



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102018076130-7

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102018076130-7

(22) Data do Depósito: 14/12/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 23/06/2020

(51) Classificação Internacional: A21D 15/08; C09D 103/00.

(52) Classificação CPC: A21D 15/08; C09D 103/00.

(54) Título: COMPOSIÇÃO DE BIOFILME, PROCESSO DE PRODUÇÃO E USO DO MESMO

(73) Titular: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL, Instituição de Ensino e Pesquisa. CGC/CPF: 88648761000103. Endereço: RUA FRANCISCO GETÚLIO VARGAS, 1130, Caxias do Sul, RS, BRASIL(BR), 95070-560, Brasileira

(72) Inventor: MIRIAN SALVADOR; LUCIANI TATSCH PIEMOLINI BARRETO; FREDI FONTANA.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 14/12/2018, observadas as condições legais

Expedida em: 17/12/2024

Assinado digitalmente por:

Alexandre Dantas Rodrigues

Diretor de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados



Relatório Descritivo de Patente de Invenção

COMPOSIÇÃO DE BIOFILME, PROCESSO DE PRODUÇÃO E USO DO MESMO

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção descreve uma composição de biofilmes obtidos a partir de subprodutos da indústria de suco de maçã. A presente invenção se situa nos campos da Biotecnologia e Engenharia de Alimentos.

Antecedentes da Invenção

[0002] A Incorporação de propriedades antioxidantes em pacotes ativos é uma área de pesquisa com alto interesse devido às crescentes demandas do consumidor às tendências do mercado e ao potencial uso dessas embalagens como substituto as embalagens tradicionais.

[0003] Embalagens de alimentos onde os antioxidantes são incorporados para reduzir a oxidação do alimento se veem necessárias uma vez que as embalagens tradicionais são uma das principais causas da deterioração dos alimentos. Atualmente vem sendo desenvolvido a incorporação de antioxidantes naturais em material de embalagens, sendo estes preferíveis aos aditivos sintéticos devido à baixa toxicidade e o aproveitamento de benefícios naturais provenientes dessas fontes de antioxidantes.

[0004] Nos últimos anos, muito esforço foi dedicado ao desenvolvimento de produtos compatíveis com o meio ambiente, materiais como bio-compósitos são uma alternativa potencial para polímeros sintéticos à base de petróleo (Avella et al.2009).

[0005] A utilização recente de subprodutos agrícolas, o bagaço de frutos fornece um material compósito de valor agregado quando incorporado com o material polimérico, pois mantém principalmente componentes principais de pectina, proteínas, ácidos orgânicos e açúcares (Jiang e Simonsen, 2011).

[0006] O bagaço de maçã como subproduto na indústria de suco de maçã representa cerca de 30% do peso da maçã fresca processada (Joshi et al.,

2006). O bagaço de maçã já foi utilizado como fertilizante, enquanto a grande maioria desse produto continuou sendo descartada (Reis et al., 2012). Para recuperar esses subprodutos, é bem estabelecido que o processo de recuperação seja universal, inclua maximizar o rendimento do composto, esclarecer os ingredientes de alto valor agregado das impurezas, evitar a deterioração e perda de funcionalidade durante o processamento e garantir a natureza alimentar do produto final (Galanakis, 2012).

[0007] Os resíduos sólidos no bagaço de maçã consistem em carboidratos, pectina, fibra bruta e minerais. Como componente da fibra dietética no bagaço de maçã, a pectina é composta principalmente de unidades poliméricas de ácido galacturônico, entre outros polímeros é um potencial material formador de película e miscível com outros polímeros. O teor de fibra alimentar no bagaço de maçã variou entre 33 a 35%. O bagaço de maçã também contém compostos saudáveis e benéficos com fitoquímicos altos, como glicósidos de quercetina e procianidinas, e representa capacidade antioxidante (Bhushan e Kalia, 2008).

[0008] Para a indústria de suco de maçã, bem como para outras processadoras de alimentos, o descarte adequado deste material é de responsabilidade da empresa e atualmente não se encontra muitas alternativas para o reuso desse subproduto.

[0009] Devido a esses fatos, se faz interessante a produção de filmes biodegradáveis através da utilização destes subprodutos a fim de se minimizar o impacto ambiental causado pelo descarte destes no meio ambiente.

[0010] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

[0011] O artigo publicado em Journal of Food Science and Technology – Mysore em novembro de 2015, DOI: 10.1007/s13197-015-2104-9, intitulado “Development of polyvinyl alcohol and apple pomace bio-composite film with antioxidant properties for active food packaging” revela o uso do bagaço da maçã e PVA na síntese de produção de biofilmes para revestir alimentos.

Entretanto ele não menciona os compostos utilizados na presente invenção como alternativa de composição do biofilme.

[0012] O documento de diplomação em engenharia química feito pelo aluno Everton Menezes em 2011, intitulado “Produção e caracterização de filmes biodegradáveis de amido de pinhão” possuindo o objetivo de conservar as propriedades nutricionais e aumentar a vida de prateleira de alimentos através do desenvolvimento de biofilmes feitos usando o amido de pinhão. Entretanto ele também não menciona os componentes aqui utilizados como alternativas de composição do biofilme. E a pesquisa não resolve o problema falta de alternativas para o uso dos subprodutos (resíduos) da produção de suco de maçã.

[0013] O documento de patente WO2012/053006 intitulado “Improved oral fast dissolving films comprising combination of polymers and method of preparation thereof” revela o uso dos compostos pectina BTM, Tween 80, óleo de canela e PVA como possíveis componentes para a síntese de um biofilme comestível visando à acomodação de drogas de várias categorias farmacológicas. Entretanto, a aplicação desse filme se distancia bastante da aplicação da presente invenção, sendo que o uso do biofilme no documento de patente citado se refere a distribuição de drogas no organismo e não como material para revestir alimentos, além disso ele não cita o uso de todos os componentes da presente invenção como alternativa de composição do biofilme.

[0014] Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

[0015] Sendo que a solução aqui proposta resolve o problema da falta de alternativa de aplicações para o bagaço de maçã, subproduto da indústria de suco de maçã.

Sumário da Invenção

[0016] Dessa forma, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir de uma composição de filme biodegradável obtido a partir da Farinha de Subproduto de Maçã (FSM), amido de pinhão e óleo essencial de canela, entre outros compostos, o seu processo de produção e o seu uso como embalagem de alimentos, dentre outras aplicações e o processo de produção da mesma.

[0017] É um objeto da presente invenção a composição de biofilme que compreende a farinha de subproduto de maçã, o amido de pinhão, o álcool polivinílico, a pectina BTM, ácido cítrico e pelo menos um emulsificante.

[0018] É um outro objeto da presente invenção o processo de produção do biofilme que compreende as etapas de:

- a) Produção da farinha com subproduto do suco de maçã;
- b) Adição dos reagentes amido de pinhão, pectina BTM, PVA, Tween 80 e ácido cítrico;
- c) Secagem dos filmes;

[0019] É um outro objeto da presente invenção o uso do biofilme para revestimento de alimentos com baixa atividade de água, como biscoitos doces, biscoitos salgados, chocolates com elevado percentual de cacau, gorduras sólidas como gordura vegetal hidrogenada, temperos e sementes secas, grãos e cereais, preferivelmente para o revestimento de biscoitos.

[0020] Ainda, o conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados se refere a uma composição de filme biodegradável obtido a partir da Farinha de Subproduto de Maçã (FSM), amido de pinhão e óleo essencial de canela, entre outros compostos, para a utilização como embalagem de alimentos, dentre outras aplicações e o método de produção da mesma.

[0021] A presente invenção se apresenta como uma alternativa viável de uso para os subprodutos (resíduos) da produção de suco de maçã através de um biopolímero biodegradável que diminui o impacto ambiental das embalagens de

alimentos convencionais, além de melhorar aspectos visuais e táteis dos alimentos, estas embalagens proporcionam um aumento da resistência contra danos físicos e diminuem a perda de umidade e crescimento microbiano na superfície do produto, o que resulta no aumento de shelf-life, característica muito procurada pelas indústrias de alimentos.

[0022] Os biofilmes possuem diversas vantagens, são comparativamente de fácil degradação e retorno como substrato para o meio ambiente se comparadas aos filmes de polímeros convencionais. Os produtos naturais de resíduos de culturas, resíduos agrícolas e subprodutos são bons materiais orgânicos para diversas aplicações.

[0023] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

Breve Descrição das Figuras

[0024] Com o intuito de melhor definir e esclarecer o conteúdo do presente pedido de patente, é apresentada a presente figura:

[0025] A figura 1 mostra em F1: Filme produzido com 15% de extrato FSM, 4% de pectina BTM e 2% de PVA; F2: Filme produzido com 15% de extrato FSM, 2% de pectina BTM, 2% de amido de pinhão e 2% de PVA; F3: Filme produzido com 15% de extrato FSM, 4% de amido de pinhão e 2% de PVA; F4: Filme produzido com 20% de extrato FSM, 4,0 de pectina BTM e 2% de PVA; F5: Filme produzido com 20% de extrato FSM, 2,0% de pectina BTM e 2% de PVA; e F6: Filme produzido com 20% de extrato FSM, 0 de pectina BTM e 2% de PVA.

Descrição Detalhada da Invenção

[0026] É um objeto da presente invenção a composição de biofilme que compreende a farinha de subproduto de maçã, o amido de pinhão, o álcool polivinílico, a pectina BTM, ácido cítrico e pelo menos um emulsificante.

[0027] Em uma concretização a composição de biofilme pode compreender opcionalmente o óleo essencial de canela.

[0028] Em uma concretização, a composição de biofilme compreende pelo menos um emulsificante selecionado do grupo consistindo de a lecitina de soja, Tween 20, Tween 40 e Tween 80 ou combinação dos mesmos.

[0029] Em uma concretização, o emulsificante da composição de biofilme é preferencialmente o Tween 80.

[0030] Em uma concretização a composição de biofilme compreende os componentes nas proporções 8-20% m/v de farinha de subproduto de maçã, 0-4% m/v de amido de pinhão, 1-4% m/v de álcool polivinílico, 0-4% m/v de pectina BTM, 0-3% m/v de Ácido cítrico e 0,01-0,8% v/v de tween 80.

[0031] Em outra concretização a composição de biofilme compreende as proporções 15% m/v de farinha de subproduto de maçã, 4,0% m/v de amido de pinhão, 2,0% m/v de álcool polivinílico, 2,0% m/v de Ácido cítrico e 2,0% v/v de Tween 80.

[0032] É um outro objeto da presente invenção o processo de produção do biofilme que compreende as etapas de:

- a) Produção da farinha com subproduto do suco de maçã;
- b) Adição dos reagentes amido de pinhão, pectina BTM, PVA, Tween 80 e ácido cítrico;
- c) Secagem dos filmes;

[0033] Em uma concretização, o processo de produção do biofilme compreende na etapa a) a secagem do material a 65°C durante 6 horas, o seu processamento em um moinho de bolas durante 5 minutos, seguida da sua desidratação em estufa a 90°C por 1 hora.

[0034] Em uma concretização, o processo de produção do biofilme compreende na etapa b), o aquecimento da solução de farinha obtida na etapa a) em água a $(85\pm 2)^{\circ}\text{C}$ em agitação constante $(200\pm 50)\text{rpm}$ por (45 ± 1) minutos, seguido do seu resfriamento a temperatura ambiente, a sua centrifugação em $(4000\pm 50)\text{rpm}$ a $(5\pm 2)^{\circ}\text{C}$ por (10 ± 1) minutos; em seguida, a

adição de amido de pinhão, pectina BTM e PVA, Tween 80 e ácido cítrico; em seguida a mistura foi mantida a temperatura ambiente (20°C) em placas sob agitação magnética constante por 24 h, e por fim a mistura foi aquecida sob agitação constante (200±50)rpm a (85±2)°C por (10±1) minutos

[0035] Em uma concretização, o processo de produção do biofilme compreende na etapa c) a obtenção de alíquotas da solução obtida na etapa b), ainda quentes a (85±2)°C, a sua aplicação em placas de vidro revestidas com teflon para a formação dos filmes que foram secos em estufa a (40±2)°C com circulação forçada de ar por 4 horas.

[0036] É um outro objeto da presente invenção o uso do biofilme para revestimento de alimentos com baixa atividade de água.

[0037] Em uma concretização da presente invenção o uso do biofilme é para revestir biscoitos doces, biscoitos salgados, chocolates com elevado percentual de cacau, gorduras sólidas como gordura vegetal hidrogenada, temperos e sementes secas, grãos e cereais.

[0038] Em uma concretização preferencial do biofilme ele é usado para o revestimento de biscoitos.

[0039] Biofilmes são classificados como sendo embalagens ativas que interagem com o alimento e conservam suas propriedades nutricionais possibilitando também aumentar a sua vida de prateleira.

[0040] O biofilme da presente invenção apresenta elevada atividade antioxidante e teor de polifenóis, além de apresentar capacidade antimicrobiana. Estas propriedades são conferidas ao filme em função do uso da farinha dos subprodutos do suco de maçã e do óleo essencial de canela, e são essas propriedades que permitem que os alimentos embalados com este filme possuam suas características organolépticas conservadas por mais tempo, impedem a degradação do alimento causada por oxidação ou atividade microbiana, e aumentam o tempo de prateleira dos alimentos, além de apresentar características antioxidantes provenientes dos polifenóis que são benéficas para a saúde humana.

[0041] A utilização recente de subprodutos agrícolas, o bagaço de frutos fornece um material compósito de valor agregado quando incorporado com o material polimérico, pois mantém principalmente componentes principais de pectina, proteínas, ácidos orgânicos e açúcares (Jiang e Simonsen, 2011).

[0042] A farinha do resíduo da maçã é utilizada com um propósito diferente do amido de pinhão. O resíduo de maçã foi utilizado por conter propriedades antioxidantes. E o amido de pinhão como componente para a formação do filme. O biofilme de farinha do substrato da maçã necessita da adição de outros compostos para adquirir as características desejadas.

[0043] O pinhão é a semente da árvore *Araucária angustifolia* e suas sementes possuem excelentes características nutritivas, contendo aproximadamente 34% de amido.

[0044] Antioxidantes naturais, como os extratos de plantas, óleos essenciais de ervas como alecrim, canela, orégano e chá são opções seguras para o consumo humano e, na maioria dos casos, oferecem múltiplos benefícios para a saúde (López-de-Dicastillo et al., 2012).

[0045] O ácido cítrico atua como um elemento compatibilizante. Neste estudo, utilizou-se ácido cítrico, tornado as ligações água-água e amido mais resistentes, tornando os filmes mais resistentes. A escolha pelo ácido cítrico se deu pelo baixo custo deste produto, e também pelo mesmo ser frequentemente utilizado em alimentos e não apresenta riscos de toxicidade.

[0046] A pectina de baixo teor de metoxilas (pectina BTM) é um polissacarídeo natural encontrado na maioria das frutas e hortaliças. Entretanto, a mistura de pectina e amido pode gerar filmes resistentes e facilitar a formação da película. Dessa forma, o adicional teor de pectina em filmes à base de resíduos de frutas e hortaliças pode modificar e proporcionar propriedades funcionais desejáveis nos filmes, sem alterar a permeabilidade do mesmo.

[0047] O filme de PVA incorporado com bagaço de maçã se mostrou eficiente para retardar a oxidação lipídica. O álcool polivinílico (PVA) é um polímero solúvel em água com formação altamente polar pela hidrólise e polimerização

do acetato de vinilo. O PVA é um bom material sintético biodegradável com propriedade de alta resistência e adequado para misturas com materiais poliméricos naturais. É amplamente utilizado em diversas aplicações de adesivos, plásticos e vários aglutinantes (Kim e Netravali, 2010).

[0048] Como emulsificante foi utilizado o Tween 80 na concentração de 0,5% (v/v). Poderá ser utilizado qualquer outro emulsificante que não seja o Tween 80 como a lecitina de soja, Tween 20 e Tween 40. Porém nos testes preliminares com o uso de Tween 80 este se mostrou muito eficaz no processo de emulsificação do óleo com os demais solventes presentes na produção do filme. A adição do Tween 80 (emulsificante Polisorbato 80,) tem como objetivo principal emulsionar a fase óleo (óleo essencial de canela) e a fase água (extrato de FSM), tornando a solução filmogênica miscível.

[0049] Quanto ao processo de síntese, ele foi baseado no artigo “Edible films and coatings based on biodegradable residues applied to acerolas (*Malpighia puniceifolia* L.)” de Ferreira, M. S. et al. Publicado no Journal of the Science of Food and Agriculture; 96: 1634–1642 Society of Chemical Industry, 2016.

[0050] Algumas modificações na síntese descrita no artigo Ferreira et al., (2016) foram feitas para a obtenção da solução filmogênica. Estas foram:

- As soluções formadoras de biofilme foram preparadas com duas diferentes proporções (m/v) de farinha com subproduto de maçã (FSM) (15 % e 20 %) e água, no artigo de Ferreira et al., (2016) foram utilizadas outras concentrações.

- As soluções formadoras de filme foram aquecidas a 85°C em banho-maria sob constante agitação (200 rpm) por 45 minutos, no artigo de Ferreira et al., (2016) foi utilizada temperatura diferente;

- As soluções foram resfriadas a temperatura ambiente (20°C), as soluções filmogênicas foram obtidas através de centrifugação (4000 rpm, 5°C) por 10 minutos. No artigo de Ferreira et al., (2016) não foi utilizada a temperatura de 5°C;

[0051] Após seguiu-se a metodologia desenvolvida pelo nosso grupo de

pesquisa do próprio laboratório:

[0052] • Foram adicionados aos sobrenadantes obtidos a concentração (g/v) de 2 % de PVA (Álcool polivinílico) e 2% de ácido cítrico. As amostras foram aquecidas a 60°C em placas com agitação magnética por 10 minutos para a solubilização total do PVA. Em seguida as seguintes soluções foram preparadas:

[0053] Formulação 1: 4% de amido de pinhão; Formulação 2: 2% de amido de pinhão e 2% de pectina BTM; Formulação 3: 4% de pectina BTM, Todas as três formulações seguiram a temperatura ambiente (20°C) em placas sob agitação magnética constante por 24 h. Após este período as amostras foram aquecidas a 85°C em placas sob agitação magnética por 10 minutos, para a solubilização total da pectina e geleificação do amido.

[0054] Modificações para formação e reticulação do biofilme:

- Os biofilmes foram elaborados com uma única camada por meio da técnica de “casting”, onde as soluções (25 mL) foram dispersas em placas de vidro, delimitando filmes de 15 cm x 15 cm e secas em estufa com circulação de ar a 40°C por 4 horas. Diferentemente das propostas por Ferreira et al., (2016) que seguirem em diferentes tempos e temperatura de secagem.

[0055] O filme foi preparado para ser acondicionado em biscoito, mas até o presente momento, acredita-se que ele pode ser usado para todos os alimentos com baixa atividade de água. Para a indústria de suco de maçã, bem como para outras processadoras de alimentos, é de responsabilidade da empresa o descarte adequado dos seus resíduos e subprodutos. A produção de filmes biodegradáveis através da utilização destes subprodutos minimiza o impacto ambiental causado pelo descarte destes no meio ambiente. Adicionalmente, o biofilme da presente invenção também é considerado um produto sustentável por ser biodegradável, o que diminui o impacto ambiental se comparado com o impacto das embalagens plásticas convencionais produzidas a partir de fontes petrolíferas.

[0056] Alguns exemplos de alimentos com baixa atividade de água são

biscoitos doces, biscoitos salgados, chocolates com elevado percentual de cacau, gorduras sólidas como gordura vegetal hidrogenada, temperos e sementes secas, grãos e cereais em geral.

Exemplos - Concretizações

[0057] Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

Exemplo I – Síntese e caracterização do biofilme obtido a partir do bagaço de maçã

Preparação da farinha com subproduto de suco de maçã

[0058] Para a preparação da farinha com subproduto de maçã (FSM), o subproduto do processo de suco da maçã foi colocado sobre bandejas antiaderentes e permaneceu em câmara de secagem com aquecimento por resistência elétrica e ventilação forçada de ar, com velocidade fixa de rotação. A secagem do material foi realizada a 65°C durante 6 horas.

[0059] Após este período o subproduto seco foi processado em moinho de bolas durante 5 minutos para a obtenção da farinha classificada a 16 mesh. Após, para desidratação completa a FSM foi desidratada em estufa a 90°C por 1 hora. A farinha obtida foi armazenada em embalagem hermética e mantida a temperatura ambiente até sua utilização.

Desenvolvimento dos filmes

[0060] A Composição dos filmes está apresentada na Tabela 1. Foram estudadas diferentes faixas de concentrações dos componentes (Tabela 1) e foram desenvolvidas 6 formulações contendo diferentes concentrações de FSM, amido de pinhão e pectina BTM (Tabela 2).

Tabela 1. Faixas de concentração dos componentes para a formulação dos filmes biodegradáveis.

Componentes	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Farinha de Subproduto de Maçã (FSM) (% m/v)	8 - 15	8 - 15	8 - 15	8 - 20	8 - 20	8 - 20
Amido de pinhão (% m/v)	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 4
Pectina BTM (% m/v)	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 4
PVA (% m/v)	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4
Ácido cítrico (% m/v)	1 - 3	1 - 3	1 - 3	1 - 3	1 - 3	1 - 3
Tween80 (% v/v)	0,01-0,8	0,01-0,8	0,01-0,8	0,01-0,8	0,01-0,8	0,01-0,8

[0061] Serão utilizadas as concentrações de óleo essencial de canela de 0,6%, 1,0% e 1,4% (m/v) na melhor formulação escolhida a partir dos resultados obtidos nos testes de caracterização dos filmes produzidos com as concentrações de farinha com subproduto de maçã, amido de pinhão e pectina BTM apresentados na Tabela 2. Como emulsificante foi utilizado o Tween 80 na concentração de 0,5% (v/v).

Tabela 2. Composição das formulações de filmes biodegradáveis de FSM, amido de pinhão e pectina BTM.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Farinha de Subproduto de Maçã (FSM) (% m/v)	15	15	15	20	20	20
Amido de pinhão (% m/v)	0,0	2,0	4,0	0,0	2,0	4,0
Pectina BTM (% m/v)	4,0	2,0	0,0	4,0	2,0	0,0
PVA (% m/v)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Ácido cítrico (% m/v)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Tween 80 (% v/v)	0,01-0,8	0,01-0,8	0,01-0,8	0,01-0,8	0,01-0,8	0,01-0,8

[0062] Para a formação do filme, foi seguida a metodologia proposta por Ferreira et al., (2016) com modificações. As soluções de farinha em água foram aquecidas a $(85\pm 2)^\circ\text{C}$ em agitação constante $(200\pm 50)\text{rpm}$ por (45 ± 1) minutos.

Após resfriadas a temperatura ambiente ($\pm 20^{\circ}\text{C}$), as soluções filmogênicas foram centrifugadas (4000 ± 50)rpm a (5 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ por (10 ± 1) minutos. Em seguida, foi adicionado as diferentes concentrações de amido de pinhão, pectina BTM e PVA, Tween 80 e ácido cítrico, conforme as formulações apresentadas na Tabela 2. As formulações seguiram a temperatura ambiente (20°C) em placas sob agitação magnética constante por 24 h. Após este período as amostras foram aquecidas sob agitação constante (200 ± 50)rpm a (85 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ em placas sob agitação magnética por (10 ± 1) minutos, para a solubilização total da pectina e geleificação do amido. Alíquotas de 25 mL foram vertidas ainda quentes a (85 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ para placas de vidro revestidas com teflon, delimitando filmes de 15 cm x 15 cm. Os filmes foram secos em estufa a (40 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ com circulação forçada de ar por 4 horas. Os filmes formados após a secagem foram removidos manualmente das placas e acondicionados em dessecadores contendo sílica gel até sua caracterização.

Caracterização do biofilme

[0063] O amido e a pectina mostraram-se eficazes para a produção dos biofilmes em todas as proporções testadas, resultando em biofilmes resistentes, com características homogêneas e com coloração semelhante ao subproduto da indústria do suco de maçã, contudo os filmes com maior concentração de amido ficaram mais opacos quando comparado aos demais. Na Figura 1 observam-se algumas imagens das formulações F1, F2, F3, F4, F5 e F6 conforme descrito na Tabela 1, onde os filmes F1, F2 e F3 obtidos apresentaram boa transparência para as diferentes formulações testadas.

[0064] A Tabela 3 apresenta os resultados das análises de umidade, atividade de água e espessura dos filmes com diferentes concentrações de FSM, amido de pinhão e pectina BTM.

Tabela 3. Teor de umidade, atividade de água e espessura, teor de polifenóis para os diferentes filmes.

Formulações	Teor de umidade* (%)	Atividade de água*	Espessura** (mm)
F1	26,31 ± 1,00 ^a	0,521 ± 0,06 ^a	0,167 ± 0,014 ^{bc}
F2	24,27 ± 1,21 ^a	0,532 ± 0,00 ^a	0,171 ± 0,012 ^{bc}
F3	20,38 ± 0,75 ^b	0,530 ± 0,02 ^a	0,158 ± 0,008 ^c
F4	25,61 ± 0,31 ^a	0,514 ± 0,01 ^a	0,187 ± 0,009 ^b
F5	24,96 ± 0,32 ^a	0,521 ± 0,02 ^a	0,205 ± 0,024 ^a
F6	22,82 ± 0,18 ^b	0,522 ± 0,01 ^a	0,204 ± 0,007 ^a

*Valores determinados em triplicata. **Valores determinados em cinco pontos. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença significativa a 5% ($p < 0,05$) no parâmetro avaliado.

[0065] Os filmes com diferentes concentrações de FSM, amido de pinhão e pectina BTM foram avaliadas através de ensaios mecânicos no texturômetro e apresentam diferenças significativas nas propriedades mecânicas quando comparadas entre si, de acordo com os dados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores de tensão máxima na ruptura dos filmes com diferentes concentrações de FSM, amido de pinhão e pectina BTM.

Formulações	Tensão máxima na ruptura (MPa)*
F1	0,084 ± 0,001 ^a
F2	0,020 ± 0,001 ^b
F3	0,015 ± 0,000 ^b
F4	0,023 ± 0,005 ^b
F5	0,020 ± 0,004 ^b
F6	0,015 ± 0,003 ^b

*Valores determinados em triplicata. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença significativa a 5% ($p < 0,05$) no parâmetro avaliado.

[0066] Na Tabela 5 são apresentados os resultados da concentração de polifenóis totais e atividade antioxidante dos filmes com diferentes concentrações de FSM, amido de pinhão e pectina BTM. Em relação ao teor de polifenóis e capacidade antioxidante dos filmes, percebeu-se que os compostos bioativos presentes no bagaço de maçã foram preservados durante as etapas de formação do filme a partir deste resíduo, uma vez que todas as formulações

apresentaram teores significativos destes compostos, e que podem ser utilizados na preservação das características do alimento embalado, podendo servir como uma barreira à oxidação.

Tabela 5. Teor de polifenóis e atividade antioxidante dos filmes com diferentes concentrações de FSM, amido de pinhão e pectina BTM.

Formulações	Teor de polifenóis * (mg EAG/g)	Atividade antioxidante* (% varredura)
F1	2,12 ± 0,026 ^{bc}	15,30 ± 1,16 ^d
F2	1,89 ± 0,031 ^{bc}	19,19 ± 0,69 ^c
F3	2,17 ± 0,001 ^c	16,95 ± 0,59 ^{cd}
F4	1,87 ± 0,021 ^b	30,59 ± 2,82 ^b
F5	2,31 ± 0,068 ^a	37,17 ± 0,85 ^a
F6	2,11 ± 0,025 ^a	31,46 ± 0,64 ^b

*Valores determinados em triplicata. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença significativa a 5% (p<0,05) no parâmetro avaliado.

[0067] Na Tabela 6 são apresentados os resultados de L*, a*, b*, C* e h*, que significam respectivamente luminosidade, intensidade de vermelho/verde (+/-); intensidade de amarelo/azul (+/-); saturação e ângulo de cor para os diferentes filmes avaliados.

Tabela 6. Resultados obtidos nas análises de cor dos filmes com diferentes concentrações de FSM, amido de pinhão e pectina BTM.

Formulações	Parâmetros				
	L*	a*	b*	C*	h*
F1	72,520 ± 1,235 ^b	5,307 ± 0,892 ^a	43,637 ± 3,468 ^a	46,220 ± 2,599 ^a	83,153 ± 0,720 ^b
F2	75,260 ± 0,260 ^a	3,197 ± 0,067 ^b	36,473 ± 0,569 ^b	36,623 ± 0,560 ^b	84,870 ± 0,310 ^a
F3	76,380 ± 0,140 ^a	2,090 ± 0,341 ^c	34,623 ± 2,892 ^b	33,673 ± 2,436 ^b	86,347 ± 0,306 ^a
F4	70,663 ± 1,521 ^c	5,373 ± 1,142 ^a	44,120 ± 3,335 ^a	44,600 ± 3,534 ^a	82,437 ± 1,044 ^b
F5	71,577 ± 0,297 ^{bc}	6,017 ± 0,083 ^a	45,200 ± 0,090 ^a	45,590 ± 0,070 ^a	82,500 ± 0,220 ^b
F6	73,937 ± 0,284 ^b	3,597 ± 0,407 ^{ab}	39,130 ± 0,942 ^{ab}	39,593 ± 1,157 ^b	84,957 ± 0,357 ^a

Os valores correspondem à média de triplicatas. Valores seguidos de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). L*: Luminosidade varia de zero a 100 (preto/branco); a*: intensidade de vermelho/verde (+/-); b*: intensidade de amarelo/azul (+/-); C*: saturação; h*: ângulo de cor.

[0068] Com base nos resultados obtidos e apresentados nas tabelas, a formulação F3 apresenta os melhores resultados mecânicos, de antioxidantes e físico-químicos.

Usos e aplicações

[0069] Como potencial para este produto pode-se destacar o apelo pela utilização de resíduos naturais descartados pela indústria bem como diversos benefícios para o consumo humano, uma vez que alimentos embalados neste tipo de filme podem ficar protegidos aos danos oxidativos e microbianos. Ainda, sabe-se que podem ocorrer interações embalagem-alimento agregando ao alimento propriedades funcionais.

[0070] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

1. Composição de biofilme **caracterizado por** compreender a farinha de subproduto de maçã, o amido de pinhão, o álcool polivinílico, a pectina BTM, ácido cítrico e pelo menos um emulsificante.

2. Composição de biofilme de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** compreender o óleo essencial de canela.

3. Composição de biofilme de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** compreender pelo menos um emulsificante selecionado do grupo consistindo de a lecitina de soja, Tween 20, Tween 40 e Tween 80 ou combinação dos mesmos.

4. Composição de biofilme de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo** emulsificante ser o Tween 80.

5. Composição de biofilme de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado por** compreender 8-20% m/v de farinha de subproduto de maçã, 0-4% m/v de amido de pinhão, 1-4% m/v de álcool polivinílico, 0-4% m/v de pectina BTM, 0-3% m/v de Ácido cítrico e 0,01-0,8% v/v de emulsificante.

6. Composição de biofilme de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado por** compreender 15% m/v de farinha de subproduto de maçã, 4,0% m/v de amido de pinhão, 2,0% m/v de álcool polivinílico, 2,0% m/v de Ácido cítrico e 0,5% v/v de Tween 80.

7. Processo de produção do biofilme conforme definido na reivindicação 1, **caracterizado por** compreender as etapas de:

- a) Produção da farinha com subproduto do suco de maçã;
- b) Adição dos reagentes amido de pinhão, pectina BTM, PVA, Tween 80 e ácido cítrico; e
- c) Secagem dos filmes.

8. Processo de produção do biofilme de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado por** compreender na etapa a) a secagem do material a 65°C

durante 6 horas, o seu processamento em um moinho de bolas durante 5 minutos, seguida da sua desidratação em estufa a 90°C por 1 hora.

9. Processo de produção do biofilme de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado por** compreender na etapa b), o aquecimento da solução de farinha obtida na etapa a) em água a (85±2)°C em agitação constante (200±50)rpm por (45±1) minutos, seguido do seu resfriamento a temperatura ambiente, a sua centrifugação em (4000±50)rpm a (5±2)°C por (10±1) minutos; em seguida, a adição de amido de pinhão, pectina BTM e PVA, Tween 80 e ácido cítrico; em seguida a mistura foi mantida a temperatura ambiente (20°C) em placas sob agitação magnética constante por 24 h, e por fim a mistura foi aquecida sob agitação constante (200±50)rpm a (85±2)°C por (10±1) minutos.

10. Processo de produção do biofilme de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado por** compreender na etapa c) a obtenção de alíquotas da solução obtida na etapa b), ainda quentes a (85±2)°C, a sua aplicação em placas de vidro revestidas com teflon para a formação dos filmes que foram secos em estufa a (40±2)°C com circulação forçada de ar por 4 horas.

11. Uso do biofilme conforme definido na reivindicação 1, **caracterizado por** ser para revestimento de alimentos com baixa atividade de água.

12. Uso do biofilme conforme definido na reivindicação 11, **caracterizado pelo** alimento com baixa atividade de água ser selecionado do grupo consistindo de biscoitos doces, biscoitos salgados, chocolates com elevado percentual de cacau, gorduras sólidas como gordura vegetal hidrogenada, temperos e sementes secas, grãos e cereais.

13. Uso do biofilme conforme definido na reivindicação 1, **caracterizado por** ser para revestimento de biscoito.

FIGURAS

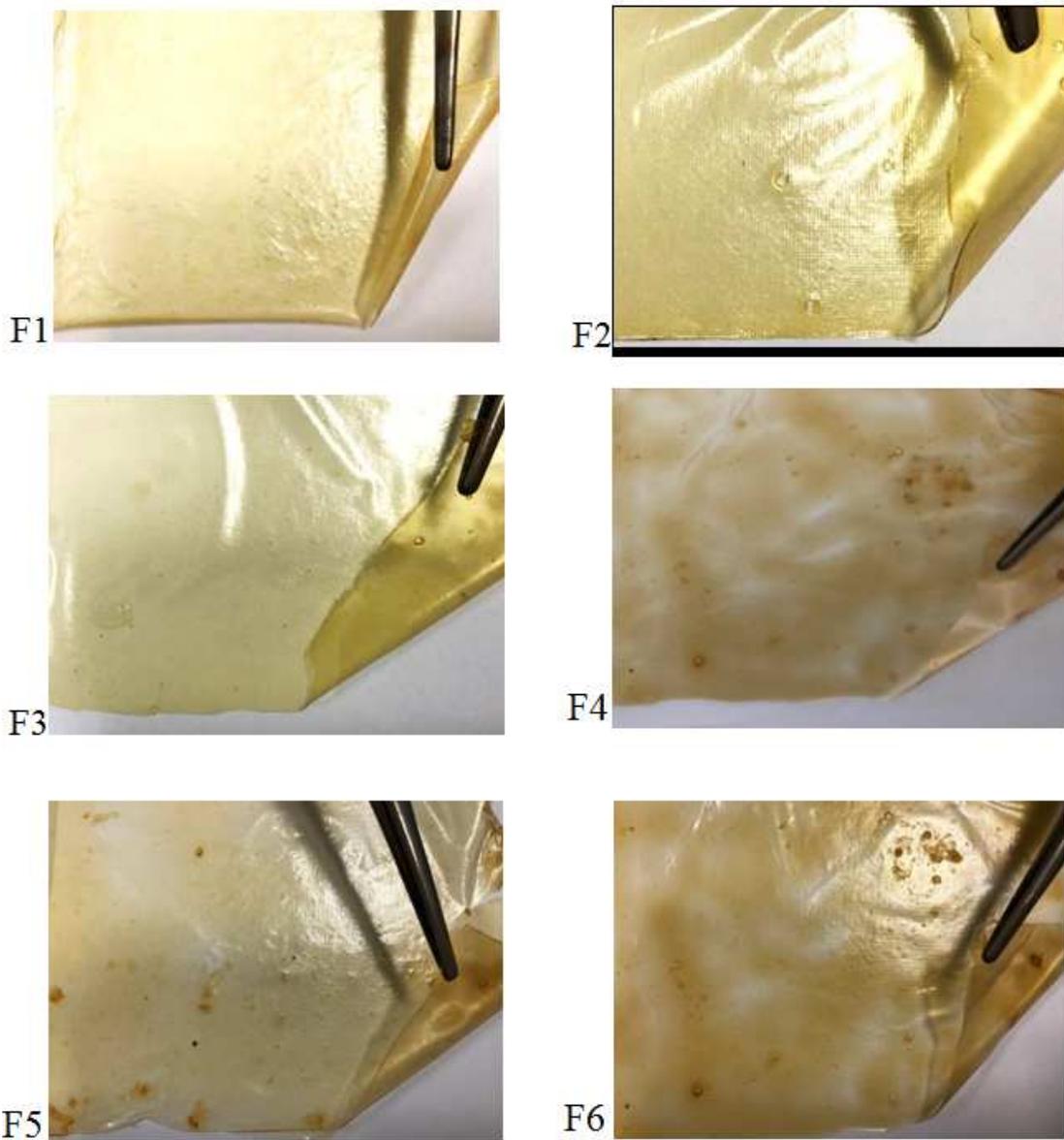


Figura 1