



APLICAÇÃO DE CERA DE ABELHA EM DIFERENTES TECIDOS PARA ELABORAÇÃO DE EMBALAGENS ALIMENTÍCIAS

APLICACIÓN DE CERA DE ABEJAS SOBRE DIFERENTES TEJIDOS PARA ELABORACIÓN DE EMPAQUES ALIMENTARIOS

APPLICATION OF BEES WAX ON DIFFERENT FABRICS FOR ELABORATION OF FOOD PACKAGING

Jailton Ribeiro dos Santos Junior¹; Vanessa Rocha da Conceição¹; Simone Mazzutti²; Denise Ribeiro de Freitas³

DOI: <https://doi.org/10.31692/IIICIAGRO.0074>

RESUMO

O objetivo desse estudo foi elaborar uma embalagem com tecido e cera de abelha, e verificar o efeito do tipo de tecido e da técnica de aplicação da cera. Nos últimos anos a indústria de alimentos tem despertado interesse em alternativas as embalagens plásticas de uso único que são altamente poluentes, além disso existe uma certa cobrança por parte dos consumidores em embalagens menos poluentes. A embalagem de cera de abelha pode ser uma alternativa ao plástico de uso único que é amplamente utilizado pelo consumidor no armazenamento de frutas e hortaliças. Apesar de ser comercializada no Brasil e em outros países, são poucos os estudos científicos acerca dessa embalagem, de modo que não se sabe como a forma de produção dessas embalagens afeta suas características, bem como quais os efeitos de seu uso no armazenamento de alimentos. Para a elaboração da embalagem, foi utilizada cera de abelha de primeiro uso e três tecidos 100% algodão, percal (210 fios), tricoline 1 (150 fios) e tricoline 2 (160 fios), e duas técnicas diferentes de aplicação da cera CD (cera derretida) e CP (cera em pedaços). As variáveis analisadas foram quantidade de cera absorvida no tecido, gramatura e espessura. De acordo com os resultados foi verificado uma interação significativa entre os tratamentos para as variáveis absorção de cera e gramatura dos tecidos, de modo que quando utilizada a técnica CD ou CP, o tecido que absorveu maior quantidade de cera e obteve maior gramatura foi o tricoline 1, seguido dos tecidos percal e tricoline 2. Quando observado a homogeneidade do espalhamento, o percal se mostrou mais homogêneo. As técnicas de aplicação não mostraram influência sobre a homogeneidade da cera de abelha impregnada aos tecidos, já o tipo de tecido influenciou diretamente os parâmetros avaliados de absorção de cera e homogeneidade de espalhamento da cera. O tricoline 1 apesar de absorver maior quantidade de cera que consequentemente influenciou na gramatura, se mostrou visivelmente menos maleável, isso pode dificultar o envolvimento da embalagem aos alimentos. O percal de forma geral se mostrou o melhor tecido para elaboração da embalagem, apresentando uma boa homogeneidade de distribuição da cera no tecido. Em relação as técnicas, de forma pratica a aplicação da cera em pedaços (CP) se mostrou melhor, podendo ser utilizada na elaboração da embalagem.

Palavras-chave: Plástico, Produto Apícola, Sustentabilidade.

¹ Discentes da Universidade Federal de Sergipe, juniorribeirodosantos@hotmail.com, vivianerocha760@gmail.com

² Prof^ª. Dr^ª, Universidade Federal de Sergipe Campus do Sertão, monemazzutti@academico.ufs.br

³ Prof^ª. Dr^ª, Universidade Federal de Sergipe Campus do Sertão, deniseribeirof@academico.ufs.br

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue elaborar un empaque con tela y cera de abeja, y verificar el efecto del tipo de tela y la técnica de aplicación de la cera. En los últimos años la industria alimentaria ha despertado el interés por alternativas a los envases de plástico de un solo uso que son altamente contaminantes, además existe un cierto cobro por parte de los consumidores por envases menos contaminantes. Los envases de cera de abeja pueden ser una alternativa al plástico de un solo uso que los consumidores utilizan ampliamente en el almacenamiento de frutas y verduras. A pesar de ser comercializado en Brasil y en otros países, existen pocos estudios científicos sobre este embalaje, por lo que no se sabe cómo la forma de producción de estos embalajes afecta sus características, así como los efectos de su uso en el almacenamiento de alimentos. Para la elaboración del packaging se utilizó cera de abeja de primer uso y tres tejidos 100% algodón, percal (210 hilos), tricolina 1 (150 hilos) y tricolina 2 (160 hilos), y dos técnicas diferentes de aplicación de cera CD (cera fundida) y CP (cera desconchada). Las variables analizadas fueron la cantidad de cera absorbida en el tejido, peso y espesor. De acuerdo a los resultados se verificó una interacción significativa entre los tratamientos para las variables absorción de cera y peso de las telas, de manera que cuando se utilizó la técnica CD o CP, la tela que absorbió mayor cantidad de cera y obtuvo mayor peso fue el tricoline 1, seguido por los tejidos de percal y tricoline 2. Al observar la homogeneidad de esparcimiento, el percal fue más homogéneo. Las técnicas de aplicación no mostraron influencia en la homogeneidad de la cera de abejas impregnada a los tejidos, ya que el tipo de tejido influyó directamente en los parámetros evaluados de absorción de cera y homogeneidad de esparcimiento de la cera. Tricoline 1, a pesar de absorber una mayor cantidad de cera, lo que en consecuencia influyó en el peso, era visiblemente menos maleable, lo que puede dificultar el envoltorio del envase con el alimento. El percal en general demostró ser la mejor tela para empaquetar, mostrando una buena distribución de la cera en la tela. En cuanto a las técnicas, de manera práctica la aplicación de la cera en piezas (CP) demostró ser mejor, pudiendo ser utilizada en la elaboración del empaque.

Palabras clave: Plástico, Producto apícola, Sostenibilidad.

ABSTRACT

The objective of this study was to elaborate a package with fabric and beeswax, and to verify the effect of the fabric type and the wax application technique. In recent years the food industry has aroused interest in alternatives to single-use plastic packaging that are highly polluting, in addition there is a certain charge by consumers for less polluting packaging. Beeswax packaging can be an alternative to single-use plastic that is widely used by consumers in fruit and vegetable storage. Despite being marketed in Brazil and in other countries, there are few scientific studies about this packaging, so it is not known how the form of production of these packaging affects its characteristics, as well as the effects of its use in food storage. First-use beeswax and three 100% cotton fabrics, percale (210 threads), tricoline 1 (150 threads) and tricoline 2 (160 threads), and two different CD wax application techniques were used to prepare the packaging. (melted wax) and CP (chipped wax). The variables analyzed were the amount of wax absorbed in the fabric, weight and thickness. According to the results, a significant interaction was verified between the treatments for the variables wax absorption and weight of the fabrics, so that when the CD or CP technique was used, the fabric that absorbed the greatest amount of wax and obtained the highest weight was the tricoline 1, followed by the percale and tricoline tissues 2. When observing the spread homogeneity, the percale was more homogeneous. The application techniques showed no influence on the homogeneity of the beeswax impregnated to the tissues, since the type of tissue directly influenced the evaluated parameters of wax absorption and homogeneity of wax spreading. Tricoline 1, despite absorbing a greater amount of wax, which consequently influenced the weight, was visibly less malleable, which can make it difficult to wrap the packaging with the food. The percale in general proved to be the best fabric for packaging, showing a good distribution of the wax in the fabric. Regarding the techniques, in a practical way the application of the wax in pieces (CP) proved to be better, and can be used in the elaboration of the packaging.

Keywords: Plastic, Bee product, Sustainability.

INTRODUÇÃO

No ano de 2020, a produção de embalagens plásticas teve um aumento de 6,8% e a indústria de alimentos teve um crescimento de 4,2% em seu consumo (ARAUJO, 2018; ABRE, 2020). Estima-se que 6,3 bilhões de toneladas de plástico tenham sido produzidos desde 1950 e que aproximadamente 4,9 bilhões desse total ainda estejam presentes na natureza. Além disso, calcula-se que cerca de 8 milhões de toneladas desse lixo cheguem aos oceanos anualmente (VASCONSELOS, 2019).

O perigo do plástico no ambiente, principalmente em ecossistemas aquáticos, despertou em muitos consumidores a necessidade de adquirir produtos menos danosos ao meio ambiente, esse comprometimento e consciência da massa consumidora vem impulsionando o desenvolvimento de materiais alternativos para embalar alimentos, de modo a minimizar os impactos negativos causados pelo uso de embalagens plásticas (ARANHA, 2020; CLEMENTINO; SILVA, 2016).

A embalagem reutilizável elaborada com cera de abelha e tecido de algodão é um potencial substituto ao filme plástico no armazenamento de frutas e verduras (HSIN; CHEN, 2019). A Abeego, empresa canadense responsável pelo desenvolvimento da embalagem voltada para o consumidor final, destaca em suas propagandas que o produto conserva os alimentos por mais tempo dentro e fora da geladeira. Após esse lançamento empresas brasileiras como a Favo passaram a vender o produto (ABEEGO; FAVO BIOEMBALAGEM, 2021).

Entre os poucos estudos desenvolvidos acerca dessa embalagem, encontra-se o trabalho de Pinto; Pankowsk e Nano (2017) que realizaram um estudo para investigar a atividade antimicrobiana da embalagem da Abeego. Os autores deste estudo verificaram que as embalagens foram capazes de diminuir significativamente as células viáveis de *S. enteritidis* e *S. aureus*. No entanto, este estudo foi *in vitro* e somente estudos *in vivo* podem fornecer melhores informações acerca do efeito real da embalagem de cera de abelha e algodão na conservação de alimentos.

Estudo desenvolvido por Szulc *et al.*, (2020) foi observado que após a impregnação da cera, o tecido apresentou uma diminuição na higroscopicidade principalmente nas fibras de algodão que passaram a apresentar uma superfície hidrofóbica. Isso reforça outros estudos que afirmam o potencial da cera de abelha em formar embalagens com barreira a vapores d'água, podendo melhorar sua performance na conservação de alimentos.

Acerca da embalagem é possível encontrar vídeos na internet que mostram diversas técnicas de aplicação da cera, assim como o uso de diferentes tecidos de algodão na elaboração dessa embalagem. Um dos métodos utilizados é o derretimento da cera através de seu aquecimento, em seguida é impregnado no tecido (BECK *et al.*, 2021). Outra técnica é o espalhamento da cera em pedaços sobre o tecido de algodão com a ajuda de uma fonte de calor. Todavia não existe uma metodologia padronizada em trabalhos científicos.

Assim o presente trabalho foi realizado com o objetivo de elaborar uma embalagem com tecido e cera de abelha. Além de verificar o efeito do tecido e da técnica de aplicação da cera, sendo possível assim discutir e sugerir qual a melhor técnica de aplicação da cera de abelha para a elaboração da embalagem.

REFERENCIAL TEÓRICO

Algodão

Considerado umas das fibras têxteis naturais mais importantes o algodão é uma das *commodities* de grande importância socioeconômica para o Brasil (CONAB, 2019). A fibra de algodão tem em sua constituição a celulose como elemento químico principal. A celulose é um polímero natural cuja fórmula empírica é $C_6H_{10}O_5$; sendo encontrado na fibra de algodão, pectinas, minerais, proteínas, ácidos orgânicos, açúcares, cera e alguns pigmentos (FURTADO, 2015).

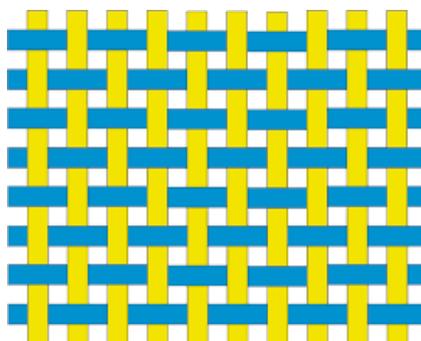
A fibra bruta de algodão possui diversas aplicações e inúmeras utilidades, que vão desde a formação de tecidos até o uso na área de cosméticos. Também é utilizado nas indústrias automobilísticas, têxteis e de alimentos para a elaboração de embalagens (ALBUQUERQUE, 2011). Um exemplo de embalagem que utiliza fibra de algodão ou mais especificamente o tecido, é a embalagem primária confeccionada a partir da aplicação de cera de abelha em tecidos de algodão que é utilizada para envolver frutas e verduras a fim de conservá-las dentro e fora da geladeira por mais tempo.

Em relação as vantagens, as fibras vegetais como o algodão possuem algumas como a sua biodegradabilidade, boa resistência a solventes e temperaturas, e a sua baixa densidade. Essas características fazem das fibras vegetais um material tecnológico interessante possuindo várias aplicabilidades (ALBINANTE; PACHECO e VISCONTE, 2013). Uma dessas aplicabilidades é na formação de tecidos, onde o comprimento da fibra é de grande importância pois está diretamente ligada a resistência e o número de torções dados na formação do fio

(ALBUQUERQUE, 2011).

Dentre os vários tipos de tecidos, existem os tecidos planos que são elaborados a partir de um planejamento ligado ao entrelaçamento entre os fios de urdume e a trama, esse processo é denominado de padronagem. Os fios de urdume são aqueles posicionados em sentido vertical e os fios de trama correspondem aos fios posicionados no sentido horizontal do tecido (Figura 1) (CANEDA, 2016; FURTADO, 2015). O tricoline e o percal são exemplos de tecidos planos em 100% algodão, a diferença entre eles geralmente está na quantidade de fios, já que o percal deve ter no mínimo 180 fios por polegadas, e o tricoline apresenta menos fios por polegada.

Figura 1: Entrelaçamento de tecidos planos



Fonte: CSERI, (2015).

Cera de abelha

O regulamento técnico de identidade e qualidade da cera de abelhas presente na Instrução Normativa nº 03, de 19 de janeiro de 2001 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (2001) define cera de abelha como um produto de consistência plástica, de cor amarelada, muito fusível, que é secretado pelas abelhas para formação dos favos nas colmeias sendo classificada de duas formas: cera de abelha bruta e cera de abelha branca ou pré-beneficiada.

De acordo com Nevine (2011), a cera de abelha se mostrou eficaz contra leveduras e bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, como por exemplo as bactérias *Streptococcus epidermidis* e *Escherichia coli*. Campêlo *et al.* (2015) testou a eficácia da cera de três espécies diferentes de abelha e reportou que todas as ceras apresentaram efeito antimicrobiano contra os microrganismos *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

Navarro-Tarazaga, Massa e Pérez-Gago (2011) relatou que a cera de abelha foi capaz de desenvolver uma barreira semipermeável ao oxigênio em ameixas, reduzindo a perda de

massa e o amolecimento da fruta, sem afetar as suas características sensoriais. Em teste para conservação de manga o revestimento à base de cera de abelha apresentou uma maior vida de prateleira e redução da perda de massa quando comparados com outros revestimentos (BIBI; BALOCH, 2014). De acordo com Medeiros *et al.* (2012), revestimentos com cera de abelha serve principalmente como barreira ao vapor de água, evitando perda de massa dos frutos.

Velickova *et al.*, (2013) em trabalho sobre o impacto de revestimentos comestíveis de quitosana e cera de abelha na qualidade de morangos frescos, concluíram que a adição da cera de abelha como camada separada ou como um componente no revestimento composto mostrou efeito benéfico contra infecção fúngica, redução da perda de peso e frequência respiratória, retenção da firmeza e cor, bem como retenção da acidez titulável, pH, sólidos solúveis e açúcares dos morangos.

De acordo com Xie *et al.* (2020), dentre as muitas características que a cera de abelha possui, uma delas é a capacidade hidrofóbica e resistência ao vapor da água, sendo importante na formação de filmes e revestimentos comestíveis, todavia eles ressaltam que os filmes de revestimento formados apenas por ceras puras não tenham uma boa barreira a gases favorecendo a respiração dos frutos e não retardando o seu amadurecimento além de possuir baixa resistência mecânica. Vergara *et al.* (2020) ressaltam que o aumento de cera de abelha em revestimentos ou na formulação de filmes pode causar a diminuição de umidade e a permeabilidade ao vapor de água.

Embalagem de tecido e cera de abelha

Nos últimos anos, a sustentabilidade tem sido um tópico cada vez mais importante. Portanto, ao longo dos anos, muitos produtos reutilizáveis foram inventados para substituir itens descartáveis de uso único e reduzir o desperdício. Um desses produtos é a embalagem de cera de abelha reutilizável, que visa substituir o filme plástico na armazenagem de alimentos como frutas e verduras (HSIN; CHEN, 2019).

No Brasil algumas empresas como a FAVO elaboram e vendem a embalagem de cera de abelha. A empresa confecciona a embalagem utilizando tecido 100% algodão, resina vegetal, óleo de coco e cera de abelha. De acordo com a empresa, a embalagem é lavável, reutilizável e biodegradável (FAVO BIOEMBALAGEM, 2021).

Normalmente a embalagem é elaborada a partir do tecido 100% algodão devido a sua biodegradabilidade e cera de abelha. Algumas empresas também utilizam resinas vegetais como a carnaúba, misturadas a cera de abelha. São encontradas diversas técnicas de elaboração da

embalagem, assim como vídeos explicativos sobre a forma de aplicação da cera de abelha. Um dos métodos utilizados é o derretimento da cera através de seu aquecimento, em seguida é impregnado no tecido (BECK *et al.*, 2021). Outra técnica é o espalhamento da cera em pedaços sobre o tecido de algodão com a ajuda de uma fonte de calor. Todavia não existe uma metodologia padronizada em trabalhos científicos, o que se tem são vídeos e materiais escritos na internet tanto em português e em outras línguas como o inglês apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Links de diferentes métodos de elaboração da embalagem de cera de abelha, formas de utilização e empresas que comercializam este produto.

Descrição	Links
Vídeos de diferentes métodos de elaboração da embalagem de cera de abelha	https://www.youtube.com/watch?v=gUyK27XDn4E https://www.youtube.com/watch?v=c2aO_Ex7v_c https://www.youtube.com/watch?v=l3yEgsW8NhM https://www.youtube.com/watch?v=6_bsxrqAF-s
Vídeos de diferentes formas de utilização da embalagem de cera de abelha	https://www.youtube.com/watch?v=0Ql8Qux4qi0 https://www.youtube.com/watch?v=Ub_fIEhWwJU
Balaio Ecológico Mirra Sustentável Favo Abeego	https://www.instagram.com/balaio.ecologico/ https://www.instagram.com/mirrasustentavel/ https://www.instagram.com/stories/highlights/17853375149273076/ https://www.instagram.com/favobioembalagem/ https://www.instagram.com/abeego/ https://www.instagram.com/stories/highlights/17928052504100430/

Dentro de nossa pesquisa não foram encontrados estudos que demonstrem se essas formas de aderir a cera no tecido influenciam a quantidade de cera absorvida, a gramatura e o espalhamento dessa cera ao longo do tecido. Da mesma forma, os sites sugerem o uso de tecido de algodão, porém no mercado existem mais de um tipo de tecido de algodão com estruturas diferentes.

Além das empresas citadas no Quadro 1, pequenos produtores também comercializam a embalagem, envoltório, paninho de algodão e bioembalagem como algumas empresas costumam chamar. Apesar de ser comercializada por empresas e pequenos produtores, pouco se sabe sobre essa embalagem, se de fato ela possui a mesma eficiência na conservação de frutas

e hortaliças quando comparado a embalagens tradicionais como as empresas apresentam em suas propagandas.

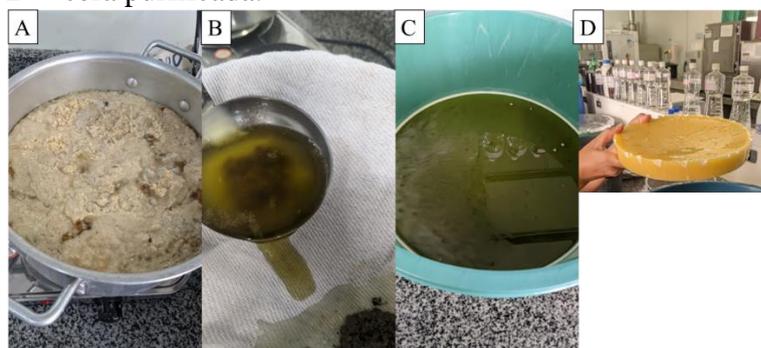
Pinto, Pankowsk e Nano (2017) investigaram a atividade antimicrobiana do envoltório da Abeego. Os autores relataram que os envoltórios da Abeego, empresa canadense que vende embalagens de algodão e cera de abelha, foram capazes de diminuir significativamente células viáveis de *Salmonella enteritidis* e *S. aureus*. Os autores ainda concluíram que o produto testado apresentou atividade contra células Gram negativos e Gram positivos. Ressalta-se que este estudo foi realizado *in vitro* e que é necessário que sejam desenvolvidos estudos *in vivo* para fornecer melhores informações acerca do efeito real da embalagem de cera de abelha e algodão na conservação de alimentos.

METODOLOGIA

Obtenção da cera de abelha

A cera utilizada foi adquirida de um apiário localizado na cidade de São Cristóvão, Sergipe, Brasil. Toda cera utilizada nesse estudo foi proveniente do processo de desoperculação dos favos de mel. A cera retirada durante a desoperculação dos favos foi separada do excesso de mel ainda presente através de uma prensagem manual, utilizando um tecido de algodão como filtro. Em seguida, 600g de cera foram derretidas em um recipiente de alumínio com 2L de água, em fogão elétrico (Agratto - 4918), durante 1:30h, esperou-se atingir o ponto de fervura da cera que é entre 62 e 67°C, logo após a cera foi filtrada utilizando um tecido de algodão como filtro. Após esse processo, a cera e a água que passaram pelo filtro foram deixadas em repouso por 1 hora, conseqüentemente ocorreu a separação da cera e da água. A cera quando esfriou em temperatura ambiente ~30°C, tornou-se sólida. A metodologia de purificação da cera foi realizada conforme descrito por Ollé, Wolff e Silva (2018). Na Figura 2 encontra-se apresentado os passos para a purificação da cera. A cera foi ralada em pedaços de ~1,0 cm, com o auxílio de um ralador de uso doméstico, para em seguida ser utilizada na elaboração das embalagens, conforme a técnica do tratamento avaliado.

Figura 2: Processo de purificação da Cera. A = derretimento da cera, B = filtragem da cera, C = separação da água e cera, D = cera purificada.



Fonte: Próprio autor

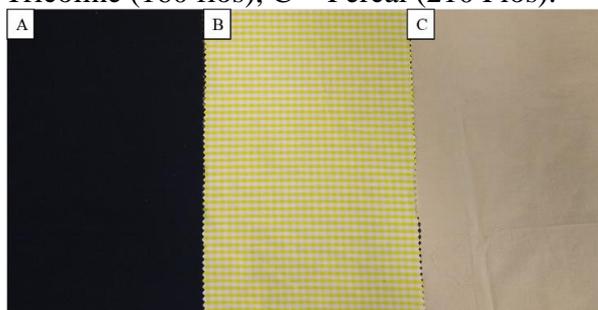
Tecidos

Três tecidos 100% algodão, fabricados pela Peixoto Gonsalves® do estado de Sergipe foram utilizados, sendo: o percal com 210 fios por polegada, o tricoline com 150 fios por polegada, designado nesse estudo de tricoline 1, e o tricoline com 160 fios por polegada, designado nesse estudo como tricoline 2. Na Figura 3 estão ilustrados os tecidos utilizados nesse estudo.

Antes da elaboração das embalagens, os tecidos foram higienizados utilizando uma solução com 0,04% de sabão neutro onde ficaram imersos por 10 minutos, após foi realizado o enxague. Em seguida, os tecidos foram sanitizados em uma solução clorada a 200 ppm de cloro ativo durante 15 minutos e secos no laboratório em temperatura ambiente a ~30°C. Após secos, todos os tecidos foram cortados em dimensões de 18 x 28 cm com o auxílio de um papel quadriculado como molde.

Foi observado durante a higienização dos tecidos que o tricoline 1 de cor preta soltou muita e desfiou bastante de modo que quando colocado contra a luz via-se uma grande quantidade de espaços entre os fios, isso também foi observado para o tricoline 2 de cor amarelo quadriculado, já o percal não mostrou esse comportamento.

Figura 3: Tecidos utilizados na elaboração das embalagens. A = Tricoline (150 fios), B = Tricoline (160 fios), C = Percal (210 Fios).



Fonte: Próprio autor

Elaboração das embalagens

Para a elaboração das embalagens, a cera foi ralada e a sua dimensão foi de aproximadamente 1 cm. Após ralada, 10 g de cera foram medidas em balança analítica (Balança eletrônica Digital – SHTG) para a aplicação nos tecidos. Duas técnicas foram utilizadas para a aplicação, na técnica 1 (CD= cera derretida) a cera foi derretida através de aquecimento em recipiente de alumínio acetinado em fogão elétrico (Agratto - 4918) padronizado na potência 5, em seguida o tecido foi imerso na cera já derretida, logo após foi envolvido em papel manteiga onde foi aplicada uma fonte de calor mediante ferro doméstico (Black+Decker, F200-BR) ajustado na potência máxima, durante um período de 2 minutos para espalhar a cera no tecido. Na Figura 4 é demonstrado a aplicação da técnica 1.

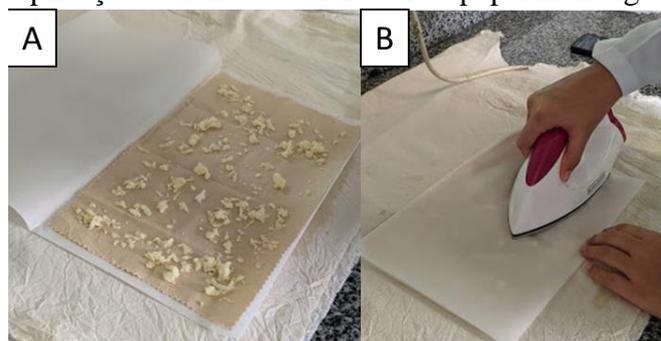
A segunda técnica (CP = cera em pedaços) foi realizada com o espalhamento de 10 g da cera em pedaços. O tecido foi envolvido em papel manteiga e a cera foi adicionada sobre o tecido, em seguida foi aplicada uma fonte de calor mediante um ferro doméstico (Black+Decker, F200-BR) ajustado na potência máxima, durante o período de 2 minutos. Após a elaboração, as embalagens foram colocadas para secar dentro do laboratório cerca de 30 °C (temperatura ambiente), em seguida já estavam prontas para serem utilizadas. Para a aplicação dos tratamentos nos tecidos foi realizado um sorteio de forma aleatória, para definir a ordem de aplicação de cada técnica. Na Figura 5 demonstrou a aplicação da técnica 2.

Figura 4: Técnica 1 de aplicação de cera no tecido, A = imersão do tecido na cera derretida, B = aplicação da fonte de calor.



Fonte: Próprio autor

Figura 5: Técnica 2 de aplicação de cera no tecido, A = cera ralada espalhada sobre o tecido B = aplicação da fonte de calor sobre o papel manteiga.



Fonte: Próprio autor

Delineamento experimental

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 3, com cinco repetições onde os fatores foram as duas técnicas de aplicação (**CD** = Técnica da cera derretida e **CP** = Técnica da cera em pedaços) e 3 tipos de tecidos 100% algodão (percal com 210 fios, tricoline com 150 fios e tricoline com 160 fios), totalizando seis tratamentos. As variáveis de resposta foram: quantidade total de cera absorvida (g), quantidade de cera absorvida por cm^2 , gramatura (g/cm^2), espessura (mm) e homogeneidade de espalhamento.

Caracterização das embalagens

Quantidade de cera absorvida no tecido

Foi realizada a medida da massa inicial dos tecidos em balança analítica (Balança eletrônica Digital – SHTG) e medido aproximadamente 10 g de cera de abelha. Após a aplicação da cera, a massa do tecido foi medida novamente. A quantidade de cera absorvida

pelos tecidos foi obtida pela subtração da massa inicial dos tecidos e da massa final após a aplicação da cera.

Gramatura

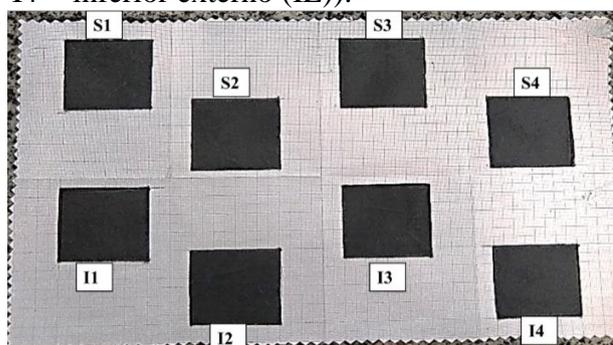
A gramatura (g/cm^2) total foi obtida pela relação entre a quantidade de cera absorvida pelo tecido e sua área de $18 \times 28 \text{ cm}$ (504 cm^2).

$$\text{Gramatura} = \frac{\text{Quantidade de cera absorvida (g)}}{504 \text{ cm}^2}$$

Para verificar a homogeneidade do espalhamento da cera nos tecidos foram retiradas 8 amostras em diferentes partes do tecido com dimensão de 16 cm^2 e as massas foram medidas em balança analítica (Balança eletrônica Digital – SHTG). Na Figura 14 estão apresentados os 8 pontos utilizados que foram classificados em superior (SE = superior externo e SI = superior interno) e inferior (II = inferior interno e IE = inferior externo). A metodologia descrita foi baseada na norma técnica 10591 (ABNT, 2008).

A comparação entre as partes superiores e inferiores (Figura 6) permitiu mensurar a homogeneidade do espalhamento da cera de abelha aplicada aos tecidos e comparar a diferença entre os tecidos e dentro do próprio tecido.

Figura 6: Molde utilizado para retirar as amostras e mensurar a homogeneidade de espalhamento da cera no tecido (S1+S3 = Superior externo (SE); S2+S4 = Superior interno (SI); I1+I3 = Inferior interno (II); I2 + I4 = inferior externo (IE)).



Fonte: Próprio autor

Espessura

As espessuras das embalagens foram determinadas com uso de um paquímetro digital

(MTX-316119). As medidas foram realizadas em oito pontos diferentes de 16 cm² em cada embalagem como ilustrado na Figura 14. Os resultados foram expressos em milímetros (mm).

Análises dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos dados comparadas pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância. Para isso, foi utilizado o software SISVAR (Versão 5.7). Quando observada interação dos dados entre a técnica e o tecido foi realizado o desdobramento da técnica dentro do fator tecido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se interação significativa entre os dados da técnica de aplicação da cera e o tipo de tecido para as variáveis quantidade de cera absorvida e gramatura total (Tabela 1).

Para as variáveis quantidade de cera/cm², gramatura e espessura mensuradas em diferentes locais do tecido com o intuito de mensurar a homogeneidade do espalhamento da cera no tecido, apresentadas na Tabela 2, não foi observado interação dessas duas variáveis de estudo, por isso as variáveis técnica e tecido foram estudadas de forma separada.

Na Tabela 1 estão expressos os resultados para as variáveis quantidade de cera absorvida e a gramatura total dos tecidos, foi realizado o desdobramento da interação entre técnica de aplicação da cera e os tecidos utilizados.

Tabela 1: Desdobramento da interação técnica de aplicação da cera x tecido para a quantidade de cera absorvida e gramatura das embalagens elaboradas com cera de abelha e tecido de algodão, considerando a aplicação inicial de 10 g de cera.

Variável	Técnica de aplicação da cera	Percal	Tricoline 1	Tricoline 2
	Cera absorvida (g)	CD	6,65 ± 0,16 ^{Ab}	8,25 ± 0,42 ^{Aa}
CP		6,73 ± 0,22 ^{Ab}	7,82 ± 0,09 ^{Ba}	6,32 ± 0,19 ^{Ac}
Gramatura Total (g/cm ²)	CD	0,013 ± 0,00083 ^{Ab}	0,016 ± 0,0008 ^{Aa}	0,012 ± 0,0002 ^{Ac}
	CP	0,013 ± 0,0004 ^{Ab}	0,015 ± 0,0001 ^{Ba}	0,012 ± 0,0004 ^{Ac}

CD = Técnica de aplicação cera derretida; CP = Técnica de aplicação cera em pedaços; Percal (210 Fios); Tricoline 1 (150 fios); Tricoline 2 (160 fios). Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas são significativamente diferentes, de acordo com o teste de Tukey (P<0,05).

Foi verificado que dentro das técnicas cera derretida (CD) e cera em pedaços (CP), o tricoline 1 absorveu maior quantidade de cera, seguido do percal e do tricoline 2. Foi observado

que o tricoline 1 apresentou diferença significativa entre as técnicas de aplicação, os tecidos diferem estatisticamente entre si para cera derretida (CD) e cera em pedaços (CP). Para a variável gramatura, foi observado o mesmo comportamento apresentado anteriormente, onde o tricoline 1 mostrou a maior gramatura, seguido pelo percal e o tricoline 2 e quando comparados os tecidos observa-se que eles diferem entre si para cera derretida (CD) e cera em pedaços (CP).

A absorção de cera de abelha pelos tecidos pode ser explicada pela porosidade presente nas fibras de algodão que possuem uma facilidade na absorção de líquidos, isso fez com que a cera de abelha quando derretida penetrasse os poros dos tecidos (SZULC *et al.*, 2020). Em estudo sobre hidrofiliabilidade de tecidos realizado por Silva (2013), os autores verificaram que os aspectos que mais influenciaram na absorção de água, foram as características dos fios e os espaços vazios que são gerados em tecidos planos, como os tecido percal e os tricoline, então quanto maior o número de fios maior a absorção de água. Esses resultados diferem do presente estudo devido a diferença entre os líquidos analisados, já que a cera de abelha possui uma maior viscosidade em relação a água e após aquecida ela volta ao seu estado sólido, isso pode explicar por que o tricoline 1 que possui menos fios e mais espaços obteve uma maior absorção e gramatura em relação aos demais tecidos analisados, isso pode ter ocorrido devido as ligações entre os espaços e a cera, outro fator importante que foi observado durante o processo de higienização dos tecidos, é que o tricoline 1 soltou muitos fios o que pode ter feito com esses espaços ficassem maiores influenciando na absorção da cera e a gramatura da embalagem.

Foi observado durante a elaboração das embalagens a que o tricoline 1 apesar de ter absorvido maior quantidade de cera e apresentar uma maior gramatura, se mostrou pouco flexível e maleável de modo que quando dobrado observava-se uma embalagem quebradiça, é isso infere diretamente a capacidade da embalagem em envolver o alimento e conseqüentemente na sua habilidade de conservar alimentos, já o tecido percal apesar de absorver menos cera se mostrou bem maleável e flexível que são características importantes para o envolvimento da embalagem no alimento.

Não foi observada interação entre as técnicas de aplicação da cera e o tecido utilizado para as variáveis presentes na Tabela 2, na qual estão descritos os resultados das médias das técnicas de aplicação da cera para as variáveis quantidade cera/cm² e homogeneidade de espalhamento mensurada através da gramatura das partes superiores (externa e interna) e inferiores (interna e externa); e das espessuras superior (externa e interna) e inferior (interna e externa).

Tabela 2: Valores médios das técnicas de aplicação da cera para as variáveis de quantidade de cera/cm², gramatura superior externa, interna e inferior interna e externa, assim como os valores médios da espessura superior externa, interna e inferior interna e externa.

Variável	Técnica de aplicação da cera	
	CD	CP
Gramatura SE (g/cm ²)	0,040 ± 0,003 ^{Aa}	0,039 ± 0,003 ^{Aa}
Gramatura SI (g/cm ²)	0,039 ± 0,003 ^{Aa}	0,040 ± 0,003 ^{Aa}
Gramatura II (g/cm ²)	0,040 ± 0,003 ^{Aa}	0,039 ± 0,003 ^{Aa}
Gramatura IE (g/cm ²)	0,040 ± 0,002 ^{Aa}	0,039 ± 0,002 ^{Aa}
Espessura SE (mm)	0,530 ± 0,086 ^{Aa}	0,510 ± 0,097 ^{Aa}
Espessura SI (mm)	0,520 ± 0,076 ^{Aa}	0,520 ± 0,116 ^{Aa}
Espessura II (mm)	0,520 ± 0,082 ^{Aa}	0,510 ± 0,082 ^{Aa}
Espessura IE (mm)	0,530 ± 0,081 ^{Aa}	0,510 ± 0,075 ^{Aa}

CD = Técnica de aplicação Cera derretida; CP = Técnica de aplicação Cera em pedaços; SE (Superior externa); SI (Superior interna); II (Inferior interna); IE (Inferior externa); Letras maiúsculas distintas nas linhas e minúsculas nas colunas são significativamente diferentes, de acordo com o teste de Tukey (P<0,05).

No que diz respeito as técnicas de aplicação, não houve diferença estatística entre elas para nenhuma das variáveis analisadas. As médias para as gramaturas superiores e inferiores variaram entre 0,039 g/cm² e 0,040 g/cm², para a variável espessura as médias das espessuras superiores e inferiores variaram entre 0,510 mm e 0,530 mm.

Esses resultados nos mostram que as duas técnicas podem ser utilizadas na elaboração da embalagem já que elas não apresentaram diferença estatística entre si, de um modo pratico a técnica da cera em pedaços (CP) é facilmente aplicada aos tecidos, o que facilita o processo de elaboração do produto.

Não foi observada interação entre as técnicas de aplicação da cera e o tecido utilizado para as variáveis presentes na Tabela 3, na qual estão descritos os resultados dos tecidos utilizados para as variáveis quantidade cera/cm² e homogeneidade de espalhamento mensurada através da gramatura das partes superiores (externa e interna) e inferiores (interna e externa); e das espessuras superior (externa e interna) e inferior (interna e externa).

Tabela 3: Valores médios dos tecidos utilizados para as variáveis de quantidade de cera/cm², gramatura superior externa, interna e inferior interna e externa, assim como os valores médios da espessura superior externa, interna e inferior interna e externa.

Variável	Tipo de tecido		
	Percal	Tricoline 1	Tricoline 2
Gramatura SE (g/cm ²)	0,038 ± 0,003 ^{Ba}	0,042 ± 0,002 ^{Aab}	0,038 ± 0,002 ^{Bab}
Gramatura SI (g/cm ²)	0,038 ± 0,003 ^{Ba}	0,043 ± 0,002 ^{Aa}	0,037 ± 0,001 ^{Bab}
Gramatura II (g/cm ²)	0,039 ± 0,002 ^{Ba}	0,042 ± 0,001 ^{Aab}	0,036 ± 0,002 ^{Cb}
Gramatura IE (g/cm ²)	0,040 ± 0,002 ^{Aa}	0,040 ± 0,002 ^{Ab}	0,039 ± 0,002 ^{Aa}
Espessura SE (mm)	0,460 ± 0,028 ^{Ba}	0,630 ± 0,063 ^{Aa}	0,460 ± 0,028 ^{Ba}
Espessura SI (mm)	0,460 ± 0,044 ^{Ba}	0,640 ± 0,066 ^{Aa}	0,450 ± 0,018 ^{Ba}
Espessura II (mm)	0,480 ± 0,023 ^{Ba}	0,620 ± 0,035 ^{Aa}	0,450 ± 0,015 ^{Ca}
Espessura IE (mm)	0,480 ± 0,035 ^{Ba}	0,620 ± 0,027 ^{Aa}	0,460 ± 0,030 ^{Ba}

SE (Superior externa); SI (Superior interna); II (Inferior interna); IE (Inferior externa); Percal (210 Fios); Tricoline 1 (150 fios); Tricoline 2 (160 fios). Letras maiúsculas distintas nas linhas e minúsculas nas colunas são significativamente diferentes, de acordo com o teste de Tukey (P<0,05).

Para os tecidos analisados houve diferença estatística entre eles para todas as variáveis analisadas. Em relação aos parâmetros de gramatura e espessura, o tricoline 1 também mostrou médias maiores em relação ao percal e o tricoline 2. Quando comparada a gramatura dentro do tecido, os tricoline 1 e 2 mostraram uma pequena diferença estatística entre as gramaturas superiores e inferiores, ainda sim se mostraram tecidos homogêneos em relação ao espalhamento da cera ao longo do tecido. O percal também se mostrou homogêneo em relação aos parâmetros de gramatura e espessura analisados não demonstrando diferença estatística para essas variáveis.

Os parâmetros avaliados de gramatura e espessura estão ligados diretamente com a homogeneidade das embalagens, com as propriedades de barreira e com as propriedades mecânicas, que uma embalagem pode oferecer, sendo que maiores gramaturas tendem a oferecer maior resistência mecânica (SILVA; BRINQUES e GURAK, 2020).

Apesar de ter apresentado as maiores médias para as variáveis apresentadas na Tabela 3, o tricoline 1 e 2 apresentaram alguns problemas já citados, diferentemente do percal que se mostrou o melhor tecido para elaboração da embalagem nesse estudo. Outra observação interessante é que os tecidos utilizados nesse estudo são tingidos com tinta, de modo que não

se sabe sobre a toxicidade dessas tintas e isso é um fator importante a ser analisado já que essas embalagens estarão em contato direto com o alimento.

Os resultados desse estudo mostraram que as técnicas utilizadas não influenciaram sobre a absorção e a homogeneidade de espalhamento da cera, em contrapartida os tecidos mostraram influência sob esses parâmetros. Diante disso é necessário nos próximos estudos, verificar se as diferentes espessuras e gramaturas observadas nesse estudo podem influenciar a permeabilidade a gases e vapores, e qual a influência na conservação de alimentos, já que as empresas afirmam conservar por mais tempo nesse material e o sugerem como substituto ao filme plástico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados o percal apresentou-se como o melhor tecido para elaboração da embalagem, apresentando uma boa homogeneidade de distribuição da cera no tecido. Em relação as técnicas de aplicação da cera, de forma pratica a aplicação da cera em pedaços (CP) se mostrou melhor.

REFERÊNCIAS

ABEEGO CANADA. How To Use. Disponível em: <<https://canada.abeego.com/pages/how-to-use-beeswax-food-wrap>>. Acesso em: 02 fevereiro de agosto de 2021.

ALBINANTE, S. R.; PACHECO, E. B.A.; VISCONTE, L. L. Y. Revisão dos tratamentos químicos da fibra natural para a mistura com poliolefinas. **Revista Química Nova**. v. 36, p. 114-122, jul. 2013.

ALBUQUERQUE, W. M. S. **Estudo da secagem de tecido jeans**. 2011. 126 f. Mestrado (Mestre em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

ARANHA, C. Empresas investem em materiais alternativos ao plástico para atingir metas de sustentabilidade. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Sustentabilidade/noticia/2020/02/empresas-investem-em-materiais-alternativos-ao-plastico-para-atingir-metas-de-sustentabilidade.html>>. Acesso em: 23 de julho de 2021.

ARAUJO, M. A. C. **Embalagens sustentáveis: uma revisão da literatura**. 2018. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Administração) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

Associação Brasileira de Embalagens – ABRE. **Estudo abre macroeconômico da embalagem e cadeia de consumo**. Disponível em: < <https://www.abre.org.br/dados-do-setor/2020-2/>>. Acesso em: 25 de julho de 2021.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM – ISSO 534: Papel e Cartão: determinação da gramatura. Rio de Janeiro, 2008b. Ip.

BARROS, A. I. R. N. A.; NUNES, F. H. F. M.; COSTA, M. M. F. **Manual de boas práticas na produção de cera de abelha: princípios gerais**. 1. Ed. Lisboa: 2009. 56p.

BECK, D. E.; LANE, K. M.; SHIEL, C. A.; WELKE, K. F. Food spoilage in beeswax impregnated cotton cloth wraps compared to standard storage methods. **Scholarworks at University of Montana** (2021).

BECK, D. E.; LANE, K. M.; SHIEL, C. A.; WELKE, K. F. Food spoilage in beeswax impregnated cotton cloth wraps compared to standard storage methods. **Scholarworks at University of Montana** (2021).

BIBI, F.; BALOCH, M. K. (2014). Quality and Shelf Life of Mango Fruits and Coatings. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 38, p. 499–507, 2014.

BRASIL, Instrução Normativa n.3, de 19 de janeiro de 2001. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de apitoxina, cera de abelha, geléia real, geléia real liofilizada, pólen apícola, própolis e extrato de própolis. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, seção 1 p.18-23, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 2**, de 15 de janeiro de 2007. Regulamento Técnico Sobre Aditivos Alimentares. Brasília, DF, 2007. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9a67750047457f218ac0de3fbc4c6735/RDC_2_2007.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 22 de jan. de 2021.

CAMPÊLO, M. C. S.; FREIRE, D. A. C.; ABRANTES, M. C.; SOUZA, E. S.; SILVA, J. B. A. Potencial antimicrobiano de própolis e cera de diferentes espécies de abelha sem ferrão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 9, n. 4, p. 397-400, 2015.

CANEDA, C. M. **Secagem de materiais têxteis**. 2016. 117 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

CSERI, D. Fundamentos de malharia: estudo do fator de elasticidade em tecidos de malha e suas aplicações. Maio de 2014. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/debcseri/fundamentos-demalharia-estudo-do-fator-de-elasticidade>>. Acessado em: 5 de junho de 2015>.

FAVO BIOEMBALAGEM. História. Disponível em: <<https://www.favobioembalagem.com.br/about>>. Acesso em: 18 fevereiro 2021.

FURTADO, D. O. F. **Nanorevestimento de tecido de algodão através da impregnação de TiO_2 e filme dlc depositado por plasma**. 2015. 94 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

HSIN, C.; CHEN, D. Efficacy of hand washing beeswax food wrap in household. **Use. BCIT Environmental Health Journal**. 2019.

HSIN, C; CHEN, D. Efficacy of hand washing beeswax food wrap in household. **Use. BCIT Environmental Health Journal**. 2019.

MEDEIROS, B. G. S. *et al.* Development and characterization of nanomultilayer coating of pectin and chitosan – evaluation of its gas barrier properties and application on „Tommy Atkins mangoes. **Journal of Foods Engineering**, 110, p. 457-464, 2012.

NAVARRO-TARAZAGA, M. L.; MASSA, A.; PÉREZ-GAGO, M. B. Effect of beeswax content on hydroxypropyl methylcellulose-based edible film properties and postharvest quality of coated plums (cv. Angeleno). **Food Science and Technology**. v. 44, p. 2328- 2334, 2011.

NEVINE, B. G. Study on the antimicrobial activity of honey products and some Saudi Folkloric substances. **Research Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 4, p. 38-43, 4 nov. 2011.

OLIVEIRA, V. R. L. **Avaliação da incorporação de cera de abelha na hidrofobização de filmes biopoliméricos e seu efeito como cobertura na conservação pós-colheita da goiaba**. 2017. 109 F. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.

OLLÉ, T. A.; WOLFF, L. F.; SILVA, E. H. Metodos simplificados de derretimento de favos de mel e reciclagem de cera de abelhas. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, v. 1, p. 1-24, dez. 2018.

PINTO, C. T.; PANKOWSKI, J. A.; NANO, F. E. The anti-microbial effect of food wrap containing beeswax products. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 7, p. 45-48, out-nov. 2017.

SILVA, C. B. **Comparativo das propriedades de transporte de umidade, capilaridade, permeabilidade ao vapor e permeabilidade ao ar em tecidos planos de poliéster**. 2013. 140 f. Tese (Doutora em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

SILVA, M. L. T.; BRINQUES, G. B.; GURAK, P. D. (2020). Development and characterization of corn starch bioplastics containing dry sprout by-product flour. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. 1-13, mar. 2020.

SZULC, J.; MACHNOWSKI, W.; KOWALSKA, S.; JACHOWICZ, A.; RUMAN, T.; STEGLINSKA, A.; GUTAROWSKA, B. Beeswax-modified textiles: method of preparation and assessment of antimicrobial properties. **Polymers**, v. 12, p. 1-15, fev. 2020.

VASCONCELOS, Y. Planeta Plástico. **Pesquisa FAPESP**, n. 281. Jul. 2019. Disponível em: < <https://revistapesquisa.fapesp.br/planeta-plastico/>>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

VERGARA, L. D. P.; CIFUENTES, M. T.; FRANCO, A. P.; CERVERA, C. E. P.; PIZARRO, R. D. A. Development and characterization of edible films based on native cassava starch, beeswax, and propolis. **NFS Journal**, v. 21, p. 39-49, set. 2020.

XIE, B.; ZHANG, Z.; LUO, Z.; WANG, Y.; LI, Y.; LI, B.; LIU, S. Edible coating based on beeswax-in-water Pickering emulsion stabilized by cellulose nanofibrils and carboxymethyl chitosan. **Food Chemistry**. v. 33. nov. 2020.