

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

THANDARA CRISTINA AGUIAR

**MODA SUSTENTÁVEL: ENTRETELA PARA BORDADO À BASE DE
POLÍMEROS BIODEGRADÁVEIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

APUCARANA

2019

THANDARA CRISTINA AGUIAR

**MODA SUSTENTÁVEL: ENTRETELA PARA BORDADO À BASE DE
POLÍMEROS BIODEGRADÁVEIS**

Trabalho de conclusão de graduação apresentado ao curso superior de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Apucarana, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Patrícia Salomão Garcia

Co-Orientadora: Prof.^a Dr.^a Alessandra Machado
Baron

APUCARANA

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

Moda Sustentável: Entretela para bordado à base de polímeros biodegradáveis

por

Thandara Cristina Aguiar

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado aos 29 dias do mês de novembro do ano de 2019, às 19:30 horas, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química, linha de pesquisa em Inovação e Desenvolvimento de Produtos, do Curso Superior de Licenciatura em Química da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.^a Dr.^a Patrícia Salomão Garcia – ORIENTADORA

Prof.^a Me Gleice Rocha dos Santos Almeida - EXAMINADOR
(IFPR – Londrina)

Prof.^a Dr.^a Angélica Cristina Rivelini Silva – EXAMINADOR
(UTFPR – Apucarana)

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelas oportunidades que me concedeu, por ter me sustentado e dado forças para chegar até aqui.

Sou infinitamente grata aos meus pais pela dedicação e paciência e por todas as vezes em que me ajudaram, sempre estavam presentes em todos os momentos dando forças e não me deixando desistir por diversas vezes frente as dificuldades que surgiram no decorrer da graduação. Amo-os incondicionalmente e serei eternamente grata por tudo que fizeram e fazem em todos os momentos.

Agradeço as minhas amigas Francielle, Juliana, Barbara, Renata, Carol, Fabiana, Aline, Fabiana, Michele, Amanda, Luciana e Cida que sempre torceram por mim, por diversas vezes abriram meus olhos, mostrando os caminhos que poderia seguir e me incentivaram a persistir sempre.

Agradeço as amizades que construí no decorrer do curso Thais, Fernanda, Carol, Deiviti, Duany, Grazielle, Ana, Larissa, Renata, Wellington, Miliane que por diversas vezes passamos inúmeras dificuldades juntos.

Agradeço aos colegas de laboratório Ana Carolina e Michael que ajudaram no desenvolvimento das análises.

Aos professores do curso de Licenciatura em Química, que por meio de seus ensinamentos permitiram que eu pudesse hoje estar concluído este trabalho, em especial a professora Patrícia Salomão que aceitou me orientar e com todo carinho e dedicação me acolheu, aconselhou e ajudou a desenvolver este trabalho. Sou grata também aos professores e amigos Enio Stanzani e Angélica Rivelini pelo carinho e acolhimento em momentos difíceis no decorrer do curso.

AGUIAR, Thandara Cristina. **Moda sustentável: entretela para bordado à base de polímeros biodegradáveis**. 2019. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso, Licenciatura em Química-Coordenação do Curso de Licenciatura em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2019.

RESUMO

A utilização da entretela para bordado proporciona uma melhor fixação do ponto na peça, trazendo assim um melhor acabamento. No entanto, gera resíduos, pois após realizado o bordado a entretela é descartada. A indústria têxtil e da moda buscam se adequar ao mercado com consumidores ávidos por peças de boa qualidade, baixo custo e que sejam produzidas de maneiras sustentáveis. Desta forma, a proposta do presente trabalho foi desenvolver uma entretela hidrossolúvel a base de matéria prima renovável de preço acessível e biodegradável. Foram produzidos filmes a base de amido de mandioca e PVOH (álcool polivinílico) (1:1), polímeros biodegradáveis, como entretela hidrossolúvel para bordado, empregando o método de *casting* (95°C/2h com secagem à 40°C/16h), utilizando glicerol como plastificante (20% v/m em relação aos polímeros) e Lauril Sulfato de Sódio (LSS), como surfactante (1% m/m em relação ao total de polímeros), visando aumentar a solubilidade do material em água, contribuindo sinergicamente para a lavagem das peças finalizadas. Por meio de análise macroscópica, os filmes com e sem LSS apresentaram semelhante homogeneidade, manuseabilidade, ausência de bolhas, superfície lisa e baixa aderência sendo facilmente removidos do suporte de secagem. A espessura dos filmes, determinada com micrometro digital, variou de 204 à 236µm. Embora os filmes com LSS não tenha apresentado diferença significativa quanto ao teor de umidade (85%) quando comparado ao filme controle (88%), a presença do surfactante contribuiu para a formação de filmes mais solúveis (LSS – 77%; Controle: 44%). Os filmes foram submetidos ao teste de tração de acordo com o método da ASTM D882-02 (2002). A resistência à tração e o alongamento na ruptura dos filmes com e sem LSS, foram de 14,5 e 10,5MPa, e 4 e 186,9%, respectivamente. A curva de TG dos filmes mostrou que a presença de surfactante diminuiu a resistência térmica do material (273°C) quando comparado ao controle (297°C). Com auxílio de um agitador mecânico, foi simulado um processo de lavagem de uma peça bordada empregando a entretela produzida no presente trabalho. O tempo até total dissolução das entretelas das peças variou de 6 à 9 minutos, para as entretelas produzidas a partir do filme com e sem LSS, respectivamente.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável. Amido. Entretela para bordado.

AGUIAR, Thandara Cristina. **Sustainable fashion: embroidery stabilizer based on biodegradable polymers**. 2019. 35f. Course Completion, Degree in Chemistry - Coordination of Degree in Chemistry, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2019.

ABSTRACT

The use of interlining for embroidery provides a better fixation of stitch on workpiece, bringing like this a better finishing. However, generates waste, because after realized the embroidery the interlining is discarded. The industry textile and fashion search to adapt to the market with avid consumers for good quality parts, low cost and are produced sustainable way. Thus, the proposal of the present work was to develop a water-soluble interlining based on renewable raw material the accessible cost and biodegradable. Were produced a film based on cassava starch and PVOH (polyvinyl alcohol) (1:1), biodegradable polymers, as water-soluble interlining for embroidery, use the method of casting (95°C/2h with drying à 40°C/16h), with glycerol as a plasticizer (20% v/w relative to polymers) and sodium lauryl sulfate (SLS), as a surfactant (1% w/w relative to total polymers), aiming to increase the solubility of the material in water, contributing synergistically for the washing finished parts. Through the subjective analysis, the films with and without SLS presented similar homogeneity, maneuverability, absence of bubbles, smooth surface and low grip being easily removed from the drying stand. The films thickness determined with digital micrometer, varied from 204 to 236 nm. Although the films with SLS don't have presented significant difference regarding moisture content (85%) when compared to control film (88%), the presence of surfactant contributed to the formation the more soluble films (SLS – 77%; Control: 44%). The films were submitted to tensile test according to the method of ASTM D882-02 (2002). Tensile strength and the stretching at the break of the films with and without SLS, was from 14.5 and 10.5 MPa and 4.0 to 186.9%, respectively. The TG curve of the films showed that the presence of surfactant decreased the thermal resistance of the material (273°C) when compared to the control (297°C). With the aid of a mechanical stirrer, was simulated a washing process of an embroidered piece using the interlining produced in the present work. The time until total dissolution of the pieces of the interlining varied from 6 to 9 minutes, to the interlining produced from the film with and without SLS, respectively.

Keywords: Sustainable Development. Starch. Interlining for Embroidery.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades mecânicas dos filmes.	26
Tabela 2 - Umidade e solubilidade dos filmes.	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Entretelas a) TNT, b) Hidrossolúvel, c) Entretela com bastidor	14
Figura 2 - Estrutura química parcial da amilose (a) e da amilopectina (b).	16
Figura 3 - Estrutura química do glicerol.	19
Figura 4 - Estrutura química parcial do Álcool Polivinílico.....	20
Figura 5 - Estrutura Lauril Sulfato de Sódio.....	21
Figura 6 - Simulação do processo de lavagem da peça bordada com a entretela hidrossolúvel.	25
Figura 7 - Foto do filme com a entretela: (a) Controle (sem LSS) e (b) LSS.....	26
Figura 8 - Aplicação dos filmes como entretela.	27
Figura 9 - Tecido com entretela a) antes, b) durante e c) após a lavagem.	29
Figura 10 - Curva Termogravimétrica (TG) do filme controle (em preto) e do filme com LSS (em vermelho).	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
3.1 Aspectos Gerais do Setor de Vestuário ao Norte do Paraná	13
3.2 Entretela para Bordado	14
3.3 Materiais Biodegradáveis	15
3.4 Amido.....	16
3.5 Plastificantes	18
3.6 PVOH - Álcool Polivinílico	19
3.7 Tensoativo	20
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
4.1 MATERIAIS	22
4.2 MÉTODOS	22
4.2.1 Produção dos Filmes	22
4.2.2 Caracterização dos Filmes.....	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O Corredor da Moda é uma extensa região ao norte do Paraná que abrange as cidades de Cianorte, Maringá, Apucarana e Londrina, que leva este nome por produzir uma grande quantidade de diversas peças de confecção. Esta produção trouxe ao seu redor um aglomerado de empresas setORIZADAS, expandindo o comércio na região (CAMARA, SOUZA, OLIVEIRA, 2006). As empresas de confecção são subdivididas em setores muitas vezes dentro da mesma empresa, ou até mesmo cada uma com uma especialidade específica.

A área de confecção é formada por partes, como o corte, costura, estamparia, bordado, lavanderia e acabamento, algumas empresas buscam que este trabalho seja realizado por terceiros, mas a maioria já possui essa divisão dentro da própria empresa (MARTINEZ, CARREIRA, 2014).

Um dos importantes trabalhos realizados na confecção é o bordado. No início de sua história, o bordado era feito à mão, e hoje graças a modernidade é realizado com grandes maquinários e *softwares* de programação (SEBRAE, 2018), que proporcionou maior facilidade para a indústria, tornando o processo mais ágil e com maior variedade de peças. O bordado pode ser feito nos mais variados tipos de tecido, como jeans, moletoms, malha plana, algodão, couro, poliéster entre outros. Para cada tipo de tecido, são feitas algumas adaptações de material afim de dar maior fixação ao ponto, bem como são utilizados bastidores com entretela, entretela e TNT (tecido não tecido), para dar um melhor acabamento a peça (BAHR, DALPONTE, TEIXEIRA, 2012).

Esta entretela é utilizada apenas para a realização do bordado, sendo removida e descartada após finalização da peça, trazendo mais mão de obra no processo e um grande desperdício de material, além do excesso de resíduos descartados. Devido a estes inconvenientes, atualmente estão presentes no mercado as entretelas hidrossolúveis, que diminuem mão de obra, os processos e a quantidade de resíduos gerados. Entretanto, a desvantagem quanto ao uso deste tipo de entretela é seu custo, pois enquanto a entretela de TNT custa em média R\$2,66/m², a entretela hidrossolúvel tem um custo médio de R\$11,86/m².

O mercado de trabalho busca por produtos com preço justo e boa qualidade, e as indústrias permeiam por alternativas cuja matéria prima de seus produtos possa fornecer peças com bom desenvolvimento no mercado.

Além disso, a preocupação ambiental tem ganhado destaque na sociedade atualmente levando instituições de ensino e pesquisa, bem como grandes indústrias à procura de materiais eco-amigáveis visando desenvolvimento sustentável, como é o caso do presente trabalho. Uma

importante forma de diminuir os danos ambientais e degradação da natureza com a utilização de materiais plásticos, tem sido a formulação de biofilmes, que possuem similaridades para utilização, porém são biodegradáveis, sendo assim não causam danos ambientais.

Para a produção de filmes, ocorre a solubilização de polímeros em um solvente, com a inclusão de aditivos, como os plastificantes, a fim de melhorar a processabilidade e a flexibilidade do material (HENRIQUE, CEREDA e SARMENTO, 2008), a diversas técnicas para realizar a produção de um biofilme, mas a mais empregada em escala laboratorial é a de *casting* (BORGES, LAURINDO, 2017).

Entre os polímeros biodegradáveis de destaque, o mais utilizado é o amido, por seu baixo custo e ampla disponibilidade. O amido é um polímero de glicose, quimicamente constituído de amilose (linear) e amilopectina (ramificada), armazenado na forma de grânulos, com um caráter cristalino ou semicristalino devido a seu grau de organização molecular. Pode ser obtido a partir de várias fontes vegetais como cereais, raízes e tubérculos, como também de frutas e legumes, sendo estes últimos não tão viáveis (MALI, GROSSMANN, YAMASHITA, 2010). O amido de mandioca possui 20% de amilose e 80% de amilopectina (SALES, SANTOS, FILHO, CAMPOS, JUNIOR, OLIVEIRA, 2013).

Para obter um filme com menos zonas quebradiças e maior flexibilidade, plastificantes como glicerol e sorbitol devem ser adicionados, sendo o glicerol o mais comumente utilizado (MALI, GROSSMANN, YAMASHITA, 2010).

Um polímero sintético com melhores propriedades mecânicas de resistência pode ser necessário, tal como o álcool polivinílico (PVOH). O uso deste polímero para compor a blenda torna-se viável por aumentar a resistência do material sem que o mesmo deixe de ser biodegradável, além de ser não tóxico e compatível com o amido (MORAES, SILVA, HABITANTE, BERGO, SOBRAL, 2008).

Outro importante componente adicionado na produção de filmes para esta finalidade (entretela hidrossolúveis) são os surfactantes, que reduzem a tensão superficial da solução, melhorando a adesão do filme e aumentando seu caráter hidrofílico (RODRIGUEZ, OSÉS, ZIANI, MATÉ, 2006).

A motivação para o desenvolvimento do presente trabalho surgiu da necessidade de desenvolver uma entretela que alie todas as características de praticidade para finalização da peça com baixo custo e desenvolvimento sustentável. Portanto, o objetivo do projeto foi produzir filmes a partir de blendas de amido de mandioca e PVOH plastificados com glicerol contendo surfactante (LSS – Lauril Sulfato de sódio) visando obter uma entretela hidrossolúvel que pode ser aplicada para manufatura de peças com bordado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Produzir e caracterizar filmes de amido de mandioca e PVOH plastificados com glicerol na presença de surfactante, bem como avaliar a potencialidade dos mesmos serem empregados como entretela hidrossolúvel para bordado.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Produzir filmes de amido-PVOH plastificados com glicerol empregando a técnica de *casting*;
- Avaliar o efeito da presença de LSS na produção de filmes de amido-PVOH plastificados com glicerol, por meio de análise subjetiva (manuseabilidade, homogeneidade, desprendimento do suporte);
- Caracterizar os filmes produzidos quanto às propriedades mecânicas (resistência à tração e alongamento na ruptura), umidade e solubilidade em água;
- Avaliar os filmes produzidos quanto às características térmicas (análise termogravimétrica - TGA);
- Aplicar o filme produzido como entretela hidrossolúvel para bordados e simular processo de lavagem da peça finalizada.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ASPECTOS GERAIS DO SETOR DE VESTUÁRIO AO NORTE DO PARANÁ

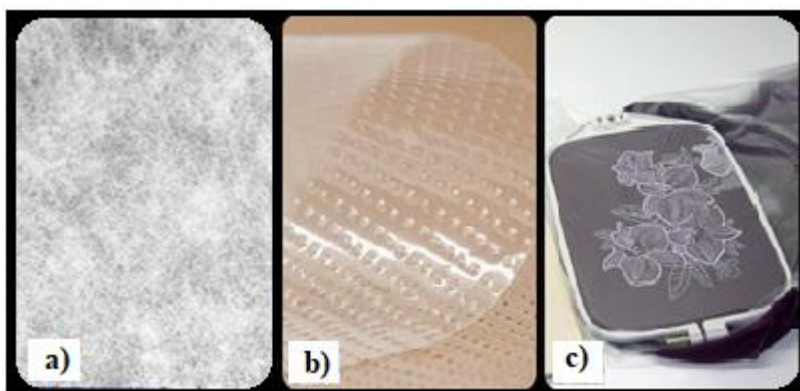
Ao norte do Paraná situa-se o “Corredor da Moda” que leva esse nome por ter uma grande produção de diversas peças de confecção, esta região engloba cerca de 120 Km entre as cidades de Apucarana, Londrina, Maringá e Cianorte, essa proximidade trouxe também um aglomerado de empresas setorializadas que acabou atraindo fornecedores e tonando-se um grande polo comercial da região (CAMARA, SOUZA, OLIVEIRA, 2006).

A área de confecção do vestuário é formada por divisão de setores, a maioria das empresas possuem essa setorialização dentro da própria empresa com corte, costura, estamparia, bordado, lavanderia e o acabamento (MARTINEZ, CARREIRA, 2014).

Um dos importantes setores da área da confecção é o bordado, hoje utilizado com grandes maquinários e softwares de programação (SEBRAE,2018).

Bahr, Dalponte, Teixeira (2012), afirma que o bordado industrial trouxe a facilidade de produzir vários bordados iguais simultaneamente, isso foi um dos grandes fatores que alavancou o ramo de confecções, podendo trazer peças com maior variedade. O bordado industrial traz uma diversidade quanto a elaboração das peças com diversos desenhos e também aos tipos de tecido, que podem ser jeans, moletoms, malha plana, algodão, couro, poliéster, entre outros. Para se adequar a cada tipo de tecido, o bordado é realizado de diferentes maneiras como a utilização de bastidores com uma entretela, o somente uso de entretela, podendo ser esta de TNT (tecido não tecido) ou entretela hidrossolúvel como as da imagem 1, essas adequações de material são utilizadas para dar maior fixação a peça e firmeza ao ponto, trazendo assim um melhor acabamento ao bordado.

Figura 1 - Entretelas a) TNT, b) Hidrossolúvel, c) Entretela com bastidor



A indústria têxtil vem buscando aprimorar seus métodos para se enquadrar em um novo mercado com consumidores cada vez mais exigentes, buscando uma boa qualidade e baixo custo, e buscam empresas que apresentem o comportamento verde. A busca agora é ser uma indústria sustentável, que inclui a utilização e reutilização de diversos materiais, como o uso de fontes de energia renováveis, utilização de fibras e tintas naturais, reciclagem de roupas e objetos usados, entre outros materiais. A necessidade é encontrar materiais que não poluam e tragam menos danos a natureza. Muito tem-se investido em pesquisas de novos materiais naturais e renováveis, pois essa é a base da nova moda que busca uma “pegada” ecológica e tem conquistado os consumidores e estilistas em todo o mundo (UNIETHOS, 2013).

Lima (2015) afirma que a Ecofashion foi criada para atender as novas regulamentações que obrigam as empresas a se adequarem às práticas mais sustentáveis, esta foi impulsionada com o surgimento de consumidores que demandavam por produtos que possuíssem uma cadeia sustentável. O público alvo passou a ter um pensamento mais consciente e buscar produtos que fossem produzidos com materiais que tivessem um processo produtivo sem prejudicar o meio ambiente e nem trabalhadores envolvidos na produção.

3.2 ENTRETELA PARA BORDADO

A entretela é caracterizada como um aviamento sendo muito utilizada na confecção de bordados, especialmente por trazer maior firmeza aos pontos e estruturar a peça, dando assim um melhor acabamento. Elas podem ser de diversos materiais como algodão, viscose, lã e TNT. A máquina de bordado, une os tecidos, realizando o desenho a ser bordado. Após o bordado

feito o TNT é removido e descartado, trazendo assim além de um desperdício de material, um maior desprendimento de maior mão de obra no processo. Tendo em vista esse problema com o descarte do material, hoje já existe no mercado as entretelas hidrossolúveis, que são removidas com maior facilidade, pois após o bordado a peça é lavada e sua entretela por ser solúvel se desfaz, este material é muito útil por diminuir a mão de obra dos operários e também ser sustentável, porém a desvantagem é seu custo, pois enquanto a entretela de TNT tem um custo médio de R\$ 2,66/m², a entretela hidrossolúvel tem um custo médio de R\$ 11,86/m². O mercado de trabalho busca que o produto final tenha o menor preço junto com a melhor qualidade, para isso a indústria busca alternativas na matéria prima dos produtos, para fornecer peças com bom desenvolvimento no mercado.

Com a motivação de produzir um produto eco-amigável de baixo custo, o presente projeto propõe o uso de polímeros biodegradáveis para produção de entretelas hidrossolúveis para o mercado da moda.

3.3 MATERIAIS BIODEGRADÁVEIS

A escolha do material a ser utilizado na produção de filmes é muito importante pois deve ser analisado as interações entre os componentes do material que podem interferir nas propriedades de barreira, mecânicas e estruturais dos filmes (BALDWIN, CARRIEDO, 1994).

A busca pela utilização de matérias plásticas que sejam produzidos a partir de fontes renováveis, pois além de auxiliar no crescimento econômico há também grande vantagem tratando-se da preservação ambiental (BORGES, LAURINDO, 2017).

A utilização de filmes biodegradáveis surgiu com a preocupação ambiental sobre o descarte dos materiais não renováveis das embalagens e às oportunidades de criar novos mercados para matérias primas formadoras de filmes, oriundas de produtos agrícolas. Os biofilmes são filmes finos, preparados a partir de polímeros naturais que podem ser polissacarídeos, proteínas, lipídeos entre outros. Para obter um biofilme é necessário a solubilização do biopolímero em um solvente que pode ser água, etanol ou ácidos orgânicos, sendo necessário também o acréscimo de aditivos como um plastificante. Em seguida esta solução irá passar por um processo de secagem para formar o biofilme (GONTARD, GUILBERT, CUQ, 1992).

A técnica mais utilizada para elaborar o biofilme é a *casting* que consiste em espalhar a suspensão polimérica em uma superfície para posterior secagem, esta técnica já é muito utilizada na indústria de papel e cerâmicas (BORGES, LAURINDO, 2017).

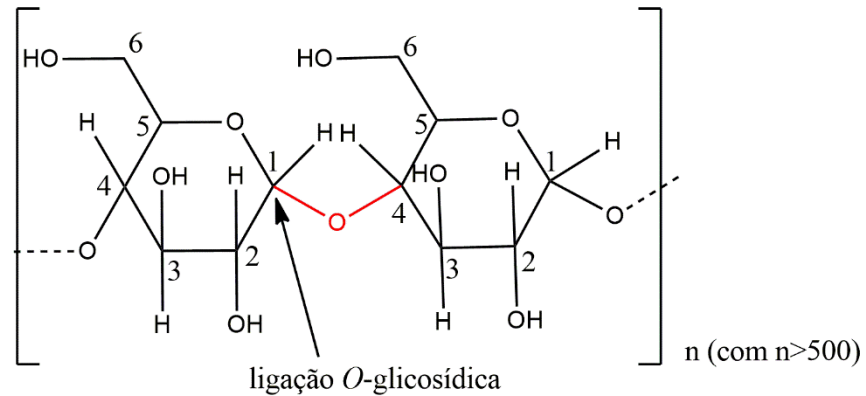
Entre os polímeros naturais comumente empregados para a produção de filmes, destacam-se as proteínas colágeno (WOLF; SOBRAL; TELIS, 2009), sericina (TURBIANI, 2011; SANTANA et al; 2013), glúten (OLIVER; MEINDERS, 2011), caseína do leite (CHAMBI; GROSSO, 2006), bem como os polissacarídeos, amido e a celulose (MALI et al., 2004; MALI et al., 2006; FRANCHETTI; MARCONATO, 2006; THUNWALL et al., 2008; GARCIA et al., 2011; LI; ZHANG; XU, 2012; GARCIA et al, 2014; GARCIA et al., 2018) ou sintéticos como poli(adipato co-tereftalato de butileno) (PBAT), poli(ácido láctico) (PLA), poli(vinil álcool) (PVOH), poli(ϵ -caprolactona) (PCL) e poli(hidroxiacetato) (PHB) (AVEROUS et al., 2004). Tendo em vista que os polímeros biodegradáveis de origem sintética apresentam alto valor agregado, filmes a base de amido vem ganhando destaque em razão do baixo custo e alta disponibilidade deste polímero.

3.4 AMIDO

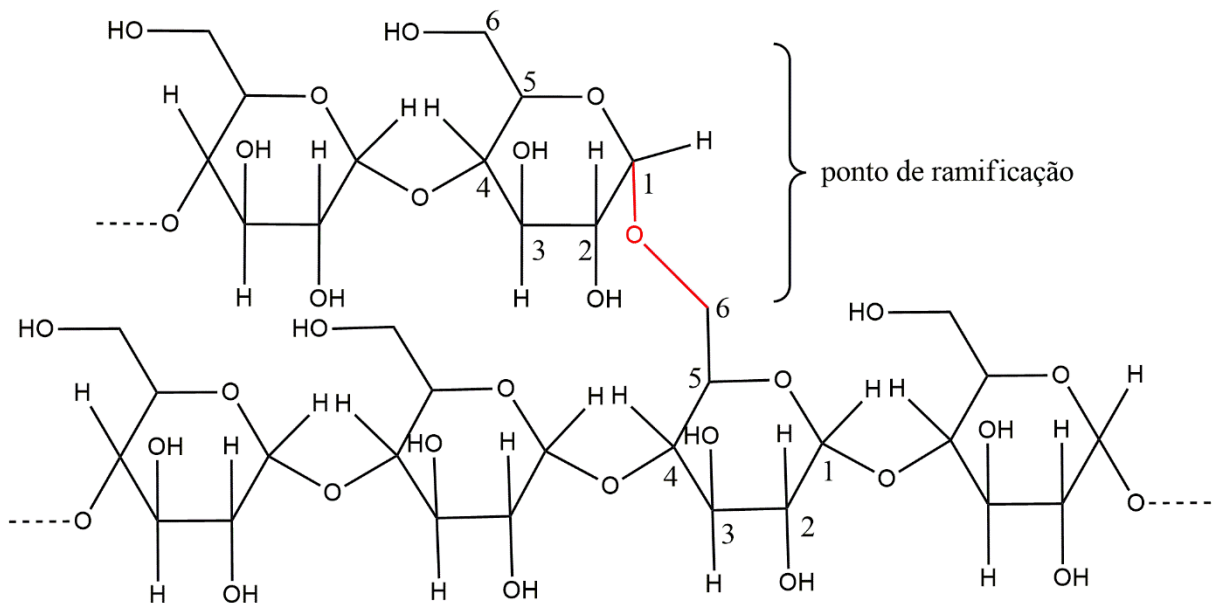
A produção de mandioca no Brasil é superior a 20 milhões de toneladas por ano, sendo o estado do Paraná o maior produtor de mandioca no país, produzindo o correspondente a 70% da produção nacional (ABAM, 2013).

O amido é um homopolissacarídeo de glicose, quimicamente constituído por amilose e amilopectina. A amilose (Figura 1a) apresenta uma estrutura essencialmente linear, com resíduos de glicose unidos por ligações O-glicosídicas α (1 \rightarrow 4). A amilopectina (Figura 1b) possui uma estrutura altamente ramificada em que os resíduos de glicose se mantem unidos por ligações O-glicosídicas α (1 \rightarrow 4) na cadeia principal e α (1 \rightarrow 6) nos pontos de ramificação (CAMPBELL; FARRELL, 2011; NELSON; COX, 2011; SOLOMONS; FRYHLE, 2012).

Figura 2 - Estrutura química parcial da amilose (a) e da amilopectina (b).



(a)



(b)

Fonte: Garcia, 2014.

Uma grande vantagem é que a estrutura molecular do amido possibilita muitas modificações químicas, genéticas e físicas e origina filmes resistentes (MALI, GROSSMANN, YAMASHITA, 2010). Os filmes de amido apresentam boas propriedades de barreira a agentes externos como O₂, CO₂ e óleos, suas propriedades mecânicas são inferiores aos dos filmes presentes no mercado, embora haja um alto índice de permeabilidade ao vapor d'água (GONTARD, GUILBERT, CUQ, 1992).

O principal determinante para o comportamento das pastas de amido são as mudanças que ocorrem em seus grânulos durante a gelatinização e a retrogradação, as propriedades

medidas influem na mudança de viscosidade no aquecimento e resfriamento das dispersões do amido. Quando a pasta de amido fica em repouso, ela forma um gel a partir das ligações intermoleculares, essas aumentam de número durante o repouso, tornando a rede mais firme e compacta (HENRIQUE, CEREDA, SARMENTO, 2008).

O amido ceroso (amido de milho) tem cerca de 5% de amilose, enquanto o amido de mandioca possui em média 20% de amilose e 80% de amilopectina (SALES et al. 2013). A molécula de amilose (Figura 2a), possui uma linearidade, fazendo com que estas se orientem a ficar paralelas formando ligações de hidrogênio entre seus grupamentos hidroxilas, que favorece a formação de filmes, já a amilopectina (Figura 2b) faz com que o amido tenha a cristalinidade observada em seus grânulos (MALI, GROSSMANN, YAMASHITA, 2010).

O amido de mandioca é bem expansivo pois seus grânulos incham demasiadamente quando aquecido na água. Para obter um filme de amido é preciso destruir sua estrutura granular semicristalina, dando origem a uma matriz polimérica homogênea amorfa, por meio da gelatinização. A gelatinização transforma o amido granular em uma pasta viscoelástica, isso acontece devido ao excesso de água que faz com que a cristalinidade e a ordem molecular do grânulo sejam destruídas, devido ao rompimento das ligações de hidrogênio que mantinham sua integridade. Após a gelatinização ocorre a retrogradação, que se trata de quando as moléculas de amido tentam se reassociar novamente por meio das ligações de hidrogênio, formando uma estrutura mais ordenada podendo em condições favoráveis tornar-se cristalina novamente (MALI, GROSSMANN, YAMASHITA, 2010).

Filmes confeccionados exclusivamente com amido são frágeis e quebradiços. Para superar este inconveniente, comumente são empregados os agentes plastificantes que possuem a função de substituir as interações intermoleculares naturalmente presentes nas cadeias de amido. Por um impedimento estérico, as cadeias se afastam ganhando mais mobilidade e tornando o material final mais flexível.

3.5 PLASTIFICANTES

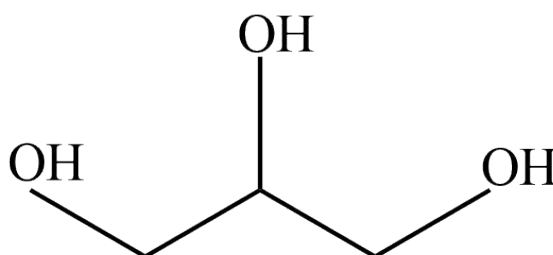
Um importante parâmetro a ser observado é o teor do plastificante utilizado na produção dos filmes de amido, pois estes reduzem as forças intermoleculares e aumentam a mobilidade da cadeia do polímero, o que torna o filme com menos zonas quebradiças e baixa o ponto de Tg, os mais utilizados são os polióis como glicerol e sorbitol, sendo o glicerol o plastificante que proporciona efeitos mais acentuados. Quando necessário um caráter hidrofílico nos filmes, utiliza-se ácidos graxos como plastificantes (MALI, GROSSMANN, YAMASHITA, 2010).

Na formulação de biofilmes, os plastificantes normalmente são adicionados em uma proporção de 10 à 60g para 100g⁻¹ de matéria seca, variando com o grau de rigidez que se procura obter (SHIMAZU, MALI, GROOSMANN, 2007).

Quando adicionado uma quantidade muito baixa ocorre o efeito antiplastificante, onde a flexibilidade é diminuída, pois a quantidade pequena não ajuda na maleabilidade e nas propriedades mecânicas do filme (MALI, GROSSMANN, GARCÍA, MARTINO, ZARTZKY 2005).

Normalmente, o plastificante deve guardar alguma semelhança química estrutural com o biopolímero, por esta razão o mais utilizado na produção de filmes de amido é o glicerol (Figura 3), um tri-álcool, líquido, sem cheiro, incolor, de sabor adocicado, derivado de fontes naturais ou petroquímicas. O uso de glicerol como plastificante representando os polióis além de apelo científico, tem também um viés ambiental e econômico, visto que é um resíduo da produção de biodiesel (CAVALCANTE JUNIOR, 2010).

Figura 3 - Estrutura química do glicerol.



Fonte: Autoria Própria

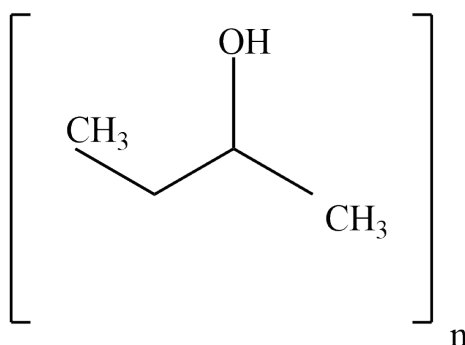
3.6 PVOH - ÁLCOOL POLIVINÍLICO

O álcool polivinílico é polímero que não é obtido naturalmente, pode ser obtido e forma indireta através da polimerização do acetato de vinila, onde obtém-se o poli acetato de vinila (PVAc), na sequencia este é submetido à uma reação de alcoólise na presença de metanol onde tem-se como produto o Álcool Polivinílico (ORO, et. al. 2005). Este polímero é solúvel em água e solventes orgânicos, e sua principal propriedade é a formação de filmes flexíveis, permeáveis ao vapor e elásticos, além de possuir uma ótima compatibilidade com agentes umectantes e pigmentos (FINCH, 1992).

O PVOH (Figura 4) é um polímero sintético em destaque pois tem ótimas propriedades

físicas e químicas (NAKAYAMA, TAKATSUKA e MATSUDA, 1999), além de boa compatibilidade com o amido devido a presença de diversos grupos hidroxila, que colaboram para a formação de blendas poliméricas mais homogêneas. As blendas poliméricas são misturas de dois polímeros que não fazem interação química de forma intencional com outro componente (TAVARES, 2013).

Figura 4 - Estrutura química parcial do Álcool Polivinílico



Fonte: Autoria Própria

No presente projeto, o uso do PVOH, um polímero sintético biodegradável e biocompatível como o amido, se justifica por meio da obtenção de filmes com melhores propriedades de resistência à tração, visto que boas características mecânicas são almejadas para o desenvolvimento da entretela, considerando que ela deve estruturar o tecido e resistir aos pontos do bordado, seja manual ou por máquinas.

3.7 TENSOATIVO

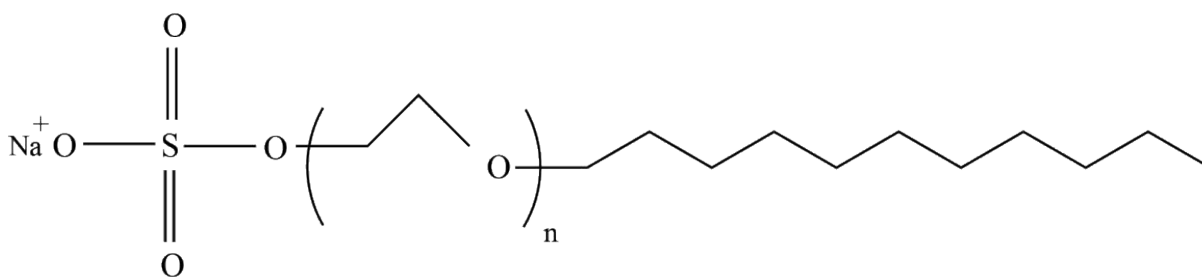
Os tensoativos são moléculas que possuem uma parte apolar e outra polar, mais conhecidas como molécula anfipática. A parte apolar pode ser cíclica ou linear, pois seus hidrocarbonetos não formam polos eletrostáticos, diferentemente da parte polar em que alguns átomos de carbono apresentam acúmulo de carga, com polos positivos e negativos. A parte polar é responsável pelo poder de solubilidade em água devido a atração eletrostática da molécula de água. A solubilidade de um tensoativo em água é dada pela diferença de cargas constituintes de parte polar da molécula, quanto maior a quantidade de cargas, mais solúvel será em água (DALTIM, 2011)

O objetivo de inserir um tensoativo a formulação de filmes é para diminuir a tensão

superficial da solução, melhorando a adesão do filme (RODRIGUEZ, OSÉS, ZIANI, MATÉ, 2006).

O Dodecil Sulfato de Sódio, mais conhecido como Lauril Sulfato de Sódio (Figura 5) é um dos tensoativos mais utilizados na produção de filmes de entretelas hidrossolúveis de bordado, devido ser um tensoativo aniônico com carga negativa, associada a presença de átomos de oxigênio, que possuem alta polaridade negativa, possui uma espuma rica e estável e é muito solúvel em água (DALTIM, 2011).

Figura 5 - Estrutura Lauril Sulfato de Sódio



Fonte: Autoria Própria

Desta forma, para o desenvolvimento de entretela hidrossolúvel no presente projeto a inserção do tensoativo visa acentuar a solubilidade em água do material. Além disso, deve-se considerar ainda que finalizada a peça, o processo de remoção da entretela será realizado concomitantemente com a lavagem da mesma, visto que o LSS é um tensoativo e que sua presença contribuirá para isto também.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Os filmes foram produzidos, empregando a técnica de *casting*, a partir dos polímeros amido de mandioca (Indemil, Brasil) e PVOH (álcool-polivinílico) (Sigma-Aldrich) plastificados com glicerol (Dinâmica, São Paulo). Lauril Sulfato de Sódio (Dodecil Sulfato de Sódio) (NOX- Lab Solution) foi incorporado à matriz polimérica como surfactante para aumentar a solubilidade do material.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Produção dos Filmes

Uma mistura de 1:1 de amido de mandioca e álcool polivinílico (PVA) foi adicionado à 100 mL (5g polímeros 100g⁻¹ de solução) de água destilada contendo glicerol (20g 100g⁻¹ de polímeros) sob agitação magnética à temperatura ambiente. Em seguida, esta solução foi aquecida até 95°C e permaneceu nesta temperatura por 2h sob agitação. Para adição do LSS (1g 100g⁻¹ de polímeros), sob agitação branda, a solução foi resfriada até 40°C. Aproximadamente 100mL desta solução filmogênica foi transferida para placas de Petri de polipropileno (D= 150 mm). Para evaporação do solvente e conseqüente formação do filme, as placas foram levadas à estufa com circulação de ar à 40°C por aproximadamente 16h. Uma formulação sem LSS (controle) também foi produzida. Os filmes foram armazenados sob mesma condição para posterior caracterização e bordado.

4.2.2 Caracterização dos Filmes

4.2.2.1 Análise macroscópica

Os filmes foram avaliados quanto a homogeneidade, manuseabilidade, isto é, se tinha boa consistência do material e verificação se os materiais utilizados foram perfeitamente solubilizados, não formando grumos, aderência a placa de petri, presença ou não de bolhas e propensão ao rasgamento. Todas essas características, avaliadas subjetivamente, estão descritas no item 5 (Resultados e Discussão) e algumas delas apresentadas na forma de fotografias obtidas do material do próprio autor.

4.2.2.2 Espessura

A determinação da espessura dos filmes foi realizada com auxílio do micrometro digital

(ZAAS, Externo – 0 a 25 mm). O resultado final, expresso em média \pm desvio padrão, foi determinado como uma média aritmética calculada a partir de 5 pontos sobre a área total do filme.

4.2.2.3 Umidade

Amostras de filmes foram cortadas com 4 cm² de área, e pesadas juntamente com pesa-filtros em balança analítica (Shimadzu, modelo AY220). Os pesa-filtros contendo os filmes foram submetidos à secagem em estufa de circulação de ar (SOLAB, modelo SL 102/480), a 105°C por um período de 24 horas. Em seguida os filtros foram pesados novamente quantificando a massa seca final do filme, conforme a metodologia proposta por Rhim (2002).

O conteúdo de umidade (ω) foi determinado em função da massa seca inicial (m_{si}) e da massa seca final (m_{sf}), conforme apresentado na Equação 1:

$$\omega = \frac{(m_{si} - m_{sf})}{m_{si}} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

ω é a umidade relativa em porcentagem (%);

m_{si} é a massa seca inicial em gramas (g);

m_{sf} é a massa seca final em gramas (g).

O conteúdo de umidade dos filmes foi determinado em triplicata e os resultados expressos em média \pm desvio padrão.

4.2.2.4 Solubilidade em água

A massa de filme solubilizada em água foi determinada em triplicata de acordo com a metodologia proposta por Gontard, Guilbert e Cuq (1992).

Inicialmente, amostras de filmes foram cortadas com 4 cm² de área, colocadas em pesa-filtros e a massa (pesa-filtros+filme) foi quantificada em balança analítica (Shimadzu, modelo AY220).

As amostras de filmes foram transferidas para erlenmeyers onde permaneceram imersas em 50 mL de água destilada, sob agitação branda (a 125 rpm), com auxílio de uma incubadora refrigerada (Cienlab Shaker), durante 24 horas. A temperatura do teste foi de 25 \pm 2°C. Ao término do ensaio, as amostras foram novamente transferidas para os pesa-filtros, que então foram levados à estufa com circulação de ar (SOLAB, modelo SL 102/480) para secagem a 105°C por 24 horas.

A massa seca solubilizada foi então quantificada em balança analítica (Shimadzu, modelo AY220) após a secagem e determinadas a partir da relação com a umidade e a massa seca inicial, conforme apresentado na Equação 2:

$$S_w = \frac{m_i (1 - \omega) - m_{sf}}{m_i (1 - \omega)} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

S_w é a quantidade de matéria solúvel em porcentagem (%);

m_i é a massa seca inicial em gramas (g);

m_{sf} é a massa seca final em gramas (g).

4.2.2.5 Análise termogravimétrica – TGA

Análise termogravimétrica (TGA) foi utilizada para avaliar as propriedades térmicas dos filmes com e sem LSS. As análises de TGA foram realizadas no equipamento da marca Shimadzu modelo TGA-50. As amostras foram aquecidas de 20 a 600°C com taxa de aquecimento de 10°C min⁻¹ sob atmosfera de nitrogênio (razão de fluxo – 50 mL min⁻¹). A estabilidade térmica dos filmes foi avaliada com base em suas curvas de TG.

4.2.2.6 Propriedades mecânicas

Um texturômetro modelo TA.TX2 plus (Stable Micro Systems, Inglaterra) foi utilizado para realizar os testes de tração segundo método da ASTM D882-02 (2002) com algumas modificações quanto às dimensões dos corpos de prova. As propriedades avaliadas foram resistência à tração (σ – MPa) e alongamento na ruptura (ε - %). Cinco corpos de prova de cada formulação serão cortados (50 mm x 20 mm). A velocidade do ensaio foi de 0,83 mm.s⁻¹ e a distância inicial entre as garras de 30 mm. Antes da realização do teste de tração, os filmes foram previamente condicionados a 25 ± 2°C por 48 horas em umidade relativa de equilíbrio (URE) de 53 ± 2% (solução saturada de nitrato de magnésio, Mg(NO₃)₂).

4.2.3 Aplicação dos filmes como entretela para bordado

Os filmes produzidos foram avaliados quanto ao potencial de aplicação como entretela hidrossolúvel para bordado. A priori, pontos de uma máquina doméstica foram realizados fixando o tecido e o filme. A peça finalizada foi então lavada em água para remoção da entretela,

sob agitação mecânica, conforme apresentado na Figura 6. Cada etapa do procedimento foi fotografada, afim de demonstrar o resultado final do projeto pretendido.

Figura 6 - Simulação do processo de lavagem da peça bordada com a entretela hidrossolúvel.

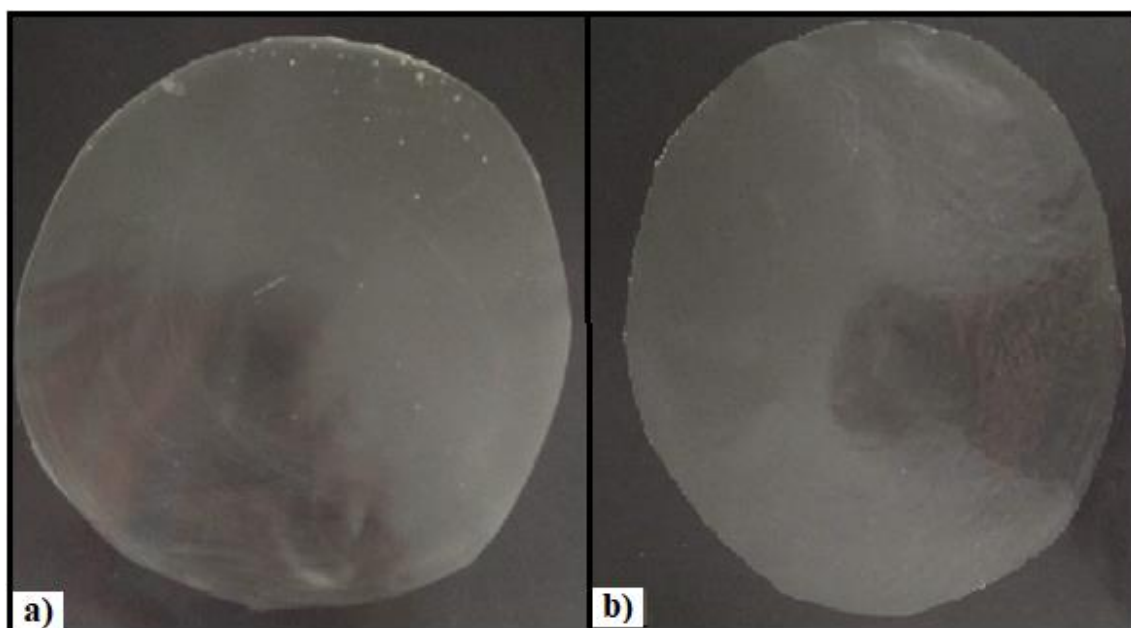


Fonte: Autoria própria.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As entretelas produzidas a partir de filmes de amido de mandioca e PVOH, plastificados com glicerol, com e sem LSS (surfactante) foram facilmente removidos do suporte. Apresentaram boa manuseabilidade e homogeneidade com superfície lisa e espessura de 204 a 236 μm , foram facilmente removidos da placa de petri.. Na Figura 7, é possível observar alguns grumos ou bolhas na superfície do filme sem surfactante, sugerindo que a presença do LSS possa melhorar a processabilidade e a aparência final do material.

Figura 7 - Foto do filme entretela: (a) Controle (sem LSS) e (b) LSS.



Fonte: Autoria Própria

O filme com LSS apresentou resistência à tração significativamente maior ($p \leq 0,05$) que o filme controle (Tabela 1), ao passo que, conforme esperado, o filme sem LSS (menos resistente) apresentou-se significativamente mais flexível (maior alongamento na ruptura).

Tabela 1 - Propriedades mecânicas dos filmes.

Filme	σ (MPa)	ϵ (%)
Controle	$10,50 \pm 1,45^b$	$186,95 \pm 42,24^a$
LSS	$14,25 \pm 1,18^a$	$4,02 \pm 0,42^b$

Notas:

Controle: filme sem LSS; LSS – filme com LSS.

σ (MPa): resistência máxima à tração; ϵ (%): alongamento na ruptura.

^{a,b} Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 95% de confiança ($p \leq 0,05$) de acordo com Teste Tukey.

Maniglia et al. (2019) sugerem que os surfactantes formam complexos com as cadeias de amido (amilose e amilopectina). Para os autores, na formação deste complexo com surfactantes iônicos, como o utilizado no presente trabalho, os terminais hidrofílicos do surfactante associam-se com a estrutura em hélice da amilose, enquanto que a porção hidrofóbica interage com as cadeias de amilopectina. A formação deste complexo rígido produz filme com maior resistência à tração. Em contrapartida, RHIM et.al. (2002) e DAVANÇO et.al. (2007), observaram em suas análises que em alta adição, os surfactantes reduziu significativamente a resistência mecânica dos filmes, segundo eles os filmes podem obter uma menor resistência mecânica devido à falta de interações hidrofóbicas nas proximidades das cadeias moleculares de seus analitos.

Independente da presença ou não do surfactante, os filmes produzidos com amido e PVOH, plastificados com glicerol, apresentaram boa resistência aos pontos, quando os mesmos foram empregados como entretela em tecido 100% algodão (Figura 8).

Figura 8- Aplicação dos filmes como entretela.



Fonte: Autoria Própria.

Os resultados de umidade e solubilidade dos filmes controle e com LSS estão apresentados na Tabela 2 como média \pm desvio padrão. O filme controle apresentou teor de umidade significativamente maior ($p \leq 0,05$), quando comparados ao filme LSS, isso pode ocorrer porque a porção hidrofóbica do LSS (anfifílico) aparentemente contribui para a obtenção de um material mais resistente à absorção de umidade. Em contrapartida, a possível interação entre a porção hidrofílica do LSS com os grupos hidroxila do amido e/ou do PVOH provocou um afastamento das cadeias poliméricas (impedimento estérico) permitindo maior mobilidade de moléculas de água, o que poderia justificar a formação de filmes mais solúveis (Tabela 2).

Tabela 2 - Umidade e solubilidade dos filmes.

Filme	w (%)	Sw (%)
Controle	88,79 \pm 0,57 ^a	44,44 \pm 8,29 ^b
LSS	85,17 \pm 0,34 ^b	77,52 \pm 0,19 ^a

Notas:

Controle: filme sem LSS; LSS – filme com LSS.

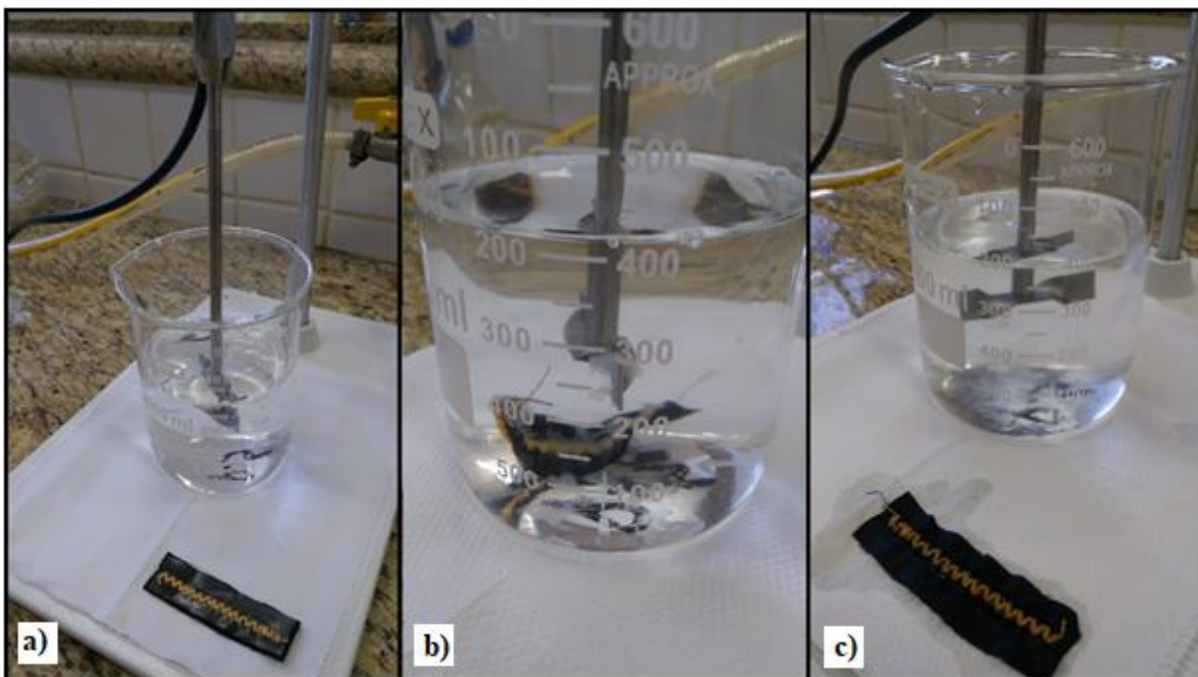
W (%): umidade; Sw (%): solubilidade em água.

^{a,b} Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 95% de confiança ($p \leq 0,05$) de acordo com Teste Tukey.

Este mesmo comportamento foi observado por RHIM et.al. (2002), quando analisaram a adição de surfactantes em filme a base de proteína de soja e 10% de LSS. Os autores observaram que a adição de surfactante reduziu a permeabilidade ao vapor d'água, teste este realizado também com o mesmo objetivo de avaliar a interação do filme com a água. O efeito provocado pelas porções hidrofóbicas das moléculas do surfactante diminuíram a taxa de sorção e difusão das moléculas de água com as estruturas do filme. DAVANÇO et.al. (2007), também observou baixos índices de permeabilidade a água na produção de filmes com ácido esteárico e 70% de LSS, cerca de quatro vezes menores quando comparados a filmes sem adição do surfactante.

Conforme simulação do processo de lavagem da peça bordada (Figura 9), ao término de 6 e 9 minutos, para o filme sem e com LSS, respectivamente, praticamente toda a entretela presente na tela havia se dissolvido na água. Esta observação reforça a potencialidade do material como entretela hidrossolúvel para bordado.

Figura 9 - Tecido com entretela com LSS a) antes, b) durante e c) após a lavagem.



Fonte: Autoria própria.

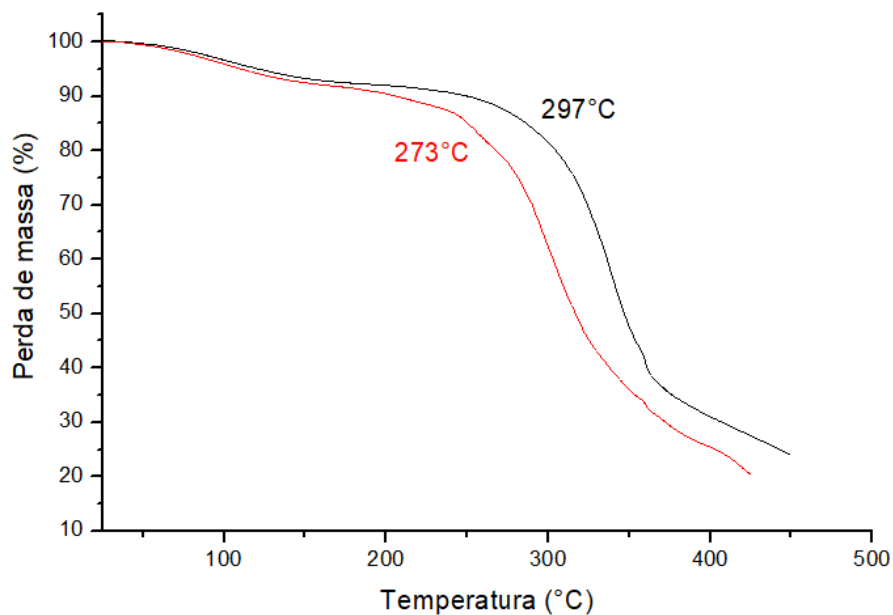
A análise termogravimétrica foi empregada para avaliar a possibilidade de o filme também atuar como “papel” termo-adesivo (termocolante), que necessita de uma temperatura de 180 a 200°C dependendo somente do tecido em que será empregado a sublimação.

A perda de massa observada no começo da curva apresentada na Figura 10 (até aproximadamente 110°C) está relacionada à volatilização de água (umidade intrínseca do material) e glicerol (presente em ambas formulações como plastificante. Um perfil similar para a curva de perda de massa foi observado tanto para o filme com quanto para o sem surfactante.

A curva de TG (Figura 10) apresenta apenas um estágio de degradação, provavelmente em função da despolimerização das cadeias de amido e PVOH. O filme LSS apresentou menor estabilidade térmica ($T_0 = 273^\circ\text{C}$) quando comparado ao filme controle ($T_0 = 297^\circ\text{C}$).

O mesmo impedimento estérico que explica a alta solubilidade dos filmes com LSS sugerindo potencial emprego do material como entretela hidrossolúvel para bordado, também explica, em razão de uma menor interação das cadeias poliméricas, a menor resistência térmica do filme com surfactante.

Figura 10 - Curva Termogravimétrica (TG) do filme controle (em preto) e do filme com LSS (em vermelho).



Fonte: Autoria própria.

O produto formulado tem boa estabilidade térmica podendo ser utilizado como entretela para bordado assim como para utilização como filme autocolante de sublimação de estampa, tendo visto que o material degrada somente acima de 270°C e para a utilização de sublimação a temperatura máxima utilizada é de 200°C, ambos os filmes possuem bom desempenho quanto a umidade, solubilidade e resistência mecânica, quando trata-se individualmente do material, o resultado encontrado é de que o filme que continha LSS possui maior solubilidade em água e resistência máxima a tração quando comparado ao filme controle e o seu custo médio é de R\$ 8,49/m². Os resultados obtidos asseguram que é possível a utilização do biofilme a base de amido de mandioca e PVOH, plastificados com glicerol como uma entretela para bordado.

6 CONCLUSÃO

Filmes de amido-PVOH plastificados com glicerol foram produzidos empregando a técnica de *casting*, e apresentaram boa homogeneidade, sem bolhas e fácil manuseabilidade. A presença de LSS na produção de filmes de amido-PVOH plastificados com glicerol, por meio de análise melhorou a processabilidade do material, uma vez que os filmes com surfactante não apresentaram grumos em suas estruturas. O filme com LSS foram mais resistentes e menos flexíveis que o filme controle. A adição do surfactante à matriz polimérica aumentou a solubilidade do filme que tem como aplicação final entreteia hidrossolúvel para bordado. O mesmo material apresenta também estabilidade térmica satisfatória que o potencialize também como “papel” termocolante.

O filme produzido no presente trabalho pode ser aplicado como entreteia hidrossolúvel, pois possui resistência mecânica para suportar os pontos e alta solubilidade em água.

Há de se considerar ainda, que esta água de lavagem da peça final possa ser reutilizada ou então descartada sem maiores danos ao meio ambiente, sugerindo assim, desenvolvimento científico sustentável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE AMIDO DE MANDIOCA – ABAM. Disponível em: <<http://www.mandioca.agr.br/portal/index.php>>. Acesso em: 10/09/2018.

AVEROUS, L.; BOQUILLON, N.; Biocomposites based on plasticized starch: thermal and mechanical behaviours. **Carbohydrate Polymers**. Vol 56 N2 111- 122. 2004.

BAHR, D.; DALPONTE, F.; TEIXEIRA, E. S. M. Melhoria da produtividade através da análise de tempos e métodos como suporte para a implantação do trabalho padronizado em uma linha de bordados. **2º CONEPRO- SUL- Produção Inovadora e Sustentada**. Joinville 2012.

BALDWIN, E. A.; CARRIEDO, M. O. (Ed.). Edible coatings and films to improve food quality. Lancaster (USA): **Technomic Publishing Co.**, 1994, p.1-25.

BORGES, A. L. G.; LAURINDO, J. B. Preparação de filmes biodegradáveis de amido de mandioca pelo método Tape-Casting e com secagem ao sol. **Congresso Brasileiro de Engenharia Química e Iniciação Científica**. 2017

CAMARA, M. R. G.; SOUZA, L. G. A.; OLIVEIRA, M. A. O corredor da Moda do norte-noroeste do paraná a luz dos arranjos produtivos locais. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**. Curitiba-Pr. 2006.

CAMPBELL, M.K.; FARREL, S.O. Bioquímica. Editora Tomson, 2011.

CAVALCANTE JÚNIOR, C. J. **Síntese de um Processo de Conversão de Glicerol em Propileno Glicol utilizando o Software Hysys**. 2010. 64 f. Monografia (Especializa  o) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2010.

CHAMBI, H.; GROSSO, C. Edible films produced with gelatin and casein cross-linked with transglutaminase. **Food research international**, v. 39, n. 4, p. 458-466, 2006.

DALTIN, D. Tensoativos: Química, propriedades e aplica  es. São Paulo: Blucher, 2011. 327 p.

DAVANÇO, T.; TANADA-PALMU, P.; GROSSO, C. Filmes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou capróico: efeito do pH e da adição de surfactantes sobre a funcionalidade dos filmes. **Ciência Tecnologia e Alimentos**. Campinas. vol.27, n.2, p.408-416. 2007.

FINCH, C. A. **Poly Vinyl Alcohol: Developments**. New York: John-Wiley, 850 p., 1992.

FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. Polímeros biodegradáveis-uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. **Química Nova**, p. 811-816, 2006.

GARCIA, P. S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F.; MALI, S.; DALL'ANTONIA, L. H.; BARRETO, W. Citric acid as multifunctional agent in blowing films of starch/PBAT. **Química Nova**, v. 34, n. 9, p. 1507-1510, 2011.

GARCIA, P. S.; GROSSMANN, M. V. E. ; SHIRAI, M. A. ; LAZARETTI, M. M. ; Yamashita, F. ; MULLER, C. M. O. ; MALI, S. . Improving action of citric acid as compatibilizer in starch/polyester blown films. **Industrial Crops and Products (Print)**, v. 52, p. 305-312, 2014.

GARCIA, P. S.; BARON, A. M. ; YAMASHITA, F. ; MALI, S. ; EIRAS, D. ; GROSSMANN, M. V. E. . Compatibilization of starch/poly(butylene adipate -*co*- terephthalate) blown films using itaconic acid and sodium hypophosphite. **Journal Of Applied Polymer Science**, v. 135, p. 46629, 2018.

GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. **Journal of Food Science.**, Chicago, v. 53, n. 1, p. 206-211, 1992.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. ; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, p.231-240, mar. 2008.

LI, R.; ZHANG, L.; XU, M. Novel regenerated cellulose films prepared by coagulating with water: structure and properties. **Carbohydrate polymers**, v. 87, n. 1, p. 95-100, 2012.

LIMA, L. C. D. Inovações verdes na indústria têxtil e de confecções Brasileira: competitividade e sustentabilidade. TCC. Curso de Bacharel em Administração. Universidade de São Paulo. USP. Ribeirão Preto. 2015.

MALI, S.; KARAM, L. B.; RAMOS, L. P.; GROSSMANN, M. V. E. Relationships among the composition and physicochemical properties of starches with the characteristics of their films. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 25, p. 7720-7725, 2004b.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; GARCÍA, M. A. MARTINO, M. N. ZARITZKY, N. E. Mechanical and thermal properties of yam starch films. **Food Hydrocolloids**. v. 19, n. 1, p.157-164, jan. 2005.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; GARCÍA, M. A.; MARTINO, M. M.; ZARITZKY, N. E. Effects of controlled storage on thermal, mechanical and barrier properties of plasticized fillms from different starch sources. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 75, n. 4, p. 453-460, 2006.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 31, n. 1, p.137-155, mar. 2010.

MANIGLIA, B. C.; LAROQUE, D. A.; ANDRADE, L. M.; CARCIOFI, B. A. M.; TENÓRIO, J. A. S.; ANDRADE, C. J. Production of active cassava starch films; effect of adding a biosurfactant or synthetic surfactant. **Reactive and functional polymers**. [V. 144](#), november 2019.

MARTINEZ, J. M.; CARREIRA, M. F. Formação de preço de bordado industrial tipo bastidor. **Revista produção Industrial e Serviços**. UEM. V.01, n. 01. 2014.

MORAES, I. C.; SILVA, G. G. D.; HABITANTE, A. M. Q. B.; BERGO, P. V. A.; SOBRAL, P. J. A. **Ciência e Tecnologia Alimentícia**. v 3, p 738, 2008.

NAKAYAMA, Y.; TAKATSUKA.; M. MATSUDA, T. Surface hydrogelation using photolysis of dithiocarbamate or xanthate: Hydrogelation, surface fixation, and bioactive

substance immobilization. **Langmuir**. 15, 1667–1672, 1999.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Porto Alegre: Artmed, 2011. 6. ed. Porto Alegre.

OLIVER, L.; MEINDERS, M. B. J. Dynamic water vapour sorption in gluten and starch films. **Journal of Cereal Science**, v. 54, p. 409-416, 2011.

ORO, D.; MACHADO, R. A. F.; SAYER, C.; ARAÚJO, P. H. H.; Obtenção de poliacetato de vinila via polimerização em emulsão com baixa concentração de emulsificante. 8º Congresso Brasileiro de Polímeros. 2005. São Paulo.

RHIM, J. W.; GENNADIOS, A.; WELLER C. L; HANA M.A. Sodium Dodecyl Sulfate treatment improves properties of cast films from soy protein isolate. **Ind Crop Chem**. 2002

RODRÍGUEZ, M.; OSÉS, J.; ZIANI, K.; MATÉ J. I. Combined effect of plasticizers and surfactants on the physical properties of starch based edible films. **Food Research International**. v. 39, n. 8, p.840-846, out. 2006.

SALES, A. L.; SANTOS, V. S.; FILHO, J. S. S.; CAMPOS, M. C.; JUNIOR, A. M. P. S.; OLIVEIRA, L. A. Avaliação dos grânulos de amido em plantas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) provenientes de autofecundação. **XV Congresso Brasileiro de Mandioca**. BAHIA 2013.

SANTANA, A. C. T.; GARCIA, P. S.; TURBIANI, F. R. B.; KRIEGER, N.; RASERA, K.; BARON, A.M. Imobilização de lipases em biofilmes de sericina para utilização em biocatálise. **Bbr-Biochemistry and Biotechnology Reports**, 2(3esp), 154-157. 2013.

SEBRAE. Como montar uma empresa de bordado à máquina. Disponível em <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-empresa-de-bordado-a-maquina,3c987a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em 20/08/2018.

SHIMAZU, A. A.; MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.. Efeitos plastificante e antiplastificante do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de amido de mandioca. *Semina: Ciências*

agrárias, Londrina, 2007. p. 79 – 88

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B.; Química Orgânica, Vol 1 10ª Edição 2012.

TAVARES, M. A. Amido, álcool polivinílico e ácidos carboxílicos na produção de biofilmes. 2013. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Processos Químico, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2013.

TURBIANI, F. R. B. **Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis de sericina e PVA reticulados com dimetiloluréia**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, Tese de Doutorado, 2011.

THUNWALL, M.; KUTHANOVA, V.; BOLDIZAR, A.; RIGDAHL, M. Film blowing of thermoplastic starch. **Carbohydr Polym**, 71. 583 – 590. 2008.

UNIETHOS. Sustentabilidade e Competitividade na Cadeia da Moda. São Paulo, 2013. (Série de estudos setoriais).

WOLF, K. L.; SOBRAL, P. J. A.; TELIS, V. R. N.; Physicochemical characterization of collagen fibers and collagen powder for self-composite film production, *Food Hydrocolloids*, 233, 1886 – 1894. 2009.