

Filmes biodegradáveis a base de amido – Mapeamento tecnológico

Biodegradable starch-based films - Technological Mapping

DOI:10.34117/bjdv7n9-092

Recebimento dos originais: 08/08/2021

Aceitação para publicação: 08/09/2021

João Victor Lino da Cruz Sousa

Discente na Faculdade de Farmácia (FACFAR) na Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, 147 - Ondina, Salvador - BA, 40170-115.

E-mail: joaolino09@gmail.com

Janaina de Carvalho Alves

Mestre em Ciência de Alimentos pelo Programa em Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (PGAli) na UFBA.

Discente no Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (RENORBIO) na UFBA.

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, 147 - Ondina, Salvador - BA, 40170-115.

E-mail: janainatotustuus@outlook.com

Milton Marcus Neves Sousa Carneiro Pimentel

Discente na Faculdade de Farmácia (FACFAR) na Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, 147 - Ondina, Salvador - BA, 40170-115.

E-mail: miltonmarcus@hotmail.com

Rhaissa Coelho Andrade

Discente da Escola de Nutrição (ENUFBA) na Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Endereço: Rua Basílio da Gama - s/n - Campus Canela, Salvador – BA, 40110-907.

E-mail: rhaiandrade98@gmail.com

Caroline Santana Figueredo

Discente da Escola de Nutrição (ENUFBA) na Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Endereço: Rua Basílio da Gama - s/n - Campus Canela, Salvador – BA, 40110-907.

E-mail: carol_figueredo98@hotmail.com

Suelen Neris Almeida Viana

Pós - Graduada em Nutrição Esportiva Funcional (UnicSul).

Discente no Programa de Ciência de Alimentos (PGAli) na UFBA.

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, 147 - Ondina, Salvador - BA, 40170-115.

E-mail: suelen.neris@ufba.br

Tamires dos Reis Santos Pereira

Graduada em Nutrição na Universidade do Estado da Bahia (UNEB).

Discente no Programa de Ciência de Alimentos (PGAli) na UFBA.

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, 147 - Ondina, Salvador - BA, 40170-115.

E-mail: tamyreys@hotmail.com

Mariana Nougalli Roselino

Doutora em Alimentos e Nutrição pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, SP.

Docente da Faculdade de Farmácia, FAFAR-UFBA.

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, 147 - Ondina, Salvador - BA, 40170-115.

E-mail: mariana.roselino@ufba.br

RESUMO

Filmes biodegradáveis são produtos orgânicos elaborados a partir de proteínas, polissacarídeos, lipídios e/ou derivados. Podem ser utilizados na fabricação de embalagens biodegradáveis e representam uma alternativa sustentável em detrimento das embalagens sintéticas. Essa prospecção realizou um levantamento de dados sobre documentos de patentes relacionadas a filmes biodegradáveis a base de amido. Utilizou-se as bases de dados Espacenet e INPI, utilizando as palavras-chaves: “filme”, “amido”, “biodegradável”, “plastificante”. Foram recuperados 189 documentos de solicitação de patentes, e participaram do estudo um total de 99 documentos. Pode-se perceber que a disponibilidade de dados de patentes aumentou consideravelmente nos últimos anos. A primeira patente recuperada foi depositada no ano de 1989 e, o principal país depositante é a China com 67 patentes. O Brasil possui 16 documentos depositados. A maior parte das solicitações foi realizada por empresas privadas e institutos de pesquisa. Os códigos C08J5/18 (Fabricação de filmes ou folhas) e C08L3/02 (Amido; Produtos de degradação destes, e dextrina), foram os mais usados para classificar os documentos estudados. As principais técnicas de elaboração dos filmes protegidos foram: extrusão e Casting. Essa prospecção, mostra que existe uma tendência para desenvolvimento de biofilmes a base de milho, que é uma solução ecológica em combate as problemáticas ambientais ocasionadas pelos plásticos sintéticos.

Palavras-Chave: Biofilmes, Plásticos, Patentes, Biopolímeros.

ABSTRACT

Biodegradable films are organic products made from proteins, polysaccharides, lipids and/or derivatives. They can be used in the manufacture of biodegradable packaging and represent a sustainable alternative to synthetic packaging. This prospection conducted a survey of data on patent documents related to biodegradable starch-based films. The Espacenet and INPI databases were used, using the keywords: “film”, “starch”, “biodegradable”, “plasticizer”. 189 patent application documents were retrieved, and a total of 99 documents participated in the study. It can be seen that the availability of patent data has increased considerably in recent years. The first recovered patent was filed in 1989 and the main filing country is China with 67 patents. Brazil has 16 documents filed. Most of the requests were made by private companies and research institutes. The codes C08J5/18 (Manufacture of films or sheets) and C08L3/02 (Starch; Degradation products of these, e. dextrin) were the most used to classify the studied documents. The main techniques for preparing the protected films were: extrusion and casting. This prospection shows that there is a trend towards the development of corn-based biofilms, which is an ecological solution in combating the environmental problems caused by synthetic plastics.

Keywords: Biofilms, Plastics, Patents, Biopolymers.

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da World Wildlife Fund (WWF), no Brasil, foram geradas 11,3 milhões de toneladas de plástico em 2019, enquanto apenas 145 mil são recicladas em território nacional, representando apenas 1,3% do total. Com isso, pode-se perceber que a reciclagem ainda é um grande desafio.

Sabendo dos problemas ambientais ocasionados pelas embalagens sintéticas, somado a dificuldade de reciclagem, nos últimos 20 anos, países como: China, Estados Unidos e Brasil, tem investido em pesquisas que visam desenvolver embalagens biodegradáveis, sendo os biofilmes uma excelente alternativa (MALI et al., 2010).

Biofilmes são películas de pouca espessura preparadas a partir de materiais orgânicos (polissacarídeos, proteínas, lipídeos e/ou derivados), que agem como barreiras a elementos externos e protegem os produtos embalados de danos físicos e/ou biológicos, podendo aumentar sua vida útil. Dentre suas inúmeras aplicabilidades, cita-se sua utilização como protetor de frutas, sendo comestíveis, proporcionando boa aparência, aumentando a vida útil e mantendo as propriedades funcionais e sensoriais do fruto (HENRIQUE, 2008; GOMES et al., 2016).

A biodegradação é um processo natural e complexo, que representa um processo intrínseco pelo qual microrganismos e suas enzimas o consomem como fonte de nutrientes, em condições normais de umidade, temperatura e pressão. Os polímeros mais bem adaptados à biodegradação completa são os naturais, aqueles hidrolisáveis a dióxido de carbono e água, ou a metano e, os polímeros sintéticos que possuam estruturas próximas aos naturais (LIMA, 2004).

O amido é muito utilizado para produção dos biofilmes, sendo formado por amilose e amilopectina. A gelatinização proporcionada pela amilopectina, é um dos fatores importantes para a escolha desse material na produção de biofilmes (MOURA, 2008; DAMODARAN et al., 2010).

As propriedades de barreira e mecânica dos filmes podem ser reforçadas através da incorporação de aditivos, que tem como função aumentar a vida de prateleira dos produtos tendo atividades como ação antioxidante, agentes antimicrobianos, fungicidas, bactericidas (GUILBERT; BIQUET, 1995).

Atualmente, existem inúmeras pesquisas sendo realizadas para elaboração de filmes biodegradáveis. Dentre elas, Galindo (2017), que em seu estudo constatou que a produção de filmes biodegradáveis de gelatina e quitosana incorporados de óleos essenciais de orégano e alecrim apresentavam boa maneabilidade, considerável

resistência a tração e alongação na ruptura. Moura et al., 2018 produziram biofilmes com atividade antimicrobiana e antioxidante, pela adição de extrato de erva-mate e carotenoides em seus filmes. Em outra pesquisa, Leal et al., (2019) elaboraram embalagens biodegradáveis em diferentes concentrações do amido de mandioca, fibra de coco verde, adicionados com biocompósitos de origem vegetal.

Com isso, considerando os impactos positivos dessa tecnologia inovadora, ecológica e sustentável, objetivou-se nesse estudo, realizar um mapeamento verificando os aspectos históricos, nacionalidade, perfil dos requerentes, principais inventores e classificação internacional dos documentos de patentes relacionados a filmes biodegradáveis a base de amido (FBBA).

2 METODOLOGIA

A busca foi realizada entre os meses de novembro e dezembro de 2020. Para isso, utilizou-se as bases de dados European Patent Office (Espacenet) e Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), empregando as palavras-chaves: “filme”, “amido”, “biodegradável”, “plastificante”, nos idiomas inglês e português, de forma isolada e/ou combinada com auxílio dos conectores booleanos AND e OR, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Descritores e seus respectivos resultados encontrados nas bases de dados Espacenet e INPI.

Descritores	ESPACENET	INPI
(Film AND starch) OR (Filme AND Amido)	7 306	58*
(Film AND starch AND C08) OR (Filme AND Amido AND C08)	2 931	0
(Biodegradable AND Film AND starch AND plasticizer) OR (Filme AND Biodegradavel AND Amido AND Plastificante)	129*	1
(Biodegradable AND Film AND starch AND plasticizer AND (C08 OR B65)) OR (Filme AND Biodegradavel AND Amido AND Plastificante AND (C08 OR B65))	129	0
(Film AND Biodegradable AND starch AND addition AND plasticizer) OR (Filme AND Biodegradavel AND Amido AND Aditivo AND plastificante)	7	0

Fonte: Arquivo pessoal (2020). *Conjunto de descritores utilizados.

Um total de 189 documentos foram estudados. Esses documentos foram compactados e exportados para o aplicativo CSV – Comma Separated Values (valores

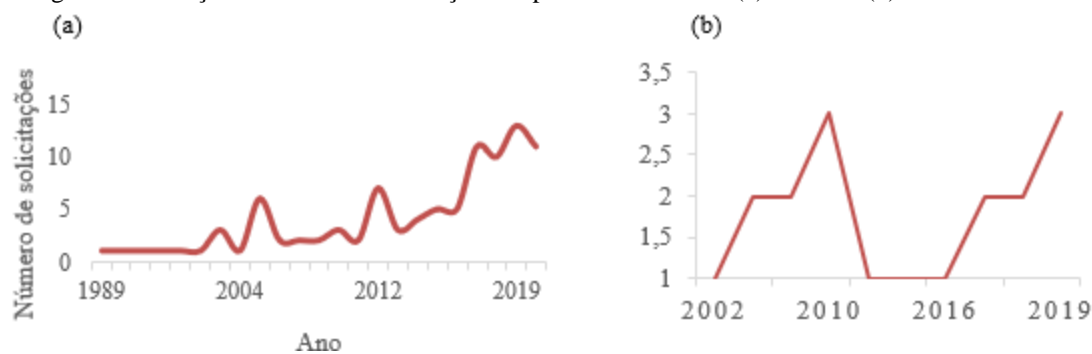
separados por vírgulas), por conseguinte, exportados para o software Microsoft Office Excel 2020, onde foram elaborados os gráficos.

3 RESULTADOS

Foram recuperados 189 documentos, dos quais, após avaliação, foram incluídas apenas 99 solicitações, sendo que dessas, 84 foram obtidas no Espacenet e 15 no INPI. Os 70 documentos restantes não tratavam do desenvolvimento de FBBA.

A primeira solicitação foi realizada no ano de 1889, desde então, como é possível verificar na Figura 1a, houve uma crescente onda de registros a partir dos anos 2000, alcançando seu apice em 2019. Tal fato pode ser justificado pelo despertar da sociedade na busca por soluções ecológicas e biosustentáveis.

Figura 1. Evolução histórica de solicitações de patentes de FBBA (a) mundial (b) nacional – Brasil



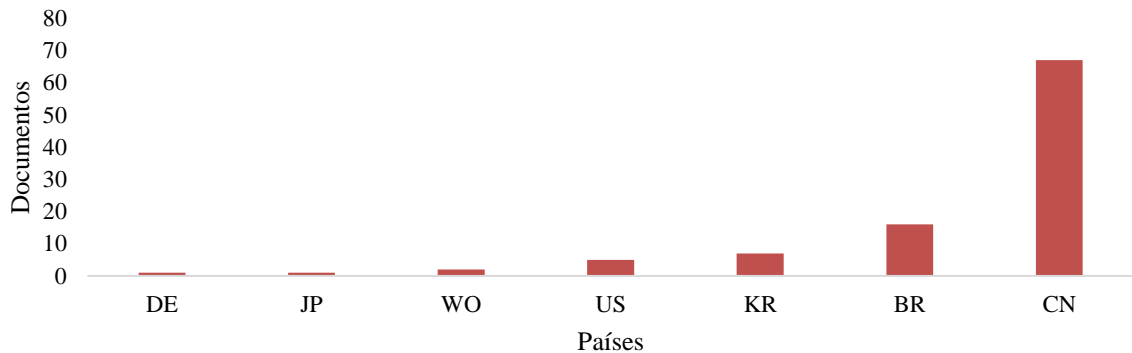
Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Considerando a colaboração do Brasil em invenções relacionadas a essa área, observa-se que embora sua primeira solicitação tenha ocorrido apenas no ano de 2002 (figura 1b), o país possui um total de 16 solicitações, ficando atrás apenas para a China, pioneira e líder desse ranking, com um total de 67 solicitações.

A China é uma grande potência econômica e possui tradição na produção de plásticos. Segundo dados de 2014, divulgados em 2015 pela Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST), os chineses são os maiores produtores mundiais de resinas termoplásticas, com 26% da produção mundial, número maior do que de toda a Europa (20%). Com isso, pode-se inferir que o interesse do país em estudo de filmes biodegradáveis comestíveis pode ser devido ao objetivo de desenvolver alternativas sustentáveis para diminuição da produção de resinas sintéticas. Destaca-se também que, o país recentemente integrou a lista das 25 economias mais inovadoras do mundo, de acordo com dados de 2016 da World Intellectual Property Organization (WIPO), evidenciando ainda mais seu potencial inovador.

Na Figura 2, apresenta-se os países requerentes de proteção dessa tecnologia, assim como a quantidade solicitada por cada um deles.

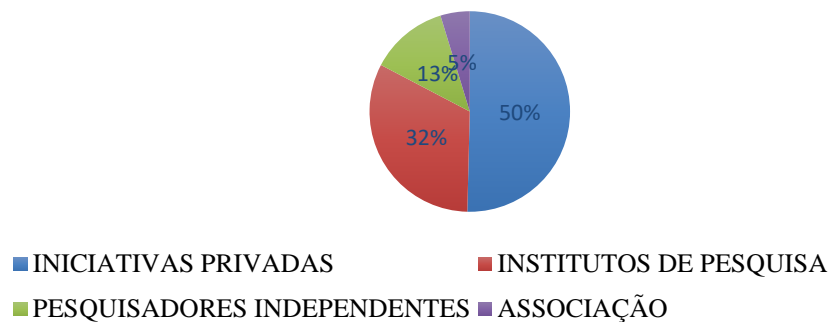
Figura 2. Países requerentes de proteção para a tecnologia de FBBA.



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Sabe-se que a falta de incentivo em pesquisa no Brasil ainda é um fator limitante para o desenvolvimento de pesquisa, conseqüentemente há um número baixo de proteções realizadas pelo país. Nos últimos 10 anos, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), é uma das grandes responsáveis pelo aumento do número de patentes depositadas pelo país (EMBRAPA, 2014). A seguir, na Figura 3, encontra-se os seguimentos requerentes e seu respectivo percentual de proteção à tecnologia de FBBA.

Figura 3. Seguimentos requerentes de proteção a tecnologias de desenvolvimento de FBBA



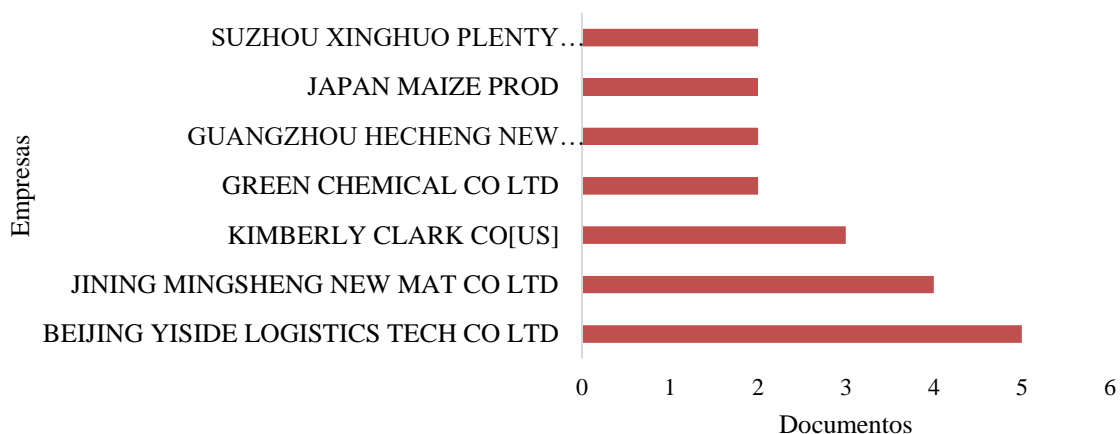
Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Atualmente, os principais responsáveis pelos documentos de solicitações de patentes sobre FBBA encontrados, são empresas de iniciativa privada e instituição de pesquisas. Conforme apresentado na Figura 3, 50% dos depositantes são de Iniciativas privadas, 32% são de Institutos de pesquisa, 13% são Pesquisadores independentes, enquanto que apenas 5% são provenientes de parcerias entre pesquisadores e iniciativa privada.

No Brasil, as entidades com registros de patentes foram as instituições de pesquisa como a Fundação Universidade de Caxias do Sul (FUCS) e a Universidade de São Paulo (USP).

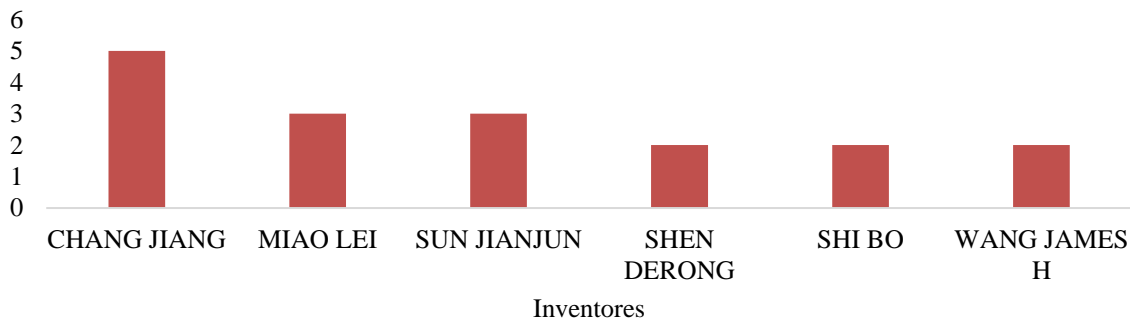
A Figura 4, apresenta as empresas privadas que mais se destacaram na proteção dessa inovação, enquanto, na Figura 5 encontra-se um gráfico ilustrando os principais inventores. Observa-se que dessas empresas, destaca-se a Beijing Yiside Logistics Tech CO LTD, que em 2016 assinou o acordo de cooperação do “Plano de ação verde” e ganhou prêmio de “embalagem de desenvolvimento sustentável”, classificada como a marca mais valiosa da internet na indústria de impressão e embalagem da China. Outras empresas que receberam destaque, foi a Jining Mingsheng New Mat CO LTD; Kimberly Clark CO (US), demonstrando grande interesse nos investimentos em patentes. Dentre os inventores com maior número de patentes depositadas, cita-se Chang Jiang, o Sun Jianjun e Miao Lei.

Figura 4. Principais empresas que investem em FBBA.



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Figura 5. Principais inventores de patentes depositadas de FBBA.

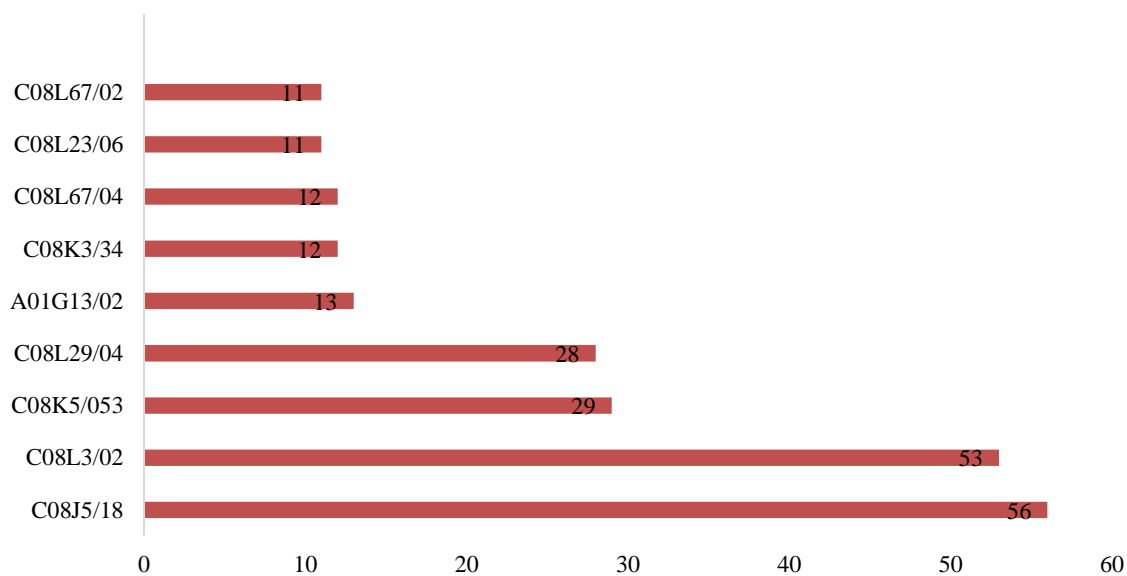


Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Os documentos de patentes são codificados em 8 seções (A-H). Essa é uma classificação Internacional (CIP/IPC) e, constitui-se em um instrumento que permite classificar os documentos de patente, facilitando o acesso às informações tecnológicas e legais dos mesmos, auxiliando tanto na investigação do estado da técnica quanto na análise de desenvolvimento tecnológico (FARIAS, 2018).

A seguir, na Figura 5 encontram-se os principais códigos, ou seja, os que com maior frequência foram encontrados nos documentos avaliados nesse estudo. E a fim de facilitar o entendimento, tem-se na Tabela 2, as respectivas descrições para cada um desses códigos.

Figura 5. Distribuição dos códigos por patente.



Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Tabela 2. Significado dos códigos de maior incidência.

Seção e Subseção	Descrição
C08	Compostos macromoleculares orgânicos; sua preparação ou seu processamento químico; composições baseadas nos mesmos
C08J5/18	Fabricação de filmes ou folhas
C08L3/02	Amido; Produtos de degradação destes, e. dextrina
C08K5/053	Álcoois polihidroxílicos

C08L29/04	Álcool polivinílico; Homopolímeros parcialmente hidrolisados ou copolímeros de ésteres de álcoois insaturados com ácidos carboxílicos saturados
C08K3/34	Compostos contendo silício
C08L67/04	Poliésteres derivados de ácidos hidroxicarboxílicos
C08L23/06	Poliétileno
C08L67/02	Poliésteres derivados de ácidos dicarboxílicos e compostos di-hidroxi
A01	Agricultura; silvicultura; pecuária; caça; captura em armadilhas; pesca)
A01G13/02	Coberturas de proteção para plantas ; Dispositivos para layout de coberturas

Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Os documentos em sua grande maioria, foram classificados pelos códigos C08J5/18 (Fabricação de filmes ou folhas) e C08L3/02 (Amido; Produtos de degradação destes, e dextrina). Com isso, embora muitos artigos tenham sido excluídos na etapa inicial, é possível notar a coerência com o objetivo de pesquisa desse estudo e os descritores utilizados para resgate dos documentos.

Os materiais para elaboração de filmes são escolhidos de acordo com o objetivo de aplicabilidade. Nos documentos avaliados, os materiais mais utilizados foram: copolímeros e polímeros de eteno-vinilol, polietileno, álcool polivinílico, fibras vegetais, plastificantes de grau alimentício, plibutileno succinato, resina biodegradável, glicerol, sorbitol.

Quanto aos métodos de preparação, foram mencionados os tipos: extrusão e casting. Uma das técnicas mais conhecidas e utilizadas na elaboração de filmes biodegradáveis é a técnica de casting, onde, depois do processo de gelatinização dos grânulos de amido, a amilose e amilopectina se dispersam na solução aquosa e se reorganizam logo após a secagem, formando a matriz que dá origem ao filme (BUKZEM et al., 2012). O processo de extrusão é um dos métodos mais adequados para a obtenção de materiais compósitos, ele consiste basicamente numa conversão de matéria-prima apropriada em um determinado produto com produção de forma semi contínua onde o material é forçado através de uma matriz adquirindo assim forma pré-determinada sob

condições controladas. A extrusora é um equipamento capaz de fornecer pressão contínua e uniforme ao material extrudado e também pode possuir várias zonas de aquecimento (MULLINARI et al. 2009).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, foi possível constatar que existe um interesse crescente na tecnologia de FBBA nos últimos anos. A China e o Brasil, são os países que apresentam o maior interesse nessa inovação. Empresas e institutos de pesquisas são os segmentos que mais se destacam entre os requerentes dessa tecnologia. Por fim, acredita-se que o amido é uma ótima opção de investimento, pelo baixo custo de produção, alta variedade, fácil manuseio. Excelente para aplicação em biofilmes, que possam mitigar os problemas ambientais ocasionados pelas embalagens sintéticas.

REFERÊNCIAS

ABIEF - Associação brasileira da indústria de embalagens plásticas flexíveis. Dados 2008. Disponível em: < www.abief.org.br >. Acesso em: 26/02/2010.

BUKZEM, A. L. et al. Filmes Biodegradáveis a base de fécula de mandioca e bagaço de cevada obtidos por extrusão termoplástica. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v. 3, n. 2, p. 89 - 107, 2012.

DAMODARAN, S.; PARKIN, L. K.; FENNEMA, R. O. Química de Alimentos de Fennema. 4ª ed. São Paulo: **Artmed editora**, 2010. 875 p.

EMBRAPA TERRITORIAL. Agricultura e preservação ambiental: uma análise do cadastro ambiental rural. Campinas, 2020. Disponível em: < www.embrapa.br/car >. Acesso em: 2 abr. 2021

EUROPEAN PATENT OFFICE: espacenet - Advanced search [disponível: http://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en_EP] - Acesso 10/02/2021.

FARIAS, T.P., FARIA, F.A.. **Prospecção tecnológica de patentes para produção de produtos medicinais à base de morinda**. Cad. Prospec., Salvador, v. 11, n. 1, p.139-145, 2018.

GALINDO, Marcella Vitoria. Filmes biodegradáveis de gelatina e quitosana com adição de óleos essenciais na conservação de presunto embalado a vácuo. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

GOMES, M. A; ASCHERI, D. P. R; CAMPOS, A. J. Characterization of edible films of *Swartzia burchelli* phosphated starches and development of coatings for post-harvest application to cherry tomatoes. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v.37, n.4, p.1897-1910, 2016.

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

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

HENRIQUE, Celina Maria; CEREDA, Marney Pascoli; SARMENTO, Silene Bruder Silveira. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 231-240, 2008. INPI, 2021. BRASPAT - Base de dados gratuita de acesso a patentes nacionais a partir de 1990. Disponível em: Acesso em: 08/02/2021.

LEAL, I. L.; SILVA, R. Y. C.; SILVA, P. J.; CRUZ, C. P. R.; SILVA, M. P.; GUIMARÃES, D.H.; BARBOSA, J. D. V. DRUZIAN, J. I.; MACHADO, B. A. S. Development and application starch films:PBAT with additives for evaluating the shelf

life of Tommy Atkins mango in the fresh-cut state. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 1, n. 1, p. 48150, 2019.

LIMA, J. O. G. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do ensino de química no brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 12, p. 71-79, 2013.

MALI. S.; GROSSMAN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.

MOURA, L. E; SOUZA, C. O.; OLIVEIRA, E. A. S.; LEMOS, P. V. F.; DRUZIAN, J. I. Bioactive efficacy of low-density polyethylene films with natural Additives. Eficacia bioactiva de películas de polietileno de baja densidad con aditivos naturales. **Journal of Applied Polymer Science**, v, 135, n.34, p.464, 2018.

MULINARI, D. R., VOORWALD, H. J. C., CIOFFI, M. O. H., SILVA, M. L. C. P., CRUZ, T. G., & SARON, C. (2009). Sugarcane bagasse cellulose/HDPE composites obtained by extrusion. **Composites Science and Technology**, 69(2), 214-219.

SALAME, M. Barrier polymers. In: BAKER, M. **The Wiley encyclopedia of packaging technology**. New York: Wiley, 1986. p.48-54.

SILVEIRA, D. E. Embalagens verdes. **Pesquisa Fapesb**, n. 253, p. 72-75, abr. 2016. WWF BRASIL. Disponível em: < <http://www.wwf.org.br>>, Acesso em 01 de janeiro de 2021.