



MONITORAMENTO TECNOLÓGICO DO ÁCIDO POLILÁCTICO (PLA)

Alice Borges Silva
Fernanda Pinto Cabral

Projeto Final de Curso

Orientador

Prof. Daniel Weingart Barreto, D.Sc.

Fevereiro de 2018

MONITORAMENTO TECNOLÓGICO DO ÁCIDO POLILÁCTICO (PLA)

Alice Borges Silva

Fernanda Pinto Cabral

Projeto Final de Curso submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Químico e Engenheiro de Bioprocessos.

Aprovado por:

Andréa Medeiros Salgado, D.Sc.

Priscilla Braga Antunes Bedor, M.Sc.

Viviane Ananias Moreira, M.Sc.

Orientado por:

Daniel Weingart Barreto, D.Sc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Fevereiro de 2018

Silva, Alice Borges.

Cabral, Fernanda Pinto.

Monitoramento tecnológico do ácido poliláctico (PLA)/ Alice Borges Silva; Fernanda Pinto Cabral. Rio de Janeiro, UFRJ/EQ, 2018

xiii, 80 páginas p.;il.

(Projeto Final) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola de Química, 2018

Orientador: Daniel Weingart Barreto

1. Bioplásticos. 2. Patentes. 3. Bibliometria. 4. Projeto Final. (Graduação –UFRJ/EQ). 5. Daniel Weingart Barreto. I. Monitoramento tecnológico do ácido poliláctico (PLA).

Dedico este trabalho à toda minha família
e ao meu namorado, que estiveram comigo
em todos os momentos ao longo dessa caminhada.

Alice

Dedico este trabalho primeiramente a Deus,
por ser essencial em minha vida, autor de meu
destino, meu guia, socorro presente na hora da
angústia, aos meus pais e toda minha família.

Fernanda

Agradecimentos - Alice

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pois sem Ele não seria possível realizar meus sonhos e chegar onde cheguei.

Agradeço aos meus pais, que se sacrificaram tantas vezes para que eu conseguisse alcançar meus objetivos. Além de todo o amor, carinho e apoio quando mais precisei.

Agradeço ao meu irmão, Daniel, que sempre respeitou meus horários de estudo, além de me ajudar e ter sempre uma palavra de conforto nos momentos mais difíceis.

Agradeço ao meu namorado, Guto, que sempre me apoiou e me deu forças para continuar mesmo quando parecia impossível. Além de entender minhas ausências em alguns momentos.

Agradeço a toda minha família, avós, tios, tias, primos e primas, pelo carinho e incentivo sempre.

Agradeço a todos os professores, que ao transmitirem seus conhecimentos me ajudaram a concluir essa etapa na vida acadêmica.

Agradeço aos meus amigos, que de longe ou perto, sempre me apoiaram e me proporcionaram momentos de distração. Aos da EQ, a caminhada tornou-se menos complicada com vocês diariamente ao meu lado. Aos de fora da faculdade, obrigada por entenderem a minha ausência e sempre torcerem por mim.

Agradecimentos – Fernanda

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado chegar até aqui.

Agradeço a minha família por toda a dedicação e paciência contribuindo diretamente para que eu pudesse ter um caminho mais fácil e prazeroso durante esses anos.

Agradeço aos professores que sempre estiveram dispostos a ajudar e contribuir para um melhor aprendizado em especial ao meu professor e orientador.

Agradeço também a minha instituição por ter me dado à chance e todas as ferramentas que permitiram chegar hoje ao final desse ciclo de maneira satisfatória.

Resumo do Projeto Final apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Químico e Engenheiro de Bioprocessos.

MONITORAMENTO TECNOLÓGICO DO ÁCIDO POLILÁCTICO (PLA)

Alice Borges Silva

Fernanda Pinto Cabral

Fevereiro, 2018

Orientador: Prof. Daniel Weingart Barreto, D. Sc.

Os plásticos são importantes para os mais diversos setores industriais devido principalmente ao baixo custo e durabilidade e por isso, sua produção tem crescido continuamente ao longo dos anos. No entanto, por serem produzidos a partir de frações do petróleo, causam muitos impactos ambientais. Assim, a indústria de plástico tem tido a necessidade de buscar fontes alternativas para a sua produção, surgindo então os bioplásticos, dentre eles o ácido poliláctico (PLA). Para investir nessas novas tecnologias, é necessário analisar como elas estão se desenvolvendo. Portanto, no presente trabalho, foi estudada a evolução da tecnologia envolvendo bioplásticos, mais especificamente o ácido poliláctico (PLA) por ser o bioplástico mais estudado e utilizado. Para isso, a bibliometria é um método interessante de monitoramento das tendências tecnológicas, visto que ao mostrar como as patentes sobre determinada tecnologia estão evoluindo, facilita o processo de tomada de decisão fundamental para novos investimentos. Tal método foi aplicado utilizando a base de dados USPTO®, que se baseia na busca de palavras-chave, no caso ácido poliláctico. Assim, notou-se que apesar do interesse no desenvolvimento de bioplásticos, o número de patentes depois de aumentar até 2010/2011 para as patentes aplicadas e 2014 para as patentes concedidas tem diminuído desde então, o que pode ser explicado por consequências da crise mundial de 2012. Observou-se que os EUA e o Japão são os países que mais possuem patentes, além de comprovar que as principais empresas interessadas no PLA pertencem a esses dois países. Além disso, a principal aplicação para o PLA foi embalagens, o que mostra o interesse em alternativas para minimizar o problema do descarte de plásticos.

SUMÁRIO

Capítulo 1 – Introdução.....	14
Capítulo 2 – Objetivos.....	18
2.1 – Objetivos Gerais	18
2.2 – Objetivos Específicos.....	18
Capítulo 3 – Revisão Bibliográfica.....	19
3.1 – Bioplásticos	19
3.1.1 - Definição	19
3.1.2 - Classificação	20
3.1.3 - Mercado.....	24
3.1.4 – Vantagens e Desvantagens.....	33
3.1.5 – Ácido Polilático (PLA)	34
3.2 – Bibliometria.....	19
Capítulo 4 – Metodologia.....	41
Capítulo 5 – Resultados e Discussão	44
5.1 – Análise de Patentes Aplicadas.....	44
5.1.1 – Perfil Temporal das Patentes Aplicadas	44
5.1.2 – Perfil de Patentes Aplicadas por País	46
5.1.3 – Perfil de Patentes Aplicadas por Região.....	48
5.1.4 – Perfil de Patentes Aplicadas pela Aplicação do Ácido Polilático	49
5.1.5 – Perfil de Patentes Aplicadas por Empresas.....	51
5.2 – Análise de Patentes Concedidas	55
5.2.1 – Perfil Temporal das Patentes Concedidas.....	55
5.2.2 – Perfil de Patentes Concedidas por País.....	56
5.2.3 – Perfil de Patentes Concedidas por Região	60
5.2.4 – Perfil de Patentes Concedidas pela Aplicação do Ácido Polilático.....	61
5.2.5 – Perfil de Patentes Concedidas por Empresas	63
Capítulo 6 – Conclusão	67
Referências Bibliográficas.....	69
Anexo 1	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Produção de plásticos no mundo entre 1950 e 2014. Fonte: THE NEW PLASTICS ECONOMY – RETHINKING THE FUTURE OF PLASTICS, 2016	14
Figura 3.1: Tipos de bioplásticos. Fonte: PHILP et al, 2013.....	23
Figura 3.2: Produção global de bioplásticos. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015	25
Figura 3.3: Produção global de bioplásticos por tipo de material em 2014. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015	26
Figura 3.4: Produção global de bioplásticos por tipo de material em 2019. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015	26
Figura 3.5: Produção global de bioplásticos por segmento de mercado em 2014. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015	27
Figura 3.6: Produção global de bioplásticos por segmento de mercado em 2019. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015	28
Figura 3.7: Produção global de bioplásticos por região em 2014. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015	29
Figura 3.8: Produção global de bioplásticos por região em 2019. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015	29
Figura 3.9: Número de pesquisas publicadas desde 1990 baseado em uma pesquisa realizada na base de dados Web of Science®, utilizando as palavras-chave “PLA”, “PLLA”, “PDLA”, “polylactic acid”, “polylactide” e “poly(lactic acid)”. Fonte: Adaptado de CASTRO-AGUIRRE et al, 2016	35
Figura 3.10: Métodos de síntese do ácido polilático. Fonte: Adaptado de FARAH et al, 2016	36
Figura 4.1: Pesquisa rápida de patentes aplicadas na base de dados USPTO. Fonte: Elaborado pelas autoras	42
Figura 4.2: Resultado da pesquisa na base de dados USPTO. Fonte: Elaborado pelas autoras	43
Figura 5.1: Perfil de patentes aplicadas por ano. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	44
Figura 5.2: Perfil de patentes aplicadas por país. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid	

in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	46
Figura 5.3: Perfil de patentes aplicadas por países. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	46
Figura 5.4: Perfil de patentes aplicadas dos EUA por ano. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	47
Figura 5.5: Perfil de patentes aplicadas do Japão por ano. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	47
Figura 5.6: Perfil de patentes aplicadas dos EUA e Japão por ano. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	48
Figura 5.7: Perfil de patentes aplicadas por região. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	49
Figura 5.8: Perfil de patentes aplicadas por aplicação do PLA. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	50
Figura 5.9: Perfil de patentes aplicadas por empresas. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	51
Figura 5.10: Perfil de patentes aplicadas por aplicação para a empresa JSP. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	52

Figura 5.11: Perfil de patentes aplicadas por aplicação para a empresa Plastic Suppliers, Inc.. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	53
Figura 5.12: Perfil de patentes aplicadas por aplicação para a empresa Toray Industries, Inc.. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	54
Figura 5.13: Perfil de patentes aplicadas por aplicação para a empresa Toray Plastics (America), Inc.. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	54
Figura 5.14: Perfil de patentes concedidas por ano. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	55
Figura 5.15: Perfil de patentes concedidas por país. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	57
Figura 5.16: Perfil percentual de patentes concedidas por país. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	57
Figura 5.17: Perfil de patentes concedidas por países. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	58
Figura 5.18: Perfil de patentes concedidas do Japão por ano. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	59
Figura 5.19: Perfil de patentes concedidas dos EUA por ano. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico	

(Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	60
Figura 5.20: Perfil percentual de patentes concedidas por região. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	60
Figura 5.21: Perfil de patentes concedidas por aplicação do PLA. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	62
Figura 5.22: Perfil percentual de patentes concedidas por aplicação do PLA. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	62
Figura 5.23: Perfil de patentes concedidas por empresas. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	63
Figura 5.24: Perfil de patentes concedidas por aplicação para a empresa Fina Technology. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	64
Figura 5.25: Perfil de patentes concedidas por aplicação para a empresa Toray Plastics (America), Inc.. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	65
Figura 5.26: Perfil de patentes concedidas por aplicação para a empresa Toray Industries, Inc.. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	65
Figura 5.27: Perfil de patentes concedidas por aplicação para a empresa Plastic Suppliers. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 - 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras	66

LISTA DE SIGLAS

Bio-PE – Bio-Polietileno
Bio-PET – Bio-Politereftalato de Etileno
CO₂ – Gás Carbônico
EPA - Environmental Protection Agency
EUA – Estados Unidos da América
FDA - Food and Drug Administration
IfBB – Institute for Bioplastics and Biocomposites
LCA – Avaliação do Ciclo de Vida
LPLA – Ácido Poliláctico isômero L
PBAT – Poli(butileno adipato co-tereftalato)
PBS – Polibutileno Succinato
PCL – Policaprolactona
PE - Polietileno
PET – Politereftalato de Etileno
PHA - Polihidroxiálcanoato
PHB – Poli(hidroxi butirato)
PLA – Ácido Poliláctico
PP – Polipropileno
PS - Poliestireno
PVA – Álcool Polivinílico
PVC - Policloreto de vinil
RPET – PET reciclado
TPS – Amido Termoplástico
USPTO – United States Patent and Trademark Office®

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Os plásticos têm trazido enormes benefícios econômicos para diversos setores, graças à sua combinação de baixo custo, versatilidade, durabilidade e variedade de propriedades mecânicas. O sucesso dos plásticos se reflete no crescimento exponencial de sua produção nos últimos 50 anos. Desde 1964, a produção de plásticos aumentou vinte vezes, chegando a 311 milhões de toneladas em 2014 (Figura 1.1). As previsões apontam que a produção de plásticos deverá duplicar novamente em 20 anos e quase quadruplicar até 2050 (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION AND MCKINSEY & COMPANY, 2016).

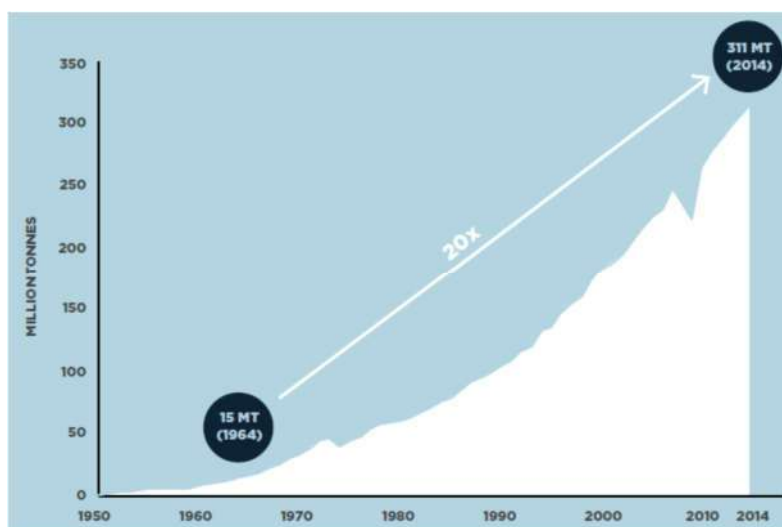


Figura 1.1: Produção de plásticos no mundo entre 1950 e 2014. Fonte: THE NEW PLASTICS ECONOMY — RETHINKING THE FUTURE OF PLASTICS, 2016

Apesar dos inúmeros benefícios, a indústria de plásticos tem estado sob pressão para desenvolver tecnologias sustentáveis desde a década de 90. Isso porque os plásticos são produzidos principalmente a partir de porções de petróleo e gás natural, e representam parte importante na cadeia de valor de petróleo bruto. No entanto, a dificuldade de degradação dos plásticos e o uso do petróleo como matéria-prima vêm causando diversos problemas ambientais, como poluição e geração de lixo em excesso. Em resposta a essas preocupações, diferentes bioplásticos surgiram como alternativas mais sustentáveis, pois eles podem reduzir a dependência dos plásticos produzidos a partir do petróleo e podem contribuir para a resolução de algumas questões ambientais importantes (KISHNA et al, 2016).

Embora existam diferentes definições sobre os bioplásticos, eles são geralmente entendidos como plásticos biodegradáveis ou então plásticos produzidos a partir de matérias-primas renováveis, como o amido de milho ou a celulose, ou que possuem ambas características (KISHNA et al, 2016). Assim, a maioria dos bioplásticos ou os chamados plásticos biodegradáveis, pelo menos teoricamente, pode ser decomposta em um curto período de tempo em comparação com plásticos à base de petróleo, cujo tempo médio de decomposição ultrapassa os 450 anos (BROCKHAUS et al, 2016). Dada a quantidade gigantesca de plásticos usados hoje (a maior parte em embalagens), os bioplásticos podem ser uma maneira de controlar o enorme problema de descarte. Além disso, considera-se que os bioplásticos causem menos impacto ao ambiente, uma vez que podem ser degradados mais facilmente e podem ser produzidos a partir de fontes renováveis.

No entanto, um dos problemas envolvendo os bioplásticos é que os atuais processos de reciclagem de plásticos e tratamento de resíduos não foram desenvolvidos para manipular adequadamente os bioplásticos, visto que os bioplásticos devem ser reciclados separadamente, pois possuem temperaturas de fusão diferentes. Além disso, estudos recentes questionam os méritos ecológicos dos bioplásticos a partir de uma perspectiva do ciclo de vida, ou seja, deve-se entender melhor o ciclo de vida dos bioplásticos antes de divulgar sobre sua biodegradabilidade e seus benefícios ambientais. Isso porque alguns bioplásticos não são biodegradáveis em certos ambientes, como no solo ou em compostagem, diferente do que é divulgado (GÓMEZ et al, 2013). Pela análise do ciclo de vida é possível notar todos os impactos ambientais associados a um produto ou serviço, que incluem todas as etapas de um produto, desde a extração de matéria-prima para a sua produção até a sua eliminação ou descarte final (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2017). Outra crítica em relação aos bioplásticos é que dependendo da fonte da biomassa, a competição com a produção de alimentos pode levar a impactos sociais questionáveis.

Estimativas preveem que as capacidades globais de produção de bioplásticos deverão aumentar em 300% até 2018, atingindo então 6,73 milhões de toneladas (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2013). Apesar de ainda ser uma quantidade modesta em comparação com a produção global de plásticos à base de petróleo, parece representar uma mudança significativa no foco da indústria. Os consumidores geralmente consideram o uso de bioplásticos favorável, apesar do conhecimento limitado sobre suas origens, usabilidade dos produtos e desempenho ecológico (BROCKHAUS et al, 2016). Para as empresas fabricantes de produtos plásticos, os bioplásticos podem representar uma grande oportunidade para aumentar a sustentabilidade

ambiental de seus produtos. No entanto, os bioplásticos ainda estão lutando para ganhar participação no mercado (BROCKHAUS et al, 2016). Diante deste cenário, a indústria é desafiada a avaliar ecológica, social e economicamente se, e como os bioplásticos devem ser integrados em sua cadeia produtiva. Um bom exemplo para entendermos os desafios a serem enfrentados por membros da cadeia produtiva do plástico na utilização de bioplásticos é o do ácido polilático (PLA).

O PLA é o poliéster alifático biodegradável derivado de fontes renováveis mais extensamente pesquisado e utilizado (FARAH et al, 2016). O PLA é chamado de "polímero do século XXI", pois é o único produzido em grande escala que é simultaneamente: biocompatível, biodegradável e feito de matérias primas renováveis (PRETULA et al, 2016). Ele tem desempenhado um papel central na substituição de polímeros à base de combustíveis fósseis para diversas aplicações (CASTRO-AGUIRRE et al, 2016).

O uso do ácido polilático foi inicialmente limitado a aplicações médicas devido ao seu alto custo e baixa disponibilidade, entretanto, o PLA agora pode ser processado por vários tipos de processos de transformação. Além disso, o PLA fornece propriedades óticas, mecânicas, térmicas e de barreira comparáveis com polímeros comercialmente disponíveis, como o polipropileno (PP), poli(tereftalato de etileno) (PET) e o poliestireno (PS), ampliando sua gama comercial de aplicações (CASTRO-AGUIRRE et al, 2016).

No campo médico, o PLA é amplamente utilizado devido à sua biocompatibilidade com o corpo humano, inclusive para aplicações como implantes médicos, suturas cirúrgicas e dispositivos médicos. Além disso, o PLA também tem sido utilizado para aplicações como fibras, produtos têxteis, utensílios plásticos em gerais e embalagens (por exemplo, embalagens de alimentos para produtos perecíveis) e filmes de biorremediação¹. No entanto, o PLA também tem algumas limitações, como baixa resistência, de modo que as pesquisas estão centradas na obtenção de produtos com as propriedades desejadas através da mistura do PLA com outras resinas biodegradáveis e não biodegradáveis e/ou pela composição do PLA com fibras ou micro e nanopartículas (CASTRO-AGUIRRE et al, 2016).

Nesse cenário de constantes transformações econômicas, sociais, ambientais e institucionais, os estudos prospectivos são ferramentas analíticas que facilitam a construção de soluções plausíveis para um futuro pretendido. Uma boa gestão tecnológica passa pelo

¹ Biorremediação é o processo no qual se utilizam organismos vivos (microrganismos ou plantas, geralmente) para recuperar áreas poluídas.

entendimento da evolução do mercado de tecnologias, visando antecipar possíveis novas tecnologias ou necessidades emergentes. As prospecções tecnológicas de curto e médio prazos podem ser bastante úteis para as organizações (TEIXEIRA, 2013).

Conhecer o estado da arte, por meio do monitoramento tecnológico, torna-se imprescindível para reduzir o risco inerente da atividade inovativa e da implementação da gestão da inovação. Nesse sentido, nos últimos anos, tem se dado mais atenção a essa prática, tanto em nível acadêmico quanto industrial (MARQUES et al, 2016). A utilização de patentes como método de monitoramento tecnológico fornece uma fonte de informação indicadora de tendências tecnológicas e recursos estimuladores da inovação (SOUZA et al, 2011).

Em face do exposto, foi realizada uma pesquisa nessa área, resultando nesse trabalho que tem como objetivo geral realizar um monitoramento tecnológico do ácido poliláctico (PLA).

CAPÍTULO 2 – OBJETIVOS

2.1– Objetivos Gerais

O objetivo principal deste trabalho é determinar as tendências tecnológicas que o mercado de bioplásticos está seguindo diante das notáveis mudanças que vêm ocorrendo no setor de plásticos, que tem extrema importância para a indústria mundial.

2.2– Objetivos Específicos

- Caracterizar o perfil temporal das patentes;
- Localizar os países e região onde há maior interesse no desenvolvimento da tecnologia do ácido polilático (PLA);
- Identificar quais as principais aplicações do ácido polilático (PLA);
- Apresentar as empresas que mais tem patente sobre ácido polilático (PLA) e para quais aplicações, identificando o interesse e as tendências tecnológicas desse bioplástico.

CAPÍTULO 3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1– Bioplásticos

3.1.1 – Definição

O termo bioplástico, ou biopolímero, não é uniformemente definido na literatura. Isso pode causar confusão e também tem implicações práticas, por exemplo, para rotulagem e para definição da provável emissão de carbono do material. De acordo com a European Bioplastics Association (2016), um material plástico é definido como bioplástico se ele for biodegradável ou derivado de fontes renováveis ou possuir ambas as características. A European Bioplastics Association usa plástico como sinônimo para polímeros. Já a Nova-Institute (AESCHELMANN et al, 2015) considera o polímero como um composto químico que consiste na repetição de unidades estruturais (monômeros) sintetizado através de um processo de polimerização ou de fermentação, enquanto que um material plástico constitui uma mistura de um ou mais polímeros e aditivos. Neste presente trabalho, a definição adotada é a da European Bioplastics Association.

Ao definir os bioplásticos, os conceitos de biodegradabilidade e a origem da qual ele é produzido não devem ser confundidos. Um material é considerado de origem biológica se as matérias primas utilizadas em sua produção são inteiras ou parcialmente obtidas de fontes renováveis (OECD, 2011). A biomassa utilizada para produção de bioplásticos pode, por exemplo, ser obtida ou derivada de milho, cana de açúcar e celulose (EUROPEAN BIOPLASTICS ASSOCIATION, 2012).

Já a propriedade de biodegradabilidade consiste na facilidade de conversão do material em água, gás carbônico e substâncias mais simples, através da ação de microrganismos presentes no meio ambiente, e não depende da fonte em que o produto foi obtido, mas está relacionada com a sua estrutura química e com as condições em que o material é exposto (OROSKI et al, 2014). Um bioplástico pode ser inteiramente derivado de biomassa e não ser biodegradável e um plástico originado de fontes fósseis pode ser biodegradável (EUROPEAN BIOPLASTICS ASSOCIATION, 2016).

3.1.2 – Classificação

Atualmente, os polímeros provenientes de recursos naturais podem ser divididos em 3 grandes grupos dependendo de sua origem (PACHECO et al, 2014):

- a) Polímeros a partir de biomassa (polissacarídeos e proteínas) como o amido, celulose, caseína e glúten

- Amido termoplástico

O amido é um polímero de glicose formado por dois polímeros: amilose e amilopectina.

Produtos de amido são produzidos por uma mistura de amido modificado com álcool polivinílico ou acetato de polivinila e um plastificante, como sorbitol, glicerol ou ésteres de citrato, resultando em um material conhecido como amido termoplástico (TPS). Ácido esteárico é adicionado como um lubrificante e uma pequena quantidade de surfactante também é utilizada (JIM LUNT & ASSOCIATES, 2014). Os produtos são solúveis em água e por isso, o plástico a base de amido tem alguns inconvenientes, como a baixa estabilidade a longo prazo causada pela sensibilidade a umidade e pobres propriedades mecânicas. Estes problemas são reduzidos realizando misturas deste bioplástico com plásticos biodegradáveis e de origem petroquímica (PACHECO et al, 2014). As misturas de álcool polivinílico (PVA) e amido são os plásticos biodegradáveis mais populares. Devido à natureza hidrofílica do PVA, é compatível com o amido. Esta mistura mostra uma melhora na resistência a tração e alargamento se comparada ao TPS puro (FISHMAN et al, 2006). Recentemente foi relatado que 55 espécies de microrganismos (incluindo bactérias, fungos e leveduras) participam na degradação de PVA (LEJA et al, 2010). A mistura de amido com poliésteres alifáticos melhora sua processabilidade e biodegradabilidade, para isto, o poliéster mais adequado é a policaprolactona (PCL).

O amido termoplástico é muito utilizado em embalagens, como sacolas plásticas, filmes para embalagens e material plástico utilizado em embalagens no geral.

- Celulose

A celulose é o material renovável mais abundante e é amplamente utilizado em diversas indústrias como na de papel e na têxtil. A celulose é formada pela união de moléculas de glicose mediante ligações β -1,4 glicosídicas, tem uma estrutura linear na qual se estabelecem múltiplas pontes de hidrogênio entre os grupos OH das cadeias de glicose que desempenham papel

fundamental na determinação da força e da rigidez da celulose como suporte estrutural (BASTIOLI, 2001). Atualmente, a celulose é utilizada na indústria de polímeros em combinação com outros materiais. A sua principal característica é aumentar a hidrofobicidade e melhorar as propriedades mecânicas, além de aumentar a biodegradabilidade. Em alguns casos, a celulose é misturada com amido para aumentar as propriedades hidrofóbicas, mecânicas, a permeabilidade de gases e a resistência a água. Mediante a modificação química da celulose podem se obter polímeros como o celofane, acetato de celulose e éter de celulose (PACHECO et al, 2014).

Os bioplásticos obtidos a partir de celulose podem ser utilizados em jogos, material esportivo, construção, decoração, aplicações médicas e interiores de automóveis.

- b) Polímeros a partir de síntese química utilizando monômeros obtidos a partir de recursos naturais como Bio-poliéster e o ácido poliláctico (PLA)

- Ácido poliláctico (PLA)

A polimerização do ácido láctico tem como resultado o ácido poliláctico, um biopolímero que possui isômeros D e L ou uma mistura racêmica deste termoplástico. A produção deste biopolímero começa com o amido, extraído de milho, beterraba, mandioca ou cana-de-açúcar, depois os microrganismos pertencentes aos gêneros *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus* o transformam por meio de fermentação em uma molécula menor de ácido láctico ou ácido 2 hidroxipropiônico (monômero), que é a matéria prima que se polimeriza formando o PLA (PACHECO et al, 2014).

O PLA se caracteriza por suas boas propriedades mecânicas, atualmente se utiliza para a elaboração de copos, lâminas e embalagem de alimentos. Também são utilizados em aplicações biomédicas em sistemas de liberação controlada de fármacos, devido a sua biocompatibilidade e biodegradabilidade. Porém, o PLA apenas se biodegrada totalmente em condições de compostagem, ou seja, onde há condições adequadas de umidade, luz, temperatura e a quantidade necessária de microrganismos (ECYCLE, 2016).

A degradação do PLA é mais lenta se a cristalinidade é elevada, se o conteúdo de LPLA ou o peso molecular é alto. A maioria dos microrganismos que degradam o PLA filogeneticamente² pertencem a família de *Pseudonocardiaceae* e gêneros afins, tais como *Amycolatopsis*, *Lentzea*, *Streptoalloteichus* e *Saccharothrix* (TOKIWA et al, 2006). As

² Filogeneticamente é relativo à sucessão genética de espécies.

enzimas destes microrganismos quebram os grupos éster das cadeias de polímeros por meio de reações de hidrólise seguidas por reações de oxidação, desta forma reduzem o polímero em fragmentos de peso molecular inferiores a 500 g/mol, os quais podem ser diferenciados pelos microrganismos (SERNA et al, 2003).

- Poliamida 11

A poliamida 11 é um polímero que apesar de ser produzido a partir de recursos naturais não é biodegradável, assim como os bio-poliésteres, como bio-PET e bio-PE. A poliamida 11 ou nylon 11 é produzida da degradação do óleo de rícino. Dentro de suas propriedades se destacam a resistência a produtos químicos e a solventes comuns, além da resistência a água e a temperaturas altas e por isso é utilizado em cabos elétricos e na indústria automotiva (LUNT et al, 2014).

- Bio-polietileno (Bio-PE)

O bio-polietileno é um plástico idêntico em estrutura e propriedades ao polietileno produzido a partir de petróleo, portanto não é biodegradável. Este bioplástico é obtido da polimerização do etileno produzido a partir do bioetanol, obtido da cana de açúcar, beterraba ou trigo (PACHECO et al, 2014).

Assim como o Bio-PE existem outros biopoliéster, como o bio-PET que mantem a mesma estrutura que aqueles produzidos a partir de recursos não renováveis, em que a síntese se dá a partir de monômeros, gerados de recursos renováveis, que são posteriormente polimerizados por síntese química. Uma das vantagens principais da atual produção de alguns polímeros tradicionais como o polietileno, baseados em biomassa é que além de manter as propriedades e características já conhecidas, não se consome petróleo nem aumentam as emissões de CO₂ (LUENGO et al, 2003).

c) Polímeros obtidos a partir de microrganismos como o PHA e PHB

- Polihidroxialcanoatos

Os polihidroxialcanoatos (PHA) são poliésteres alifáticos naturais que são sintetizados a partir de fermentação de açúcares naturais, óleos vegetais ou ácidos graxos e armazenados no citoplasma da célula como reserva de carbono e energia em forma de corpos insolúveis (JIM LUNT & ASSOCIATES, 2014). Já foi relatado mais de 150 tipos diferentes de PHA, o mais representativo é o poli(hidroxibutirato) (PHB), o qual se acumula em bactérias como

Alcanigenes eutrophus e *Azotobacter inelandii* (LAKSHMAN et al, 2003).

Os PHA's têm uma alta porcentagem de polimerização com um grau de cristalinidade na faixa de 60 a 80% e exibem propriedades térmicas e mecânicas similares aos termoplásticos tradicionais como o polietileno e o polipropileno. Estes polímeros são utilizados para a elaboração de embalagens de cosméticos, em produtos de higiene feminina (VALERO et al, 2013).

Mais de 300 microrganismos tais como bactérias e fungos no solo, lama e água do mar excretam enzimas degradadoras de PHA, estas enzimas hidrolisam o PHA sólido em oligômeros e monômeros solúveis em água, que posteriormente, utilizam como nutrientes dentro das células. Apesar das vantagens do uso de PHA em relação aos plásticos derivados de petróleo, seu uso atual está muito limitado devido ao alto custo de produção, portanto novas estratégias para reduzir os custos têm sido buscadas, entre as quais se encontram o uso de organismos geneticamente modificados e a exploração de novas cepas produtoras (PACHECO et al, 2014).

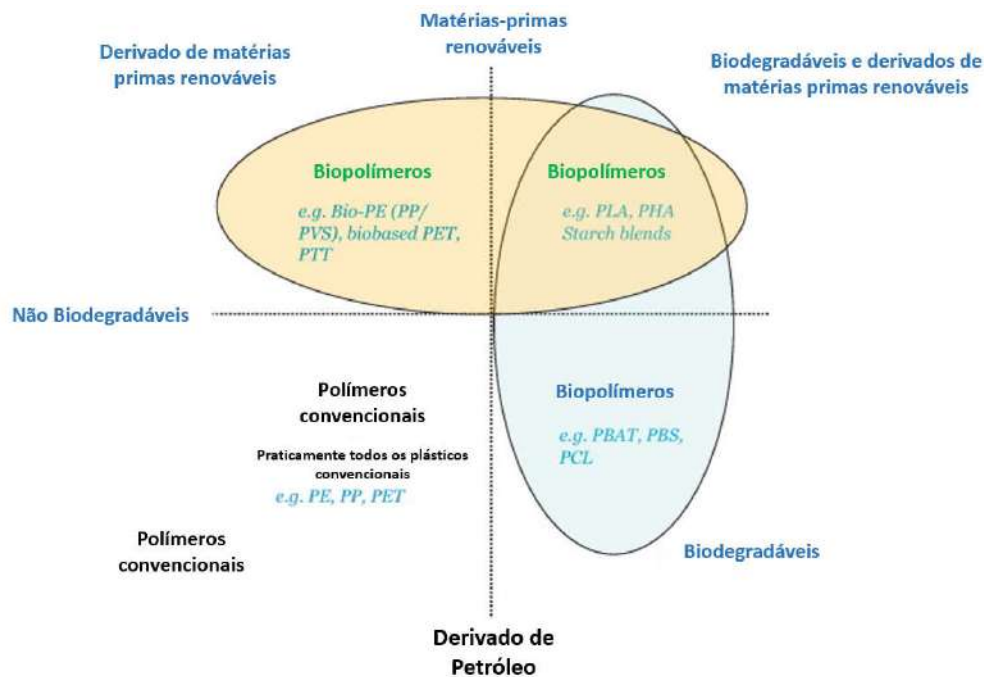


Figura 3.1: Tipos de bioplásticos. Fonte: PHILP et al, 2013.

3.1.3 – Mercado

O mercado de bioplásticos atualmente representa cerca de 1% da produção global de plásticos que gira em torno de 300 milhões de toneladas por ano. No entanto, devido ao número crescente de materiais, aplicações e produtos, este mercado tem obtido um crescimento entre 20 e 100% por ano. Investimentos financeiros significativos foram feitos na produção e comercialização para acompanhar este desenvolvimento.

De acordo com a European Bioplastics, a capacidade de produção global de bioplásticos atingiu cerca de 1,7 milhões de toneladas em 2014. Estimativas preveem que a capacidade de produção alcance 7,8 milhões de toneladas em 2019. Plásticos produzidos a partir de fontes renováveis e não-biodegradáveis são os principais responsáveis por esse crescimento (AESCHELMANN et al, 2015).

Mais de 60% da capacidade de produção de bioplásticos em todo o mundo em 2014 foi de plásticos duráveis de origem biológica. Esta porcentagem aumentará para mais de 80% em 2019. As capacidades de produção de plásticos biodegradáveis, tais como PLA, PHA, e as misturas de amido, também estão crescendo de forma constante, como mostra a Figura 3.2. De acordo com as previsões, a capacidade de produção destes materiais irá praticamente dobrar de 0,7 milhões de toneladas em 2014 para mais de 1,2 milhões de toneladas em 2019.

Global production capacities of bioplastics

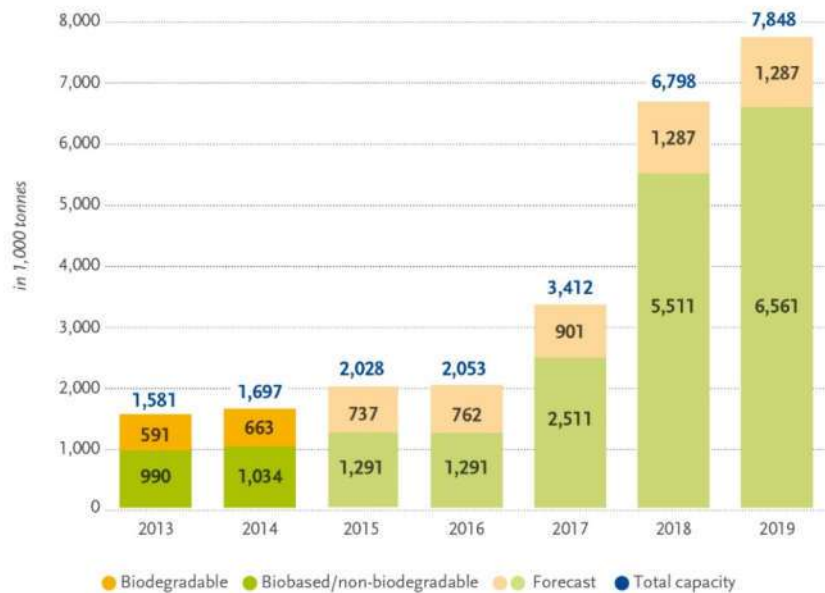


Figura 3.2: Produção global de bioplásticos. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015.

As Figuras 3.3 e 3.4 mostram as capacidades de produção global divididas por tipo de material de 2014 e 2019, respectivamente. O Bio-PET é o líder de mercado global e é esperado que ele cresça 35,4% de participação no mercado de bioplásticos em 2014 para 76,5% em 2019. Como consequência, espera-se que o mercado de biopolímeros não-biodegradáveis cresça fortemente, pois o Bio-PET faz parte desta categoria. Em segundo lugar, embora tenham uma participação de mercado muito menor que o Bio-PET, estão os poliésteres biodegradáveis como o polibutileno succinato (PBS) e o poli(butileno adipato co-tereftalato) (PBAT). E em seguida, estão o ácido poliláctico (PLA), Bio-PE e as misturas de amido.

Global production capacities of bioplastics 2014 (by material type)

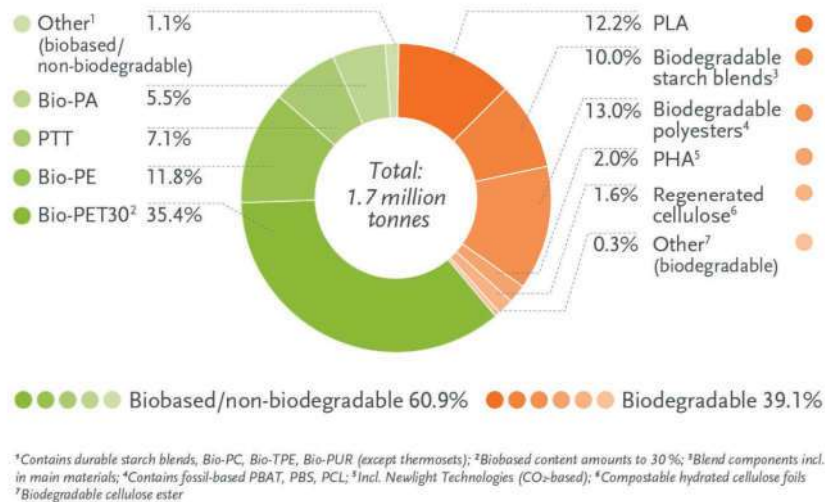


Figura 3.3: Produção global de bioplásticos por tipo de material em 2014. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015.

Global production capacities of bioplastics 2019 (by material type)

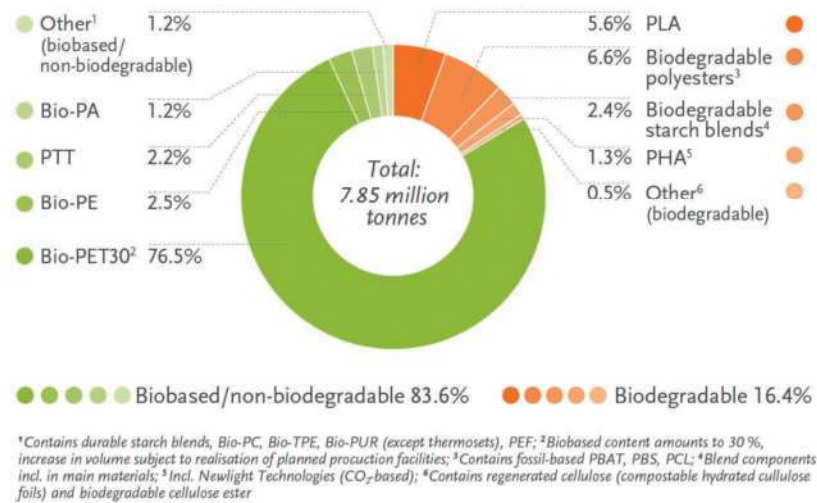


Figura 3.4: Produção global de bioplásticos por tipo de material em 2019. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015.

Os bioplásticos têm sido aplicados em um número crescente de mercados, desde embalagens, produtos eletroeletrônicos, brinquedos, setor automotivo, agrícola/horticultura, têxtil e uma série de outros segmentos. A indústria de biopolímeros segue a mesma tendência da indústria petrolífera e a indústria de embalagens consome a maior parte dos polímeros

derivados desse setor. Dados dos institutos de pesquisa IfBB – Institute for Bioplastics and Biocomposites (University of Applied Sciences and Arts Hannover, Germany) e nova-Institute (Hürth, Germany) mostram que 70% (1,2 milhões de toneladas) do mercado de bioplásticos pertencem a esse setor da indústria. Como ilustrado nas Figuras 3.5 e 3.6, espera-se que este número aumente para mais de 80% (6,5 milhões de toneladas) em 2019 (AESCHELMANN et al, 2015).

As embalagens rígidas (garrafas, por exemplo) compõem a maior parte da produção e o restante é composto por embalagens flexíveis (plástico filme, por exemplo). O PET produzido a partir de biomassa é um dos biopolímeros mais produzidos, e é principalmente utilizado para a produção de garrafas. Nem todos os biopolímeros são biodegradáveis, mas alguns dos mais importantes são, por exemplo, PHA, o PLA e as misturas de amido. Os dados também confirmam um aumento da utilização de materiais bioplásticos em muitos outros setores, incluindo têxteis, aplicações automotivas, e bens de consumo. As Figuras 3.5 e 3.6 mostram a produção global de polímeros de base biológica por segmento de mercado em 2014 e 2019.

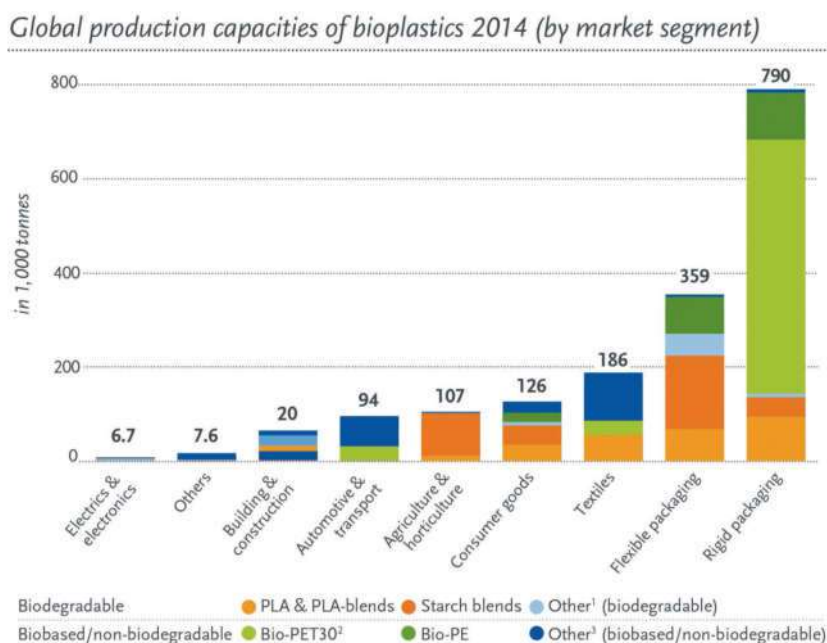


Figura 3.5: Produção global de bioplásticos por segmento de mercado em 2014. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015.

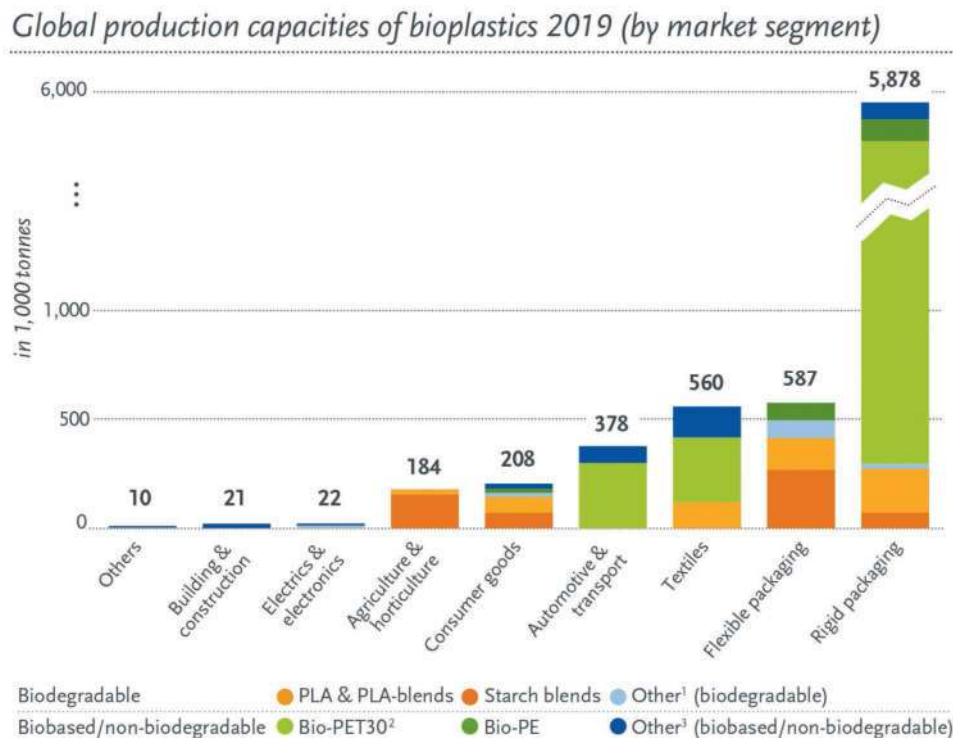


Figura 3.6: Produção global de bioplásticos por segmento de mercado em 2019. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015.

As projeções apontam um crescimento muito expressivo da produção de embalagens rígidas. O esperado é que esse setor cresça aproximadamente sete vezes em cinco anos devido ao desenvolvimento do Bio-PET. Outro setor que deverá apresentar um crescimento notável no consumo é o setor automotivo que deverá superar o setor de agricultura e bens de consumo em termos de capacidade de produção de bioplásticos.

A maior parte dos investimentos em novas produções de biopolímeros serão feitas na Ásia devido a facilidade de acesso à matéria-prima e por ter um quadro político favorável. As Figuras 3.7 e 3.8 ilustram as capacidades de produção global de biopolímeros divididas por região. De acordo com as projeções, a porcentagem de mercado da Europa irá diminuir de 15,4% para 4,9% e a da América do Norte irá decrescer de 14% para 4,1%. Enquanto que a previsão para a Ásia é aumentar sua participação no mercado de 58,1% para 80,6%. A América do Sul provavelmente irá se manter constante com uma participação entre 10% e 12%. Sendo assim, é esperado que as participações no mercado mundial mudem drasticamente.

Global production capacities of bioplastics in 2014 (by region)

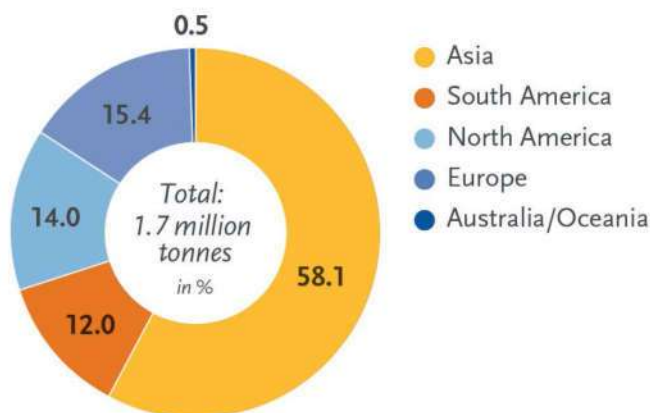


Figura 3.7: Produção global de bioplásticos por região em 2014. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015.

Global production capacities of bioplastics in 2019 (by region)

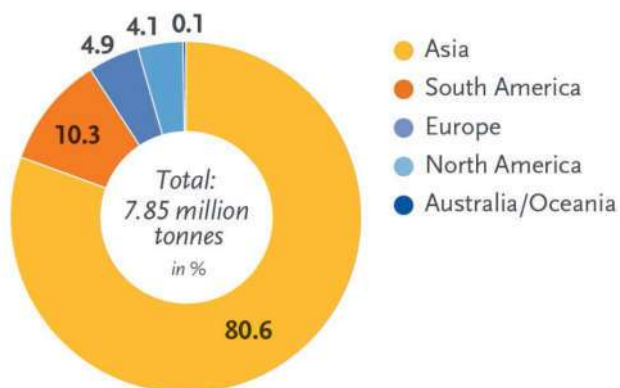


Figura 3.8: Produção global de bioplásticos por região em 2019. Fonte: AESCHELMANN et al, 2015.

- Aceitação dos Bioplásticos no Mercado

Há vários obstáculos para a comercialização de bioplásticos em larga escala. Hoje, o alto custo dos bioplásticos permanece como a barreira de adoção mais significativa. Atualmente, o bioplástico pode custar de duas a dez vezes mais do que os seus correspondentes

à base de petróleo. A diferença de preços permite que apenas uma pequena parte dos clientes potenciais comprem os bioplásticos. Outro problema é a suposição generalizada de que os bioplásticos apresentam um desempenho ruim. Por exemplo, no caso de embalagens de alimentos, vários tipos de bioplásticos são conhecidos por oferecerem propriedades de barreira inferiores às desejadas, reduzindo assim o tempo de prateleira dos produtos alimentares (GHAI, 2015).

Além disso, o desenvolvimento de infraestruturas e instalações de processamento que favorecem a adoção de bioplásticos ainda está atrasada. A falta de instalações para o processamento cria um problema indesejável para os usuários de bioplásticos, que, além de pagarem preços mais elevados ficam sujeitos aos custos adicionais de processamento (GHAI, 2015). Este cenário apresenta uma enorme disparidade com a situação dos plásticos convencionais, cuja aplicação na indústria é suportada pela vasta disponibilidade de processamento e infraestrutura totalmente estabelecida.

Os três principais fatores que determinam o crescimento da indústria de bioplásticos são: maturidade tecnológica, demanda do mercado e políticas governamentais (GHAI, 2015). A maturidade tecnológica refere-se à extensão em que a tecnologia de produção de bioplásticos é capaz de trazer novos produtos bioplásticos que são competitivos em termos de custo e desempenho. Apresentar um produto inovador que ofereça um custo razoável e desempenho melhorado continua sendo um desafio para esta indústria.

A demanda do mercado refere-se à disposição dos consumidores para adotar bioplásticos. Nas últimas décadas, os consumidores expressaram um interesse crescente em "produtos verdes", ou seja, os produtos que causam menos danos ao meio ambiente. Esta crescente consciência ambiental por sua vez afeta as preferências de compra dos consumidores e impulsiona a procura de bioplásticos (GHAI, 2015).

Já as políticas governamentais desempenham um papel muito importante. Mudanças na política e nas legislações em todo o mundo estão impulsionando o mercado e inovação em bioplásticos. Por exemplo, o congresso americano estipulou em 2002 que as agências federais comprem bioprodutos em vez dos seus correspondentes à base de petróleo, se eles estiverem disponíveis e se forem iguais em qualidade e preço (GREEN, 2011). Além disso, inúmeros municípios na América do Norte e Europa já aprovaram leis que proíbem o uso de sacolas plásticas feitas de matérias primas não-renováveis, forçando assim a conversão para bioplásticos (GHAI, 2015).

Atualmente, o mercado de bioplásticos é dominado pelos polímeros conhecidos como "drop-in". Este termo é usado para designar os bioplásticos que apresentam propriedades

técnicas idênticas aos plásticos homólogos produzidos na indústria petroquímica, entretanto, eles são pelo menos parcialmente derivados de biomassa e não são biodegradáveis. As commodities plásticas como o politereftalato de etileno (PET) e o polietileno (PE) lideram essa categoria. Já os plásticos classificados como “não drop-in” são materiais alternativos e diferenciados que geralmente são utilizados para aplicações que exigem propriedades específicas (OROSKI et al, 2014).

A grande participação dos produtos “drop-in” no mercado de bioplásticos é devido a alguns fatores: mesmas propriedades técnicas e processos de produção de produtos já estabelecidos no mercado, o que representa um risco pequeno para os usuários finais; baixo custo de adoção para produtores e usuários finais, pois a cadeia de produção não necessita de grandes ajustes; pequeno impacto no processo de reciclagem, porque esses materiais não são considerados contaminantes no processo de reciclagem de plásticos convencionais. Por isso, provavelmente, a adoção de bioplásticos “drop-in” deverá ser mais rápida do que a adoção dos “não drop-in” (OROSKI et al, 2014).

Entretanto, é necessário levar em consideração se é mais interessante para o usuário final a fonte da matéria-prima ou a biodegradabilidade, tendo em vista que os “drop-ins” não são biodegradáveis. Do ponto de vista ambiental, produtos biodegradáveis podem não ser adequados se os seus processos de produção e purificação consumirem altas quantidades de água e energia (OROSKI et al, 2014).

Segundo OROSKI et al (2014), alguns fatores são considerados críticos para a adoção de novos produtos por usuários finais, considerando se o material é “drop-in” ou “não drop-in”. Esses fatores são: propriedades técnicas e processos, custo de mudança para o usuário final e impacto na reciclagem e avaliação do ciclo de vida (LCA).

A adoção de um novo material certamente depende da percepção do usuário final de suas vantagens técnicas (ROGERS, 2003), que, neste caso, favorecem os produtos do tipo “drop-in”, porque apresentam propriedades idênticas em relação a seu homólogo convencional. Os materiais considerados “não drop-in” costumam apresentar algumas propriedades indesejadas como por exemplo, baixa taxa de cristalização, baixa resistência ao impacto e baixa resistência térmica (OROSKI et al, 2014). No entanto, estas propriedades podem ser melhoradas usando aditivos (BRITO et al, 2011). A biodegradabilidade é interessante para alguns setores industriais como o mercado de alimentos, mas não constituem uma vantagem em si, sendo necessário adicionar algumas outras melhorias nas técnicas.

Os custos de mudança do usuário final são diretamente proporcionais à necessidade de investimento para adoção do material e refletem os custos de aquisição ou de ajustes de ativos especializados complementares. A produção de plásticos geralmente envolve máquinas específicas que representam custos significativos para os produtores. Quando um importante utilizador final adota um novo material, uma maior segurança é percebida pelo mercado. Quando mais empresas adotam um novo material, maior é o interesse no desenvolvimento de soluções para reduzir os custos de troca do usuário final. No caso dos “drop-ins”, este risco é reduzido porque o custo de trocar a utilização do polímero convencional é menor, uma vez que eles apresentam propriedades idênticas. Este tipo de material exige investimentos concentrados no lado da oferta, relativo ao fornecimento e logística de novas matérias-primas (OROSKI et al, 2014).

Os principais custos de mudança para o usuário final (PORTER, 1980), considerando a substituição de um plástico convencional por um material “não drop-in” são: aumento da dependência do fornecedor, pois frequentemente um material específico é fabricado somente por um único produtor, o que reduz a flexibilidade de uma possível mudança de fornecedor, investimentos em ativos específicos (TEECE, 1986) e o tempo de aprendizagem (LEONARD-BARTON, 1995). A adoção de “não drop-in” pelos fabricantes implica em mudanças ou ajustes de máquinas e, conseqüentemente, no investimento e treinamento aumentando os custos de mudança para o usuário final. O tempo de aprendizagem também contribui para aumentar a percepção de risco para os novos usuários (ROGERS, 2003).

O desenvolvimento de uma infraestrutura de reciclagem industrial é considerado como uma pré-condição importante para o mercado de bioplástico. Os sistemas atuais de reciclagem foram desenvolvidos para identificar e processar plásticos convencionais, tais como PET, PP e PE e, portanto, os bioplásticos do tipo “não drop-in”, como o PLA, podem ser vistos como contaminantes (OROSKI et al, 2014).

Outra questão importante a ser considerado é a avaliação do ciclo de vida (LCA). O uso do LCA como uma ferramenta para medir a sustentabilidade do produto e identificar as etapas do processo que podem ser melhorados é interessante para aprimorar a vantagem competitiva dos “não drop-in” em relação ao meio ambiente.

Em suma, a maior participação de “drop-ins” no estágio atual da trajetória de bioplásticos pode ser explicado pelas barreiras de adoção menores do lado da demanda, uma vez que os investimentos necessários são relativamente baixos e os produtos e os usuários finais

podem usar tanto os plásticos convencionais como bioplásticos, uma vez que ambos têm as mesmas propriedades. No entanto, não é possível prever se os materiais “drop-ins” terão uma participação maior do que os “não drop-ins” a longo prazo. Deve notar-se que a maior participação de “drop-ins” é devido ao nível da maturidade na indústria de bioplásticos, que se encontra ainda no seu início. Assim, os agentes tendem a escolher projetos com riscos menores e execução mais rápida. Os novos materiais exigem um esforço por parte dos fabricantes e usuários para conhecerem mais sobre suas propriedades e desenvolverem aplicações. Assim, é necessário promover esforços de mobilização por parte desses agentes, de modo a criar uma agenda de inovação que incentive o desenvolvimento dos materiais “não drop-ins” (OROSKI et al, 2014).

3.1.4 – Vantagens e Desvantagens

Além de muitos serem biodegradáveis, os bioplásticos tem um impacto favorável no ambiente, em especial se comparados com os plásticos derivados de petróleo. Por exemplo, a produção de plásticos derivados de recursos naturais gera uma menor emissão de gases do efeito estufa. Também ao produzir plásticos a partir de biomassa implica na independência de petróleo (SEEKER, 2010).

Enquanto que a produção de bioplásticos pode não gerar as mesmas emissões que os plásticos de origem fóssil, o uso de fertilizantes e pesticidas e a destruição de florestas para a agricultura de produção de milho ou cana de açúcar contrabalança os benefícios (SEEKER, 2010).

A biodegradabilidade e a reciclagem também são problemas. O primeiro problema é que existem muitos tipos de biodegradabilidade. Alguns bioplásticos são biodegradados com oxigênio e radiação, de modo que o lixo deixado no sol será degradado. No entanto, não se decompõe completamente, o processo leva anos e libera substâncias tóxicas. Alguns bioplásticos são designados para biodegradar quando compostados, e isso não terá nenhuma vantagem se o consumidor não compostá-lo, outros precisam passar por processos de compostagem industrial. Ademais, a decomposição de bioplásticos libera metano, que é um gás de efeito estufa mais prejudicial que o dióxido de carbono. Outro problema é quando uma pequena quantidade de plástico PLA é acidentalmente misturada com plástico PET no processo de reciclagem, resultando em produtos plásticos de menor qualidade e valor (PRO EUROPE,

2009).

Além disso, atualmente os custos de produção da maioria destes plásticos de nova geração são altos (custando de 20 a 100% mais), por isso como os bioplásticos ainda se encontram em desenvolvimento é importante ultrapassar as barreiras que limitam seu uso, ou seja, nem todos os bioplásticos tem as mesmas propriedades mecânicas, de resistência a água e permeabilidade de gases que os plásticos tradicionais, é por isso que atualmente a pesquisa sobre os plásticos de nova geração se encontra em um momento importante e o desenvolvimento de normas com relação ao uso de plásticos em materiais de embalagem é fundamental (PACHECO et al, 2014).

O incentivo a pesquisa básica e aplicada para o desenvolvimento e melhoramento destes biomateriais atrelado a um trabalho legislativo intenso permitirá o desenvolvimento de tecnologias para a produção de bioplásticos a um custo menor e com isso motivará o uso dentro das mais diferentes indústrias (PACHECO et al, 2014).

3.1.5 – Ácido polilático

O ácido polilático (PLA) é um poliéster alifático biodegradável derivado de fontes renováveis, como milho, batata e cana-de-açúcar. A NatureWorks LLC é o principal produtor de PLA, com capacidade de produção de 150 mil toneladas por ano na fábrica americana de Blair, no Nebraska (EUA). Devido à grande penetração no mercado, atenção mundial e ao aumento da produção de PLA, o número de pesquisas publicadas sobre PLA aumentaram exponencialmente nos últimos 25 anos (CASTRO-AGUIRRE et al., 2016).

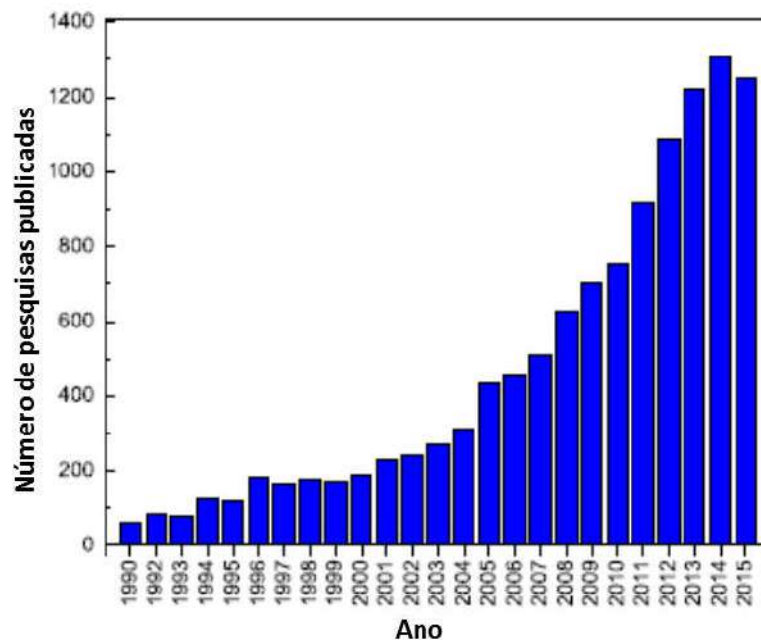


Figura 3.9: Número de pesquisas publicadas desde 1990 baseado em uma pesquisa realizada no Web of Science utilizando as palavras-chave “PLA”, “PLLA”, “PDLA”, “polylactic acid”, “poly lactide” e “poly(lactic acid)”. Fonte: Adaptado de CASTRO-AGUIRRE et. al., 2016.

O PLA foi descoberto em 1932 por Carothers (da DuPont). Inicialmente, ele só conseguiu produzir um PLA de baixo peso molecular ao aquecer o ácido láctico sob vácuo enquanto retirava a água condensada. O principal problema naquela época era aumentar o peso molecular dos produtos. O primeiro PLA de alto peso molecular foi sintetizado por polimerização de abertura do anel de lactide (JAMSHIDIAN et al, 2010). Esse trabalho realizado pela DuPont resultou em uma patente do processo de polimerização de PLA de alto peso molecular em 1954 (HAMAD et al, 2015). O PLA foi utilizado, primeiramente, em combinação com o ácido poliglicólico (PGA) como material de sutura e vendido sob o nome Vicryl nos EUA em 1974 (JAMSHIDIAN et al, 2010).

Atualmente, embora existam várias maneiras de fabricar o PLA, nenhuma delas é simples ou fácil de executar. A síntese de PLA requer um controle rigoroso das condições (temperatura, pressão e pH), uso de catalisadores e tempos longos de polimerização. O PLA pode ser preparado por diferentes processos de polimerização a partir de ácido láctico incluindo: policondensação, polimerização de abertura do anel e por métodos diretos, como desidratação azeotrópica e polimerização enzimática. Atualmente, a polimerização direta e a

polimerização de abertura do anel são as técnicas de produção mais utilizadas. A Figura 3.9 mostra os principais métodos para a síntese de PLA (FARAH et al, 2016).

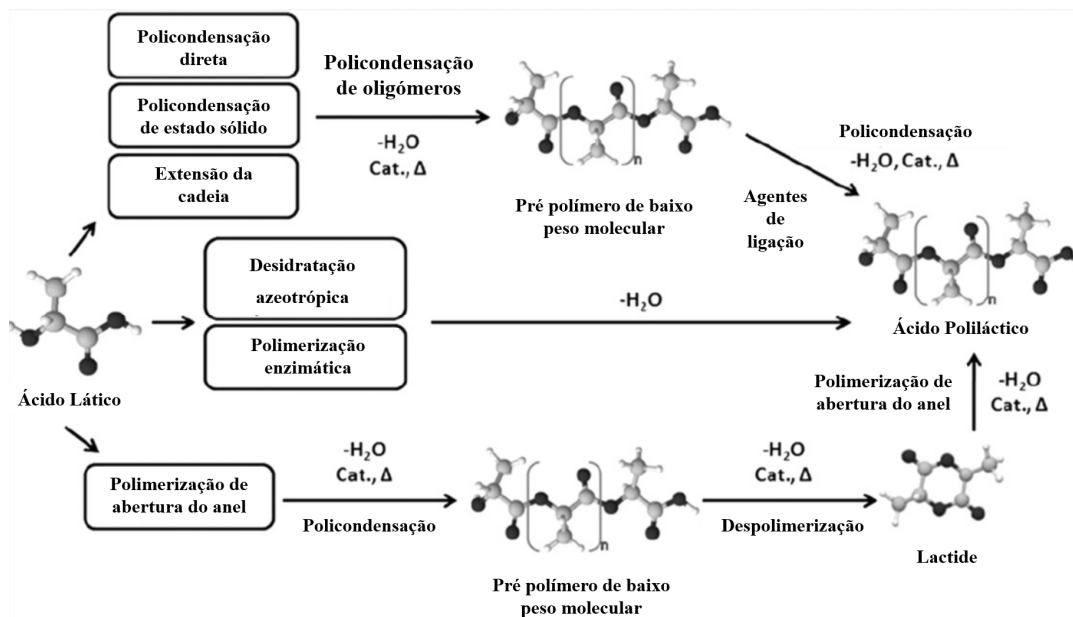


Figura 3.10: Métodos de síntese do ácido polilático. Fonte: Adaptado de FARAH et al, 2016.

Em comparação com outros biopolímeros, a produção de PLA tem inúmeras vantagens, como: 1) Sustentabilidade - além de ser derivado de recursos renováveis (como milho, trigo ou arroz), o PLA é biodegradável, reciclável e compostável. Sua produção também consome dióxido de carbono. 2) Biocompatibilidade – é o aspecto mais atraente do PLA, especialmente no que se refere às aplicações biomédicas. Um material biocompatível não produz efeitos tóxicos ou cancerígenos. A FDA³ também aprovou o PLA para contato direto com fluidos biológicos. 3) Processabilidade - o PLA tem melhor processabilidade térmica em comparação com outros biopolímeros, tais como polihidroxialcanoato (PHA), polietilenoglicol (PEG) e policaprolactona (PCL). Pode ser processado por moldagem por injeção, extrusão, moldagem por sopro, termoformagem e fiação de fibras (spinning). 4) Economia de energia - o PLA requer entre 25% e 55% menos energia para ser produzido do que os polímeros à base de petróleo. As estimativas mostram que isso pode ser reduzido para menos de 10% no futuro. O menor uso de

³ FDA é a sigla de Food and Drug Administration, que é um órgão do governo dos Estados Unidos, criado em 1862, com a função de controlar os alimentos e medicamentos, através de diversos testes e pesquisas.

energia também torna a produção de PLA potencialmente vantajosa em relação ao seu custo (FARAH et al, 2016).

Embora, apesar das características positivas citadas acima, o PLA também apresenta desvantagens, o que limita seu uso em certas aplicações. As principais desvantagens do ácido poliláctico são: 1) Baixa resistência - o PLA é um material muito frágil com menos de 10% de alongamento até a ruptura⁴. Embora a resistência à tração⁵ e o módulo de elasticidade⁶ sejam comparáveis ao do poli(tereftalato de etileno) (PET), a baixa resistência limita seu uso em aplicações que precisam de deformação plástica em níveis de tensão mais altos (por exemplo, parafusos e placas de fixação de fratura). 2) Taxa de degradação lenta - o PLA degrada-se através da hidrólise dos grupos éster. A taxa de degradação depende da cristalinidade do PLA, peso molecular e sua distribuição, morfologia, taxa de difusão da água no polímero e o conteúdo estereoisomérico. A taxa de degradação é frequentemente considerada um importante critério de seleção para aplicações biomédicas. A taxa de degradação lenta é um problema sério no que diz respeito ao descarte de produtos de consumo. 3) Hidrofobicidade – o PLA é relativamente hidrofóbico. Isso resulta em baixa afinidade pelas células, e pode provocar, em alguns casos, uma resposta inflamatória no hospedeiro vivo. 4) Ausência de grupos reativos de cadeia lateral - o PLA é quimicamente inerte, sem grupos reativos de cadeia lateral, tornando suas modificações uma tarefa desafiadora (FARAH et al, 2016).

A produção de PLA para aplicações industriais aumentou acentuadamente devido ao seu custo competitivo e à percepção pública positiva sobre o baixo impacto ambiental do polímero. As aplicações industriais para PLA podem ser categorizadas em dois grupos principais: bens de consumo duráveis e bens de consumo não duráveis. Do ponto de vista econômico, os bens duráveis de consumo são produtos básicos com uma vida útil de mais de 3 anos, como eletrodomésticos, carros e produtos médicos. Os bens de consumo não duráveis são produtos que têm uma vida de até 3 anos, como embalagens, itens médicos de curto prazo e utensílios descartáveis. Em alguns casos, essas categorias de produtos podem se sobrepor, dependendo do design do PLA (CASTRO-AGUIRRE et al, 2016).

O uso de PLA em embalagens e utensílios descartáveis tornou-se amplamente difundido nos últimos 5 anos. Pesquisas colaborativas entre a indústria e a área acadêmica têm

⁴ O alongamento até a ruptura é o alongamento percentual do comprimento do material sob tração, no momento da ruptura.

⁵ A resistência a tração é avaliada pela carga aplicada por unidade de área no momento da ruptura.

⁶ O módulo de elasticidade é a máxima tensão que o material suporta sem sofrer deformação permanente.

sido feitas com o objetivo de fortalecer o mercado de embalagens verdes para atender às demandas dos consumidores por embalagens derivadas de recursos renováveis. O PLA tem inúmeros desafios para aplicações de embalagens comerciais devido à sua limitação mecânica e desempenho de barreira. No entanto, o desempenho de embalagens de PLA foi melhorado significativamente pela adaptação do processamento do polímero misturando com outros polímeros e adicionando compostos, tais como agentes de nucleação, antioxidantes e plastificantes para atender às necessidades das aplicações (CASTRO-AGUIRRE et al, 2016).

Os materiais poliméricos de PLA podem ser expostos a diferentes ambientes durante a vida, o que pode promover sua degradação. A degradação leva a mudanças irreversíveis no polímero até que ele gradualmente falhe devido à perda de várias propriedades. Essa perda de propriedades pode ocorrer sob diferentes mecanismos, incluindo hidrólise química, degradação microbiana, fotoquímica, térmica e enzimática, que ocorre principalmente pela cisão da cadeia principal ou pela cisão da cadeia lateral (CASTRO-AGUIRRE et al, 2016).

Quase todos os plásticos convencionais como Polietileno (PE), Polipropileno (PP), Poliestireno (PS) e o Policloreto de vinila (PVC) são resistentes ao ataque microbiano; já os poliésteres alifáticos como PLA são prontamente degradados por microrganismos presentes no meio ambiente (JAMSHIDIAN et al, 2010). Dependendo da aplicação, a degradação do PLA pode ser uma vantagem ou uma desvantagem. No caso embalagens contaminantes, a degradação através de diferentes mecanismos é uma das vantagens do PLA (CASTRO-AGUIRRE et al, 2016).

De acordo com o Relatório de Desenvolvimento Sustentável Global de 2015, a crescente conscientização global da sustentabilidade está visivelmente alterando as preferências dos consumidores e os produtores precisam se adaptar para atender a essas preferências, juntamente com a necessidade de ferramentas que permitam avaliar os impactos ambientais dos materiais. A Comissão Europeia introduziu uma hierarquia de resíduos de cinco níveis na Diretiva Europeia de Resíduos, que são: 1) prevenção, 2) reutilização, 3) reciclagem, 4) recuperação e 5) eliminação. Da mesma forma, a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) possui uma hierarquia integrada de gerenciamento de resíduos de quatro níveis: 1) redução de fonte (incluindo reutilização), 2) reciclagem (incluindo compostagem), 3) combustão com recuperação de energia e 4) disposição através do aterro sanitário (CASTRO-AGUIRRE et al, 2016).

O PLA é um polímero especial, pois pode ser tratado em todos os níveis da hierarquia, incluindo a compostagem⁷. No entanto, de acordo com a EPA, cerca de 254.110 milhares de toneladas de resíduos sólidos urbanos foram gerados nos EUA em 2013, das quais cerca de 25,5% foram reciclados, 8,8% passaram pelo processo de compostagem, 12,9% foram incinerados com recuperação de energia e 52,8% foram descartados em aterros sanitários. A embalagem e os recipientes constituíram a maior parcela (29,8%) dos resíduos sólidos, do qual apenas cerca de 5,2% de embalagens plásticas foi recuperada, principalmente PET (24,8%) e PE (16%). Por outro lado, das 50 mil toneladas de resíduos de PLA geradas (principalmente pratos e copos descartáveis, embalagens e outros bens não duráveis), apenas uma quantidade insignificante (menos de 5000 toneladas, 10%) foi recuperada por meio de reciclagem e/ou compostagem (CASTRO-AGUIRRE et al, 2016).

A triagem de materiais de PLA em instalações de reciclagem é difícil devido a baixos volumes desse material e em muitos casos, os recipientes de PLA se parecem com PET. Por isso, existe a possibilidade de misturar os diferentes materiais juntos. Como resultado, há uma grande preocupação na comunidade de reciclagem de que garrafas de PLA, em níveis suficientemente altos, contaminariam o fluxo de reciclagem de PET devido a diferenças de propriedades químicas e térmicas. A associação comercial da indústria de plástico PET dos EUA e do Canadá citou o custo de separação, aumento da contaminação, perda de rendimento e impacto no processamento e na qualidade do PET reciclado (RPET). Consequentemente, a NatureWorks® e a Primo Water Corp. (PWC) realizaram uma avaliação de reciclagem de garrafas em escala comercial para demonstrar que os sistemas automatizados que estão sendo utilizados hoje na indústria de reciclagem são capazes de separar frascos de PLA de garrafas PET com boa precisão e eficiência (93%) (JAMSHIDIAN et al, 2010).

3.2 – Bibliometria

A bibliometria é uma análise quantitativa que apresenta vantagens de oferecer informações necessárias para a tomada de decisão. Essa análise oferece dados sobre as atividades na área científica sobre o tema, resume esse tema e fornece uma perspectiva da pesquisa e seu desempenho (THOMSON REUTERS A, 2008).

⁷ É um processo onde os microrganismos degradam a matéria orgânica e geram dióxido de carbono, água, compostos inorgânicos e biomassa.

O rastreamento é feito a partir de buscas de palavras-chave, indicando a evolução de uma tecnologia específica. Isso facilitaria a tomada de decisão e a escolha da melhor estratégia para o processo em análise (YOSHIDA, 2010).

A intuição é um processo de tomada de decisão que está relacionado a bibliometria, visto que quando a tecnologia pesquisada é nova, os termos utilizados não têm hierarquia entre eles e são escolhidos de forma subjetiva.

Como a bibliometria rastreia determinadas palavras-chave, é um método que quantifica as publicações em que esses termos aparecem e não que analise o conteúdo de tais publicações (YOSHIDA, 2010). Essa quantificação de publicações com os termos determinados corresponde às tendências de pesquisa desse assunto (PORTER, 2007).

Na bibliometria, é necessário que os termos a serem pesquisados sejam determinados para que garantam abrangência sobre o tema que está sendo analisado. De forma que as combinações entre eles correspondam a todas as referências possíveis da tecnologia.

A bibliometria, como qualquer outra metodologia baseada em análise de palavras-chave em bases de dados, possui alguns cuidados que devem ser considerados. O primeiro cuidado que deve ser tomado é a escolha da base de dados a ser utilizada. Isso porque nem todas as informações importantes estão disponíveis por questões de confidencialidade, por exemplo. Além disso, deve-se escolher a base de dados que possui maior abrangência sobre o tema analisado, sendo necessário em alguns casos utilizar mais de uma base de dados. Outro problema é relacionado ao idioma, já que muitas bases de dados utilizam o inglês como idioma de pesquisa, por isso deve-se conhecer os termos que serão buscados nesse idioma. Um outro cuidado que deve ser considerado é que algumas publicações somente citam o assunto específico em estudo e por isso devem ser desconsideradas através de uma análise atenciosa do resultado obtido.

Capítulo 4 – Metodologia

Neste estudo, foi utilizada a pesquisa bibliográfica, identificando o número de publicações que contém os termos relacionados à tecnologia em questão. Logo, a bibliometria foi aplicada para rastrear as aplicações de bioplásticos, mais especificamente dos ácidos poliláticos (PLA) para acompanhar a evolução desse produto, considerando assim o tipo de publicações como patentes.

Foi utilizada a base de dados United States Patent and Trademark Office® (USPTO), utilizando os recursos de busca do próprio site. Por meio da pesquisa rápida, os termos pesquisados foram ácido polilático como título e ácido polilático como resumo. Para abranger uma maior quantidade de publicações foi considerado o idioma inglês, e os termos utilizados para pesquisa foram polylactic acid, já que este é o idioma oficial da base de dados. O tempo estipulado foi de 1976 ao presente para patentes concedidas e de 2001 ao presente para patentes aplicadas, pois essas são as únicas opções fornecidas pelo site.

Foi utilizada a base de dados USPTO, porque ela funciona como um Escritório de Recepção, uma Autoridade de Pesquisa Internacional e uma Autoridade de Análise Preliminar para pedidos de patentes internacionais.

A USPTO é uma agência no Departamento de Comércio dos Estados Unidos que emite patentes para inventores e empresas para suas invenções e registro de marca registrada para produtos e identificação de propriedade intelectual. Mantém um registro histórico permanente e interdisciplinar de todos os pedidos de patentes de muitos países. O site fornece diversas ferramentas de pesquisa para encontrar as cópias eletrônicas gratuitas de patentes e pedidos de patentes.

A escolha correta da palavra-chave é muito importante, porque é o que define a amostra da pesquisa. Foi escolhida ácido polilático como palavra-chave, visto que o objetivo era restringir os resultados a patentes que abordem esse tipo de bioplástico, analisando as patentes que de alguma forma, mesmo que apenas citando, trate de suas aplicações.

A base de patentes utilizada busca por patentes concedidas e aplicadas. Para a busca foi escolhida a pesquisa rápida, porque além de ser mais simples, permite combinar resultados de pesquisa, no caso patentes que abordem o ácido polilático no título e no resumo, como mostra a Figura 4.1. Para isso, a USPTO utiliza operadores booleanos, o operador AND busca todos os termos, o OR indica que pelo menos um dos termos digitados será encontrado, já o operador ANDNOT não considera as palavras-chave determinadas.

Foram escolhidas somente as publicações em inglês, porque permite maior visibilidade, além de serem mais importantes do que as publicações em idiomas mais restritos como o japonês e o alemão, por exemplo.

US PATENT & TRADEMARK OFFICE
PATENT APPLICATION FULL TEXT AND IMAGE DATABASE

[Help](#) [Home](#) [Boolean](#) [Manual](#) [Number](#)
[View Shopping Cart](#)

Data current through June 22, 2017.

Query [\[Help\]](#)

Term 1: in Field 1:

AND

Term 2: in Field 2:

Select years [\[Help\]](#)

Figura 4.1: Pesquisa rápida de patentes aplicadas na base de dados USPTO. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Neste caso, avaliou-se o uso da bibliometria para monitorar as aplicações de tal produto e não o seu sucesso comercial.

Foi realizada uma busca na quantidade de patentes contendo as palavras-chave relacionadas ao produto analisado. Não foi realizada a busca da quantidade de ocorrências dentro de uma mesma patente.

O resultado obtido na pesquisa realizada na base de dados USPTO apresenta algumas informações das patentes, como título do documento e número do pedido de aplicação, como mostra a Figura 4.2. O resultado é mostrado de 50 em 50 patentes aplicadas.

Prev. 50 Hits

Next 50 Hits

Jump To

Refine Search

PUB. APP. NO.	Title
51	20150147549 POLYLACTIC ACID RESIN AND PACKAGING FILM COMPRISING THE SAME
52	20150147507 ARTICLE COMPRISING FOAMED POLYLACTIC ACID AND PROCESS OF MAKING THE SAME
53	20150091211 POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION
54	20150086768 POLYLACTIC ACID RESIN SHEET FOR THERMAL MOLDING USE
55	20150080503 ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY BOARD USING POLYLACTIC ACID AND WOOD FIBER, AND METHOD FOR PREPARING SAME
56	20150073070 BOARD USING CROSSLINKED POLYLACTIC ACID AND METHOD FOR PREPARING SAME
57	20150072142 POLYLACTIC ACID FILM OR SHEET, AND PRESSURE-SENSITIVE ADHESIVE TAPE OR SHEET
58	20150065732 METHOD FOR PREPARING REFINED LACTIDE FROM RECOVERED POLYLACTIC ACID
59	20150051320 BOARD USING CROSSLINKED POLYLACTIC ACID AND METHOD FOR PREPARING SAME
60	20150044929 Modified Poly(lactic Acid) Fibers

Figura 4.2: Resultado da pesquisa na base de dados USPTO. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Na pesquisa, foi obtido um resultado de 207 patentes concedidas e 339 patentes aplicadas na base de dados USPTO, que estão listadas no Anexo 1. Esse resultado foi organizado no formato de uma planilha no Excel e pôde ser analisado estatisticamente de maneira mais fácil e detalhada. Ao realizar a seleção dessas patentes a partir da leitura minuciosa dos títulos e resumos, alguns foram descartados já que não abrangiam de maneira nenhuma as aplicações do ácido poliláctico, assim foram obtidas 129 patentes concedidas e 202 patentes aplicadas. Essas patentes descartadas em sua maioria abordavam a composição do ácido poliláctico, sem se importar com os usos que esse PLA terá no futuro.

Capítulo 5 – Resultados e Discussão

Este capítulo apresenta os resultados das análises das patentes concedidas e aplicadas. A pesquisa realizada na base de dados USPTO forneceu os dados apresentados, que são relacionados a uma avaliação de cada documento relativo à aplicação do ácido poliláctico.

A pesquisa bibliométrica realizada nesse trabalho tem caráter investigativo do perfil do produto desenvolvido nas patentes e das aplicações do mesmo. Essa análise permite conhecer o enfoque que tem sido dado no uso de bioplásticos, mais especificamente do PLA de forma a determinar quais produtos poderão substituir plástico de origem fóssil por plástico biodegradável. O perfil do uso de ácido poliláctico (PLA) como produto final está sendo desenvolvido a partir da análise do número de patentes concedidas e aplicadas por ano, por país, por região, pela aplicação e por empresas.

5.1 – Análise de Patentes Aplicadas

5.1.1 – Perfil Temporal das Patentes Aplicadas

As patentes selecionadas foram separadas pelo ano em que foram aplicadas, apresentadas na Figura 5.1.

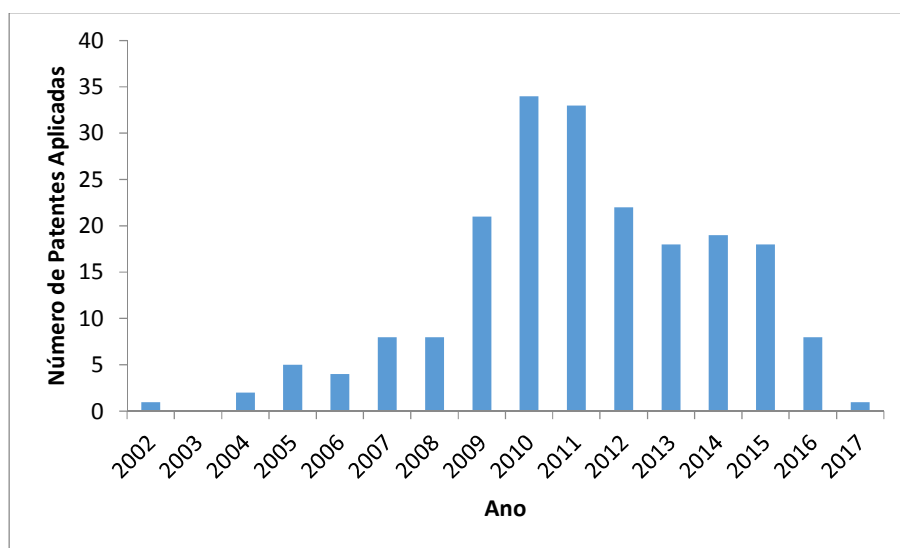


Figura 5.1: Perfil de patentes aplicadas por ano. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

A pesquisa foi realizada utilizando o intervalo de 2001 a 2017 e a primeira patente foi identificada em 2002. Isso mostra que o uso de bioplásticos é muito recente e é uma tecnologia que está sendo desenvolvida de forma crescente, como pode ser observado na evolução do número de patentes, apesar da ausência de patente em 2003 e a diminuição no número de patentes a partir de 2012, excluindo 2017 (cuja análise foi realizada antes de terminar o ano) o número de patentes é considerável. Essa diminuição a partir de 2012 pode ser explicada pelas consequências econômicas da crise mundial de 2012, que diminuiu os investimentos em novas tecnologias.

A patente aplicada em 2002 foi “Polyhydroxyalkanoate copolymer and polylactic acid polymer compositions for laminates and films” de Noda, I., et al. dos EUA, que aborda a composição de polímeros para a produção de filmes e laminados. Essa patente pode ser considerada a pioneira do uso de ácido polilático na pesquisa realizada na USPTO.

A Figura 5.1. mostra que houve um aumento significativo no número de patentes aplicadas entre 2008 e 2009. Esse fato pode estar relacionado à crise de petróleo e crise financeira de 2008 (UOL ECONOMIA, 2008). A pequena capacidade excedente da produção mundial fez com que a oferta não se adequasse à demanda, gerando um choque de demanda, assim o preço dos barris de petróleo aumentou drasticamente e surgiu o risco de escassez a longo prazo (BLOOMBERG, 2011). Além disso, a crise financeira, que surgiu com a explosão da bolha especulativa no mercado imobiliário e a expansão do crédito bancário, gerou uma recessão mundial e forte retração econômica que contribuiu para que o problema da demanda de petróleo fosse amenizado, visto que a demanda teve que diminuir, porém a crise de petróleo mesmo assim ainda perdurou por um tempo (INFOPETRO, 2011). Motivados pela crise de petróleo, diversos estudos de novas fontes para a obtenção de plástico, item essencial em qualquer âmbito da sociedade, foram desenvolvidos. Mostrando que por trás de cada crise está escondida uma oportunidade. Como é o caso do surgimento do computador, do micro-ondas e dos foguetes após a Segunda Guerra Mundial.

Possivelmente o aumento de forma geral de patentes aplicadas também se deve ao fato de que as fontes de combustíveis fósseis são finitas, além da maior preocupação com o meio ambiente, já que seus gases são poluentes.

5.1.2 – Perfil de Patentes Aplicadas por País

As patentes aplicadas resultantes da pesquisa foram separadas por país em que foram desenvolvidas. É importante salientar que aquelas patentes cujos inventores são de mais de um país, foi considerado o país de todos os inventores, obtendo assim uma mesma patente para dois ou mais países. Dessa forma, o gráfico de número de patentes por país foi gerado, como mostra a Figura 5.2.

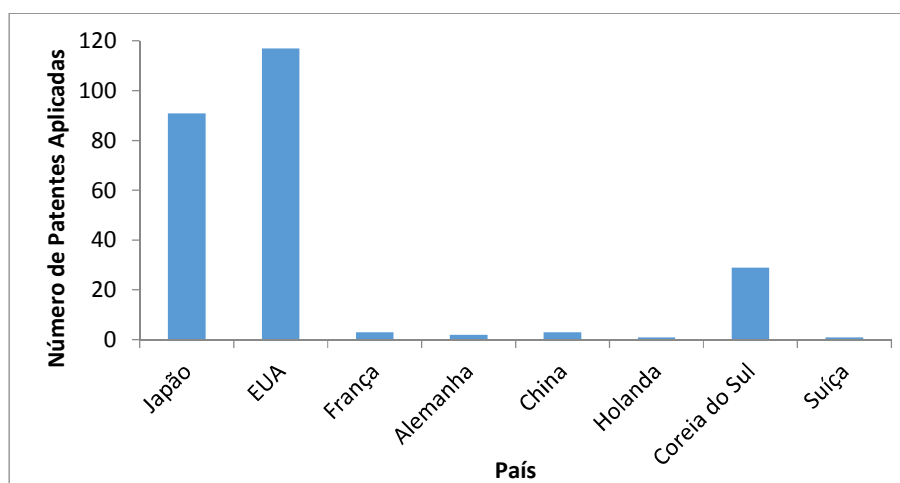


Figura 5.2: Perfil de patentes aplicadas por país. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

As patentes aplicadas em que os inventores são de mais de um país foram mostradas na Figura 5.3.

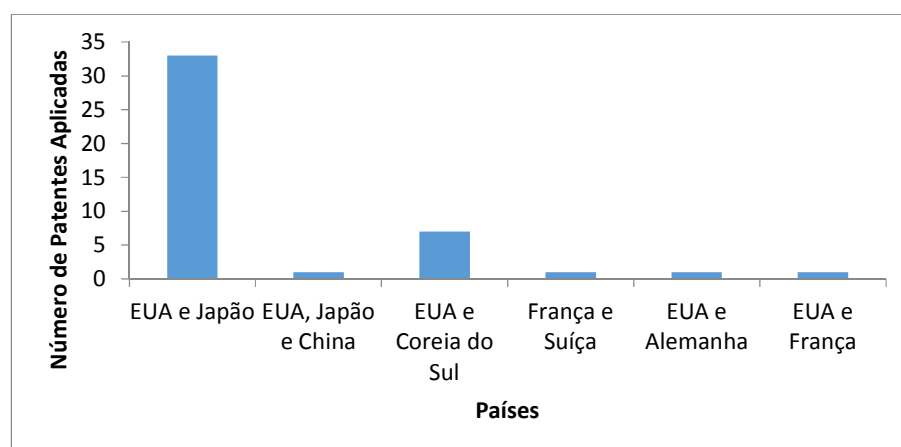


Figura 5.3: Perfil de patentes aplicadas por países. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Os EUA e o Japão foram os países que mais se destacaram em número de patentes aplicadas. Esses países são duas das maiores economias mundiais e grandes consumidores de energia e conseqüentemente de petróleo para a produção de plástico, o que justifica o grande interesse na pesquisa.

As tendências de pedidos de patentes dos EUA e do Japão por ano são apresentadas nas Figuras 5.4 e 5.5, respectivamente. Além disso, na Figura 5.6 é apresentada a tendência de pedidos de patentes que foram desenvolvidas pelos dois países concomitantemente.

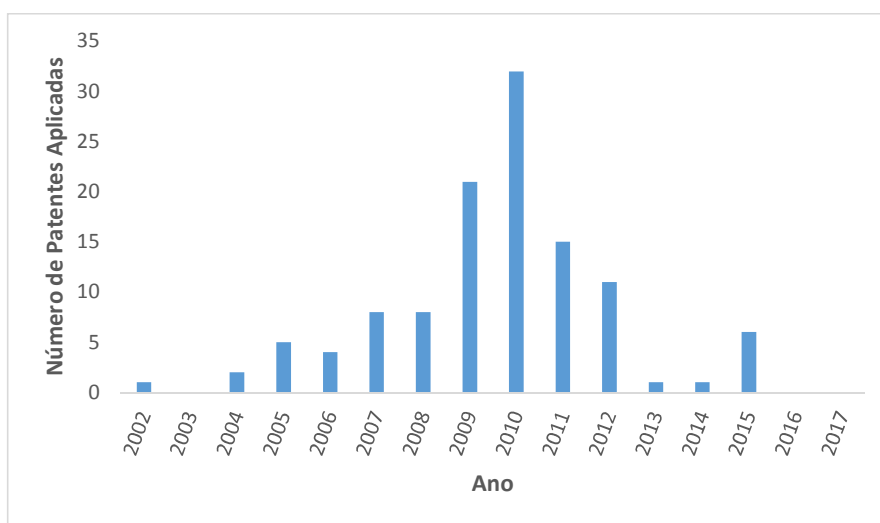


Figura 5.4: Perfil de patentes aplicadas dos EUA por ano. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

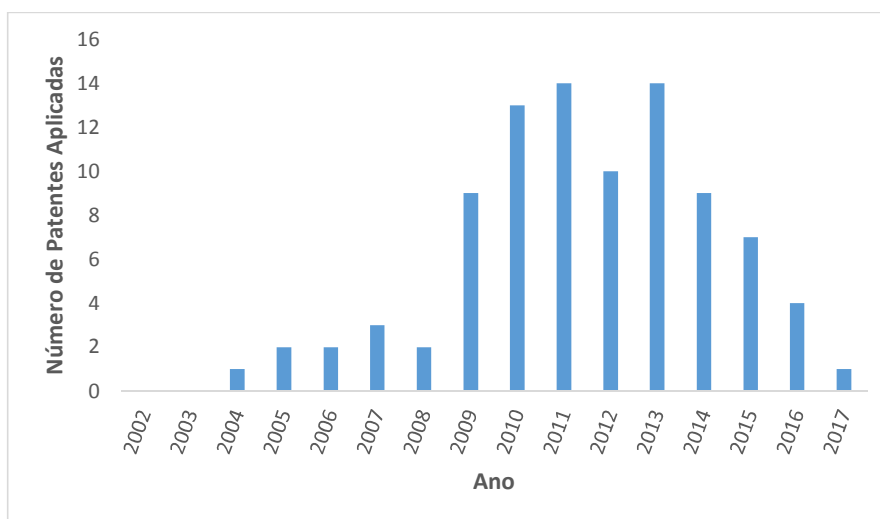


Figura 5.5: Perfil de patentes aplicadas do Japão por ano. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

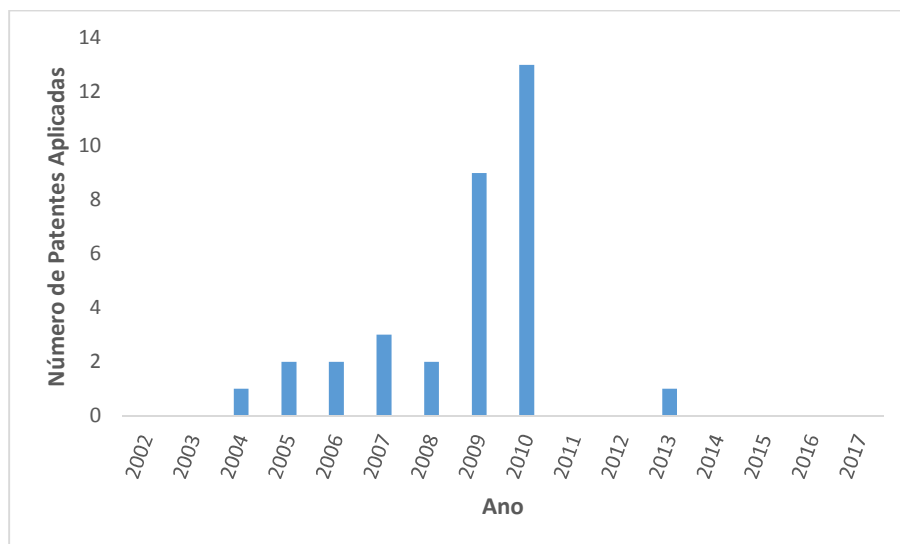


Figura 5.6: Perfil de patentes aplicadas dos EUA e Japão por ano. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

O Japão começou a aplicar patentes sobre aplicação de ácido polilático em 2004, já os EUA começaram em 2002, com um período de ausência de patentes em 2003, 2016 e 2017. Como os EUA aplicou apenas uma patente em 2002 e não aplicou em 2003, retornando a aplicar em 2004, podemos considerar que os dois países começaram a aplicar patentes praticamente juntos. Porém, os pedidos de patentes do Japão superam os dos EUA de 2013 em diante, mostrando o interesse em alternativas para os plásticos derivados do petróleo.

Em 2004, Japão e EUA começaram a aplicar patentes sobre aplicação de ácido polilático conjuntamente, com um período de ausência entre 2011 e 2012 e 2014 e 2017, tendo um pico de patentes aplicadas em 2009 e 2010, mesmo período que o EUA sozinho teve um maior pedido de patentes aplicadas.

5.1.3 – Perfil de Patentes Aplicadas por Região

Após a separação das patentes aplicadas em país, os países foram separados em região ou continente. Dessa forma, o perfil de patentes aplicadas por região foi gerado, como pode ser visto na Figura 5.7.

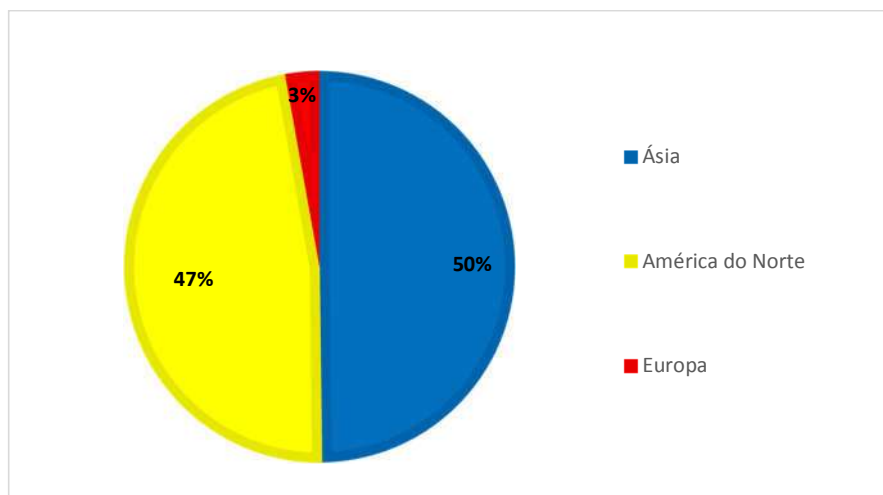


Figura 5.7: Perfil de patentes aplicadas por região. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

As regiões que mais se destacam no pedido de patentes aplicadas são a Ásia e a América do Norte, fato facilmente explicado por serem continentes com os países que possuem as três maiores economias do mundo, EUA, China e Japão, e que são os maiores consumidores de energia e de petróleo também para a produção de plástico necessário ao desenvolvimento, estando em busca de novas formas de obtenção de plástico para atender às suas demandas. Os EUA pediram o correspondente a 100% das patentes aplicadas da América do Norte e 47% do total de patentes aplicadas no mundo. Já o Japão pediu 74% das patentes aplicadas da Ásia e 37% do total de patentes aplicadas no mundo. Portanto, EUA e Japão dominam as patentes aplicadas sobre o uso de ácido poliláctico no mundo. Como a tecnologia é recente e ainda está sendo desenvolvida, a perspectiva desse produto chegar ao mercado ainda é pequena em todas as regiões.

5.1.4 – Perfil de Patentes Aplicadas pela Aplicação do Ácido Poliláctico

O bioplástico PLA ainda é um produto recente, que está sendo desenvolvido. Como o interesse no presente trabalho é no produto que chega ao consumidor final, as patentes foram analisadas de acordo com a aplicação, o uso do ácido poliláctico propriamente dito. Na Figura 5.8, pode-se analisar as principais aplicações do PLA.

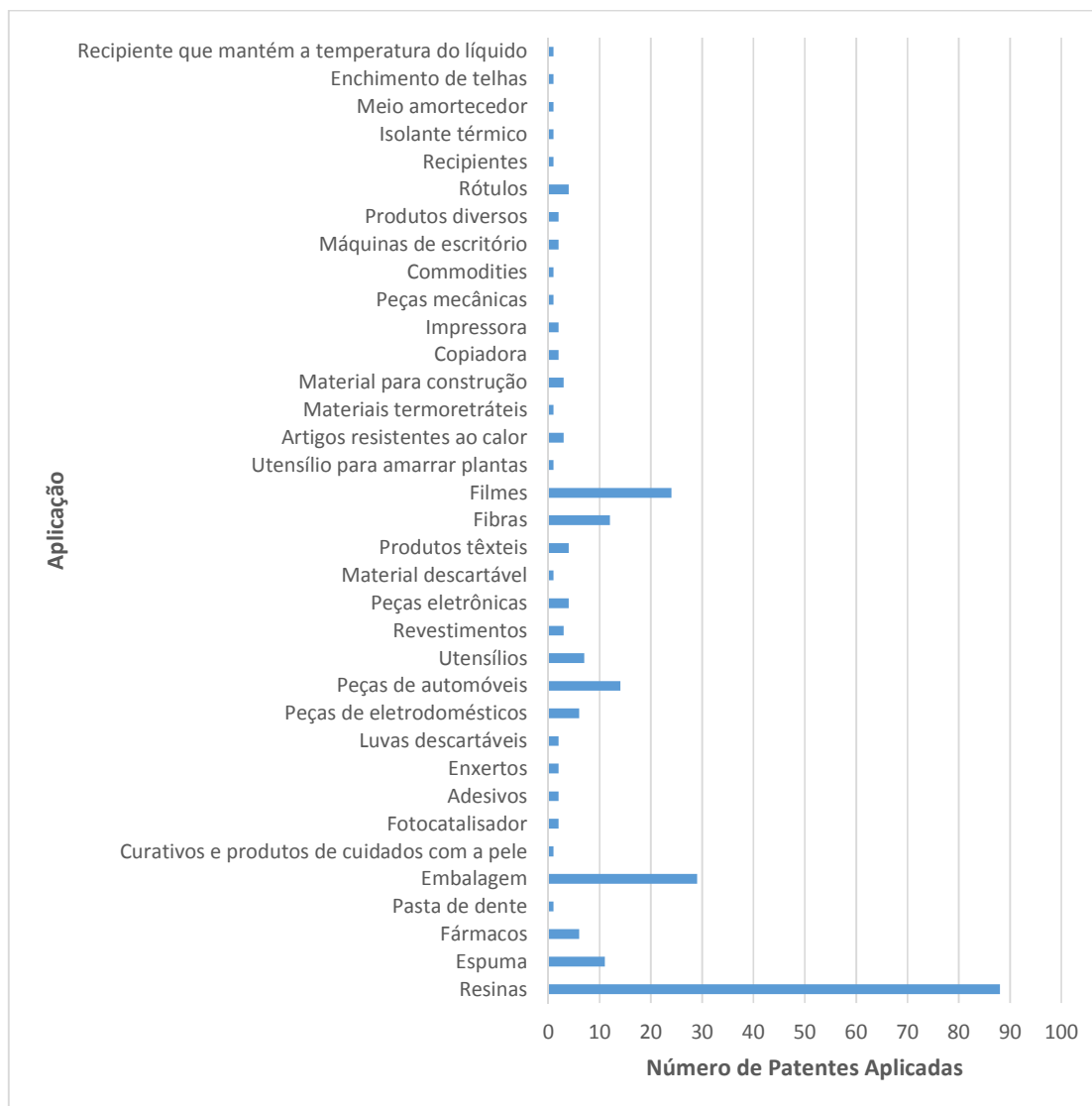


Figura 5.8: Perfil de patentes aplicadas por aplicação do PLA. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Pela Figura 5.8, percebe-se que a principal aplicação do PLA é como resina, que pode ter diferentes usos, não sendo necessariamente um produto que será usado pelo consumidor final. Essa resina pode ser usada para obter produtos que finalmente chegarão ao consumidor. Então, a principal aplicação do PLA como produto final, utilizado pelo consumidor, é embalagem, que pode ser embalagem para alimentos, para flores e sacolas propriamente ditas.

5.1.5 – Perfil de Patentes Aplicadas por Empresas

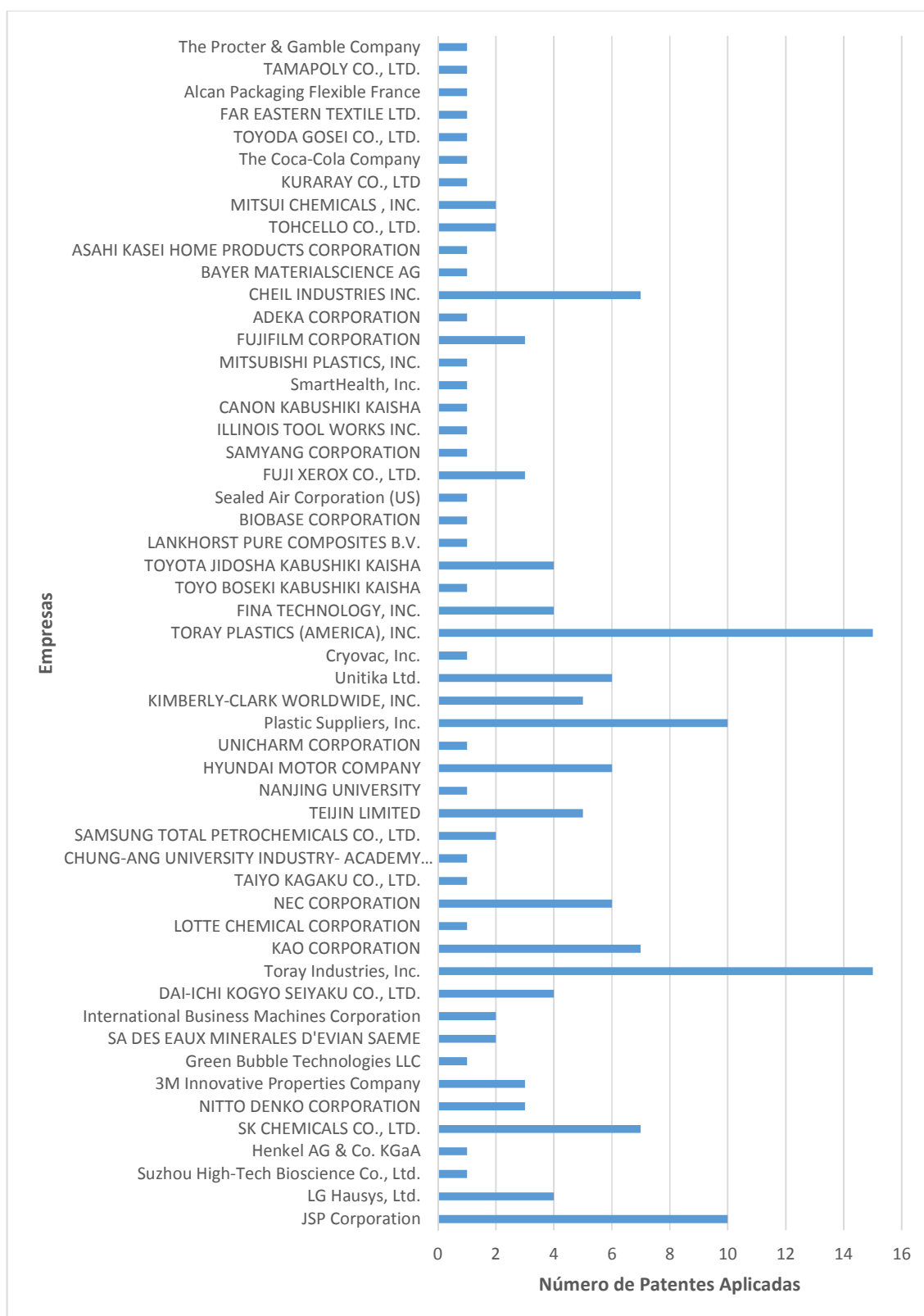


Figura 5.9: Perfil de patentes aplicadas por empresas. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Pela Figura 5.9, pode-se perceber que as principais empresas que fizeram o pedido de patentes aplicadas foram Plastic Suppliers, Inc. dos Estados Unidos, JSP Corporation do Japão com 10 patentes aplicadas cada; Toray Industries, Inc. do Japão e sua subsidiária Toray Plastics (America), Inc. dos Estados Unidos, ambas com 15 patentes aplicadas.

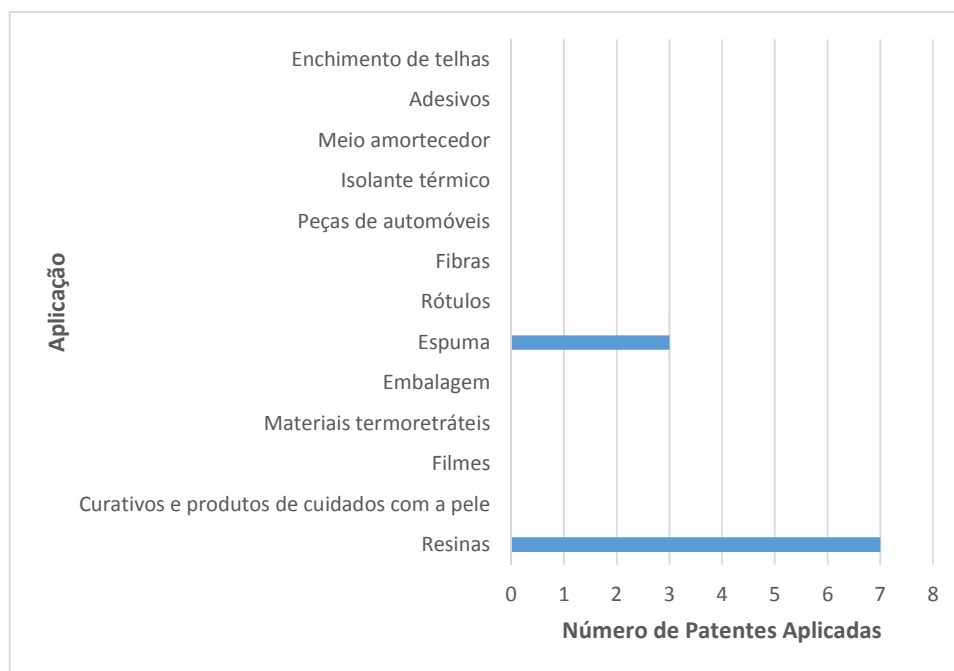


Figura 5.10: Perfil de patentes aplicadas por aplicação para a empresa JSP Corporation. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

A JSP Corporation é uma empresa totalmente global, que atende aos mercados automotivo, de construção, de engenharia civil, de embalagens e de embalagens para alimentos com uma variedade de polímeros expandidos. E também é líder da indústria de plástico espumado e foi a pioneira em materiais e produtos plásticos espumados. Tem como foco a redução do consumo de energia e de geração de subprodutos, diminuindo o impacto ambiental.

Na Figura 5.10, nota-se que a JSP Corporation entrou com pedido de patentes aplicadas que abrangem espuma e resinas. Isso é facilmente explicado pelo fato de ser uma empresa líder na produção de plástico espumado e atender aos mais diversos mercados.

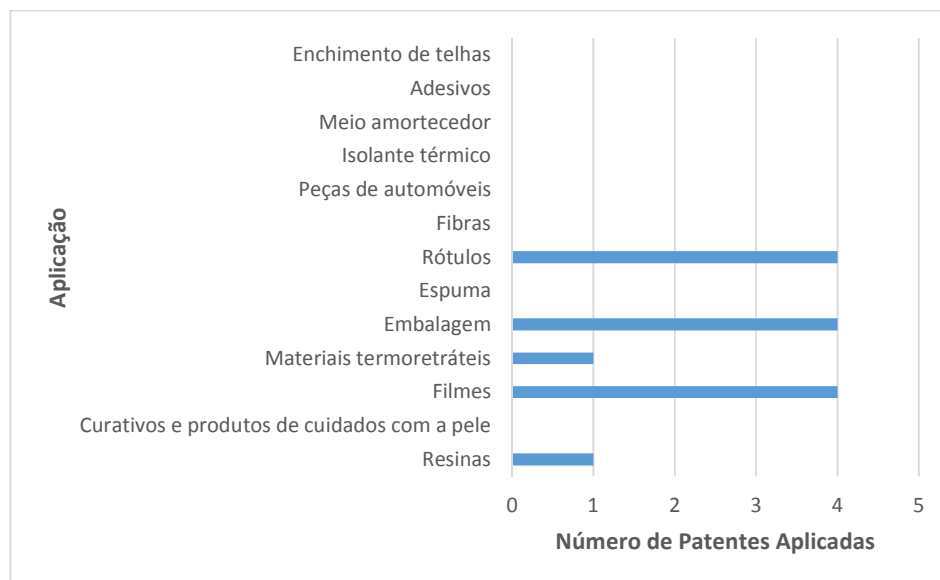


Figura 5.11: Perfil de patentes aplicadas por aplicação para a empresa Plastic Suppliers, Inc.. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Plastic Suppliers é uma empresa fornecedora global de soluções de filmes biológicos e petroquímicos inovadores para uma ampla gama de segmentos de mercado, incluindo alimentos, bebidas, saúde e beleza, produtos médicos e de escritório e embalagens. A Plastic Suppliers tem como parceiro de fabricação a NatureWorks, uma das maiores produtoras de bioplásticos (PLA) do mundo.

Na Figura 5.11, pode-se perceber que a Plastic Suppliers aplicou igualmente patentes sobre filmes, embalagem e rótulos. Como é uma empresa que fornece soluções de filmes para diversos segmentos, incluindo o de embalagem era de se esperar que suas patentes abordassem esses temas.

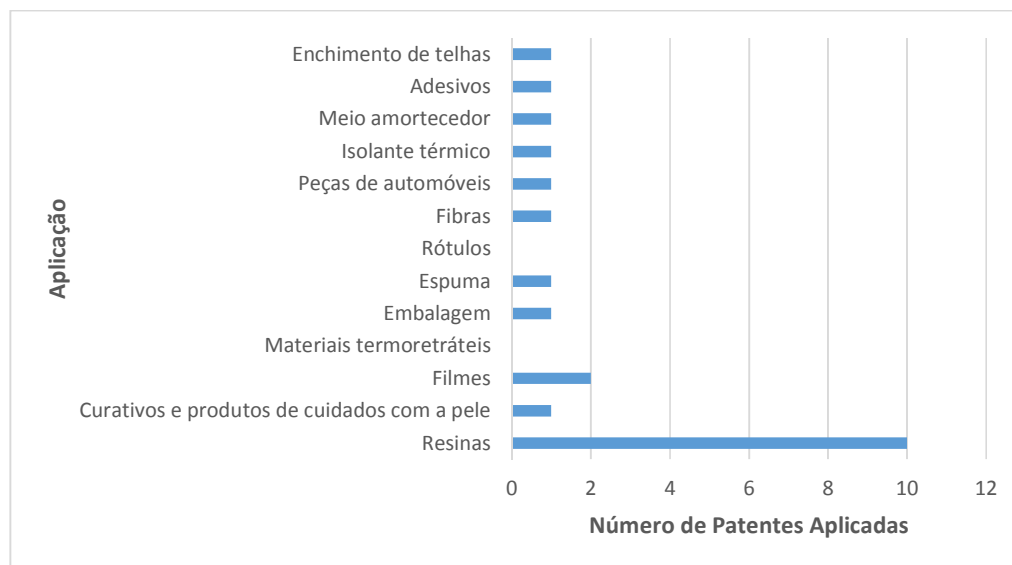


Figura 5.12: Perfil de patentes aplicadas por aplicação para a empresa Toray Industries, Inc.. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

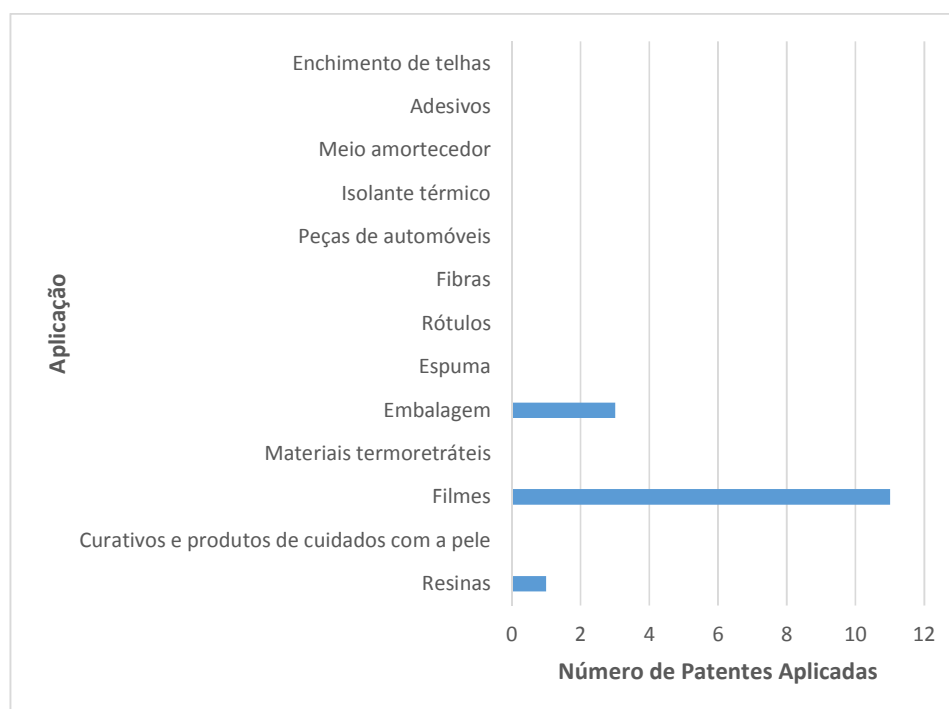


Figura 5.13: Perfil de patentes aplicadas por aplicação para a empresa Toray Plastics (America), Inc.. Dados de uma seleção de 202 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 2001 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Toray Industries e Toray Plastics (America) fabricam, processam e vendem diversos produtos, como fibras, têxteis, químicos de alta performance (nylon, resinas, espumas e outros),

materiais compósitos de fibra de carbono, membranas de tratamento de água, produtos farmacêuticos, dispositivos médicos entre outros.

A japonesa Toray Industries e sua subsidiária Toray Plastics (America) entraram com o pedido de patentes aplicadas sobre resinas e filmes, como percebe-se nas Figuras 5.12 e 5.13. Considerando que as empresas têm um ramo bem abrangente e resinas e filmes podem ser usados nos mais diversos segmentos, esse fato é facilmente explicado.

5.2 – Análise de Patentes Concedidas

5.2.1 – Perfil Temporal das Patentes Concedidas

O registro de patentes leva tempo. As pesquisas são submetidas ao órgão americano e são analisadas. A média de tempo para que uma patente seja conferida a quem submeteu o pedido é de três anos (CAPUTO, 2015). Então, os anos apresentados nessa análise temporal são relativos ao ano em que a patente foi aprovada, logo, a análise também leva em consideração esse período entre o pedido e a aprovação.

A Figura 5.14 apresenta a distribuição temporal das patentes concedidas selecionadas.

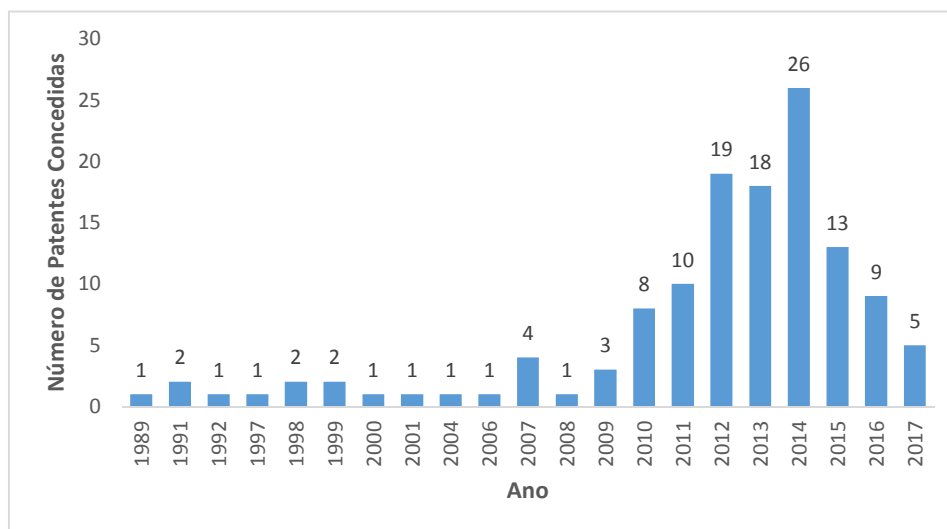


Figura 5.14: Perfil de patentes concedidas por ano. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

A Figura 5.14 apresenta a distribuição temporal das patentes concedidas selecionadas. Esta análise abrangeu 28 anos. Como pode-se observar na Figura 5.14, os 20 anos iniciais não apresentam números expressivos de depósito de patentes referentes ao assunto. A partir de 2010, houve um grande aumento no número de depósitos atingindo um pico de 26 patentes concedidas em 2014. Considerando o tempo entre o pedido e a aprovação, pode-se considerar que esse grande aumento, mais uma vez, está relacionado à crise de petróleo e a crise financeira de 2008.

A primeira patente concedida é do ano de 1989. O uso de PLA foi inicialmente limitado a aplicações médicas devido ao seu alto custo e baixa disponibilidade (CASTRO-AGUIRRE et al, 2016). A primeira patente concedida de PLA em que o foco da aplicação não era médica, foi em 1997. Esta patente, recebeu o título de “Polylactic acid composition” de Kuyama et al, do Japão e o escopo principal da patente abordava aplicações em embalagens e materiais de pesca.

5.2.2 – Perfil de Patentes Concedidas por País

O Japão e os EUA também são os países que mais se destacaram no número de patentes concedidas, proprietários de 59 e 44 patentes referentes ao assunto, respectivamente (Figura 5.15). Os dois juntos são responsáveis por 83% das patentes concedidas (Figura 5.16). Esses dois países são frequentemente considerados como os mais inovadores do mundo, estando entre os líderes de registro de patentes globais. Esse resultado também reforça o interesse dessas duas grandes potências mundiais na busca por alternativas para plásticos de fontes não-renováveis.

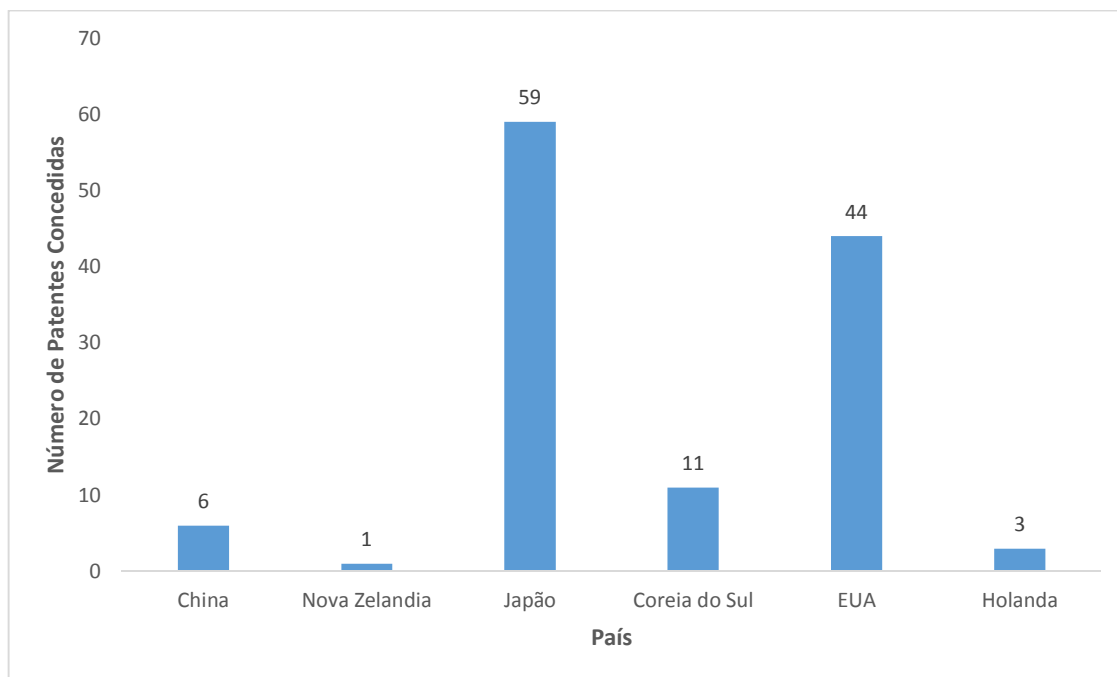


Figura 5.15: Perfil de patentes concedidas por país. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

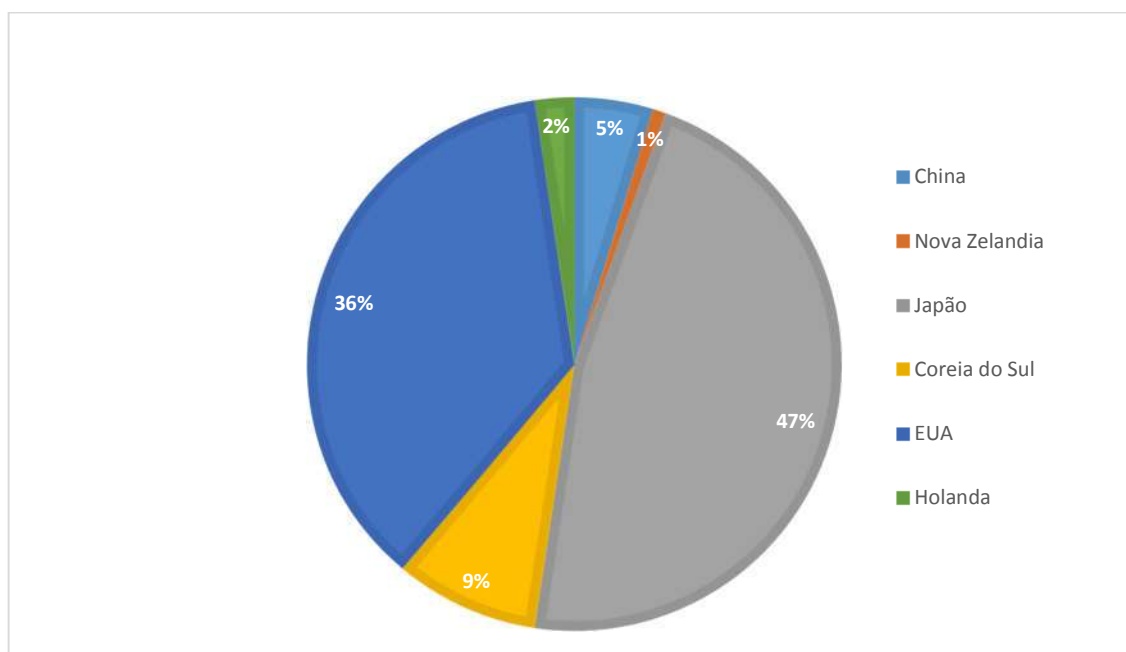


Figura 5.16: Perfil percentual de patentes concedidas por país. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Nas patentes concedidas em que os inventores eram de dois países diferentes, novamente os EUA se destaca (Figura 5.17). A Alemanha que não foi responsável por nenhuma patente

individualmente, porém possui uma patente concedida em parceria com a China do ano de 2012, “Blend of aromatic polycarbonate and polylactic acid, the method for preparing the same and the use thereof” de Warth et al. A empresa alemã Bayer possui a propriedade legal dessa patente. Ela refere-se a uma mistura de policarbonato aromático e ácido polilático e pode ser amplamente aplicada a produtos ou peças mecânicas, equipamentos eletrônicos, materiais de construção e *commodities*.

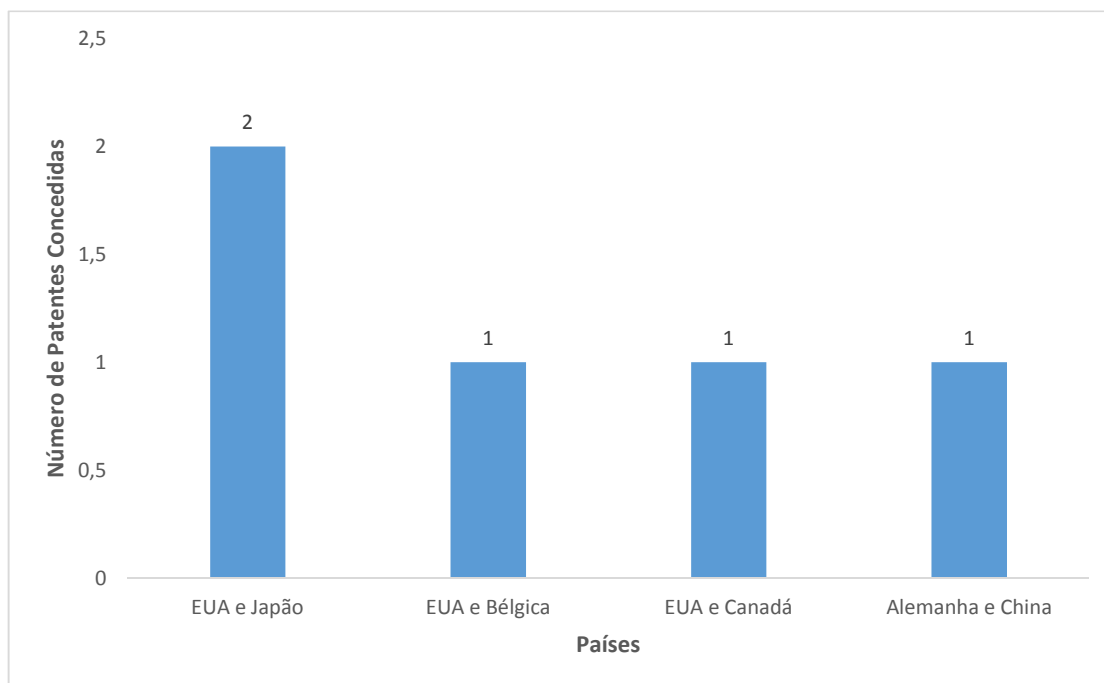


Figura 5.17: Perfil de patentes concedidas por países. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

As Figuras 5.18 e 5.19 demonstram a distribuição de patentes concedidas por ano do Japão e dos EUA, respectivamente. A primeira patente registrada obtida pelo Japão é de 1992, o que evidencia o interesse antigo do Japão pela busca de produtos mais sustentáveis. Nas décadas de 1950 e 1960, o Japão superou problemas decorrentes da poluição, assim como durante a crise do petróleo nos anos 70, e tornou-se um país com vocação para a sustentabilidade. Conciliando a balança entre crescimento econômico e preservação ambiental, o Japão fez avanços em anos recentes no desenvolvimento de tecnologia verde, mantendo,

ainda assim, um caráter competitivo em nível global (MINISTÉRIO DOS NEGÓCIOS ESTRANGEIROS DO JAPÃO, 2012).

Nos Estados Unidos, a primeira patente concedida referente ao assunto é do ano de 2004, indicando um interesse tardio por produtos sustentáveis, muito provavelmente iniciado em decorrência das frequentes pesquisas que apontavam para o aumento do aquecimento global e a limitação de fontes de energias fósseis.

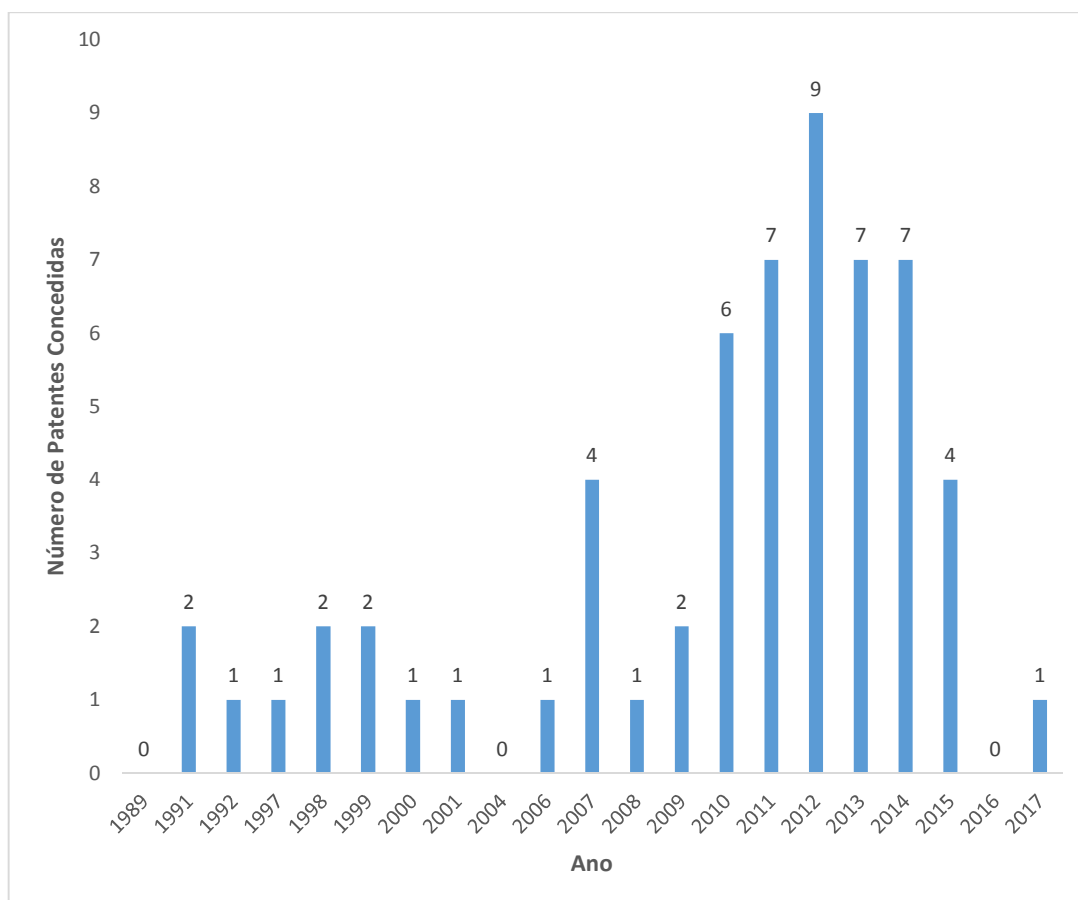


Figura 5.18: Perfil de patentes concedidas do Japão por ano. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

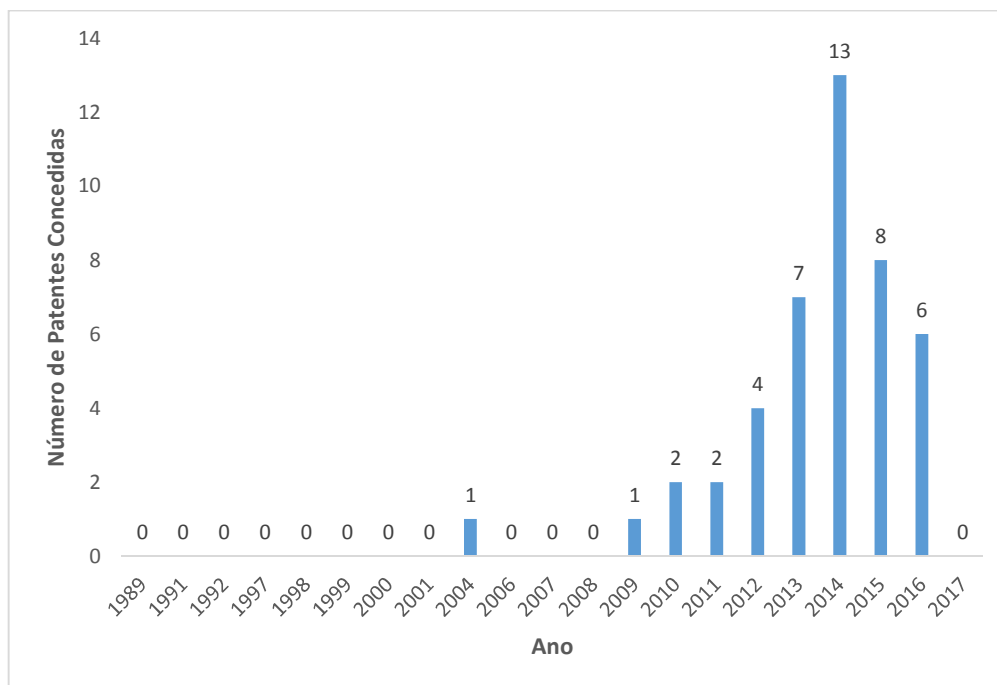


Figura 5.19: Perfil de patentes concedidas dos EUA por ano. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

5.2.3 – Perfil de Patentes Concedidas por Região

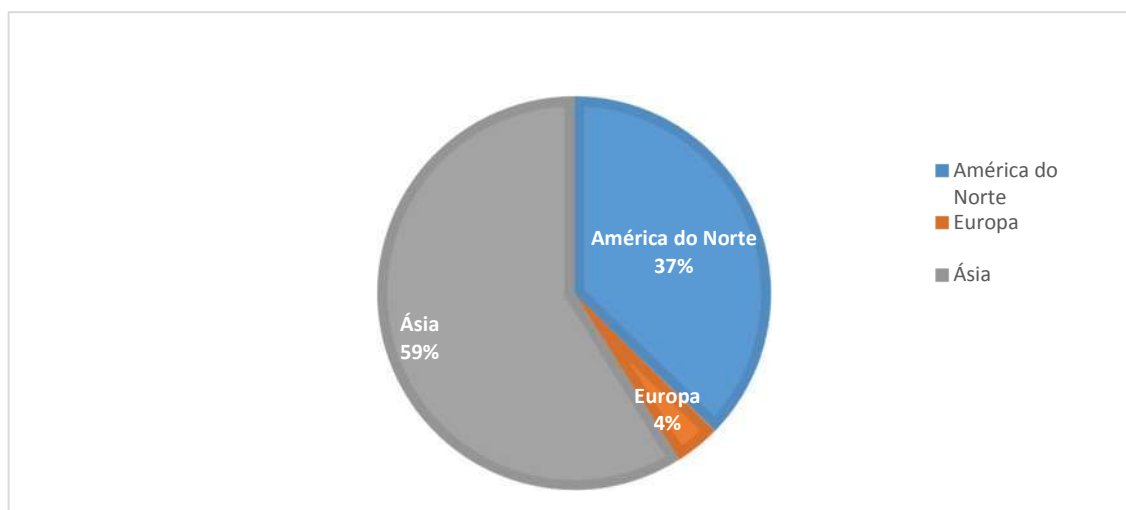


Figura 5.20: Perfil percentual de patentes concedidas por região. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Novamente, a Ásia foi o continente que mais se destacou no perfil de patentes registradas, sendo responsável por 59% do total analisado. Neste caso, ela foi representada pelo Japão, Coreia do Sul e China que contribuíram com 77%, 14% e 9% do total de patentes concedidas da Ásia, respectivamente. Os EUA obtiveram 100% do total de patentes registradas na América do Norte, sendo assim, 37% do total de patentes concedidas no mundo.

5.2.4 – Perfil de Patentes Concedidas pela Aplicação do Ácido Polilático

As Figuras 5.21 e 5.22 apresentam a distribuição das patentes concedidas por aplicação. A maior tendência de aplicação do PLA para o consumidor final é em embalagens. Essa área foi responsável por 35% do total de aplicações das patentes concedidas (Figura 5.22). O uso do PLA para embalagens tem sido apontado como solução ao grande problema de acúmulo de resíduos de plástico, provenientes principalmente de embalagens. Esforços colaborativos entre a indústria e o meio acadêmico têm sido feitos com o objetivo de fortalecer o mercado de embalagens verdes para atender às demandas por embalagens derivadas de recursos renováveis.

O PLA tem inúmeros desafios para aplicações em embalagens comerciais devido à sua limitação mecânica e desempenho de barreira. No entanto, o desempenho do PLA tem sido melhorado de forma significativa pela adaptação do processamento dos polímeros, misturando com outros polímeros e adicionando compostos, tais como agentes de nucleação, antioxidantes e plastificantes, para atender às necessidades finais (CASTRO-AGUIRRE et al, 2016).

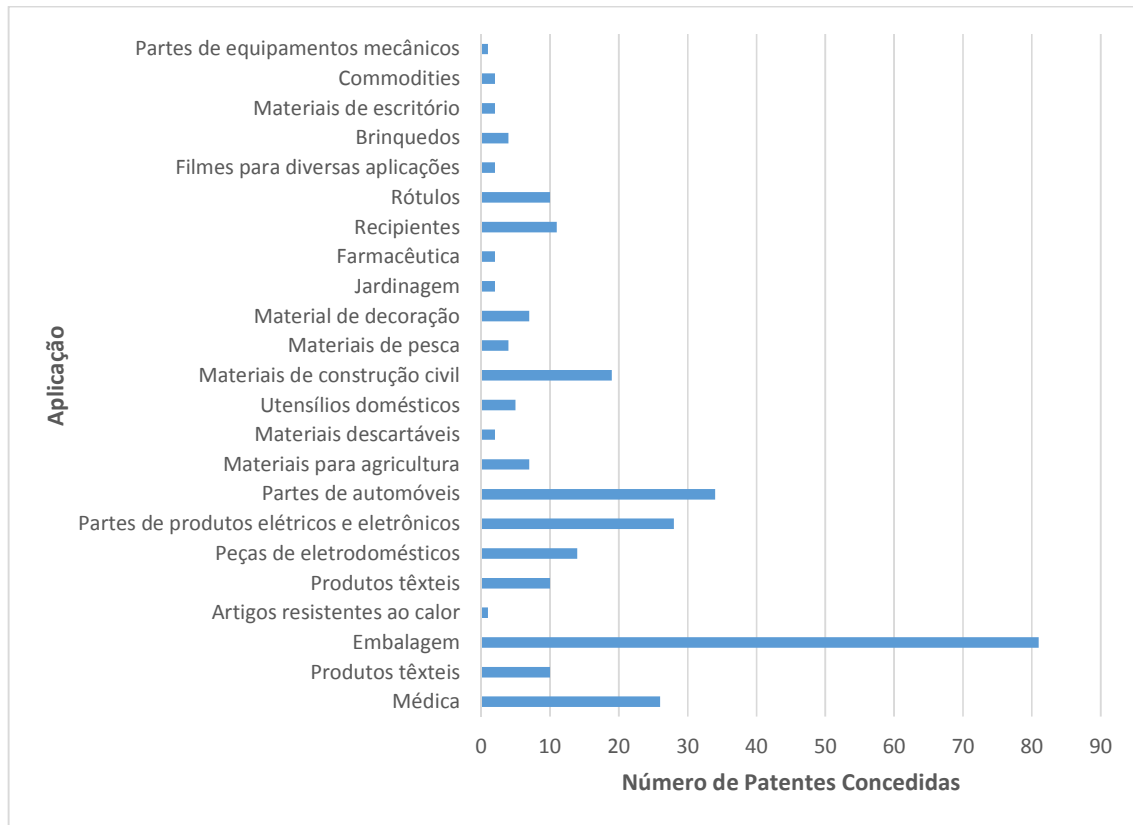


Figura 5.21: Perfil de patentes concedidas por aplicação do PLA. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

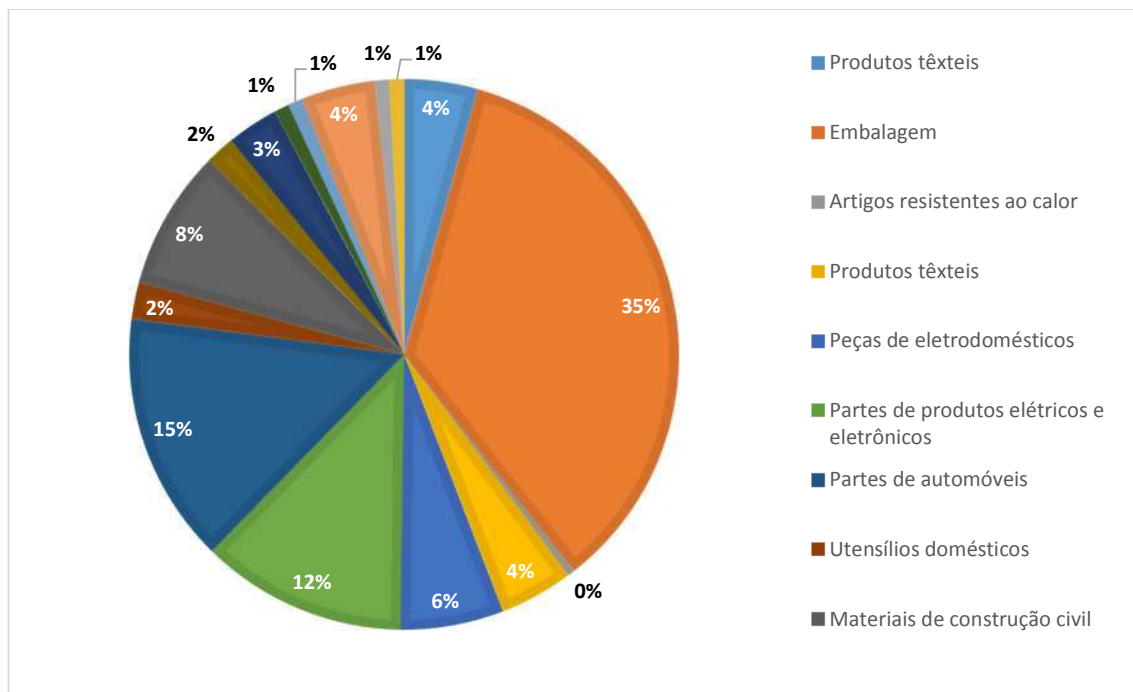


Figura 5.22: Perfil percentual de patentes concedidas por aplicação do PLA. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

5.2.5 – Perfil de Patentes Concedidas por Empresas

A Figura 5.23 apresenta a distribuição de patentes concedidas pelas empresas que obtiveram mais que uma patente. As empresas que obtiveram mais patentes na área pesquisada foram Toray Plastics (America), Inc. dos Estados Unidos com 14 patentes, Fina Technology (EUA) com 12 patentes, Toray Industries, Inc. do Japão com 10 patentes e Plastic Suppliers, Inc. (EUA) com 7 patentes. Dessas empresas, somente a Fina Technology não está listada entre as empresas que mais apresentaram patentes aplicadas.

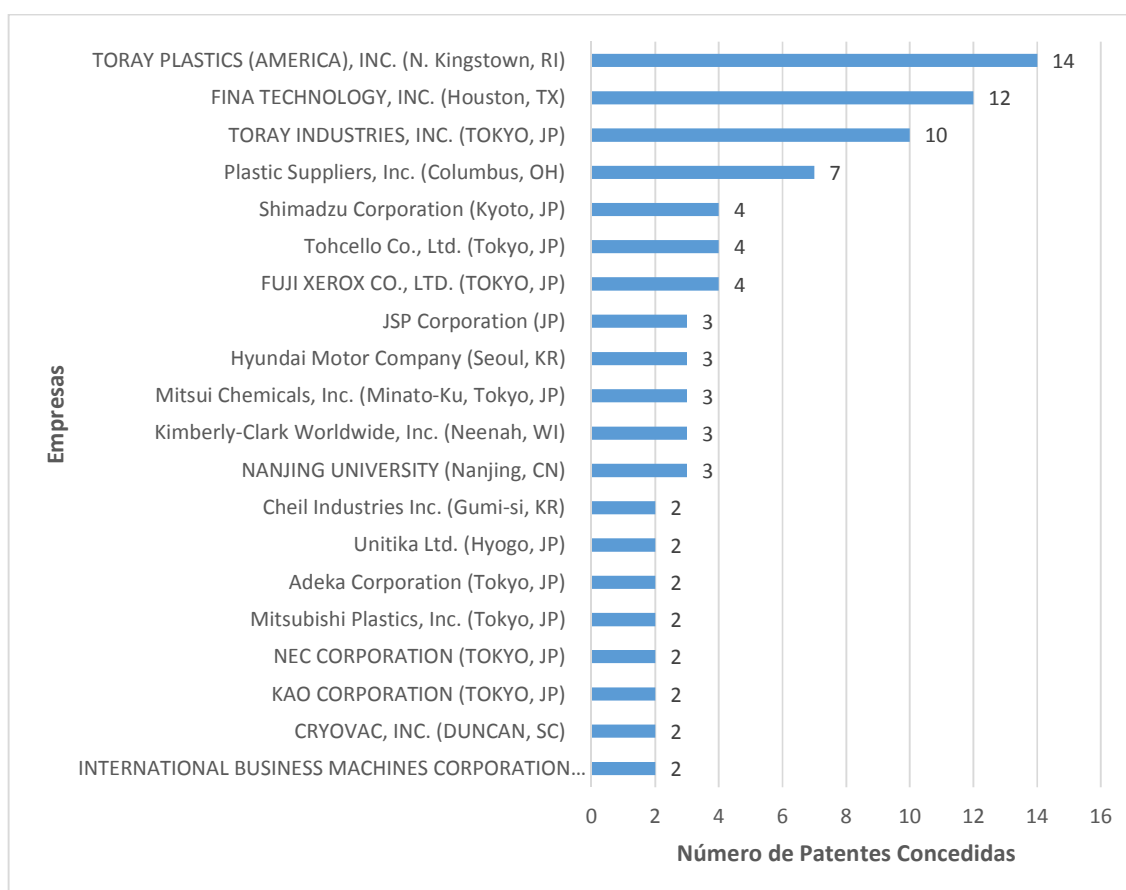


Figura 5.23: Perfil de patentes concedidas por empresas. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

A Fina Technology é uma empresa que projeta e desenvolve soluções de software financeiro para negociação de imóveis e fundos. Suas soluções oferecem algoritmos de negociação e soluções de negócios. A empresa também fornece um software de simulação de engenharia reversa para processar dados clínicos e genômicos que identificam alvos de medicamentos, biomarcadores e mecanismos de drogas e doenças como câncer, diabetes,

inflamação entre outras doenças. A empresa foi fundada em 2008 e tem sede em Cambridge, Massachusetts. A Fina Technologies, Inc. atua como subsidiária da Gene Network Sciences, Inc.

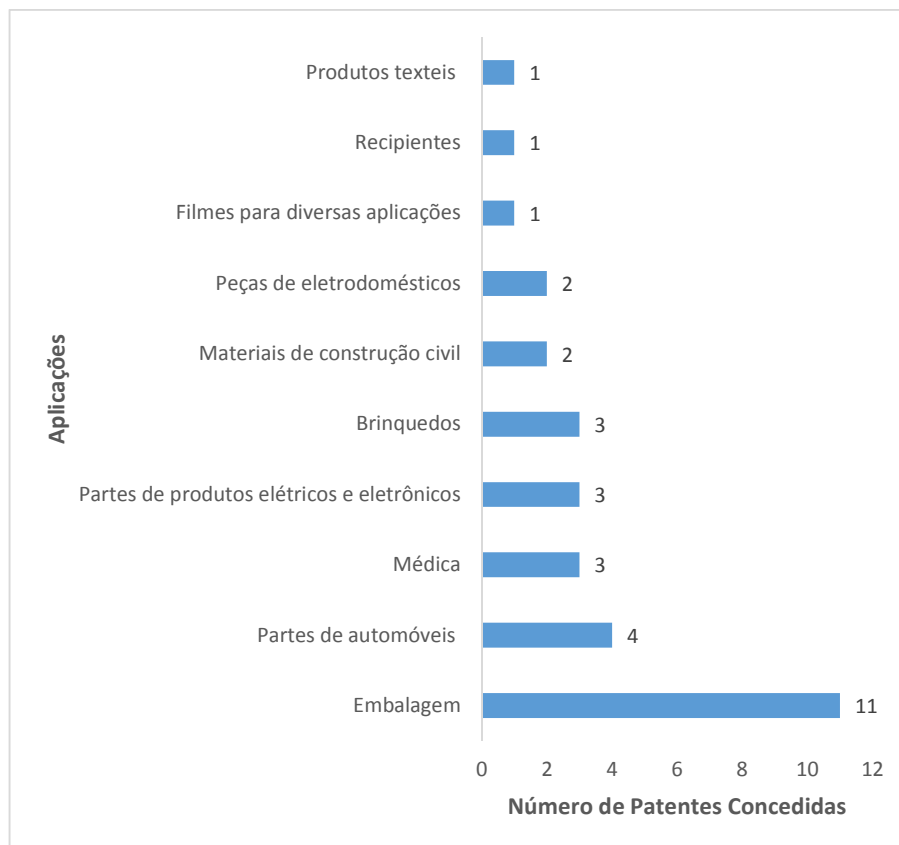


Figura 5.24: Perfil de patentes concedidas por aplicação para a empresa Fina Technology. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido poliláctico (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

A Fina Technology possui diversas patentes de métodos de produção e composição de ácido poliláctico. Esses métodos de produção podem ser utilizados em diversas aplicações como demonstra a Figura 5.24. Como pode-se notar, a principal aplicação das patentes obtidas por essa empresa é no setor de embalagens.

A empresa japonesa Toray Industries e sua subsidiária americana Toray Plastics também tiveram uma participação expressiva na distribuição de patentes concedidas. Como demonstram as Figuras 5.25 e 5.26, o perfil de aplicações das patentes que estas empresas detêm é bastante variado. Esse resultado corrobora o resultado encontrado na pesquisa feita em patentes aplicadas.

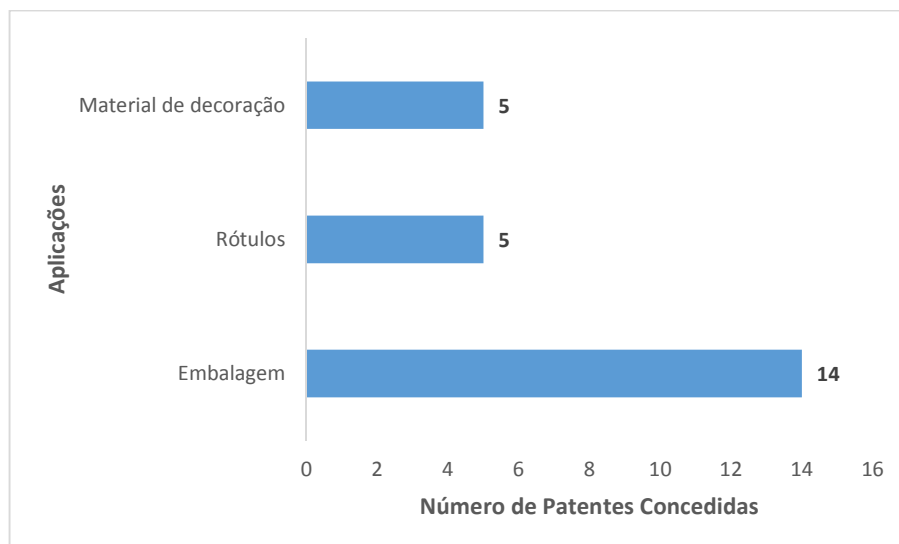


Figura 5.25: Perfil de patentes concedidas por aplicação para a empresa Toray Plastics (America), Inc. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

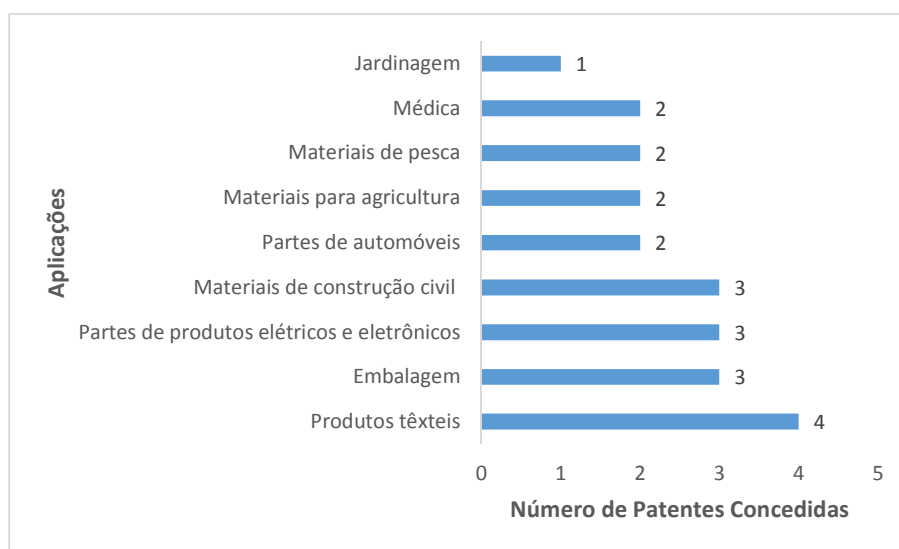


Figura 5.26: Perfil de patentes concedidas por aplicação para a empresa Toray Industries, Inc.. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

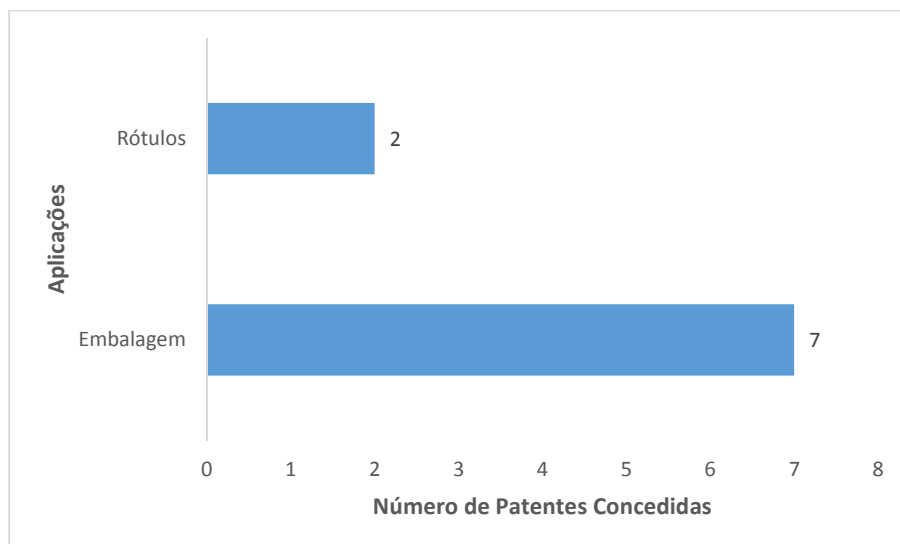


Figura 5.27: Perfil de patentes concedidas por aplicação para a empresa Plastic Suppliers. Dados de uma seleção de 129 patentes resultante da busca rápida na base USPTO da palavra-chave ácido polilático (Polylactic Acid in Title AND Polylactic Acid in Abstract) entre os anos 1976 – 2017. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Pelo perfil de aplicações da empresa Plastic Suppliers apresentado na Figura 5.27, pode-se perceber o grande interesse e liderança dessa empresa na produção e distribuição de filmes plásticos, como setor de rótulos e embalagens.

Capítulo 6 – Conclusão

Houve um aumento no número total de patentes aplicadas até 2010 e 2011 e no número de patentes concedidas até 2014, como as patentes aplicadas demoram em torno de 3 anos para serem concedidas há essa diferença de 3 a 4 anos na análise. O aumento foi mais evidente de 2008 para 2009 para patentes aplicadas e de 2009 para 2010 para patentes concedidas, provavelmente por conta da crise do petróleo de 2008 que fez com que novas alternativas para o plástico fossem procuradas. Porém, a partir desses anos os números de patentes aplicadas e concedidas começaram a diminuir consideravelmente, o que poderia ser explicado pelas consequências da crise mundial de 2012 que afeta principalmente o investimento em novas tecnologias.

Em relação aos países detentores dessas patentes, os EUA foi o que mais teve patentes aplicadas seguido pelo Japão. Já para patentes concedidas, o Japão foi o que mais se destacou com 59 seguido pelos EUA com 44. Apesar do EUA ser uma nação muito maior que o Japão, o que explica a maior quantidade de patentes aplicadas, o Japão possui um incentivo muito maior a inovação em todas as áreas da sociedade.

No que diz respeito à aplicação do ácido polilático (PLA) em produtos finais, foi observado que o setor de embalagens se destacou, confirmando o interesse na questão de descarte do material plástico. Apesar de grande parte das patentes aplicadas abordarem a aplicação em resinas, que de fato ainda podem sofrer alguma transformação antes de chegar ao consumidor final.

Com relação às empresas detentoras das patentes aplicadas, a Toray Industries, Inc. do Japão e sua subsidiária norte-americana Toray Plastics (America), Inc. se destacaram com 15 patentes cada sobre aplicações em resinas e filmes plásticos, seguidas pela Plastic Suppliers, Inc. dos Estados Unidos com 10 patentes sobre rótulos, embalagens e filmes plásticos e JSP Corporation do Japão com 10 patentes sobre espumas e resinas. Já para as patentes concedidas, a Toray Plastics (America), Inc. dos Estados Unidos se destacou com 14 patentes sobre aplicações em embalagens, seguida pela Fina Technology dos Estados Unidos com 12 patentes sobre embalagens, Toray Industries, Inc. do Japão com 10 patentes sobre as mais diversas aplicações, como produtos têxteis e embalagens e Plastic Suppliers, Inc. dos Estados Unidos com 7 patentes sobre embalagens. Isso mostra que a empresa que mais tem investido no desenvolvimento do bioplástico PLA é a japonesa Toray Industries, Inc. e sua subsidiária dos Estados Unidos Toray Plastics (America), Inc., com foco em aplicação em embalagens como

era de se esperar.

Portanto, é uma tecnologia que deve ser mais bem explorada devido às vantagens que apresenta, e por ser muito recente são grandes os desafios a serem enfrentados e as potencialidades a serem desenvolvidas e exploradas para a produção e comercialização desse bioplástico. Apesar das grandes vantagens, os entraves apresentados e a diminuição do preço do barril de petróleo fizeram com que o interesse por esses materiais tenha diminuído nos últimos anos. Isso pode ser notado pela queda do número de patentes, principalmente após o ano de 2014.

Para os bioplásticos serem de fato adotados pelo mercado, em substituição aos plásticos convencionais, algumas melhorias no processo e mesmo em suas propriedades devem ser feitas. Por exemplo, o custo de produção deve ser barateado, no caso de implantes médicos deve-se investigar melhor os efeitos de toxicidade a longo prazo. Já na indústria de alimentos, é necessário buscar maiores informações sobre a interação entre os alimentos e a embalagem de PLA, já que o PLA é sensível à água, o que pode comprometer a sua estabilidade. Além disso, o PLA é susceptível à deformação térmica, o que compromete o uso em alguns alimentos e também na indústria têxtil. É necessário também criar um ambiente adequado, seguro e atrativo, que estimule o desenvolvimento dos bioplásticos, por meio da adoção de políticas públicas, que possibilitem os processos de transferência de tecnologia e fortaleçam a interação universidade-empresa, para a formação das parcerias estratégicas entre centros de pesquisa e empresas. Deve-se também incentivar a criação de startup e destinar fundos públicos e privados para pesquisas sobre bioplásticos.

Considerando os fatos listados, pode-se dizer que, apesar do aumento expressivo do número de patentes aplicadas de 2009 a 2011 e patentes concedidas de 2010 a 2014 e um número considerável de patentes após esses anos, os bioplásticos mais especificamente o ácido polilático (PLA) ainda não são uma tendência para o mercado. Os bioplásticos somente irão despontar como um grande inovador para substituir os plásticos, quando os problemas e barreiras forem, de fato, resolvidos.

Referências Bibliográficas

AESCHELMANN, F.; CARUS, M. Bio-Based Building Blocks and Polymers in the World-Capacities, Production and Applications: Status Quo and Trends Towards 2020; **Nova-Institut GmbH: Hürth, Germany**; pp. 1–500. 2015.

BASTIOLI, C. Global status of the production of biobased packaging materials. **Starch – Stärke**. v. 53, n. 8, p. 351-355. 2001.

BLOOMBERG. Santander asset management. 2011.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. L. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes, **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, 6 (2), pp. 127-139. 2011.

BROCKHAUS, S.; PETERSEN, M.; KERSTEN, W. A crossroads for bioplastics: exploring product developers' challenges to move beyond petroleum-based plastics. **Journal of Cleaner Production**. v. 12, p. 84-95. 2016.

CAPUTO, V. IBM lidera registro de patentes nos EUA pelo 22º ano seguido. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/tecnologia/ibm-lidera-registro-de-patentes-nos-eua-pelo-22o-ano-seguido/>. Acesso em: 15/11/2017.

CASTRO-AGUIRRE, E.; IÑIGUEZ-FRANCO, F.; SAMSUDIN, H.; FANG, X.; AURAS, R. Poly(lactic acid)-Mass production, processing, industrial applications, and end of life. **Advanced Drug Delivery Reviews**. v. 107, p. 333-366. 2016.

ECYCLE, 2016. PLA: o plástico biodegradável e compostável. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/37/738-pla-o-plastico-compostavel.html> Acesso em: 17/03/2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION AND MCKINSEY & COMPANY, 2016. The New Plastics Economy — Rethinking the future of plastics. Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. Acesso em: 10/03/2017

EUROPEAN BIOPLASTICS ASSOCIATION, 2012. Labelling, logos, charts. Disponível em: <http://en.europeanbioplastics.org/press/press-pictures/labellinglogos-charts/>. Acesso em: 18/11/2016.

EUROPEAN BIOPLASTICS, 2013. Bioplastics Facts and Figures. European Bioplastics, Berlin.

EUROPEAN BIOPLASTICS ASSOCIATION, 2016. Bioplastics Facts and Figures. Disponível em: http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_Facts_and_figures.pdf. Acesso em: 23/02/2017.

EUROPEAN BIOPLASTICS, 2017. Frequently Asked Questions on Bioplastics. Disponível em: http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_FAQ_on_bioplastics.pdf Acesso em: 09/01/2018.

FARAH, S.; ANDERSON, D. G.; LANGER, R. Physical and mechanical properties of PLA, and their functions in widespread applications - A comprehensive review. **Advanced Drug Delivery Reviews**. v. 107, p. 367-392. 2016.

FISHMAN, M. L.; COFFIN, D. R.; ONWULATA, C. I.; WILLETT, J. L. Two stage extrusion of plasticized pectin/poly(vinyl alcohol) blends. **Carbohydrate Polymers**. v. 65, n. 4, p. 421-429. 2006.

GHAI, L. Bio-based plastics: A market researcher's viewpoint. *Polymer update*. 2015.

GÓMEZ, E. F.; MICHEL, F. C. Biodegradability of conventional and bio-based plastics and natural fiber composites during composting, anaerobic digestion and long-term soil incubation. **Polymer Degradation and Stability**. v. 98, n. 12, p. 2583-2591. 2013.

GREEN, C. Bioplastics global renaissance. **Ag Innovation News**. Vol. 20, n. 2. 2011.

HAMAD K.; KASEEM M.; YANG H. W.; DERI F.; KO Y.G. Properties and medical applications of polylactic acid: A review. **Express Polym. Lett.** Vol.9, n. 5, p. 435-455. 2015.

INFOPETRO, 2011. A crise no mundo árabe e o preço do petróleo. Disponível em: <https://infopetro.wordpress.com/2011/02/28/a-crise-no-mundo-arabe-e-o-preco-do-petroleo/> Acesso em: 16/06/2017

JAMSHIDIAN, M.; ARAB TEHRANY, E.; IMRAN, M.; JACQUOT, M.; AND DESOBRY, S. Poly-Lactic Acid: Production, Applications, Nanocomposites, and Release Studies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. , 9, 552-572. 2010.

KISHNA M.; NIESTEN E., NEGRO S.; HEKKERT M. The role of alliances in creating legitimacy of sustainable technologies: a study on the field of bio-plastics. *J. Clean. Prod.*, 155 (P2) (2017), pp. 7-16. 2016.

JIM LUNT & ASSOCIATES, 2014. Marketplace Opportunities for Integration of Biobased and Conventional Plastics. Research Report by the Agricultural Utilization Research Institute.

LAKSHMAN, K.; SHAMALA, T. R. Enhanced biosynthesis of polyhydroxyalkanoates in a mutant strain of *Rhizobium meliloti*. **Biotechnology Letters**. v. 25, n. 2, p. 115-119. 2003.

LEJA, K.; LEWANDOWICZ, G. Polymer Biodegradation and Biodegradable Polymers - a Review. **Polish Journal of Environmental Studies**. v. 19, n. 2, p. 255-266. 2010.

LEONARD-BARTON, D. Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation, Harvard Business School Press, Boston. 1995.

LUENGO, J. M.; GARCÍA, B.; SANDOVAL, A.; NAHARRO, G.; OLIVERA, E. R. Bioplastics from microorganisms. **Current Opinion in Microbiology**. v. 6, n. 3, p. 251-

260. 2003.

MARQUES, H. R.; GARCIA, M. O.; PEREIRA, R. M.; GAVA, R. Monitoramento Tecnológico: Estudo de uma Propriedade Intelectual da Universidade Federal de Viçosa. **Revista Gestão & Tecnologia**, Pedro Leopoldo, v. 16, n. 3, p. 110-137. 2016.

MINISTÉRIO DOS NEGÓCIOS ESTRANGEIROS DO JAPÃO, 2012. Japão: Um País Ecológico. **Descobrimo o Japão**, n. 7. 2012.

OECD (2011), Future Prospects for Industrial Biotechnology, OECD Publishing. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264126633-en>. Acesso em: 05/03/2017.

OROSKI F.; ALVES F. C.; BOMTEMPO J. V. Bioplastics Tipping Point: drop-in or non-drop-in?. *Journal of Business Chemistry* 11(1):43-49. 2014.

PACHECO, G.; FLORES, N. C.; RODRÍGUEZ-SANOJA, R. Bioplásticos. **Revista de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A. C.** v. 18, n.2, p. 27-36. 2014.

PHILP, J. C.; BARTSEV, A.; RITCHIE, R. J.; BAUCHER, M.-A; GUY, K. Bioplastics science from a policy vantage point. **New Biotechnol.** 30, p. 635–646. 2013.

PORTER, M. E. *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*, The Free Press, New York. 1980.

PORTER, A. L. How tech mining can enhance R&D management. **Research Technology Management.** v. 50, n. 2, p. 15. 2007.

PRETULA, J.; SLOMKOWSKI, S.; PENCZEK, S. Polylactides-Methods of synthesis and characterization. **Advanced Drug Delivery Reviews.** v. 107, p. 3-16. 2016.

PRO EUROPE, 2009. Fact sheet on bioplastics. Disponível em: http://www.pro-e.org/files/Factsheet_on_bioplastics_230309.pdf Acesso em: 13/01/2017

ROGERS, E. M. *Diffusion of Innovations*, 5th ed, The Free Press, New York. 2003.

SEEKER, 2010. Bioplastics not so green. Disponível em: <https://www.seeker.com/bioplastics-not-so-green-1765145701.html> Acesso em: 22/02/2017

SERNA, L. C.; RODRÍGUEZ, A. S.; ÁLBAN, F. A. Ácido poliláctico (PLA): propiedades y aplicaciones. **Ingeniería y Competitividad.** v. 5, n. 1, p. 16-27. 2003.

SOUZA, I. D. S.; PINHEIRO, B. J.; TAKAHASHI, V. P. O levantamento de patentes na determinação de tendências tecnológicas no setor cosmético. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_142_896_18810.pdf. Acesso em: 21/12/2017. 2011.

TEECE, D.J. Profiting from Technological Innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy, *Research Policy*, 15 (6), pp.285-305. 1986.

TEIXEIRA, L. P. Prospecção tecnológica: importância, métodos e experiências da Embrapa

Cerrados. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 34 p. 2013.

THOMSON REUTERS A, 2008. Whitepaper using bibliometrics: A guide to evaluating research performance with citation data. Disponível em: http://ip-science.thomsonreuteurs.com/m/pdfs/325133_thomson.pdf

TOKIWA, Y.; CALABIA, B. P. Biodegradability and biodegradation of poly(lactide). **Applied Microbiology and Biotechnology**. v. 72, n. 2, p. 244-251. 2006.

UOL ECONOMIA, 2008. Terceira crise do petróleo: mais violenta e perigosa que as anteriores. Disponível em: <http://economia.uol.com.br/ultnot/2008/06/10/ult35u60222.jhtm>. Acesso em: 10/06/2017

VALERO-VALDIVIESO, M. F.; ORTEGÓN, Y.; USCATEGUI, Y. Biopolímeros: avances y perspectivas. **Dyna**. v. 80, n. 181, p. 171-180. 2013.

YOSHIDA, N. D. Análise bibliométrica: um estudo aplicado à previsão tecnológica. Tese de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de São Paulo (USP). **Future Studies Research Journal**. v. 2, n. 1, p. 52-84. 2010.

Anexo 1

Título da Patente Aplicada	Ano da Publicação	País Depositante
EXPANDED POLYLACTIC ACID RESIN BEADS AND MOLDED ARTICLE OF EXPANDED POLYLACTIC ACID RESIN BEADS	2017	Japão
FOAMABLE RESIN COMPOSITION FOR FOAM SHEET, FOAM SHEET, PROCESS FOR PREPARING PARTICULATE POLYLACTIC ACID AND PROCESS FOR PREPARING FOAM SHEET	2016	Coreia do Sul
METHOXYPOLYETHYLENE GLYCOL-POLYLACTIC ACID BLOCK COPOLYMER AND PREPARATION METHOD THEREOF	2016	China
TOOTHPASTE CONTAINING FLUORIDE AND POLYLACTIC ACID PARTICLES	2016	Alemanha
Polylactic Acid Resin Composition	2016	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID-BASED RESIN EXPANDED BEADS AND MOLDED ARTICLE THEREOF	2016	Japão
METHOD FOR PRODUCING A POLYLACTIC ACID-BASED FILM OR SHEET	2016	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION	2016	Japão
LAMINATE FILM USING POLYLACTIC ACID-BASED RESIN	2016	Japão
FOAM SHEET USING POLYLACTIC ACID HAVING EXTENDED CHAIN AND METHOD FOR PREPARING THE SAME	2015	Coreia do Sul
RELEASE FILM FORMED FROM POLYLACTIC ACID-CONTAINING RESIN BIOOPTICAL AND BIOFUNCTIONAL PROPERTIES, APPLICATIONS AND METHODS OF POLYLACTIC ACID FILMS	2015	EUA
POLYLACTIC ACID ADHESIVE COMPOSITIONS AND METHODS FOR THEIR PREPARATION AND USE	2015	EUA
MOLDED ARTICLE OF POLYLACTIC ACID-BASED RESIN EXPANDED BEADS	2015	Japão
ARTICLE COMPRISING POLYLACTIC ACID LAYERS AND PROCESS OF MAKING THE SAME	2015	França e Suíça
VERSATILE, FACILE AND SCALABLE ROUTE TO POLYLACTIC ACID-BACKBONE GRAFT AND BOTTLEBRUSH COPOLYMERS	2015	EUA
VERSATILE, FACILE AND SCALABLE ROUTE TO POLYLACTIC ACID-BACKBONE GRAFT AND BOTTLEBRUSH COPOLYMERS	2015	EUA
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION AND RESIN MOLDED ARTICLE THEREOF	2015	Japão
Polylactic Acid Gloves and Methods of Manufacturing Same	2015	EUA
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION AND RESIN MOLDED ARTICLE THEREOF	2015	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION AND RESIN MOLDED ARTICLE THEREOF	2015	Japão
PROCESS OF PRODUCING POLYLACTIC ACID-BASED RESIN MICROPARTICLES AND POLYLACTIC ACID-BASED RESIN MICROPARTICLES	2015	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN AND PACKAGING FILM COMPRISING THE SAME	2015	Coreia do Sul
ARTICLE COMPRISING FOAMED POLYLACTIC ACID AND PROCESS OF MAKING THE SAME	2015	França
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION	2015	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN SHEET FOR THERMAL MOLDING USE	2015	Japão
ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY BOARD USING POLYLACTIC ACID AND WOOD FIBER, AND METHOD FOR PREPARING SAME	2015	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID STEREOCOMPLEX RESIN COMPOSITION HAVING IMPROVED CRYSTALLIZATION RATE AND METHOD FOR MOLDING THE SAME	2014	Coreia do Sul
PROCESS FOR PRODUCING POLYLACTIC ACID-BASED RESIN EXPANDED BEADS	2014	Japão
POLYSILOXANE-MODIFIED POLYLACTIC ACID COMPOSITION, COMPOSITION UTILIZING SAME, MOLDED ARTICLE, AND PRODUCTION METHOD	2014	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN SHEET AND MOLDED BODY	2014	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION AND A PACKAGING FILM	2014	Coreia do Sul
PROCESS FOR PRODUCTION OF POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION	2014	Japão
FOAM SHEET USING CROSS-LINKED POLYLACTIC ACID, AND PREPARATION METHOD THEREOF	2014	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID RESIN AND COPOLYMER POLYESTER RESIN BLEND, AND MOLDED PRODUCT USING SAME	2014	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID-BASED RESIN EXPANDED BEADS AND MOLDED ARTICLE THEREOF	2014	Japão
POLYLACTIC ACID-BASED COATING AND USES THEREFOR	2014	EUA

POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION, PRODUCTION METHOD THEREOF AND MOLDED PRODUCT THEREOF	2014	Japão
AGENT FOR IMPARTING IMPACT RESISTANCE TO POLYLACTIC ACID RESIN	2014	Japão
BAB-TYPE TRI-BLOCK COPOLYMER COMPRISING POLYLACTIC ACID (A) AND POLYETHYLENE GLYCOL (B), METHOD FOR PRODUCING SAME, AND DRUG DELIVERY SYSTEM USING SAME	2014	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION AND RESIN MOLDED ARTICLE THEREOF	2014	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN AND METHOD FOR PRODUCING SAME	2014	Japão
POLYLACTIC ACID-POLYALKYLENE GLYCOL COPOLYMER WITH FAST CRYSTALLIZATION RATE AND COMPOSITION COMPRISING THE SAME	2014	Coreia do Sul
POLYPROPYLENE-POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION	2014	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID RESIN FILM	2014	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID RESIN, PREPARATION METHOD THEREOF, AND PACKING FILM COMPRISING THE SAME	2014	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID BASED FILM	2013	Japão
PROCESS OF PRODUCING POLYLACTIC ACID-BASED RESIN MICROPARTICLES, POLYLACTIC ACID-BASED RESIN MICROPARTICLES AND COSMETICS	2013	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN EXPANDED BEADS AND MOLDED ARTICLE OF POLYLACTIC ACID RESIN EXPANDED BEADS	2013	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION	2013	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION	2013	Japão
POLYLACTIC ACID-BASED FILM OR SHEET	2013	Japão
STEREOCOMPLEX POLYLACTIC ACID FILM AND RESIN COMPOSITION	2013	Japão
Polylactic Acid Resin Composition and Resin Molded Article Thereof	2013	Japão
Polylactic Acid Resin Composition and Resin Molded Article Thereof	2013	Japão
Polylactic Acid Resin Composition and Resin Molded Article Thereof	2013	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN SHEET AND MOLDED ARTICLE	2013	Japão
BIAXIALLY ORIENTED CAVITATED POLYLACTIC ACID FILM	2013	Japão e EUA
POLYCONDENSATION OF LACTIC ACID FOR MEDICAL BIODEGRADABLE POLYLACTIC ACID CATALYZED BY CREATININE	2013	China
BLEND OF POLYLACTIC ACID RESIN AND COPOLYESTER RESIN, AND MOLDED PRODUCT USING SAME	2013	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID COMPOSITION FOR AUTOMOBILE PARTS	2013	Coreia do Sul
MANUFACTURING METHOD OF COLORED POLYLACTIC ACID RESIN	2013	Coreia do Sul
FLAME-RETARDANT POLYLACTIC ACID BASED RESIN COMPOSITION, MOLDED ARTICLE THEREOF AND METHOD FOR PRODUCING MOLDED ARTICLE	2013	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION CONTAINING PHOSPHORUS COMPOUND AND POLYSILOXANE COMPOUND AND MOLDED ARTICLE MADE BY USING THE SAME	2013	Japão
METHOD FOR PRODUCING POLYLACTIC ACID-BASED AIR-THROUGH NONWOVEN FABRIC, AND POLYLACTIC ACID-BASED AIR-THROUGH NONWOVEN FA	2012	Japão
POLYLACTIC ACID SHRINK FILMS AND METHODS OF CASTING SAME	2012	EUA
PROCESS FOR PRODUCTION OF POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION	2012	Japão
Polylactic Acid Fibers	2012	EUA
POLYLACTIC ACID COMPOSITION	2012	Japão
POLYLACTIC ACID-BASED RESIN SHEET	2012	Japão
MANUFACTURING METHOD OF POLYLACTIC ACID COMPOSITE COMPOSITION	2012	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID-BASED RESIN COMPOSITION, MOLDED ARTICLE AND POLYLACTIC ACID-BASED MASTER BATCH PELLETS	2012	Japão
Process for Preparing a Heat Resistant Polylactic Acid Foamed Article	2012	EUA
POLYLACTIC ACID-BASED DECORATIVE BODY	2012	Japão
Modified Polylactic Acid Fibers	2012	EUA
BIAXIALLY ORIENTED CAVITATED POLYLACTIC ACID FILM	2012	EUA
MATTE BIAXIALLY ORIENTED POLYLACTIC ACID FILM	2012	EUA
METHOD TO PRODUCE MATTE AND OPAQUE BIAXIALLY ORIENTED POLYLACTIC ACID FILM	2012	EUA

POLYLACTIC ACID-BASED RESIN COMPOSITION AND MOLDED ARTICLE	2012	Japão
POLYLACTIC ACID-BASED RESIN, PROCESS FOR PRODUCING POLYLACTIC ACID-BASED RESIN, POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION, STEREOCOMPLEX POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION AND PROCESS FOR PRODUCING STEREOCOMPLEX POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION	2012	Japão
Compatibilized Polypropylene and Polylactic Acid Blends and Methods of Making and Using Same	2012	EUA
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION AND FILM	2012	Japão
POLYLACTIC ACID-BASED RESIN COMPOSITION AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME	2012	Japão
Modified Polylactic Acid Fibers	2012	EUA
Toughened Polylactic Acid Fibers	2012	EUA
Biooptical and Biofunctional Properties, Applications and Methods of Polylactic Acid Films	2012	EUA
POLYSILOXANE-MODIFIED POLYLACTIC ACID COMPOSITION, COMPOSITION UTILIZING SAME, MOLDED ARTICLE, AND PRODUCTION METHOD	2011	Japão
POLYLACTIC ACID PRODUCTS AND THEIR USE	2011	Holanda
POLYLACTIC ACID RESIN, TEXTILE PRODUCTS OBTAINED THEREFROM, AND PROCESSES FOR PRODUCING TEXTILE PRODUCTS	2011	Japão
Polylactic Acid-Containing Resin Composition, Polylactic Acid-Containing Resin Film and Methods Thereof	2011	EUA
Polylactic Acid Resin Composition and Additive for Polylactic Acid Resin	2011	Japão
POLYLACTIC ACID COMPOSITION AND MOLDED ARTICLE THEREOF	2011	Japão
Polylactic Acid Foam Composition	2011	EUA
POLYLACTIC ACID SHRINK FILMS AND METHODS OF CASTING SAME	2011	EUA
ECO-FRIENDLY POLYPROPYLENE-POLYLACTIC ACID COMPOSITE COMPOSITION	2011	Coreia do Sul
METHOD TO REPROCESS POLYLACTIC ACID RESIN AND ARTICLES	2011	EUA
BIAXIALLY ORIENTED POLYLACTIC ACID FILM WITH REDUCED NOISE LEVEL AND IMPROVED MOISTURE BARRIER	2011	EUA
BIAXIALLY ORIENTED POLYLACTIC ACID FILM WITH REDUCED NOISE LEVEL	2011	EUA
POLYLACTIC ACID FILM	2011	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION, METHOD FOR PRODUCING POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION, AND POLYLACTIC ACID RESIN MOLDED ARTICLE	2011	Japão
POLYLACTIC ACID-BASED RESIN COMPOSITION AND MOLDED ARTICLE OF POLYLACTIC ACID-BASED RESIN	2011	Japão
HIGHLY PURIFIED POLYLACTIC ACID OR A DERIVATIVE THEREOF, A SALT OF THE SAME, AND PURIFICATION METHOD THEREOF	2011	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID-BASED FILM OR SHEET	2011	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION, POLYLACTIC ACID RESIN MOLDED ARTICLE AND METHOD FOR PRODUCING POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION	2011	Japão
POLYPROPYLENE-POLYLACTIC ACID COMPOSITES	2011	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID COMPOSITES	2011	Coreia do Sul
MULTI-LAYER HIGH MOISTURE BARRIER POLYLACTIC ACID FILM	2011	EUA
Polylactic acid fiber yarn package, and textile products	2011	Japão
POLYPROPYLENE AND POLYLACTIC ACID FORMULATIONS FOR HEAT SEAL APPLICATIONS	2011	EUA
POLYOLEFIN POLYLACTIC ACID BLENDS FOR EASY OPEN PACKAGING APPLICATIONS	2011	EUA
Polylactic acid shrink films and methods of manufacturing same	2011	EUA
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION AND POLYLACTIC ACID RESIN MOLDED BODY TIE LAYER BETWEEN A POLYLACTIC ACID FILM AND A POLYETHYLENE ZIPPER OR OTHER COMPONENT	2011	Japão
	2011	EUA
MULTI-LAYER HIGH MOISTURE BARRIER POLYLACTIC ACID FILM	2011	EUA
POLYLACTIC ACID FIBERS	2011	EUA
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION	2011	Japão
METHOD FOR PRODUCING A POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION	2011	Japão
POLYLACTIC ACID-BASED COMPOSITION AND FILM FORMED THEREOF	2011	Japão e China
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION	2011	Japão

POLYLACTIC ACID BASED RESIN, POLYLACTIC ACID BASED RESIN COMPOSITION, MOLDED BODY OF POLYLACTIC ACID BASED RESIN OR POLYLACTIC ACID BASED RESIN COMPOSITION, AND METHOD FOR PRODUCING POLYLACTIC ACID BASED RESIN	2010	Japão
BIODEGRADABLE FIBERS FORMED FROM A THERMOPLASTIC COMPOSITION CONTAINING POLYLACTIC ACID AND A POLYETHER COPOLYMER	2010	EUA
BIAXIALLY ORIENTED POLYLACTIC ACID FILM WITH IMPROVED HEAT SEAL PROPERTIES	2010	EUA
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION	2010	Japão
POLYLACTIC ACID FILAMENT NONWOVEN FABRIC AND PRODUCTION METHOD THEREOF	2010	Japão
POLYLACTIC ACID GLOVES AND METHODS OF MANUFACTURING SAME	2010	EUA
BIAXIALLY ORIENTED METALLIZED POLYLACTIC ACID FILM WITH HIGH METAL ADHESION AND HIGH BARRIER PROPERTIES	2010	EUA e Japão
POLYLACTIC ACID-CONTAINING RESIN COMPOSITIONS	2010	EUA
POLYLACTIC ACID-BASED RESIN COMPOSITION, POLYLACTIC ACID-BASED FILM, MOLDED PRODUCT USING THE FILM, ELONGATED FILM, HEAT-SHRINKABLE LABEL, AND CONTAINER HAVING THE LABEL THEREON	2010	Japão
POLYLACTIC ACID SHRINK FILMS AND METHODS OF CASTING SAME	2010	EUA
INJECTION-MOLDED ARTICLE OF AN ORGANIC FIBER-REINFORCED POLYLACTIC ACID RESIN	2010	Japão
PROCESS FOR PRODUCTION OF INJECTION-MOLDED ARTICLE OF POLYLACTIC ACID RESIN	2010	Japão
INJECTION-MOLDED ARTICLE OF A PET FIBER-REINFORCED POLYLACTIC ACID RESIN AND MANUFACTURING METHOD FOR THE SAME	2010	Japão
INJECTION-MOLDED ARTICLE OF A FIBER-REINFORCED POLYLACTIC ACID RESIN	2010	Japão
Polylactic Acid Resin Composition, Moldings, and Process for Production Thereof	2010	Japão
Polylactic Acid Resin Composition and Molded Product Using the Same	2010	Coreia do Sul
Aliphatic Polyester Copolymer, Method for Preparing the Same and Polylactic Acid Resin Composition Using the Same	2010	Coreia do Sul
Process for Production of Heat-Resistant Hollow Article Made of Polylactic Acid Containing Resin	2010	Japão
Natural Fiber Reinforced Polylactic Acid Resin Composition and Molded Product Using the Same	2010	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID-BASED RESIN FOAMED PARTICLES FOR IN-MOLD FOAM-MOLDING AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME, AS WELL AS METHOD FOR PRODUCING POLYLACTIC ACID-BASED RESIN FOAM-MOLDED ARTICLE	2010	Japão
CRYSTALLINE POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION AND PRODUCT MOLDED/FORMED THEREFROM	2010	Japão
Natural Fiber-Reinforced Polylactic Acid Resin Composition and Molded Product Made Using the Same	2010	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID FOAM	2010	Japão
COATED PARTICULATE EXPANDABLE POLYLACTIC ACID	2010	Grã-Bretanha e Holanda
FOAMED SHEET OF POLYLACTIC ACID RESIN, FOAM MOLDING OF POLYLACTIC ACID RESIN AND METHOD OF PREPARING FOAM MOLDING	2010	Japão
BLEND OF AROMATIC POLYCARBONATE AND POLYLACTIC ACID, THE METHOD FOR PREPARING THE SAME AND THE USE THEREOF	2010	Alemanha
Environmentally-Friendly Polylactic Acid Resin Composition	2010	Coreia do Sul
POLYLACTIC ACID BLOWN FILM AND METHOD OF MANUFACTURING SAME	2010	EUA
BIAXIALLY ORIENTED POLYLACTIC ACID FILM WITH HIGH BARRIER	2010	EUA
METHODS OF MANUFACTURE OF POLYLACTIC ACID FOAMS	2010	Nova Zelândia
Multi-Layered Polylactic Acid Resin Foamed Body And Multi-Layered Polylactic Acid Resin Foamed Molded Article	2010	Japão
Process for the production of polylactic acid film	2010	Japão
MATTE BIAXIALLY ORIENTED POLYLACTIC ACID FILM	2010	EUA
POLYLACTIC ACID FIBER AND MANUFACTURING METHOD THEREOF(as amended	2010	Japão
Polymeric compositions comprising polylactic acid and methods of making and using same	2009	EUA
POLYLACTIC ACID STRETCHED FILM	2009	Japão
BIODEGRADABLE POLYLACTIC ACID FOR USE IN NONWOVEN WEBS	2009	EUA
METHOD TO PRODUCE MATTE AND OPAQUE BIAXIALLY ORIENTED POLYLACTIC ACID FILM	2009	EUA
Polylactic Acid Resin Composition	2009	Coreia do Sul

POLYLACTIC ACID FOAM	2009	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION, MOLDED ARTICLE THEREOF AND POLYLACTIC ACID COMPOUND	2009	Japão
Composition Containing Polyhydroxyalkanoate Copolymer and Polylactic Acid Used for Preparing Foaming Material	2009	China
POLYLACTIC ACID COMPOSITION	2009	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION AND MOLDED ARTICLE THEREOF	2009	Japão
POLYLACTIC ACID-BASED RESIN LAMINATE SHEET AND MOLDED PRODUCT THEREFROM	2009	Japão
PROCESS TO PRODUCE BIAXIALLY ORIENTED POLYLACTIC ACID FILM AT HIGH TRANSVERSE ORIENTATION RATES	2009	EUA
BIAXIALLY ORIENTED POLYLACTIC ACID FILM WITH HIGH BARRIER	2009	EUA
POLYLACTIC ACID-MODIFIED POLYCARBODIIMIDE COMPOUND AND POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION AND MOLDED ARTICLE COMPRISING THE SAME	2009	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION AND MOLDED ITEM	2009	Japão
POLYLACTIC ACID RESIN COMPOSITION AND MOLDED ARTICLE	2009	Japão
Laminate sheet of polylactic acid-based resin and thermoformed plastic thereof	2009	Japão
Post-Processing of Polylactic Acid Article	2009	EUA
POLYLACTIC ACID RESIN, TEXTILE PRODUCTS OBTAINED THEREFROM, AND PROCESSES FOR PRODUCING TEXTILE PRODUCTS	2009	Japão
POLYLACTIC ACID-CONTAINING RESIN COMPOSITION AND PRODUCT MOLDED THEREFROM	2009	Japão
Process for Production of Heat-Resistant Hollow Articles Made of Polylactic Acid Containing Resin	2009	Japão
Method for Forming Pleat on Fabric Composed of Polylactic Acid Yarn, and Pleated Fabric	2008	Japão
POLYLACTIC ACID BLOWN FILM AND METHOD OF MANUFACTURING SAME	2008	EUA
Natural Fiber-Reinforced Polylactic Acid-based Resin Composition	2008	Coreia do Sul
Polylactic Acid Resin and Composition and Molded Article of the Same	2008	Japão
Package Applications Using Polylactic Acid Film	2008	EUA
Polylactic acid based resin molded articles	2008	Japão
Deep-dyeable modified polylactic acid fiber	2008	Taiwan
Coextruded film with polylactic acid (PLA) and Ethylene Vinyl Acetate (EVA)	2008	França
Low density polylactic acid polymeric foam and articles made thereof	2007	EUA
Polylactic acid based containers and methods of making the same	2007	EUA
Foamed sheet of polylactic acid resin, foam molding of polylactic acid resin and method of preparing foam molding	2007	Japão
POLYLACTIC ACID SHRINK FILMS AND METHODS OF CASTING SAME	2007	EUA
Non-oriented polylactic acid-based multilayer film and method of producing same	2007	Japão
Polylactic acid blown film and method of manufacturing same	2007	EUA
Polylactic acid resin composition, process for producing the same and molding thereof	2007	Japão
Polylactic acid shrink films and methods of manufacturing same	2007	EUA
Expandable polylactic acid resin particles, expanded polylactic acid resin beads and molded article obtained from expanded polylactic acid resin beads	2006	Japão
Polylactic acid resin foamed molding and process for manufacturing the same	2006	Japão
Polylactic acid blown film and method of manufacturing same	2006	EUA
Biaxially stretched polylactic acid multilayer film and the use thereof	2006	Japão
Heat-shrinkable film of polylactic acid film	2005	Japão
Polylactic acid fiber, yarn package, and textile product	2005	Japão
Polylactic acid molding and process for producing the same	2005	Japão
Biaxially oriented polylactic acid-based resin films	2005	Japão
Polylactic acid-based resin compositions, molded articles and process for producing the same	2005	Japão
Ph responsive biodegradable polylactic acid derivatives forming polymeric micelles and uses thereof for poorly water soluble drug delivery	2004	Coreia do Sul

Polylactic acid resin composition and molded article thereof, and process of producing the molded article	2004	Japão
Polyhydroxyalkanoate copolymer and polylactic acid polymer compositions for laminates and films	2002	EUA

Título da Patente Concedida	Ano da Publicação	País Depositante
Methoxypolyethylene glycol-polylactic acid block copolymer and preparation method thereof	2017	China
Polylactic acid stereocomplex composition, its molded product, a process for its manufacture and its application	2017	China
Biaxially oriented cavitated polylactic acid film	2017	EUA e Japão
Polylactic acid resin composition and resin molded article thereof	2017	Japão
Polylactic acid resin composition and a packaging film	2017	Coreia do Sul
Polylactic acid (PLA) with low moisture vapor transmission rates by grafting through of hydrophobic polymers directly to PLA backbone	2016	EUA
Polylactic acid resin, preparation method thereof, and packing film comprising the same	2016	Coreia do Sul
Biaxially oriented polylactic acid film with reduced noise level and improved moisture barrier	2016	EUA
Polylactic acid products and their use	2016	Holanda
Polylactic acid-polyalkylene glycol copolymer with fast crystallization rate and composition comprising the same	2016	Coreia do Sul
Compatibilized polymeric compositions comprising polyolefin-polylactic acid copolymers and methods of making the same	2016	EUA
Biaxially oriented polylactic acid film with high barrier	2016	EUA
Polypropylene and polylactic acid formulations for heat seal applications	2016	EUA
Biaxially oriented polylactic acid film with reduced noise level	2016	EUA
Multi-layer high moisture barrier polylactic acid film	2015	EUA
Polypropylene and polylactic acid blends of injection stretch blow molding applications	2015	EUA
Flame-retardant polylactic acid (PLA) by grafting through of phosphorus-containing polymers directly to PLA backbone	2015	EUA
Biooptical and biofunctional properties, applications and methods of polylactic acid films	2015	EUA
Biaxially oriented polylactic acid film with improved heat seal properties	2015	EUA
Polylactic acid resin and method for producing same	2015	Japão
Agent for imparting impact resistance to polylactic acid resin	2015	Japão
High molecular weight polylactic acid synthesized via polycondensation catalyzed by bionic creatinine guanidinium chloride	2015	China
Polylactic acid stereocomplex, method for production thereof, and nucleating agent for polylactic acid resin	2015	Japão
Process for preparing a heat resistant polylactic acid foamed article	2015	EUA
Compatibilized polypropylene heterophasic copolymer and polylactic acid blends for injection molding applications	2015	EUA
Multi-layer high moisture barrier polylactic acid film	2015	EUA
Process of producing polylactic acid-based resin microparticles, polylactic acid-based resin microparticles and cosmetics	2015	Japão
Method to produce matte and opaque biaxially oriented polylactic acid film	2014	EUA
Method to produce matte and opaque biaxially oriented polylactic acid film	2014	EUA
Process for polylactic acid production using monascus	2014	Holanda
Depolymerization of polylactic acid	2014	EUA
Polycondensation of lactic acid for medical biodegradable polylactic acid catalyzed by creatinine	2014	China
Nanocomposite biomaterials of nanocrystalline cellulose (NCC) and polylactic acid (PLA)	2014	EUA e Canadá
Polylactic acid resin composition	2014	Japão
Matte biaxially oriented polylactic acid film	2014	EUA
Matte biaxially oriented polylactic acid film	2014	EUA
Polylactic acid, resin composition, and resin molded product	2014	Japão
Polypropylene and polylactic acid formulations for heat seal applications	2014	EUA
Multi-layer high moisture barrier polylactic acid film	2014	EUA
Process for production of polylactic acid resin composition	2014	Japão
Flame-retardant polylactic acid based resin composition, molded article thereof and method for producing molded article	2014	Japão
pH responsive biodegradable polylactic acid derivatives forming polymeric micelles and uses thereof for poorly water soluble drug delivery	2014	Coreia do Sul
Heat resistant polylactic acid compositions	2014	EUA
Polylactic acid film	2014	Japão
Multi-layer high moisture barrier polylactic acid film	2014	EUA
Polylactic acid resin composition, polylactic acid resin molded article and method for producing polylactic acid resin composition	2014	Japão
Biaxially oriented metallized polylactic acid film with high metal adhesion and high barrier properties	2014	EUA e Japão
Biolaminate composite assembly including polylactic acid and natural wax laminate layer, and related methods	2014	EUA
Polypropylene and polylactic acid blends of injection stretch blow molding applications	2014	EUA
Molded parts containing a polylactic acid composition	2014	EUA
Blend of polylactic acid resin and copolyester resin, and molded product using same	2014	Coreia do Sul

Modified polylactic acid, polymeric blends and methods of making the same	2014	EUA
Polylactic acid-based decorative body	2014	Japão
Polylactic acid resin composition and molded item	2013	Japão
Composition containing polyhydroxyalkanoate copolymer and polylactic acid used for preparing foaming material	2013	China
Compatibilized polymeric compositions comprising polyolefin-polylactic acid copolymers and methods of making the same	2013	EUA
Polylactic acid shrink films and methods of casting same	2013	EUA
Injection molded article comprising polypropylene and polylactic acid	2013	EUA
Polymeric compositions comprising polylactic acid and methods of making and using same	2013	EUA
Compatibilized polypropylene heterophasic copolymer and polylactic acid blends for injection molding applications	2013	EUA e Bélgica
Polylactic acid resin composition and molded article thereof	2013	Japão
Polylactic acid resin composition and film	2013	Japão
Polylactic acid composition for automobile parts	2013	Coreia do Sul
Polylactic acid shrink films and methods of manufacturing same	2013	EUA
Polylactic acid fibers	2013	EUA
Polylactic acid-containing resin compositions	2013	Japão
Laminate sheet of polylactic acid-based resin and thermoformed plastic thereof	2013	Japão
Manufacturing method of polylactic acid composite composition	2013	Coreia do Sul
Polylactic acid-based resin foamed particles for in-mold foam-molding and method for producing the same, as well as method for producing polylactic acid-based resin foam-molded article	2013	Japão
Polylactic acid composition and molding comprising the composition	2013	Japão
Compatibilized polypropylene and polylactic acid blends and methods of making and using same	2013	EUA
Moldings comprising a polylactic acid composition	2012	Japão
Polylactic acid and manufacturing process thereof	2012	Japão
Polylactic acid-based resin composition, polylactic acid-based film, molded product using the film, elongated film, heat-shrinkable label, and container having the label thereon	2012	Japão
Polylactic acid resin composition	2012	Japão
Polylactic acid based resin, polylactic acid based resin composition, molded body of polylactic acid based resin or polylactic acid based resin composition, and method for producing polylactic acid based resin	2012	Japão
Methods of manufacture of polylactic acid foams	2012	Nova Zelândia
Crystalline polylactic acid resin composition and product molded/formed therefrom	2012	Japão
Polylactic acid fibers	2012	EUA
Polylactic acid shrink films and methods of casting same	2012	EUA
Polylactic acid-based resin composition and molded article of polylactic acid-based resin	2012	Japão
Blend of aromatic polycarbonate and polylactic acid, the method for preparing the same and the use thereof	2012	Alemanha e China
Method of making polylactic acid and its products	2012	China
Polylactic acid based resin molded articles	2012	Japão
Environmentally-friendly polylactic acid resin composition	2012	Coreia do Sul
Eco-friendly polypropylene-polylactic acid composite composition	2012	Coreia do Sul
Multilayer film comprising polylactic acid	2012	EUA
Polylactic acid composites	2012	Coreia do Sul
Polylactic acid blown film and method of manufacturing same	2012	EUA
Polylactic acid fiber yarn package, and textile products	2012	Japão
Polylactic acid resin composition, method for producing polylactic acid resin composition, and polylactic acid resin molded article	2011	Japão
Polylactic acid resin composition	2011	Coreia do Sul
Polylactic acid composition	2011	Japão
Polylactic acid composition	2011	Japão
Polylactic acid shrink films and methods of casting same	2011	EUA
Polylactic acid stretched film	2011	Japão
Polylactic acid resin, textile products obtained therefrom, and processes for producing textile products	2011	Japão
Biaxially oriented polylactic acid film with high barrier	2011	EUA
Polylactic acid resin composition, moldings, and process for production thereof	2011	Japão
Multi-layered polylactic acid resin foamed body and multi-layered polylactic acid resin foamed molded article	2011	Japão
Polylactic acid molding and process for producing the same	2010	Japão
Polylactic acid shrink films and methods of manufacturing same	2010	EUA
Polylactic acid resin and composition and molded article of the same	2010	Japão
Method for forming pleat on fabric composed of polylactic acid yarn, and pleated fabric	2010	Japão
Polylactic acid-based resin laminate sheet and molded product therefrom	2010	Japão
Polylactic acid resin foamed molding and process for manufacturing the same	2010	Japão
Polylactic acid shrink films and methods of casting same	2010	EUA
Foamed sheet of polylactic acid resin, foam molding of polylactic acid resin and method of preparing foam molding	2010	Japão
Polylactic acid blown film and method of manufacturing same	2009	EUA
Polylactic acid resin, textile products obtained therefrom, and processes for producing textile products	2009	Japão
Method for recovering lactide from polylactic acid or derivative thereof	2009	Japão

Polylactic acid resin, textile products obtained therefrom, and processes for producing textile products	2008	Japão
Resin composition comprising polylactic acid and polyacetal and a molded article, film, and fiber each comprising the same	2007	Japão
Polylactic acid composition containing modifier	2007	Japão
Heat-shrinkable film of polylactic acid film	2007	Japão
Biaxially oriented polylactic acid-based resin films	2007	Japão
Biaxially stretched polylactic acid multilayer film and the use thereof	2006	Japão
Polyhydroxyalkanoate copolymer and polylactic acid polymer compositions for laminates and films	2004	EUA
Polylactic acid resin composition and film therefrom	2001	Japão
Microorganism capable of degrading polylactic acid resin and method of degrading polylactic acid resin using said microorganism	2000	Japão
Crosslinked polycarbonate and polylactic acid composition containing the same	1999	Japão
Method for producing polylactic acid and apparatus used therefor	1999	Japão
Process for preparing polylactic acid	1998	Japão
Polylactic acid-based resin composition and use therefor	1998	Japão
Polylactic acid composition	1997	Japão
Polylactic acid type microspheres containing physiologically active substance and process for preparing the same	1992	Japão
Polylactic acid fiber	1991	Japão
Polylactic acid microspheres and process for producing the same	1991	Japão
Preparation of polylactic acid and copolymers of lactic acids	1989	Holanda