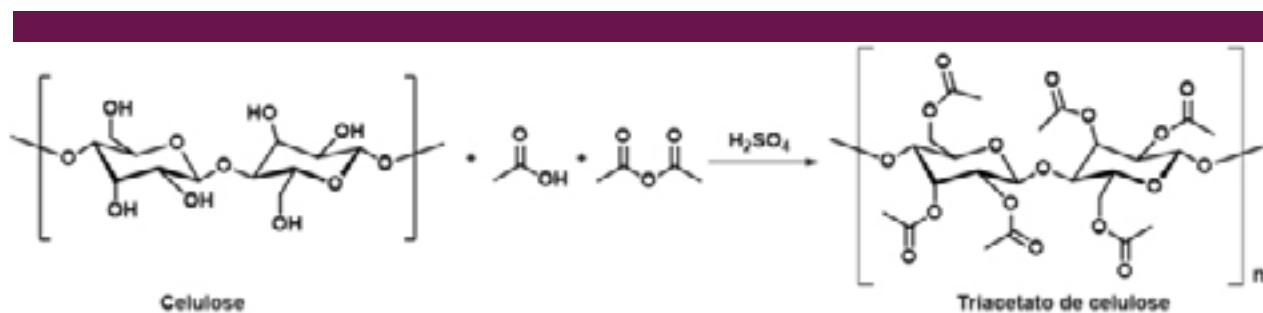


Figura 1. Esquema de produção do acetato de celulose.

O interesse da presente pesquisa encontra-se na síntese de acetato de celulose a partir da bainha foliar da Palmeira-Real, resíduo agroindustrial da produção de palmito em conserva, como matéria prima. Dentre os objetivos propostos nesta pesquisa estão a purificação da bainha foliar, a síntese e posterior caracterização do acetato de celulose obtido, por dois métodos distintos de acordo com a metodologia proposta. A quantidade total de acetato de celulose obtida foi comparada com pesquisas similares, para, desta forma, analisar o potencial produtor de acetato de celulose a partir da bainha foliar frente a outras fontes de matéria prima e estudar a possibilidade de sua aplicação industrial.

MATERIAIS E MÉTODOS

1. Preparo das Amostras

A coleta das amostras de bainha foliar da Palmeira-Real Australiana foi realizada na cidade de Jaraguá do Sul (Santa Catarina), sendo estas disponibilizadas pela Indústria e Comércio de Conservas Berri Ltda. As amostras coletadas passaram por um processo de secagem em estufa por um período de 24 horas à temperatura média de 68 °C, seguido de moagem.

2. Purificação

Para a purificação foram adicionados 100 mL de NaOH 5 % (m/v) à 50 °C em 5 g de bainha foliar seca e moída. Posteriormente adicionou-se 43 mL de H₂O₂ 35 % (v/v). A mistura foi mantida em agitação magnética por 1 hora e 30 minutos. Em seguida essa mistura foi filtrada e com a bainha retida no filtro repetiu-se o processo duas vezes, mantendo assim o sistema em agitação por mais 3 horas. A bainha purificada foi filtrada à vácuo em um funil de Buchner e lavada três vezes com 5 mL de água destilada (EMBRAPA, 2014).

3. Sínteses

3.1 Síntese de Buhner

Seguindo o método proposto por Buhner (1996) adaptado, utilizou-se 2,0 g de bainha foliar purificada, a esta foram adicionados 20 mL de ácido acético glacial, 9,2 mL de anidrido acético e 0,54 mL de ácido sulfúrico concentrado. O sistema foi mantido em agitação por 6 horas através de um agitador magnético, adicionou-se então água deionizada. A mistura resultante foi filtrada a vácuo, passando por três lavagens consecutivas com 5 mL de água destilada gelada e seca em um dessecador por 10 horas.

3.2 Síntese de Meireles

Seguindo o método de Meireles (2007) adaptado, adicionou-se 2,0 g de bainha foliar purificada em 30 mL de ácido acético glacial, agitando a mistura em um agitador magnético por 30 minutos a temperatura de 25°C. Posteriormente, adicionou-se 0,2 mL de H₂SO₄ concentrado e 13,2 mL de ácido acético glacial e o sistema foi mantido em agitação por 15 minutos nas mesmas condições. Em seguida o líquido sobrenadante foi retirado, a esse líquido foram adicionados 30 mL de anidrido acético, retornando essa mistura ao béquer com a bainha foliar purificada. O sistema foi mantido em agitação por mais 30 minutos e depois em repouso por 24 horas. Adicionou-se água destilada até o surgimento dos primeiros cristais de acetato de celulose. A mistura ficou em repouso por 5 dias e então foi colocada em uma centrífuga sob rotação de 2400 rpm durante 10 minutos por 4 vezes, durante esses intervalos de tempo retirou-se o líquido sobrenadante dos tubos de ensaio. Ao fim desse procedimento podia-se observar com mais clareza os cristais de acetato de celulose. Por fim, o mesmo foi filtrado a vácuo e lavado com água destilada gelada. O material foi seco em um dessecador por 10 horas.

4. Caracterização do material obtido

4.1 Espectroscopia na região do Infravermelho (FTIR)

Os materiais obtidos a partir da purificação da bainha foliar e das sínteses do acetato de celulose realizadas foram analisadas através do método de espectroscopia na região do infravermelho (4000 a 400 cm^{-1}), em um espectrômetro PerkinElmer Frontier com o auxílio do acessório de refletância ATR. Foram obtidos espectros no infravermelho de três amostras: amostra da bainha foliar purificada pelo método de EMBRAPA (2014), amostra do acetato de celulose sintetizado pelo método de Buhner e amostra do acetato de celulose sintetizado pelo método de Meireles.

A interpretação do espectro da bainha foliar purificada e do material obtido a partir das sínteses do acetato de celulose foi feita através do perfil do espectro e presença de bandas características de grupos funcionais.

4.2 Determinação do grau de substituição (GS)

O grau de substituição (GS) determinado por via química se deu através da definição da porcentagem (% m/m) de grupos acetila (GA) que foram substituídos na cadeia. Foram utilizados 0,100 g do produto obtido e a ele adicionou-se uma solução contendo 10,0 mL de NaOH 0,25 mol/L e 10,0 mL de etanol. A mistura ficou em repouso por 24 horas. Em seguida, adicionou-se 20,0 mL de HCl 0,25 mol/L a mistura ficou em repouso por 30 minutos e posteriormente foi titulada com NaOH 0,25 mol/L previamente padronizado (CARVALHO & SANTOS, 2010).

Para o cálculo da porcentagem dos grupos acetila, utilizou-se a equação:

$$\%GA = \frac{[(V_{bi} + V_{bt})\mu_b - (V_a \cdot \mu_a)]M \cdot 100}{m_{ac}}$$

Onde:

%GA = porcentagem de grupos acetila

V_{bi} = volume de hidróxido de sódio adicionado

V_{bt} = Volume de hidróxido de sódio obtido na titulação

μ_b = molaridade do hidróxido de sódio

V_a = volume de ácido clorídrico adicionado

μ_a = molaridade do ácido clorídrico

M = massa molar dos grupos acetila

m_{ac} = massa de acetato utilizada

Segundo Puleo (1989) um triacetato de celulose possui 43,5% de grupos acetila correspondendo a um grau de substituição de 2,88, com essa informação, após a determinação da porcentagem de grupos acetila pela equação, utilizou-se uma regra de três simples para o cálculo do GS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Preparo da matéria-prima

Durante o preparo da matéria a ser utilizada uma das primeiras etapas realizadas foi a de secagem. Esse processo se demonstra importante para que a umidade presente nas amostras in natura não influencie na etapa de purificação. Uma das observações feitas nesta etapa é que o material após seco apresentou coloração escurecida, possivelmente pela presença de lignina. A etapa seguinte consistiu na moagem das bainhas com o auxílio de um liquidificador onde obteve-se 15,0 g da matéria seca em forma de pó. O tamanho das partículas de bainha foliar seca interfere na purificação por possuir maior

SÍNTESE DO ACETATO DE CELULOSE A PARTIR DA BAINHA FOLIAR DA PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA (ARCHONTOPHOENIX ALEXANDRAE)

área de contato. Deste modo, a bainha seca foi reduzida ao menor tamanho possível para resultados finais mais satisfatórios, como pode ser observada na Figura 2.



Figura 2. Etapas do processo de secagem e moagem da bainha foliar, sendo em sequência: bainha foliar, bainha foliar seca e bainha foliar seca e moída.

2. Purificação

Constata-se que a adição do hidróxido de sódio a 50 °C e deixado o sistema resfriar em temperatura ambiente durante o processo, leva a geração de uma bainha purificada mais branqueada. Visto que a temperatura mais alta leva à degradação do peróxido de hidrogênio interferindo na eficiência da purificação. Foi observada a mudança de cor durante as adições de reagentes no processo de purificação (Figura 3).



Figura 3: Registro da mudança de coloração durante a etapa de purificação.

Na primeira adição de NaOH e H₂O₂ foi possível visualizar, com o decorrer do tempo, uma bainha mais amarelada. Já na terceira adição dos reagentes citados, a mistura apresentou uma cor branca, indicando a diminuição da lignina na amostra. Segundo Ferreira et al (2006) a adição de NaOH remove impurezas e torna a superfície da fibra mais rugosa retirando a lignina e solubilizando a hemicelulose, deixando a celulose mais exposta. Tita et al. (2002) também confirma a solubilização da hemicelulose e

a degradação das fibras lignocelulósicas em meio básico. Siqueira e Silva (2013) complementa que em meio alcalino o peróxido de hidrogênio libera o íon peridroxila (HOO⁻), que branqueia a celulose sem degradar a sua estrutura também atuando na diminuição da lignina.

3. Síntese de Buhrer

A quantidade de H₂SO₄ utilizada deve ser catalítica, ou seja, uma quantidade pequena para não degradar a bainha foliar purificada impossibilitando a produção do acetato de celulose. A síntese de Buhrer se demonstra uma alternativa interessante para a produção de acetato de celulose, visto que é utilizada uma quantidade menor de reagentes e seu processo é mais simples quando comparado à outra síntese estudada. O Mecanismo proposto para acetilação da celulose está presente na Figura 4.

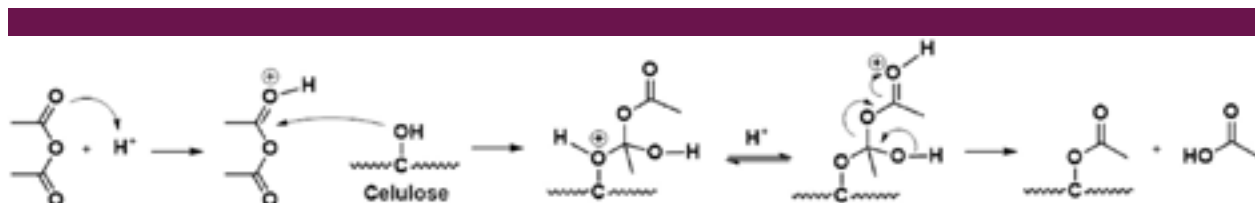


Figura 4: Mecanismo proposto para a acetilação da celulose.

O produto sintetizado foi um sólido amorfo de cor branca. A síntese produziu 2,5003 g de acetato de celulose.

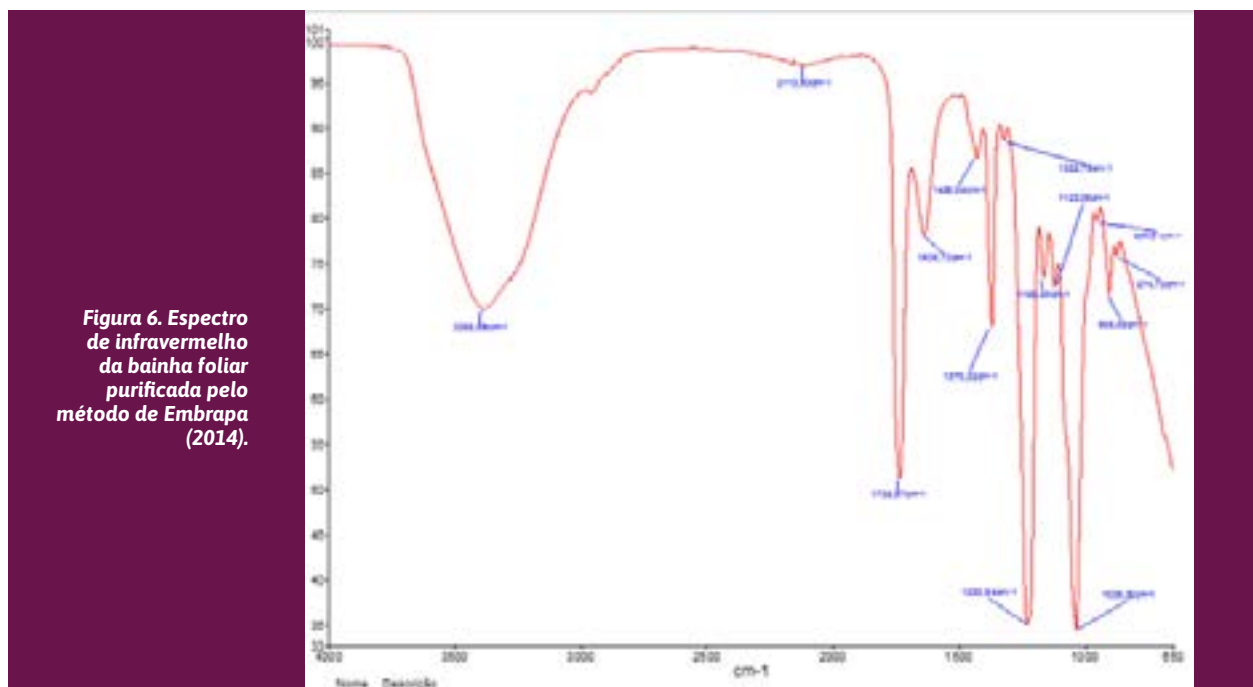
4. Síntese de Meireles

Durante a síntese de Meireles a mistura passou de incolor para branco. Esse método se difere pela adição dos reagentes em tempos alternados, e também pelo menor tempo de agitação comparado ao método de Buhrer. O anidrido acético é adicionado separadamente da bainha foliar purificada, com o objetivo de facilitar a protonação da carbonila, que é a etapa inicial de uma catálise ácida. O produto sintetizado por esse método foi um sólido branco e amorfo. Essa síntese produziu 2,1005 g de acetato de celulose.

5. Espectroscopia na região do Infravermelho (FTIR)

A análise através da técnica de espectroscopia da região do infravermelho foi utilizada para a caracterização da bainha foliar purificada, como também para a verificação da substituição dos grupos hidroxila pelos grupos acetila no acetato de celulose obtido.

A Figura 6 mostra o espectro obtido da bainha foliar purificada segundo o método de Embrapa (2014).



No espectro obtido, são observadas bandas características de estiramento OH na região de 3335 cm⁻¹, indicando a presença dos grupos hidroxilas encontrados na celulose. Em 2917 cm⁻¹ há a presença da banda de estiramento da ligação C-H dos grupos CH₂ e CH₃, como também bandas em 1051 cm⁻¹ (estiramento C-O) e 1369 cm⁻¹ (deformação C-H), em 1630 cm⁻¹ a banda de dobramento da ligação H-O-H de água, em 1159 cm⁻¹ a banda de deformação angular de ligações C-O de alcoóis primários e em 896 cm⁻¹ a banda de ligações β-glicosídicas entre unidades de glicana, que são características da celulose (ANDRADE et al, 2014).

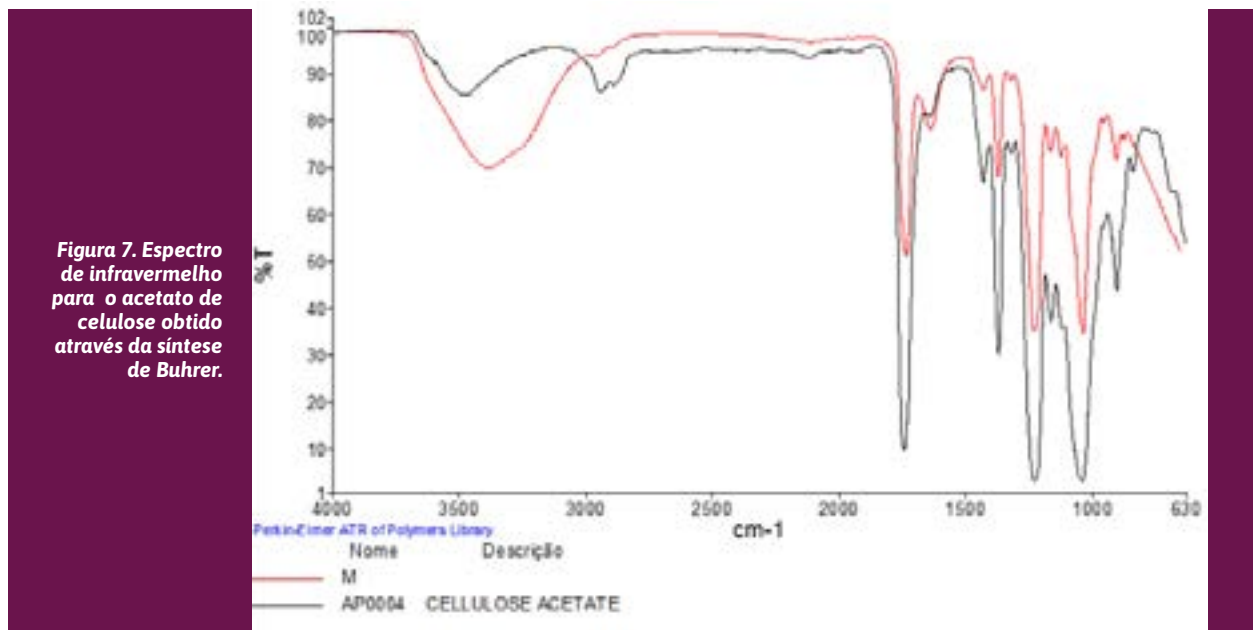
Na etapa de purificação, a deslignificação é um processo importante para que a síntese do acetato ocorra de forma eficiente. Segundo Meireles (2007), a redução das bandas características da lignina indica a deslignificação da celulose, sendo estas pouco expressivas no espectro obtido. Desta forma, têm-se que a etapa de purificação foi eficiente, pois removeu grande parte da lignina encontrada na bainha foliar moída. A Tabela 1 contém as principais bandas e suas atribuições.

Tabela 1: Atribuições das bandas dos espectros de FTIR para celulose obtida através da purificação da bainha foliar

Posição das bandas (cm ⁻¹)	Atribuições
3335	Estiramento de O-H
2917	Estiramento C-H de alcano
1630	Dobramento H-O-H de água
1416	Dobramento CH ₂ ou OH no plano
1369	Deformação C-H
1317	Deformação C-H
1159	Estiramento assimétrico C-O-C
1032	Estiramento C-O
896	ligações β-glicosídicas entre unidades de glicana

SÍNTESE DO ACETATO DE CELULOSE A PARTIR DA BAINHA FOLIAR DA PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA (ARCHONTOPHOENIX ALEXANDRAE)

No processo de síntese de acetato de celulose ocorre a substituição dos grupos hidroxila das unidades de glicose pelos grupos acetila. Na Figura 7 pode-se observar o espectro do produto obtido da síntese de acetato de celulose pelo método de Buhner.



No espectro obtido podem ser observadas bandas características de estiramento de ligação C=O na região 1736 cm⁻¹, indicando a presença do grupo carbonila de éster. As bandas entre 1230 cm⁻¹ a 1035 cm⁻¹ caracterizam ligações C-O presente em ésteres. Na região entre 3388 cm⁻¹ pode ser observada uma banda expressiva caracterizada pelo estiramento de O-H, indicando que existem grupos hidroxila na amostra obtida a partir do método de Buhner.

O espectro do acetato de celulose obtido quando comparado ao espectro da celulose indica a diminuição da banda de estiramento O-H, que é caracterizada pelas substituições dos grupos hidroxilas pelos grupos acetila que ocorreram durante o processo de síntese. As bandas localizadas em 1430 cm⁻¹ e 1370 cm⁻¹ caracterizam dobramentos de CH₂ e CH₃ respectivamente, e em 1639 cm⁻¹ a banda de dobramento H-O-H de água indica que a amostra é hidroscópica e retém umidade. Um resumo dessas bandas encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2: Atribuições das principais bandas no FTIR do acetato de celulose obtido da síntese de Buhner.

Posição das bandas (cm ⁻¹)	Atribuições
3388	Estiramento de O-H
1736	Estiramento de carbonila de éster
1639	Dobramento H-O-H de água
1430	Dobramento CH ₂
1370	Dobramento CH ₃
1230 - 1035	C-O de ésteres

A fim de comprovar que a amostra obtida a partir da síntese de Buhner é o acetato de celulose, comparou-se o espectro do acetato de celulose obtido com o espectro da literatura, como pode ser observado na Figura 8.

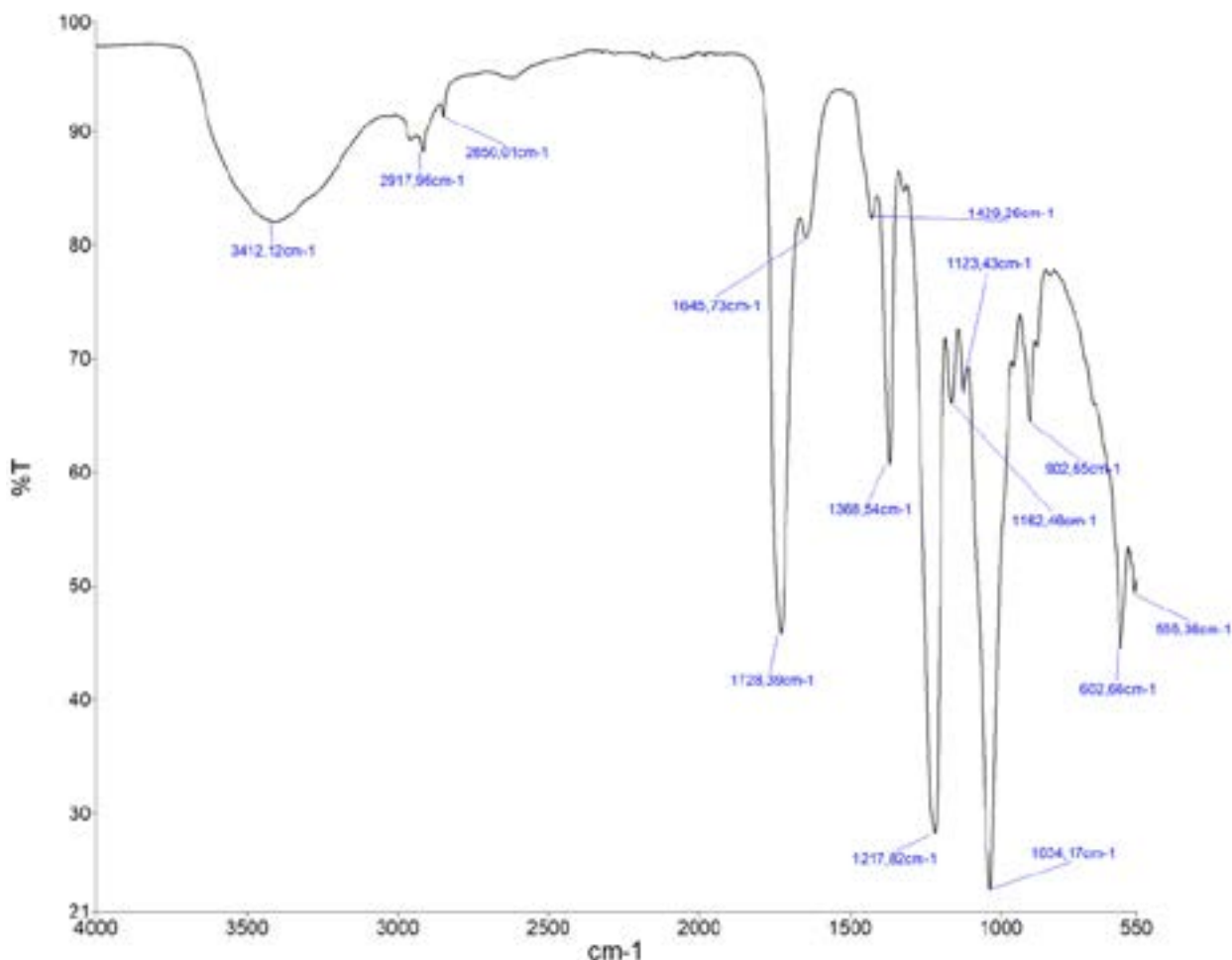


Figura 8. Comparação dos espectros de infravermelho do acetato de celulose obtido da literatura e da amostra obtida a partir da síntese de Buhner.

As bandas apresentadas no espectro do acetato de celulose retirado da literatura se assemelham às bandas do acetato de celulose obtido através da síntese de Buhner. Entretanto, a intensidade com que elas aparecem se diferem devido às concentrações das amostras utilizadas para a espectroscopia do infravermelho serem diferentes e por esta se tratar de uma análise qualitativa. Além disso, a diferença entre a intensidade das bandas pode ter ocorrido também pelo fato da celulose não ter sido totalmente substituída no processo da síntese.

A amostra de acetato de celulose sintetizada possui uma banda de O-H (encontrada na região 3388 cm⁻¹) mais expressiva do que a banda de OH apresentada no espectro retirado da literatura. Já as bandas de C=O (1736 cm⁻¹) e C-O (1230 cm⁻¹ a 1035 cm⁻¹) que caracterizam o éster, podem ser observadas com maior intensidade no espectro da literatura.

Na Figura 9 é possível observar o espectro do produto obtido a partir da síntese do acetato de celulose pelo método de Meireles.

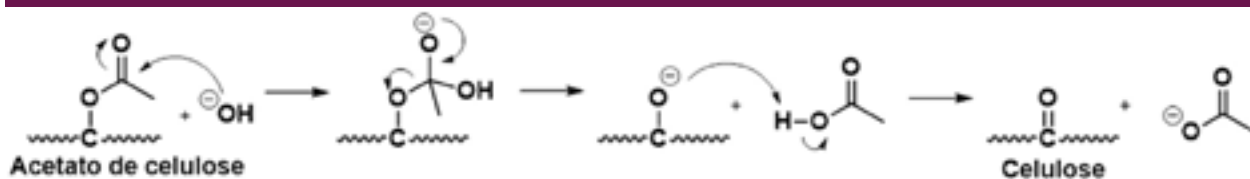


Figura 9. Espectro de infravermelho para o acetato de celulose obtido através da síntese de Meireles.

No espectro há uma banda de pequena intensidade na região 1728 cm^{-1} , sendo esta banda característica de estiramento de $\text{C}=\text{O}$ da carbonila de éster. Essa banda não aparecia no espectro da bainha foliar purificada, apresentado no Anexo A, mostrando que houveram substituições dos grupos hidroxilas por grupos acetila durante a síntese do acetato de celulose. As bandas entre 1217 cm^{-1} a 1034 cm^{-1} caracterizam estiramentos de ligações $\text{C}-\text{O}$, também presentes em ésteres. Na região próxima à 3412 cm^{-1} está presente uma banda de estiramento OH que se comparada com o espectro do material de partida presente no Anexo A demonstra expressiva diminuição. A redução da banda possivelmente ocorreu devido à grande substituição dos grupos hidroxilas pelos grupos acetila durante o processo de síntese.

A banda de OH observada nesse espectro mostra-se menos intensa que a banda presente no espectro do acetato de celulose produzido pelo método de Buhner. Além disso, no espectro apresentado no Anexo B, a banda de estiramento $\text{C}=\text{O}$ de carbonila de éster é menos expressiva. Sendo assim, nota-se que houve maior quantidade de substituições dos grupos hidroxilas pelos grupos acetila na síntese de acetato de celulose pelo método de Meireles, quando comparado à síntese de Buhner. A banda na região de 1429,26 cm^{-1} indica dobramento de CH_2 e a banda localizada em 2917,93 cm^{-1} caracteriza dobramentos de CH_2 e CH_3 , que também estão presentes no polímero sintetizado.

Tabela 3. Atribuições das principais bandas no FTIR do acetato de celulose obtido da síntese de Meireles.

Posição das bandas (cm^{-1})	Atribuições
3412	Estiramento de OH
2917	Estiramento de grupos CH_2 e CH_3
1728	Estiramento $\text{C}=\text{O}$ (éster)
1429	Dobramento de CH_2
1217 - 1034	Estiramento de $\text{C}-\text{O}$
1645	Dobramento $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ de água
1368	Dobramento CH_3

(Fonte: MEIRELES, 2007 Adaptado).

Dentre as duas metodologias para a síntese do acetato de celulose é possível apontar, a partir das análises feitas com o auxílio da espectroscopia na região do infravermelho, a maior eficiência na síntese segundo Buhner (1966). Uma divergência é a duração de cada uma delas, sendo a síntese pelo método de Buhner mais longa quando comparada ao método de Meireles, podendo ser este um dos principais fatores que influenciaram no produto final obtido por cada síntese.

6. Grau de Substituição

A determinação do grau de substituição por via química se deu através de uma reação de saponificação (reação de hidrólise promovida por uma base), conforme mecanismo da Figura 10.

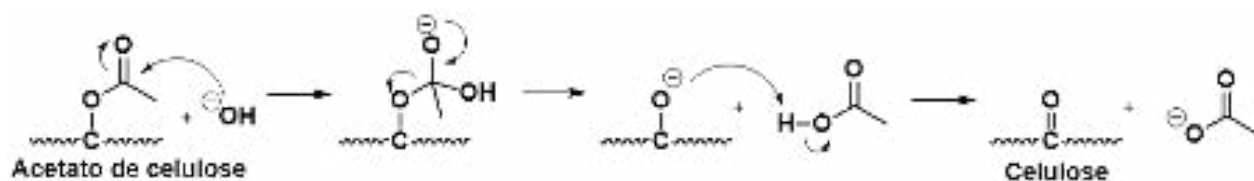


Figura 10: Mecanismo da reação de saponificação do acetato de celulose.

A porcentagem dos grupos acetila para os produtos provenientes das duas sínteses foi determinada através da equação descrita nos materiais e métodos seção 2.4.2.

O produto sintetizado pelo método de Buhner apresentou uma porcentagem de grupos acetila de 82,23% correspondendo a um grau de substituição de 5,91, caracterizando o produto possivelmente como um triacetato.

Já o produto sintetizado pelo método de Meireles apresentou uma porcentagem de grupos acetila de 64,5% correspondente a um grau de substituição de 4,27, assim é possível caracterizar o produto também como um triacetato.

Os graus de substituição acima de 3 encontrados para os acetatos produzidos para os dois métodos podem ser provenientes de um erro com a solução titulada. Os produtos não se solubilizaram na mistura, possivelmente alterando os resultados esperados da caracterização por via química.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade do desenvolvimento de novos produtos, principalmente materiais poliméricos, tornou-se amplamente difundida entre pesquisadores devido à atual demanda do mercado para materiais mais eficientes. O acetato de celulose, um polímero muito utilizado em diversas aplicações, é atualmente produzido em escala industrial no Brasil apenas por pastas de celulose provindas da madeira.

Com o presente estudo, foi constatado que a produção de acetato de celulose a partir de um resíduo agroindustrial, a bainha foliar da Palmeira Real Australiana, é viável e produz quantidade significativa do polímero em questão.

Para a purificação da bainha foliar foi utilizado o método descrito por EMBRAPA (2014), que se mostrou eficiente para a purificação da celulose, como foi comprovado através da técnica de espectroscopia na região do infravermelho.

A síntese do acetato de celulose a partir da bainha foliar purificada, que foi executada segundo os métodos de Buhner (1966) e Meireles (2007), apresentou melhor eficiência em rendimento bruto Buhner (1966).

Dentre outras fontes de matéria-prima já estudadas, como a palha do feijão, acredita-se que exista viabilidade técnica para a aplicação desta técnica na indústria, visto que existe a disponibilidade de matéria-prima abundante que atualmente é tomada como resíduo, e os reagentes utilizados no processo

são de baixo custo. A produção de materiais poliméricos utilizando-se de resíduos agroindustriais têm se mostrado uma alternativa viável do ponto de vista socioeconômico e ambiental, e desta forma, espera-se que esta pesquisa sirva como incentivo para a busca de alternativas com caráter mais ecológico para a produção de novos materiais ou mesmo para a modificação de processos industriais já existentes.

REFERÊNCIAS

BÜHRER, N. E. **Química e tecnologia dos plásticos**. 2. ed. Curitiba: UFPR, 1966.

CARVALHO, L. C. **Obtenção de Acetato de Celulose Proveniente do Bagaço de Cana-de-Açúcar e Avaliação de Sua Aplicação em Sistemas de Difusão Controlada**. Faculdade de engenharia química, Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP, junho de 2009.

CARVALHO, Simone Cristina Freitas de; SANTOS, Altamira Taísa Soares. **Síntese e Caracterização de Acetato de Celulose Obtido a Partir do Bagaço da Cana-de-Açúcar**. 2010. 18 F. Graduação em Licenciatura em Química. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

EMBRAPA. **Avaliação de métodos de purificação de celulose a partir do resíduo da hidrólise enzimática do bagaço de cana-de-açúcar para a produção de nanowhiskers de celulose**. São Carlos, 2014.

FERREIRA, A.; Hanna, R.K.; Lebrão, G.W.; Lebrão, S.M.G.; Nagashi, L.; Su, M.T.; Vicentini, T. (2006) **Avaliação de compósito de poliéster e fibra de cana-de-açúcar**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais. Anais Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu.

MEIRELES, Carla da Silva. **Síntese e caracterização de membranas de acetato de celulose, obtido do bagaço de cana-de-açúcar, e blendas de acetato de celulose com poliestireno de copos plásticos descartados**. 2007. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

PULEO, A. C. et al. **The effect of degree of acetylation on gas sorption and transport behavior in cellulose acetate**. Journal of Membrane Science 47, 1989.

RAMOS, Adriana; BOVIL, Marilene L. A.; FOLEGATTI, Marcos V.; DIOTTO, Adriano V. **Efeitos da fertirrigação sobre a produção de palmito da pupunheira**. *Horticultura Brasileira*, [s.l.], v. 22, n. 4, p.734-739, 2004. FapUNIFESP (SciELO). DOI: 10.1590/s0102-05362004000400013

SIQUEIRA, José Luiz Dutra; SILVA, Luiz Leonardo da. **Branqueamento de polpa kraft de eucalipto - o papel do peróxido de hidrogênio**. 2013.

TITA, S.P.S.; Paiva, J.M.F.; Frollini, E. (2002) **Resistência ao impacto e outras propriedades de compósitos lignocelulósicos: matrizes termofixas fenólicas reforçadas com fibras de bagaço**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 228-239.

VIEIRA, Manoela Alano. **Caracterização de farinhas obtidas dos resíduos da produção de palmito da palmeira-real** (*Archontophoenix alexandrae*) E DESENVOLVIMENTO DE BISCOITO FIBROSO. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

YASUDA, Mary E. **Levantamento de potenciais pragas associadas à cultura da palmeira-real-da-Austrália *Archontophoenix* spp. (Arecaceae) NO MÉDIO VALE DO ITAJAÍ.** 2005. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau - Furb, Blumenau, 2005.