

PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DA PALHA DO MILHO

Lídia Pereira dos Santos [lidiafelipydossantos@hotmail.com]

*Egressa do Curso de Especialização Ciência é 10
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-
Brasileira Avenida da Abolição, 3, Centro, Redenção/CE,
Brasil*

Tássia Pinheiro de Sousa Pinho [tassiapds@gmail.com]

*Docente do Curso de Especialização Ciência é 10 Universidade da
Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Avenida da Abolição, 3, Centro, Redenção/CE, Brasil*

RESUMO

Observando o problema dos rejeitos gerados pela produção do milho, assim como as queimadas provocadas por tais rejeitos, problemas estes apontados por estudantes do 9º ano do ensino fundamental, o presente trabalho propõe a produção de um filme plástico a partir da extração e adição da lignina, extraída da palha do milho. Levando em consideração que a lignina é um biopolímero de maior disponibilidade na natureza, sendo menos abundante apenas quando comparado a celulose. Considerando o baixo custo da aquisição da palha do milho, residuo este doado pela comunidade local onde o problema foi observado, sugere-se que a lignina extraída dela seja utilizada como matéria-prima na produção de um bioplástico, colocando em pauta reflexões em sala de aula de como podemos e devemos tratar os resíduos sólidos advindos da cultura local outrora não tratados, de forma a beneficiar o meio ambiente, assim como o despertar da consciência ambiental, levando a uma compreensão de conteúdos teóricos estudados em sala para aplicações práticas do cotidiano. A compreensão do processo de extração também como os métodos de adicioná-la ao bioplástico, trouxe como resultados um bioplástico, com resistência de fácil biodegradação, onde as etapas de todos os processos foram acompanhadas de perto pelos educandos e comunidade local. O que confere a este trabalho mais um objetivo alcançado o de transparência e disseminação do conhecimento científico.

Palavras-chave: 1.Bioplástico; 2.Extração de lignina; 3.Educação ambiental

ABSTRACT

Observing the problem of tailings generated by corn production, as well as the burning caused by such tailings, problems pointed out by students in the 9th year of elementary school, this work proposes the production of a plastic film from the extraction and addition of the extracted lignin from the corn husk on it. Taking into account that lignin is a biopolymer with greater availability in nature, being less abundant only when compared to cellulose. Considering the low cost of purchasing maize straw, which is donated by the local community where the problem was observed, it is suggested that the lignin extracted from it be used as a raw material in the production of a bioplastic, bringing to the fore reflections in the classroom on how we can and should treat waste arising and not previously treated in order to benefit the environment, as well as raising environmental awareness, as well as leading to an understanding of theoretical contents studied in the classroom, in practical applications to everyday life. The understanding of the extraction process, as well as the methods of adding it to the bioplastic, resulted in a bioplastic with resistance and easy biodegradation, where the steps of all processes were closely monitored by students and the local community. What gives this work one more objective achieved, that of transparency and dissemination of scientific knowledge.

Keywords: 1.Bioplastic; 2.Liginin extraction; 3.Environmental Education.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de bioplásticos ou plástico biodegradáveis¹ tem aumentado significativamente nas indústrias nos últimos anos como uma forma de atender a demanda por alternativas que diminuam os impactos ambientais causados pelos resíduos plásticos. Afinal, consumidores de todo o mundo estão se tornando cada vez mais conscientes das questões relacionadas à sustentabilidade e abertos à ideia dos plásticos renováveis. Levando em consideração que apenas 9% dos detritos de plásticos são recicláveis (WWF Brasil, 2017).

Há grandes questões ambientais relacionadas à produção e ao consumo de plásticos em geral: a dependência em relação ao finito estoque de recursos fósseis, a emissão de gases de efeito estufa (GEE), os impactos ambientais na saúde e a disposição desse resíduo sólido (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

Alguns dados provocam preocupações quanto aos impactos futuros que os plásticos podem causar. Como exemplo pode-se citar a proporção de plásticos e

¹ Um material pode ser classificado como biodegradável quando sua decomposição é rápida comparada aos produtos tradicionais. Além disso, ele precisa ser absorvida rapidamente pela natureza, gerando menos impactos ambientais. (METLIFE, 2020)

peixes no oceano, que em 2016 era de 1:5 e estima-se que pode chegar a uma proporção maior que 1:1 em 2050. Outro dado é a quantidade de petróleo utilizada na produção de plásticos, que representa em torno de 6% do consumo total desse insumo, mas caso não ocorram mudanças no uso da matéria-prima utilizada para sua produção, pode alcançar 20% em 2050 (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

Assim como o mercado de plásticos, o de bioplásticos apresenta tendência de crescimento, mesmo com a baixa representatividade no mercado de plásticos, que é de cerca de 1%. De 2009 para 2016 observou-se uma taxa de crescimento ao ano de aproximadamente 50%, alcançando quase 4,2 milhões de toneladas nesse último ano. O plástico de origem renovável e não biodegradável apresenta destaque, representando cerca de 77% do total em 2016 (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2013; EUROPEAN BIOPLASTICS, 2017).

De acordo com a European Bioplastics (2017), no ano de 2016, 76,8% da capacidade de produção de bioplásticos foi voltada para polímeros com matéria-prima renovável e durável. Diante disso, houve a inquietação em produzir uma alternativa viável e economicamente barata e sustentável na produção do plástico.

Pensando sobre estes dados e observando o milho, que além de ser uma das culturas mais produzidas no mundo também como em nossa cidade, e o fato dessa cultura gerar um grande volume de resíduo: a palha, observamos a possibilidade da produção de um plástico biodegradável, a partir desse rejeito, pois com ele temos os componentes necessários para a produção de um produto que é o polímero, também denominado de plástico.

Nesse ensejo, o objetivo geral dessa pesquisa foi produzir um bioplástico através da palha do milho produzido pelos agricultores da cidade de Capistrano, bem como desenvolver o respeito e o cuidado dos estudantes pela natureza.

Levando em consideração o olhar crítico de um problema que afligia a comunidade escolar em especial os estudantes, foi feito um trabalho acerca da educação ambiental, por meio desta conscientização feita com trabalho executado através de palestras, estudo de textos e vídeos assim como a observação da questão do resíduo plástico gerado e que vira lixo, foi então observada a viabilidade de produção de alternativa viável ao plástico: o biopolímero.

Com esse intuito, começamos então a pesquisa para ser incluso como meio atuante em sala de aula para fomentar nos estudantes a sede da curiosidade, assim

como a preocupação com o meio ambiente através de aulas que instigassem a conscientização e despertar ao que deixaremos de herança aos nossos.

A princípio começamos pela coleta de material, material este doado pelos integrantes da comunidade da escola local onde fora realizada a pesquisa e produção do bioplástico. Em seguida aperfeiçoamos os processos cujos quais conseguimos extrair a lignina (material principal para produção do bioplástico) e sua incorporação na produção do biopolímero.

Com auxílio dos estudantes das turmas selecionadas 9º ano e 1ª e 2ª série do ensino médio realizamos um trabalho de conscientização da comunidade, através de folder, palestras, e doação de mudas em sacolas biodegradáveis, produzidas na escola.

Com a ideia traçada bem como a forma de produção do material, colocamos em prática em forma de projeto escolar que foi sucesso em nossa comunidade e seguiu uma série de etapas, como pesquisa a respeito da composição da palha do milho, aplicamos questionários com os demais alunos a respeito de temas que norteiam o projeto como: preservação do meio ambiente, o uso de plásticos, plásticos biodegradáveis, e esperamos o período pós-safra para colhermos o material necessário para a preparação do plástico biodegradável. Na sequência testamos métodos eficientes para extração da lignina e adição dela para a produção de um plástico biodegradável.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os polímeros são macromoléculas formadas por unidades que se repetem (monômeros) que sofrem interação, onde predominam as ligações covalentes, que dão características ao material atributos como o isolamento elétrico. (PITT et al., 2012). Os denominados plásticos, são materiais que possuem como matéria-prima uma substância orgânica polimerizada sintética, que apresenta elevada maleabilidade, facilmente transformável mediante a utilização de calor e pressão, podendo ser utilizado para a fabricação de objetos variados. (CASTILHO, 2011).

A biomassa lignocelulósica pode ser entendida como um material composto por celulose, hemicelulose e lignina sendo que sua composição varia de acordo com a biomassa de origem. Atualmente, a biomassa lignocelulósica representa a maior

fonte de carboidratos naturais do planeta, sendo que a maior dificuldade de aproveitar tal recurso para a produção de químicos e outros produtos de valor agregado são suas características morfológicas e químicas (SANTOS et al., 2012).

Com o passar dos anos, tornou-se necessária a busca por alternativas e estudos para a produção de um plástico que não causasse tanto impacto ao meio ambiente. Pensando nisso, pesquisadores desenvolveram o bioplástico, o qual é constituído de matéria orgânica, não sintética. (BRITO et al., 2011).

No presente trabalho é sugerido como fonte de produção do bioplástico a lignina. A biomassa lignocelulósica é composta especialmente de celulose (35- 50%), hemicelulose (20-35%), e lignina (5-30%) (ZHANG et al., 2004). Na Figura 1 observa-se um corte transversal da parede de uma célula vegetal, na qual podemos observar a celulose, se apresentando em feixes, envolta pela hemicelulose. A estrutura tridimensional do material é gerada pela conexão entre a lignina e a hemicelulose. Ressalta-se que para demonstrar com exatidão a composição da biomassa, deve-se considerar a planta e o resíduo recolhido. Esta composição determinará como a biomassa poderá ser convertida em produtos úteis ou intermediários, afetando a funcionalidade do produto (KOMURA, 2015).

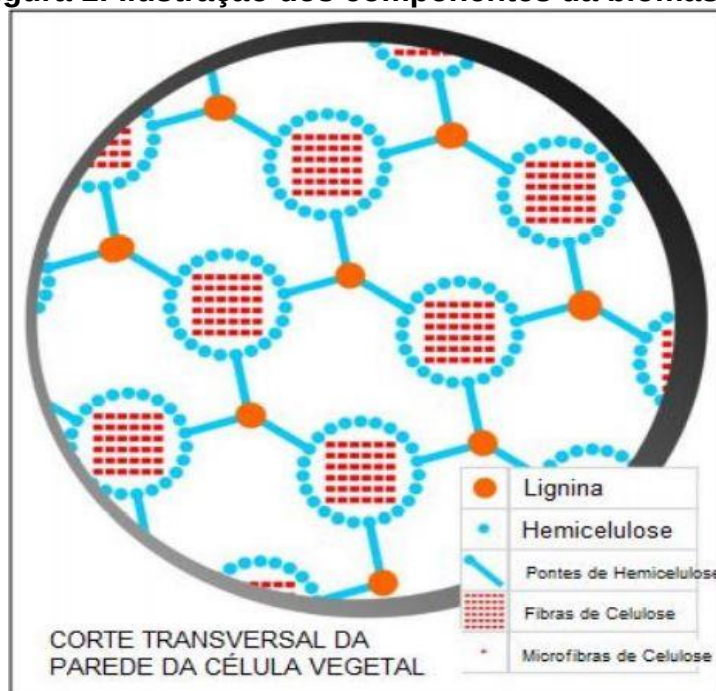
A Tabela 1 apresenta um comparativo da composição de celulose, hemicelulose e lignina de acordo com a fonte de biomassa.

Tabela 1: Composição da biomassa lignocelulósica por fonte

Biomassa Lignocelulósica	% Celulose	% Hemicelulose	% Lignina
Palha de cana	40-44	30-32	22-25
Bagaço de cana	32-48	19-24	23-32
Madeira dura	43-47	25-35	16-24
Madeira mole	40-44	25-29	25-31
Talo de milho	35	25	35
Espiga de milho	45	35	15
Algodão	95	2	0,3

Fonte: Adaptado de SANTOS et al. (2012).

Figura 1: Ilustração dos componentes da biomassa.



Fonte: LEITE (2016)

2.1 Métodos de extração da lignina

A lignina é extraída da biomassa lignocelulósica a partir de tratamentos físicos e/ou químicos e bioquímicos. Todos os métodos de isolamento têm como objetivo a degradação química da estrutura da lignina polimérica até que os fragmentos resultantes se tornem solúveis. (WANG et al., 2020). No presente trabalho em específico da palha do milho.

As propriedades da lignina isolada dependem do método empregado, sendo que o sucesso de cada processo depende de fatores como o pH do sistema, a capacidade do solvente e/ou soluto para atuar na fragmentação da lignina, impedir condensação da lignina e de dissolver a lignina (WANG et al., 2020).

Na atualidade são utilizados quatro processos industriais para isolar a lignina pura, sendo estes categorizados com base na presença de enxofre no produto resultante, conforme Quadro 1. A lignina resultante de qualquer um destes quatro métodos é chamada de lignina técnica (WANG et al., 2020).

Quadro 1- Métodos de Extração da Lignina

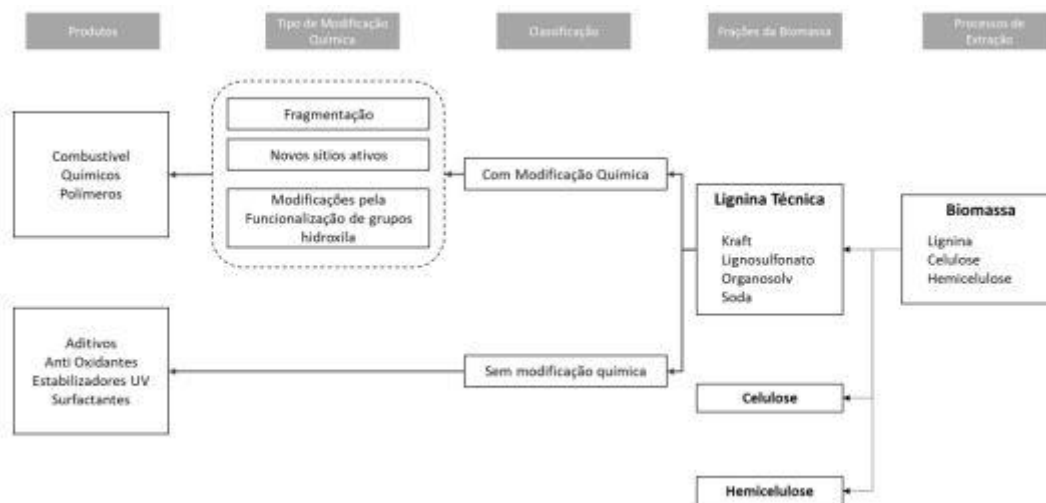
Classificação	Processo de extração	Agentes	pH	Temperatura
Processos com enxofre	Kraft	NaOH + Na ₂ S (licor branco)	13	170°C
	Lignosulfonatos	HSO ₃	1 – 13	120°C – 180°C
Processo sem enxofre	Lignina Organosolv	Ácido Acético/Ácido Formico/Água	-	150°C – 200°C
	Soda	NaOH	11 – 13	160°C

Fonte: SALVE Paula, adaptado de LAURICHESSE *et al.* (2014).

2.2 Principais produtos obtidos a partir da lignina

O sucesso na introdução da lignina na produção de novos materiais de base biológica depende em grande parte de sua estrutura e pureza, que por sua vez dependem do método de extração empregado, juntamente com as características da biomassa de origem (LAURICHESSE *et al.*, 2014). Apesar dessas limitações, a grande quantidade de lignina disponível tem motivado pesquisas no sentido de desenvolver seu uso em aplicações industriais (LAURICHESSE *et al.*, 2014).

Os principais usos da lignina foram classificados em dois grupos diferentes (SALVE,2018), conforme a Figura 2: (i) sem modificação química, no qual a lignina é incorporada diretamente para acrescentar ou modificar propriedades, como em aditivos e surfactantes, e (ii) com modificação química para preparar uma grande variedade de produtos químicos, combustíveis e polímeros (LAURICHESSE *et al.*, 2014).

Figura 2- Componentes da lignina

Fonte: SALVE Paula- 2018

Vários estudos apontam a incorporação de lignina em uma matriz polimérica, como termoplásticos industriais (poliésteres, poliamidas) com o objetivo de reduzir os custos de produção, além da diminuição de resíduos a serem descartados no meio ambiente, gerados do descarte da palha do milho. Por exemplo, os lignossulfonatos fornecem plasticidade e melhor fluidez a alguns polímeros e promovem maior resistência à compressão, durabilidade e melhor uniformidade ao material final (LAURICHESSE et al., 2014). Embora a lignina apresente um potencial de utilização na produção de polímeros, ela só pode ser incorporada em pequenas quantidades, por conta de sua degradação térmica e propriedades mecânicas (LAURICHESSE et al., 2014).

Outro exemplo com o poliuretano um experimento para avaliar a síntese de poliuretano a partir de lignina, foram combinados quatro tipos diferentes de lignina técnica (kraft, alcoólise, lignosulfonato e lignina Organosolv) com polietilenoglicol (PEG) ou polipropilenoglicol (PPG) e reagiu a mistura com diisocianato de difenilmetano. Para os quatro tipos de lignina utilizados, avaliou-se que as características da lignina de origem e os métodos de extração empregados para obtê-las são mais influentes nas propriedades do produto do que quaisquer outros fatores, como o peso molecular dos polióis (PEG ou PPG). Portanto, a estabilidade e a variabilidade das propriedades do poliuretano a base de lignina são um desafio para que este produto seja disponibilizado como matéria prima (ENGELS et al., 2019).

Assim como outros exemplos podemos citar inúmeros outros materiais onde poderíamos observar a adição com êxito da lignina seja no quesito resistência, assim também como o principal deste trabalho preservação do meio ambiente a saber: resina fenol-formaldeído a base de lignina (LPF); Epóxis; Resinas fenólicas entre outras. (UPTON et al., 2015).

3- METODOLOGIA

Para realização e execução deste trabalho foram utilizadas algumas etapas metodológicas. Uma delas foi a pesquisa bibliográfica, anterior a execução do mesmo em sala de aula. Segundo Marconi e Lakatos (2014) a pesquisa bibliográfica é o primeiro procedimento em qualquer tipo de trabalho científico, na medida em que serve para fundamentá-lo teoricamente e justificar os seus limites, podendo, ainda, aliar-se a outros recursos.

Fora utilizado também como metodologia a pesquisa aplicada, segundo BARROS (2000,p 78) “[...] é aquela na qual o pesquisador é movido pela necessidade de conhecer para a aplicação imediata dos resultados”. Contribui para fins práticos, visando a solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade.

Assim sendo no presente trabalho buscou-se adquirir conhecimentos e dar soluções para o problema levantando-se em sala, especificamente na turma do 9º ano do ensino fundamental no ano de 2019, problema este que eram o das queimadas, decorrente do acúmulo de resíduo advindo do cultivo da cultura local, que causavam poluição ambiental e desconforto dos estudantes.

Para McDaniel (2004, p. 120), “[...] a pesquisa qualitativa pode ser usada para analisar as atitudes os sentimentos e as motivações de um grande usuário”. Portanto é possível compreender melhor as emoções e os sentimentos das pessoas.

Desta forma, o trabalho foi estruturado tendo como base a seguinte sequência:

A partir da observação de um problema que afligia estudantes de uma escola da comunidade, cujo quais habitava-se o pensamento crítico ambiental. Dando início então a busca por material bibliográfico com o qual pudesse contar, para tornar o que outrora era problema em solução: a palha do milho (problema), em um plástico biodegradável com adição da lignina (solução). Devido o contexto de pandemia do então covid-19 houve a busca de adaptação, onde fora transcrito a parte prática em abordagens surgidas com os textos do curso Ciência é Dez. A partir desde a aquisição

de material para produção e extração da lignina, através da doação feita pela comunidade. Com o auxílio e envolvimento dos educandos do 1ª e 2ª série do Ensino Médio foi então produzido o bioplástico, na escola E.E.M Deputado Ubiratan Diniz de Aguiar na cidade de Capistrano. Posteriormente à apresentação dos resultados e discursão para eventuais melhorias a partir de sugestões advindas da comunidade escolar, cuja qual teve participação ativa durante todo o desenvolvimento do biopolímero. Contudo, ouve a transcrição dos resultados e processos organizados em trabalho (TCC) e enriquecimento do texto com os materiais selecionados e analisados. Por conseguinte, a construção de sumário, isto é, reorganização dos textos e materiais selecionados dando início assim a construção do trabalho.

Observa-se que inicialmente é preciso identificar, localizar e obter o material que servirá para fundamentar teoricamente a temática que se pretende trabalhar. Feito isto, é preciso elaborar um esquema provisório, que nada mais é que o projeto de pesquisa, outrora trabalhado em uma das disciplinas do curso, e apresentado para fins de um esboço do presente trabalho. A partir da pesquisa, os dados de leitura serão transcritos, utilizando as palavras do próprio autor do texto selecionado ou organizando as suas ideias conforme o entendimento do pesquisador, isto é, realizam-se as paráfrases.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após concluídas todas as etapas previstas aguardamos o ano letivo iniciar para poder reunir os estudantes (agora nível médio), a fim de realizar a parte teórico-prática, para se obter resultados que vieram através de discursões e realização da busca do isolamento da lignina a partir da palha do milho. Deste material se fez um cruzamento para identificar as formas de extração da lignina e de síntese de polímeros.

Foram utilizados documentários para auxiliar os estudantes, assim como também devido contexto pandêmico Covid-19 matérias do curso de especialização Ciências é 10, indicação de filmes com viés de discursão do futuro que queremos ter, buscando aguçar o senso crítico desses educandos.

Para a síntese do filme plástico em bancada, parte que fora feita em etapas, porém interrompido por conta da pandemia do COVID-19. Inicialmente foi realizada a

obtenção da palha do milho, através da doação desse material pela comunidade (cerca de 15kg), armazenados na escola no Laboratório Educacional de Ciências, em seguida um processo mecânico de moagem (palha do milho; 1kg desse material gerou 500 g), transformando assim o material em uma farinha (imagem 1). A farinha obtida (200 g.) foi solubilizada em água destilada (500ml) e posto em aquecimento cerca de 80° C após decorridos cerca de 30 minutos adiciona-se uma solução de NaOH + Na₂S (5%) aumentando gradativamente a temperatura recolhesse o material e o filtra, obtendo um líquido de coloração escura, feito isto volta a substância obtida para aquecimento até obter um material denso e de coloração marrom imagem 2.

Imagem 1- produção da farinha da palha do milho



Fonte: Autora da pesquisa, 2021.

Imagem 2- Lignina extraída.



Fonte: autora da pesquisa, 2021.

A próxima etapa começa a produção do biofilme com este material a 65°C, sob agitação adicionasse o amido obtido do milho em seguida faz-se a homogeneização, adicionou-se ácido acético (30ml.). Quando ele está livre de água é conhecido como ácido acético glacial 0,1 mol/L e glicerina (25ml.). Mantendo o sistema em aquecimento e constante agitação, observou-se a formação de uma massa densa e posterior liquefação, 130°C, desse conteúdo de coloração marrom claro. Desse modo, o fluido formado foi acondicionado em um recipiente plano para a secagem, formando assim o filme polimérico final (imagem 3). Para uma melhor visualização foram testados alguns pigmentos assim como outros materiais como a própria farinha do milho (para obter-se materiais diversos).

Imagem 3- Bioplásticos com pigmentos



Fonte: Autora da pesquisa, 2021.

A biodegradação do bioplástico foi avaliado a partir da observação em laboratório (que outrora por conta do contexto pandêmico veio para um quarto de minha residência) em situações diversas, tais como em solo, em água, sobre luz solar para observação de como ele se comportaria (imagem 4).

Considerando os métodos de extração da lignina apresentados na seção 2.2, pode-se avaliar comparativamente as condições de manuseio e as características destes processos, conforme Quadro 1.

A lignina soda apresenta maior pureza e menor peso molecular quando comparada à lignina Kraft (WANG et al., 2020). Por não conter enxofre em sua composição e por ser empregado para a extração de lignina em materiais lignocelulósicos tais como bagaço, o processo de polpação soda torna-se relevante para a utilização em biorrefinarias, já que a lignina extraída não apresentará enxofre

residual, além da maior facilidade de extração da lignina neste tipo de biomassa (AZADI et al., 2013).

O procedimento realizado resultou em um filme plástico com características homogeneas. O experimento originou um bioplástico com uma resistência bastante significativa que pode ser alterada variando a proporção ácido acético/glicerina. Ao atingir uma temperatura suficiente para o rompimento das ligações de hidrogênio, responsáveis pela cristalinidade, ocorre o intumescimento dos grânulos de amido (RÓZ, 2004). Durante os experimentos, observou-se a formação de uma massa consistente assim que o sistema água-amido entrou em aquecimento, caracterizando o fenômeno do intumescimento.

Na prática laboratorial, observava-se esse efeito quando a solução começava a alcançar cerca de 65°C, o que condiz com a temperatura de gelatinização do amido de milho que é de 59- 68°C (RÓZ, 2004).

A intumescência dos grânulos de amido ocorre quando este é suspenso em água, processo esse favorecido pelo aumento gradativo da temperatura. Consequentemente, o amido perde sua cristalinidade e a energia interna do sistema é suficiente para romper as ligações de hidrogênio existentes no grânulo. Assim, as regiões amorfas são solvatadas, sendo esse fenômeno conhecido como gelatinização (MALAJOVICH, 2009).

Continuando o aquecimento, observava-se ainda que após a massa plástica formada alcançar sua máxima viscosidade, iniciava-se um processo de liquefação quando o sistema alcançava temperaturas por volta de 80°C. Isso pode ser justificado pelo fato de o rompimento dos grânulos de amido causar a lixiviação da amilose e da amilopectina, que se tornam solúveis em temperaturas próximas de 130°C. (RÓZ, 2004).

Após o sistema ficar no estado líquido, adicionou-se ácido acético a 0,1 mol/L e a glicerina, cujas quantidades foram variadas para os ensaios propostos. A característica observada dos plásticos obtidos nesses ensaios é justificada pelo fato de as amostras de amido puro, por si só, serem frágeis devido às fortes interações de hidrogênio intramoleculares e intermoleculares das macromoléculas de amilose e amilopectina, necessitando de um plasticizante para torná-las flexíveis, aumentando a mobilidade das cadeias macromoleculares (MENDES, 2009). A quantidade de glicerina adicionada à água na amostra, verificou-se um excesso de plasticizantes em ambos, o que atribuiu ao produto final uma mobilidade tal que o material polimérico

obteve uma capacidade se retrogradar suficientemente pequena para formar um filme plástico consistente.

Os ácidos primeiramente hidrolisam a região amorfa antes de atacarem as regiões cristalinas, sendo a amilose e amilopectina hidrolisadas simultaneamente moléculas menores (GUERREIRO & MENEGUELLI, 2009). Desse modo, o plástico obtido formou um filme consistente, com relativa resistência mecânica e maleabilidade. Porém, pôde-se verificar que a ação do ácido se sobrepôs à dos plasticizantes, de maneira que estes atribuíram aos grânulos de amido a gelatinização necessária ao processo e o ácido acético em maior quantidade pôde agir de modo eficaz para a posterior formação do plástico. A viscosidade é uma função do pH (GUERREIRO & MENEGUELLI, 2009).

Assim, na execução verificou-se, que as mudanças nas propriedades dos plásticos obtidos foram causadas, principalmente, pela ação do ácido em conjunto com a glicerina.

5 CONCLUSÃO

A aprendizagem e a dedicação da turma em especial que se envolveu no trabalho, fez com que eles me procurassem para o transformar em um projeto, o que acarretou uma parceria entre os educandos e a comunidade afim de transformarem o que antes era um problema em uma possível solução para o futuro da comunidade. Essa parceria fora feita por intermédio da autora deste trabalho com a Secretária de Meio Ambiente do município de Capistrano, onde a comunidade está inserida.

Um dos grandes desafios encontrados no meio do percurso fora os meios de realização da produção do biofilme em escala maior, e foi este mesmo desafio que fez com que os estudantes buscassem alternativas para este problema, que por hora devido contexto ainda está a esperar.

Do ponto de vista ambiental temos que considerar o esgotamento dos recursos não-renováveis, pois faz com que o estudo de técnicas de extração e aproveitamento da lignina como alternativa viável. Tendo em vista sobretudo a disponibilidade do material no meio ambiente como um possível descarte inadequado e imprecisão dela na produção de um dos artigos mais utilizados no meio moderno contemporâneo: os plásticos.

Neste sentido faz-se necessário entender o investimento neste tipo de pesquisa de produtos como possíveis alternativas viáveis ao nosso já tão degradado meio ambiente. Assim como uma possibilidade de aprender sobre os mais diversos assuntos tangentes a educação ambiental e conscientização de futuro, legado de ciência e cultura que desejamos ter.

Diante dos resultados obtidos, almejar uma possível ampliação da pesquisa e metodologia aplicada para possibilitar em breve o direcionamento para confecção de objetos, além de sacolas plásticas com o biofilme obtido. Não apenas para melhoria, mas também a serviço do meio ambiente no nosso planeta.

REFERÊNCIAS

BALANÇO Energético Nacional 2019 – Relatório Síntese 2019. [S. l.], 30 nov. 2020.

CASTILLO, Erika A. et al. **Synthesis of novel polyamides starting from ferulic acid dimer derivative**. *Designed Monomers and Polymers*, v. 7, ed. 2004, p. 711-725, 2 abr. 2012.

LAURICHESSE, Stéphanie *et al.* **Chemical modification of lignins: Towards biobased polymers**. *Progress in Polymer Science*, v. 39, p. 1266-1290, 14 nov. 2014.

LEITE, Rogério Fagundes. **Fracionamento de lignina de bagaço de cana: caracterização e eletrofiação**. 2016. Tese (Doutorado em Ciência de Materiais) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. A; Departamento de Engenharia De Materiais - Universidade Federal de Campina Grande. **Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes**. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 127-139, 2011.

CASTILHO, Luiciano Geraldo de; Centro Paula Souza, Faculdade de Tecnologia Sorocaba. **Fidelizar clientes ao tratar resíduos** - Ações ambientais no mercado de polímeros, 2011. 74 p, il. Monografia (Tecnólogo).

MARCONI, Marina; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. oitava edição. ed. [S. l.]: Atlas, 2017. 368 p.

UPTON, B. M., & KASKO, A. M. (2015). **Strategies for the Conversion of Lignin to HighValue Polymeric Materials**: Review and Perspective. *Chemical Reviews*, 116(4), 2275– 2306.

WANG, Yu-Yan *et al.* **Recent Advances in the Application of Functionalized Lignin in Value-Added Polymeric Materials**. *Polymers*. p. 2-25, 3 out. 2020.

XIN, Junna *et al.* **Study of green epoxy resins derived from renewable cinnamic acid and dipentene**: synthesis, curing and properties. *RSC Advances*, ed. 4, p. 8525-8532, 16 jan. 2014.

ZHANG, Yi-Heng Percival *et al.* **Toward an Aggregated Understanding of Enzymatic Hydrolysis of Cellulose**: Noncomplexed Cellulase Systems. Wiley InterScience, 10 nov. 2004.

ZHANG, Ning *et al.* **Cellulose-hemicellulose interaction in wood secondary cell-wall**. *IOP Science*, p. 2-2, 20 out. 2015.