

## MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DO PROCESSO DE OBTENÇÃO DO PHB ATRAVÉS DA ANÁLISE DE PEDIDOS DE PATENTES

### TECHNOLOGY MAPPING PROCESS OF GETTING THE PHB THROUGH ANALYSIS OF PATENT APPLICATIONS

Larissa Alves de Sousa Costa<sup>1</sup>; Cleidiane Souza de Miranda<sup>2</sup>; Márcio Inomata Campos<sup>3</sup>; Denilson de Jesus Assis<sup>4</sup>; Janice Izabel Druzian<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Bahia – UFBA – Salvador/BA – Brasil  
[larissaascosta@gmail.com](mailto:larissaascosta@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal da Bahia – UFBA – Salvador/BA – Brasil  
[cleidienesm@gmail.com](mailto:cleidienesm@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal da Bahia – UFBA – Salvador/BA – Brasil  
[marcioinomata@gmail.com](mailto:marcioinomata@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal da Bahia – UFBA – Salvador/BA – Brasil  
[denilsonengal@gmail.com](mailto:denilsonengal@gmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal da Bahia – UFBA – Salvador/BA – Brasil  
[janicedruzian@hotmail.com](mailto:janicedruzian@hotmail.com)

#### Resumo

*Os polihidroxialcanoatos (PHAs) são os únicos polímeros de origem microbiana totalmente biodegradável. Eles são sintetizados por diversos microrganismos, possuindo, após extração, propriedades semelhantes ao polipropileno. O polihidroxibutirato (PHB) é o polímero mais comum da família dos PHAs e historicamente é o que tem sido mais estudado, ele é obtido a partir da bactéria Cupriavidus necator por fermentação da glicose em meio limitante de fonte de nitrogênio ou fósforo. Devido à importância econômica deste biopolímero, o objetivo deste trabalho foi analisar as potencialidades, características e evolução das competências tecnológicas, traduzidas através de documentos de patentes, no que diz respeito à obtenção do PHB no período de 1979 a 2010. Para tanto, foram analisados banco de dados do Espacenet, do Derwent Innovations Index, do United States Patent and Trademark Office e do Instituto Nacional de Propriedades Industrial. Foram realizadas buscas em relação à evolução anual das patentes depositadas, a origem da tecnologia, os detentores da tecnologia e principais inventores. Os códigos de Classificação Internacional de Patentes (CIP) de maior incidência no Espacenet e no INPI são das classes C12 (bioquímica e mutações de engenharia genética) e C08L (composições de compostos orgânicos macromoleculares), respectivamente. Nas bases pesquisadas, as empresas depositaram mais documentos que as universidades e os centros de pesquisa, sendo os anos de 2006 e 2009 os de maior relevância. Dos países pesquisados, os Estados Unidos foi o que apresentou maior número*

de registros (34 %). O Brasil ainda possui poucas patentes na área, sendo necessários mais incentivos que visem aumentar o cenário inovativo do país.

**Palavras-chave:** monitoramento tecnológico, biopolímero, polihidroxialcanoato, polihidroxibutirato.

## **Abstract**

*The PHAs are the only polymers of microbial origin fully biodegradable. They are synthesized by various microorganisms, possessing, after extraction, properties similar to polypropylene. The PHB is the polymer more common of PHAs and historically has been most studied, is obtained from the bacterium *Cupriavidus necator* by fermentation of glucose in the midst of limiting source of nitrogen or phosphate. Due to the economic importance of this biopolymer, the objective of this study was to analyze the potential, characteristics and evolution of technological competence, translated through documents of patents, as regards to obtaining the PHB in the period from 1979 to 2010. For both, were analyzed data bank of Spacenet, of the Derwent Innovations Index, of the United States Patent and Trademark Office and the National Institute of Industrial Properties. A search in relation to annual evolution of patents deposited, the origin of the technology, the owners of the technology and the major inventors. The codes of International Patent Classification (IPC) of higher incidence in the Spacenet databases and INPI are class C12 (biochemistry and mutations for genetic engineering) and C08L (compositions of organic compounds macromolecular), respectively. In the databases searched, the companies have deposited more documents than universities and research centers, with the years of 2006 and 2009 the most relevant. Of the surveyed countries, the United States showed the highest number of records (34 %). Brazil still has a few patents in the area, requiring more incentives aimed at increasing the innovative scenario of the country.*

**Key-words:** technological monitoring, biopolymers, polyhydroxyalkanoate, polyhydroxybutyrate.

## **1. Introdução**

Os polímeros provenientes do petróleo apresentam produção estimada na ordem de 200.000.000 ton/ano e deste total cerca de 80 % é transformado em plástico, sendo que 40 % deste plástico é transformado em embalagem que têm um papel importantíssimo na sociedade moderna, estando presente em praticamente todos os setores da economia como: medicina, agricultura, construção civil, eletroeletrônicos além de outros (PRADELLA, 2008, p. 4).

O plástico convencional apresenta velocidades de degradação extremamente baixa fato que, pode ocasionar sérios problemas relativos à manutenção do equilíbrio ambiental. A grande quantidade de lixo plástico que se acumula dia após dia, bem como o esgotamento das fontes de combustíveis fósseis, impulsiona os estudos de gerenciamento e diminuição do volume de lixo sólido, bem como a produção de materiais plásticos biodegradáveis, a partir de fontes de carbono renováveis. Portanto, estes novos materiais devem possuir as propriedades desejáveis dos plásticos

convencionais, ser produzidos a partir de substratos renováveis e ainda ser completa e rapidamente biodegradados quando descartados no meio ambiente (PIEMOLINI, 2004, p. 1).

Os plásticos biodegradáveis, ou bioplásticos, são polímeros que se degradam completamente ao ataque microbiano em um curto espaço de tempo, sob condições apropriadas do meio ambiente, principalmente pela atividade enzimática dos microrganismos num período entre doze a dezoito meses (LAFFERTY et al, 1988, p. 136; BYROM, 1990, p. 113; KRUPP; JEWELL, 1992, p. 193). Dentre os biopolímeros destacam-se os polihidroxialcanoatos (PHAs), os polilactatos (PLA), os polímeros de amido (PA) e a goma xantana (GX).

Os PHAs são os únicos polímeros de origem microbiana totalmente biodegradável. São sintetizados por diversos microrganismos como polímeros de reserva, possuindo, após extração, propriedades semelhantes ao polipropileno. Sua estrutura depende do meio de crescimento e do microrganismo produtor, podendo ser planejada de acordo com as condições de cultivo microbiano a fim de fornecer ao polímero as características que se deseja (RODRIGUES, 2005, p. 3). Os PHAs constituem uma classe geral de polímeros microbianos (ésteres poliméricos) da qual os mais estudados são o polihidroxibutirato, PHB, e o polihidroxibutirato-*co*-3-hidroxicaprolato, PHB-*co*-3HV (DOI et al., 1990, p. 165). O PHB é o polímero mais comum da família dos PHAs e historicamente o que tem sido mais estudado, é obtido a partir da bactéria *Cupriavidus necator* por fermentação da glicose, como fonte de carbono, em meio limitante de fonte de nitrogênio ou fósforo.

O PHB é um material por excelência biocompatível, uma vez que é produto de metabólitos intermediários comuns a todos os eucariotos superiores. Conseqüentemente, implantes em tecidos como próteses, pinos, placas, fios de sutura, entre outros constituídos de PHB, não provocam resposta imunológica como reações inflamatórias (BYROM, 1990, p. 114). Estes atributos fazem do PHB objeto de interesse das indústrias química e farmacêutica para o desenvolvimento de produtos que vão desde hormônios até os mais variados produtos (BYROM, 1990, p. 114; LEE, 1996, p. 1).

As prospecções tecnológicas são tentativas sistemáticas para observar, em longo prazo, o futuro da ciência, da tecnologia, da economia e da sociedade, com o objetivo de identificar as tecnologias emergentes que, provavelmente, produzirão os maiores benefícios econômicos e sociais (MAYERHOFF, 2006, p. 5). Para tanto os estudos prospectivos sobre biopolímeros, mais precisamente sobre o PHB, podem orientar as tomadas de decisões dos autores públicos e privados nesse setor. As patentes são consideradas instrumentos de inovação e sua prospecção permite levantar o estado da arte tecnológico para competitividade, considerando que 80 % da tecnologia atual está protegida na forma de patentes.

O uso de estudos prospectivos ou estudos de futuro para subsidiar a tomada de decisões é uma atividade relativamente recente e decorre de um contexto de profundas mudanças principalmente no que tange a globalização da economia e a aceleração das mudanças tecnológicas (MACHADO et al., 2012b, p. 156). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi analisar as potencialidades, características e evolução das competências tecnológicas, traduzidas através de documentos de patentes depositadas, no que diz respeito à obtenção do PHB no período de 1979 a 2010.

## **2. Descrição da tecnologia**

A rota convencional de obtenção do PHB, realizada em processo de batelada, envolve duas fases. Na primeira fase, as bactérias são induzidas a crescer em meio de cultura sem limitação de nutrientes até que seja atingida a concentração celular desejada. Na segunda fase, a síntese do PHB ocorre quando há limitação de nutrientes necessários para a bactéria em um meio com excesso de carbono. As bactérias se alimentam desses açúcares, e em seu interior são formados grânulos de poliésteres que funcionam como reserva de energia. Após esse processo, o PHB é extraído e purificado com o auxílio de um solvente orgânico que rompe a parede celular do microrganismo e possibilita a liberação dos grânulos de poliéster (ORTEGA FILHO, 2006, p. 7; TADA, 2009, p. 17).

Esta operação apresenta diversos problemas em relação à purificação dos produtos que, aliados aos custos envolvidos na produção, contribuem significativamente para o desenvolvimento e economia global do processo (NONATO et al., 2001, p. 616). Também se torna necessária à busca por técnicas de extração de PHB que possam diminuir a quantidade de solventes utilizados, bem como tornar o processo mais simples e menos poluente, permitindo que os custos de recuperação sejam os menores possíveis (DALCANTON, 2006, p. 3).

## **3. Metodologia**

Para a pesquisa da tecnologia protegida ou descrita em documentos de patentes referente ao PHB, foi tomado como base os pedidos depositados no Espacenet (EPO), no Derwent Innovations Index (DII), no United States Patent and Trademark Office (USPTO) e no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). As palavras-chave utilizadas na busca foram Polymer\* and Biodegrad\*, Polyhydroxyalkanoat\*, PHA, Hydroxybutyrat\*, Polyhydroxybutyrat\* e PHB e suas respectivas traduções em português quando utilizada a base nacional.

Para prospecção, um formato importante para agilizar buscas nas bases patentárias é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), na qual as patentes são classificadas de acordo com a

aplicação. São divididas em 8 seções, 21 subseções, 120 classes, 628 subclasses e 69000 grupos (SERAFINI; SILVA, 2011, p. 4).

Os resultados foram expressos por frequência na CIP, pelo país de origem, pelo ano de depósito, pelas empresas detentoras da tecnologia e pelos inventores com maior número de depósitos sobre o tema. A pesquisa foi realizada no mês de setembro de 2011.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Pesquisa dos documentos de patentes

A pesquisa dos documentos de patentes, realizada primeiramente através de palavras-chave, resultou em um universo de dados composto por 34.698 registros referente à tecnologia de interesse. Entretanto, é importante ressaltar que o número encontrado não representa o total de invenções protegidas nesta área, isso porque uma mesma patente pode ser depositada em diferentes países com o objetivo de garantir o direito de exclusividade aos seus inventores nos mercados considerados como mais relevantes, uma vez que o direito da patente é territorial (MACHADO et al., 2012b, p. 157). A Tabela 1 mostra o conjunto de palavras-chave, que representam as formas com as quais este biopolímero pode ser identificado nos documentos, bem como o número de patentes encontradas nos bancos de dados do Espacenet (EPO), do Derwent Innovations Index (DII), do United States Patent and Trademark Office (USPTO) e do Instituto Nacional de Propriedades Industrial (INPI).

Tabela 1 - Número de documentos depositados em diferentes bancos de dados de patentes e palavras-chaves.

Palavras-chave	EPO	DII	USPTO	INPI
<b>Polymer* Biodegrad*</b>	10.906	12.838	25	88
<b>Polyhydroxyalkanoat*</b>	1.472	1.017	201	20
<b>PHA</b>	1.439	1.257	159	29
<b>Hydroxybutyrat*</b>	895	1.790	96	16
<b>Polyhydroxybutyrat*</b>	211	906	26	09
<b>PHB</b>	580	653	49	16

Fonte: Autoria Própria (2011)

Com o método utilizado foi selecionada a palavra-chave PHB com a base de dados Espacenet, que compila o acervo de patentes depositadas e publicadas em mais de 80 países, para dar continuidade ao estudo. Além disso, foi analisada a busca por proteção patentária sobre PHB no Brasil, o que fornece uma visão geral do mercado a ser protegido no país.

A partir destes resultados foi elaborada uma estratégia de busca através dos campos da Classificação Internacional de Patentes (CIP), na qual os documentos relativos a esta tecnologia está classificada, associada à palavra-chave PHB. Esta estratégia, aplicada a bases de dados Espacenet, resultou no número de documentos mostrado na Figura 1.

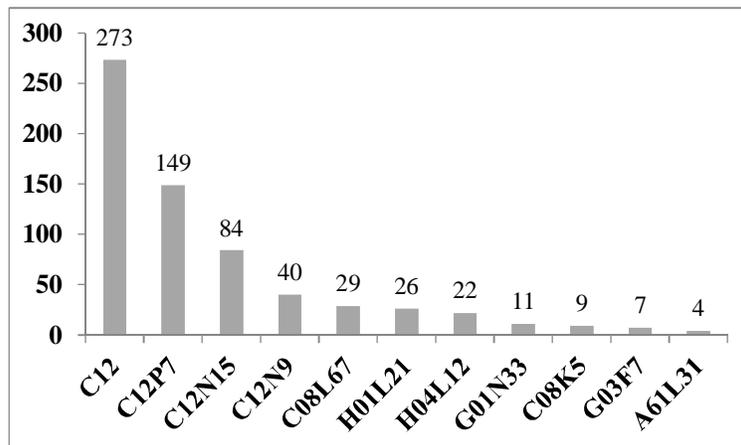


Figura 1 - Número de depósitos de patentes constante no Espacenet caracterizados pela frequência de Classificação Internacional de Patentes. C12= bioquímica e mutações de engenharia genética; C12P7= preparação de compostos orgânicos contendo oxigênio; C12N15= DNA ou RNA relativos à engenharia genética e vetores; C12N9= enzimas; proenzimas; composições; C08L67= composições de poliésteres obtidos por reações formando uma ligação éster carboxílica na cadeia principal; H01L21= processos ou aparelhos adaptados para a manufatura ou tratamento de dispositivos de estado sólido, semicondutores ou de partes; H04L12= redes de comutação de dados; G01N33= investigação ou análise de materiais por métodos específicos; C08K5= substratos orgânicos ; G03F7= fotomecânica; A61L31= materiais para artigos cirúrgicos.

Fonte: Autoria Própria (2011)

A Classificação Internacional de Patentes foi estabelecida pelo Acordo de Estrasburgo em 1971 e prevê um sistema hierárquico de símbolos para a classificação de Patentes de Invenção (PI) e de Modelo de Utilidade (MU), de acordo com as diferentes áreas tecnológicas a que pertencem. A CIP é adotada por mais de 100 países e coordenada pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual – OMPI. O objetivo da busca e identificação da CIP nos documentos está relacionado com a facilidade de reconhecer a área de aplicação tecnológica destes documentos em nível internacional, independente da língua que o documento de patente foi escrito e depositado (MACHADO et al., 2012a, p. 226). O código de classificação que mais apareceu nos documentos de patentes selecionados foi a classe C12 (composições e processos), que consiste na produção de PHB na área de bioquímica e mutações de engenharia genética introduzindo genes bacterianos em plantas que se codificam para as enzimas fabricarem plásticos bacterianos. Foram identificados 273 registros de documentos relevantes referente a este código que, após a eliminação das duplicidades, converteu-se em 221 e serviram de base para a confecção de um banco de dados construído para possibilitar análise dos documentos e determinar as tendências tecnológicas no setor.

Ao avaliar os códigos de Classificação Internacional de maior incidência no INPI, observa-se que a maioria das patentes estão associadas à melhoria do processo de obtenção do PHB (C08L, com 9 documentos e C12P, com 8 documentos), concentrados no processo de fermentação e na tecnologia associada à extração (Figura 2).

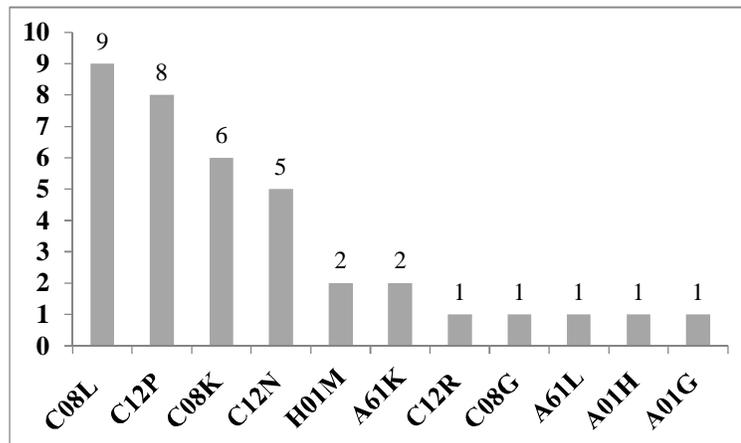


Figura 2 - Número de depósitos de patentes constante no INPI caracterizados pela frequência de Classificação Internacional de Patentes. C08L= composições de compostos macromoleculares; C12P= processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros ópticos de uma mistura racêmica; C08K= uso de substâncias inorgânicas ou orgânicas não-macromoleculares como ingredientes de composições; C12N= microrganismos ou enzimas, suas composições, propagação, conservação ou manutenção de microrganismos; engenharia genética ou de mutações; meios de cultura; H01M= processos ou meios; A61K= preparações para finalidades médicas, odontológicas ou de toalete; C12R= relativo a microrganismos; C08G= compostos macromoleculares obtidos por reações outras que não envolvendo ligações insaturadas carbono-carbono; A61L= métodos ou aparelhos para esterilizar; A01H= novas plantas ou processos para obtenção das mesmas e reprodução de plantas por meio de técnicas de cultura de tecidos; A01G= processo para modificação de fenótipos influenciando o crescimento de plantas quimicamente.

Fonte: Autoria Própria (2011)

### 3.2. Origem da tecnologia

O biopolímero conhecido como polihidroxibutirato foi descoberto no ano de 1925 por Maurice Lemoigne que observou a presença de grânulos refratários no interior de células da bactéria *Bacillus megaterium* que eram solúveis em clorofórmio. O interesse pelo PHB aumentou após a década de 50, quando foram realizados estudos sobre as propriedades físicas e químicas deste polímero. Já na década de 60, a descoberta de propriedades termoplásticas aumentou o interesse levando a empresa W. R. Grace Co. nos EUA a produzir comercialmente o PHB. Na década de 70 foram descobertos outros hidroxialcanoatos. A empresa inglesa ICI (Imperial Chemical Industry) começou a produzir PHA's com o nome de Biopol® (RODRIGUES, 2005, p. 18).

No Brasil, em meados da década de 90, foram iniciadas as pesquisas para a produção do P[3HB], a partir de processos fermentativos. O PHB começou a ser produzido em 1995, por meio de tecnologia desenvolvida em uma planta piloto na usina da Pedra em Serrana-SP, com a parceria do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), da Coopersucar (Cooperativa dos Produtores de Cana de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo) e da Universidade de São Paulo, USP (NONATO et al., 2001 apud RODRIGUES, 2005, p. 19).

Na Figura 3 relaciona o número de documentos de patentes depositados no escritório europeu por país de origem. Os resultados revelam que esta se encontra bastante concentrada nos países mais desenvolvidos, sendo que o cenário é largamente dominado pelos Estados Unidos de onde provém cerca de 34 % do total de documentos depositados. Isso já era esperado pelo fato da tecnologia de produção deste biopolímero ter sido desenvolvido neste país. O Japão e a China vem a seguir com cerca de 20 e 15 %, respectivamente. Outros três países apresentam quantidade significativa de patentes, Coréia do Sul com 14 %, Grã-Bretanha e Alemanha, ambas com 6 % do total. Outros países, oito no total, somados atingem 5 % dos documentos de patentes. Cabe ressaltar que, mesmo dentro deste grupo, os documentos originários de países periféricos são minoria.

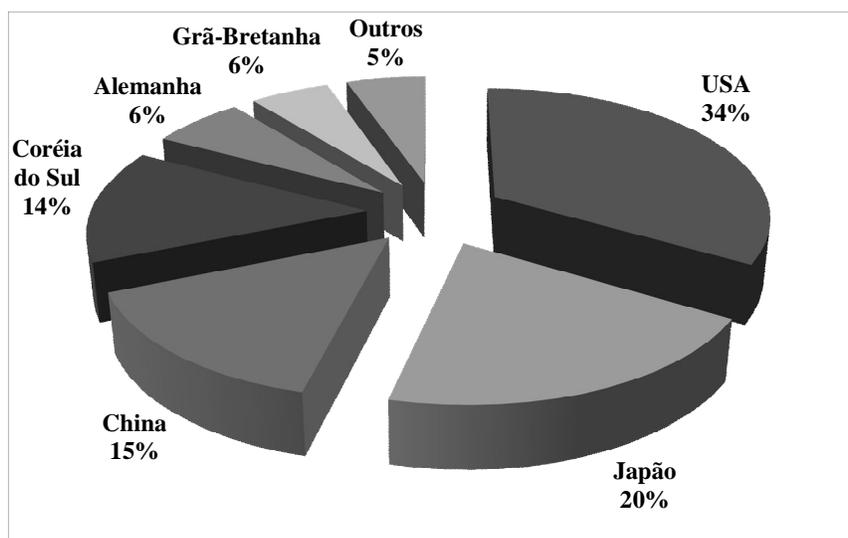


Figura 3 - Distribuição de depósitos de patentes relacionados ao PHB por país de origem dos depositantes.

Fonte: Autoria Própria (2011)

Na Figura 4 é demonstrada a evolução anual de depósitos de patentes relacionados à produção e uso do PHB entre 1979 e 2010, totalizando 221 documentos. Nos anos de 1982 e 1988 não foram encontradas registros de patentes sobre o tema, e entre 2004 e 2009 foram depositados o maior número de documentos, 74 no total. No ano de 2010 foi identificando apenas um documento.

Isso se deve ao período de sigilo, que é de 18 meses após o depósito, para que os documentos sejam publicados.

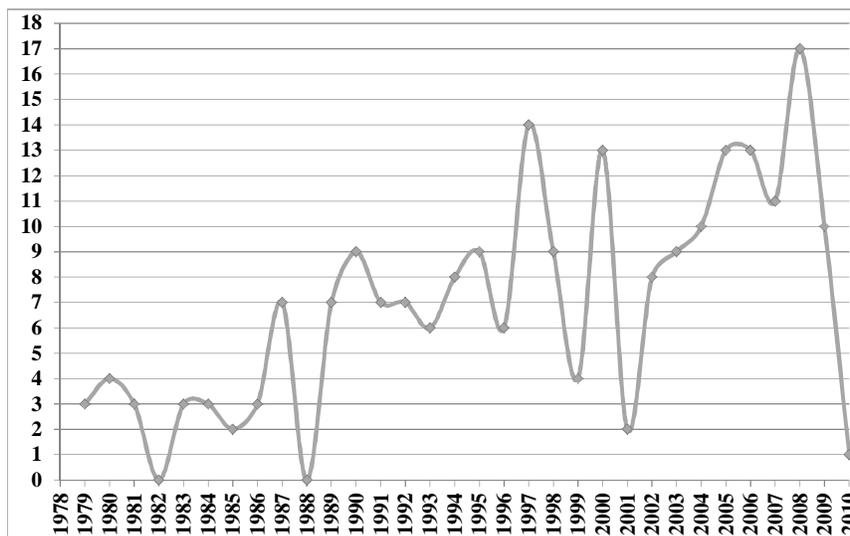


Figura 4- Evolução anual do depósito de patentes sobre PHB na Base Européia entre 1979 e 2010.

Fonte: Autoria Própria (2011)

A continuação da prospecção ocorreu analisando-se o número de pedidos de patentes por ano de depósito na base de dados do INPI. O Brasil possui apenas 16 registros sobre o tema no período pesquisado. O primeiro registro de patente depositada foi no ano de 1992 pela Michigan State University (US), protegendo o “Processo para introduzir um gene de polihidroxialcanoato exógeno em uma planta”. Em 1998 surgiu a primeira patente brasileira depositada pela Universidade de São Paulo (USP) e a empresa PHB Industrial S/A com o título “Cepa mutante de *Alcaligenes eutrophus*, cepa transgênica de mutante de *Alcaligenes eutrophus* e método de obtenção”. Existem outros dois depósitos da Alemanha protegidos no território brasileiro neste mesmo ano, “Processo para a utilização eficiente, material e energética do biogás, bem como, a instalação para execução do processo” e “Utilização de misturas de polímeros biodegradáveis e resistentes à água, preparados a partir de matérias-primas renováveis, com afinidade de ligação aumentada para a produção de veículos em sistemas analíticos”. No entanto, o número de pedidos de patentes tornou-se expressivo no ano de 2006, com cinco pedidos pela empresa PHB Industrial S/A. Vale ressaltar que entre os anos 2007 e 2010 não foram encontrados nenhum depósito de patente sobre o tema em estudo (Figura 5).

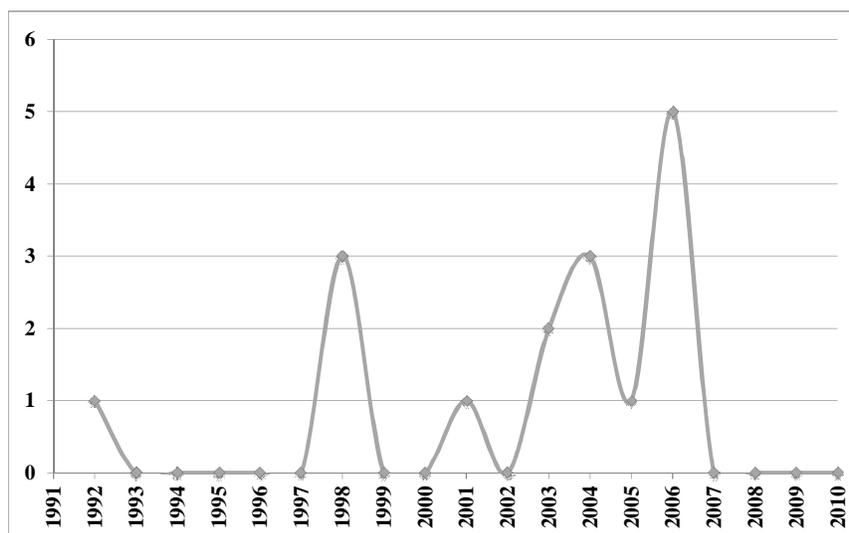


Figura 5 - Distribuição anual das 16 patentes registradas na base de dados INPI.

Fonte: Autoria Própria (2011)

### 3.3. Empresas detentoras da tecnologia de produção e uso do PHB

A análise dos detentores de tecnologia de produção e uso do PHB foi realizada primeiramente com relação aos principais depositantes no Espacenet, sendo classificados em empresas, centros de pesquisas e universidades. O resultado da análise revela que as empresas são as principais depositantes, representando um total de 72 %. Os documentos de patentes, tendo centros de pesquisas e universidades como depositantes, representam apenas 15 % e 13 %, respectivamente (Figura 6).

O cenário é amplamente dominado pela Pioneer Hi-Bred International, com 15 depósitos e a Massachusetts Institute of Technology, com 14, ambas com sede nos Estados Unidos. Neste grupo estão também a Imperial Chemical Industries (10), Korea Advanced Institute of Science and Technology (9), Kaneka Corporation (7), Metabolix Inc (7), Du Pont (5), Innovative Technology Centre (4). Dentre as Universidades apenas 23 detém essa tecnologia, sendo as de Tsinghua e a Qinghua, ambas localizadas na China, as mais expressivas.

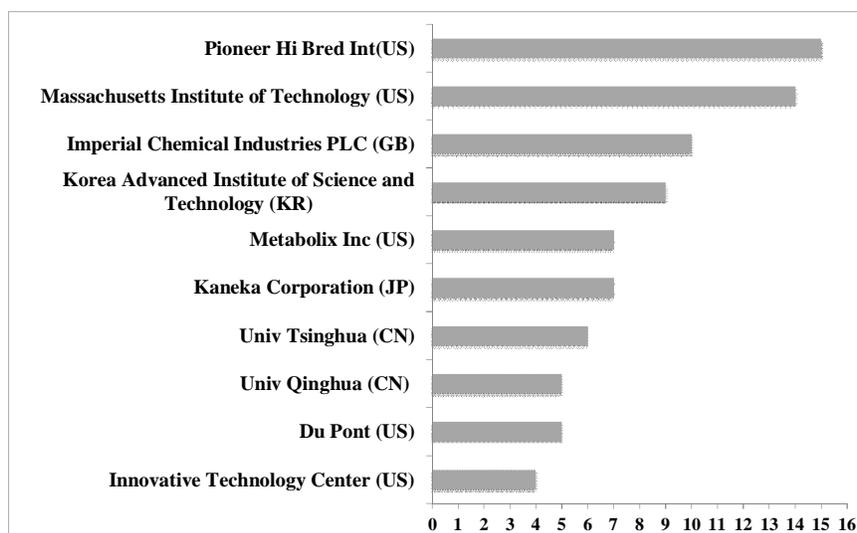


Figura 6 - Distribuição de documentos de patentes sobre PHB depositados na Base Européia por tipo de depositante.

Fonte: Autoria Própria (2011)

Na Figura 7 é apresentada a distribuição dos documentos de patentes relacionados ao PHB depositados na base de dados nacional (INPI).

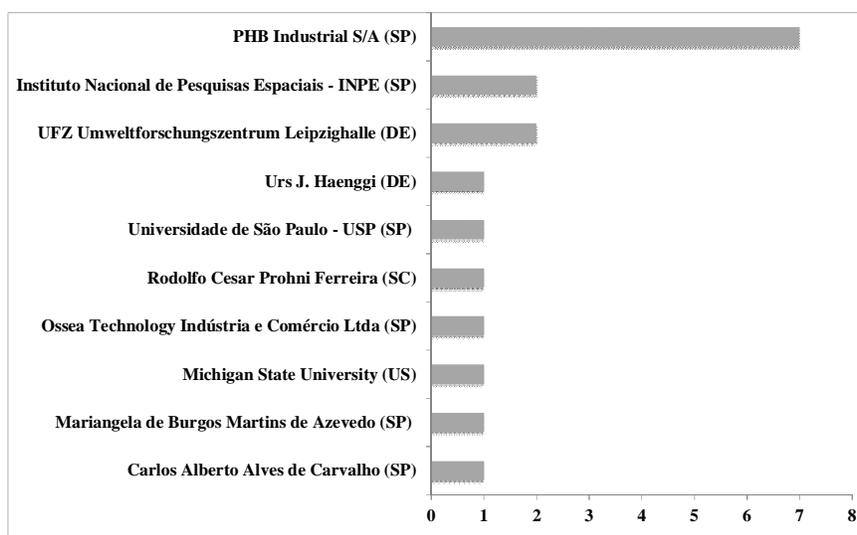


Figura 7 - Distribuição de documentos de patentes sobre PHB depositados no Brasil por tipo de depositante.

Fonte: Autoria Própria (2011)

A partir desses resultados é possível constatar que as pesquisas científicas e tecnológicas referentes à tecnologia pesquisada estão em maior proporção protegida pela empresa PHB Industrial S/A que detém o maior número de patentes, sete no total (39 %). No Brasil, a deficiência de incentivos políticos e governamentais para estimular a articulação e parcerias entre universidade e

empresas privadas é responsável por esse cenário de poucas patentes depositadas na área pesquisada. Essa parceria gerou apenas dois documentos no período avaliado.

Existem alguns esforços para mudar esse cenário, como por exemplo, a promulgação da Lei de Inovação 10.973/04 de 2004. Essa lei mantém e amplia o apoio às parcerias entre universidade e empresa, promove a participação das universidades e dos centros de pesquisa no processo de inovação, e permite também a transferência do conhecimento da universidade para as empresas, através principalmente da obrigatoriedade de criação dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) nas universidades. Ainda como estratégia para mudar o quadro inovativo no país, os autores citam a Lei 11.487, também conhecida como a Lei do Bem, que autoriza a utilização de benefícios fiscais para as empresas que invistam em P&D, sem necessidade de pedido formal. Esta facilidade agiliza e amplia o estímulo aos investimentos em atividades inovativas, estimulando assim a pesquisa aplicada entre universidades e empresas (MACHADO et al, 2012a, p. 232).

### 3.4. Inventores que mais depositam patentes de produção e uso do PHB

Dentre os inventores que mais detém patentes sobre o tema em estudo, estão os originários dos Estados Unidos com 64 documentos (Figura 8). Entre os inventores destacam-se Sinskey Antony, professor de microbiologia e ciências da saúde do Massachusetts Institute of Technology e Peoples Olivier, diretor científico da Metabolix Inc., com 26 e 21 patentes depositadas, respectivamente. Ambos utilizam para produção de PHB a glicose como substrato fermentescível.

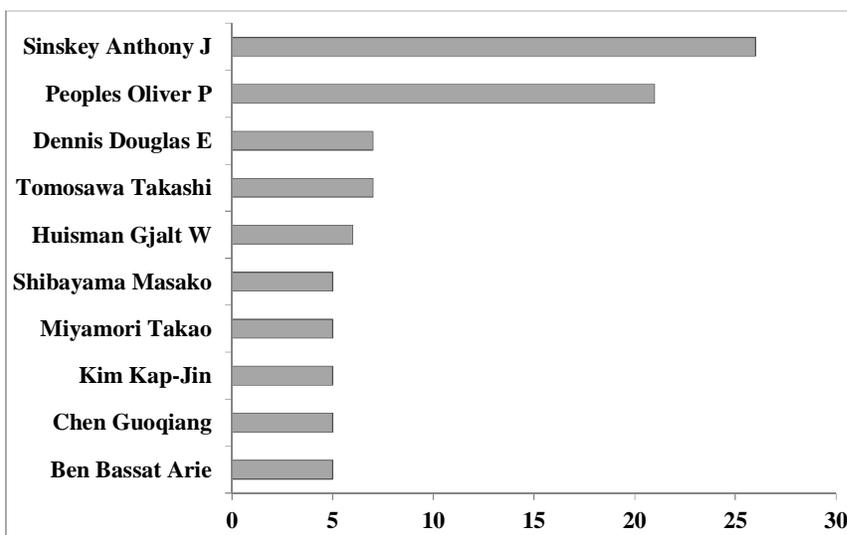


Figura 8 - Distribuição dos documentos de patentes por inventores com maior número de patentes depositadas na Base Européia.

Fonte: Autoria Própria (2011)

Na Figura 9 observamos os inventores com maior frequência de depósitos na base de dados do INPI.

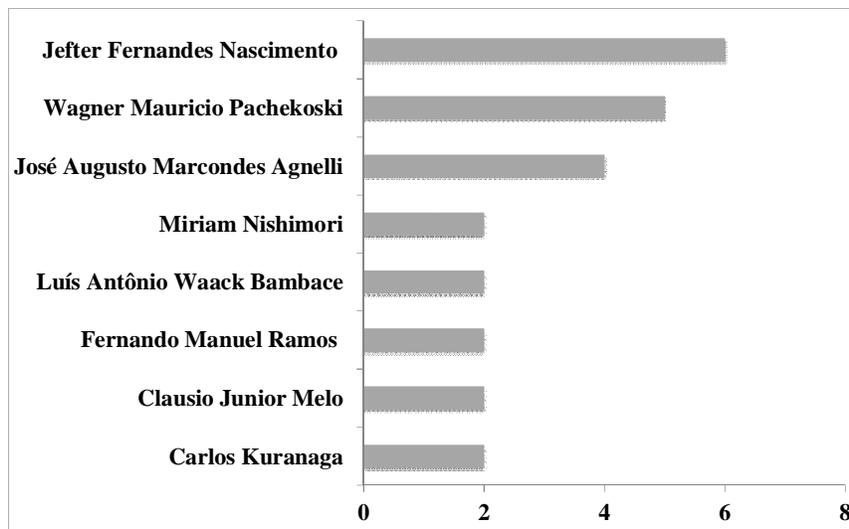


Figura 9 - Distribuição dos documentos de patentes por inventores com maior número de patentes depositadas no INPI.

Fonte: Autoria Própria (2011)

Ao analisar a Figura 9, observa-se que o inventor com maior quantidade de registro de patentes é o Engenheiro Químico Jefter Fernandes Nascimento pesquisador da Indústria PHB Industrial S/A em São Paulo. Em seguida está Wagner Mauricio Pachekoski com nove patentes depositadas na área. O inventor é Bacharel em Química pela Universidade Federal do Paraná e possui mestrado e doutorado em Ciência e Engenharia dos Materiais pela Universidade Federal de São Carlos. Atualmente é professor pesquisador no Senai-Cimatec de Salvador.

#### 4. Conclusão

Avaliando o cenário mundial e brasileiro entre os anos de 1979 e 2010, pode-se concluir que existe uma tendência ao crescimento de depósitos no escritório europeu, indicando que muitas inovações têm sido realizadas, atestando a importância atual do PHB. Entretanto, no Brasil, o fato de não existirem muitas patentes depositadas sobre o tema, indica a falta de cultura local no depósito de patentes dentre outros aspectos, sendo necessários mais incentivos políticos e governamentais que visem estimular o cenário inovativo do país.

Os Estados Unidos parece ser o mercado de maior interesse na proteção da tecnologia pesquisada, possuindo também o maior número de patentes depositadas relacionadas à produção e uso do PHB, demonstrando o alto grau de desenvolvimento nas pesquisas nessa área.

Os códigos de Classificação Internacional Patentes de maior incidência no Espacenet e no INPI são das classes C12 (bioquímica e mutações de engenharia genética) e C08L (composições de

compostos orgânicos macromoleculares), respectivamente. A maioria das patentes relata a utilização de glicose como fonte de carbono.

Com os estudos de prospecção é possível, examinar o que existe e determinar as perspectivas para os avanços para ciência, tecnologia, economia e sociedade identificando as áreas de pesquisa estratégicas que merecem destaque em relação ao benefício que pode gerar a sociedade. Espera-se que o desenvolvimento deste trabalho se torne um novo incentivo para os pesquisadores brasileiros, para desenvolver pesquisas sobre o tema.

## Referências

BYROM, D. Industrial production of copolymers from *Alcaligenes eutrophus*. In: DAWES, E. A. **Novel biodegradable microbial Polymers**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 113-117, 1990.

DALCANTON, F. **Produção, extração e caracterização de poli(3-hidroxibutirato) por *Ralstonia eutropha* em diferentes substratos**. 2006, 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

DOI, Y.; SEGAWA, A.; KAWAGUCHI, Y.; KUNIOKA, M. Cyclic nature of poly(3-hydroxyalkanoate) metabolism in *Alcaligenes eutrophus*. **FEMS Microbiology Letters**, v. 67, n. 55, p. 165-170, 1990.

KRUPP, L. R.; JEWELL, W. J. Biodegradability of modified plastic films in controlled biological environments. **Environmental Science & Technology**, v. 26, n. 1, p. 193-198, 1992.

LAFFERTY, R. M.; KORSATKO, B.; KORSATKO, W. Microbial production of poly-3-hydroxybutyric acid. **Biotechnology**, v. 6, n. 66, p. 135-176, 1988.

LEE, S. Y. Bacterial polyhydroxyalkanoates. **Biotechnology and Bioengineering**, v. 49, n. 1, p. 1-14, 1996.

MACHADO, B. A. S.; CRUZ, L. S.; NUNES, S. B.; GUEZ, M. A. U.; PADILHA, F. F. Estudo prospectivo da própolis e tecnologias correlatas sob o enfoque em documentos de patentes depositados no Brasil. **Revista Geintec**, v. 2, n. 3, p. 221-235, 2012a.

MACHADO, B. A. S.; REIS, J. H. O.; FIGUEIREDO, T. V. B.; DRUZIAN, J. I. Mapeamento tecnológico da goma xantana sob o enfoque em pedidos de patentes depositados no mundo entre 1970 a 2009. **Revista Geintec**, v.2, n. 2, p. 154-165, 2012b.

MAYERHOFF, Z. D. V. L. Curso de Capacitação em PI para Gestores de Tecnologia – Módulo avançado. Prospecção Tecnológica – **INPI** – Curitiba, 2006.

NONATO, R. V.; MANTELATTO, P. E.; ROSSELL, C. E. V. Integrated production of biodegradable plastic, sugar and ethanol. 2001. In: SQUIO, C. R.; ARAGAO, G. M. F. de. Estratégias de cultivo para produção dos plásticos biodegradáveis poli(3-Hidroxibutirato) e poli(3-hidroxibutirato-co-3-hidroxivalerato) por bactérias. **Química Nova**, v. 27, n. 4, p. 615-622, 2004.

ORTEGA FILHO, S. O potencial da agroindústria canavieira do Brasil. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, dez. 2006. Disponível em: <[http://www.fcf.usp.br/Departamentos/FBT/HP\\_Professores/Penna/EstudoDirigido/Agroindustria\\_Canavieira.pdf](http://www.fcf.usp.br/Departamentos/FBT/HP_Professores/Penna/EstudoDirigido/Agroindustria_Canavieira.pdf)>. Acesso em: 18 set. 2011.

PIEMOLINI, L. T. **Modelagem estrutural da PHA sintase de *Chromobacterium violaceum* para estudos de mutação sítio-dirigida.** 2004, 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PRADELLA, J. G. C. Biopolímeros e Intermediários Químicos. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, São Paulo, mar 2008. Disponível em: <[http://www.anbio.org.br/pdf/2/tr06\\_biopolimeros.pdf](http://www.anbio.org.br/pdf/2/tr06_biopolimeros.pdf)>. Acesso em: 14 de set. 2011.

RODRIGUES, A. D. **Estudo da produção de polihidroxibutirato por *Cupriavidus necator* em fermentação no estado sólido.** 2005, 86 f. (Mestrado em Engenharia Química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SERAFINI, M. R.; SILVA, G. F. Características da propriedade intelectual no nordeste através de sites de buscas tecnológicas. **Revista Geintec**, v. 1, n. 1. p. 01-11, 2011.

TADA, E. S. **Blendas com poli(3-hidroxibutirato) (PHB) e copolímeros aleatórios: comportamento de fases e cinética de cristalização.** 2009, 247 f. (Tese de Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.