

## PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA APLICADA À PROPULSÃO IÔNICA

### TECHNOLOGY FORESIGHT APPLIED TO ION PROPULSION

Ilana Mota de Almeida<sup>1</sup>; Gesil Sampaio Amarante Segundo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Modelagem em Materiais - PROCIMM  
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC – Ilhéus/BA – Brasil  
Rua Santo André, 270, Conceição – CEP: 45605-200  
Itabuna, BA – Brasil

[ilanamota.8@gmail.com](mailto:ilanamota.8@gmail.com)

<sup>2</sup>Docente - Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Modelagem em Materiais - PROCIMM

Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC – Ilhéus/BA – Brasil  
[gsamarante@uesc.br](mailto:gsamarante@uesc.br)

#### Resumo

*Propulsores iônicos são utilizados em satélites de comunicação e para a propulsão principal em sondas espaciais. O sistema consiste na expulsão de íons para a criação do impulso, podendo proporcionar velocidades mais altas do que outros tipos de aparato. O presente artigo tem o objetivo de fazer uma análise de prospecção no ramo da Propulsão Iônica através de uma busca de anterioridade na base de patentes Espacenet®. Ao todo, foram encontrados 58 depósitos de patentes nesta área de pesquisa entre o período de 1995 a 2015. Por meio da busca de anterioridade, foi possível analisar os principais depositantes, os países mais atuantes e a tendência da pesquisa ao longo dos anos. O estudo mostrou que o campo, apesar de atuante há muitas décadas, ainda possui espaço para novas pesquisas pois são poucos os depositantes influentes na área, resultando em 58 depósitos em um período de pesquisa de 20 anos.*

**Palavras-chave:** Propulsão iônica; patentes; prospecção.

#### Abstract

*Ion thrusters are used in communication satellites and for spacecrafts main propulsion. This system consists on ions expulsion so as to create the impulse, and can provide higher speeds than other types of devices. This article has the objective to make a foresight analysis of Ion Propulsion through an anteriority research on Espacenet® patents database. In all, 58 patents filling were found in the research field between 1995 and 2015. With the search for priors, it was possible to analyze the main depositors, the most active countries and the research trend over the recent years. The study showed that although active for many decades, this field still has room for new research*

due to the small number of existing influential depositors, showing a result of 58 deposits in a 20 years period of study.

**Key-words:** Ion propulsion; patents; foresight.

## 1. Introdução

As demandas tecnológicas estão cada vez mais presentes, seja na indústria, no meio acadêmico, ou em outros setores de propagação do conhecimento. No Brasil, a Lei da Inovação (Lei nº 10.973, de 02/12/2004), juntamente com seu decreto regulamentador, nº 5.563, de 11/10/2005, permite às instituições científicas e tecnológicas (ICT) públicas do país operarem em colaboração com o setor empresarial e cria mecanismos de gestão da inovação, entre eles os Núcleos de Inovação Tecnológica - NIT (RUSSO et al., 2012).

Os NITs atuam na gestão da Política de Inovação das ICTs com a finalidade de promover e desenvolver inovações tecnológicas e criações industriais, através da capacitação e desenvolvimento constante da indústria (RUSSO et. al. 2012).

Com o crescimento global dos investimentos em Ciência, Inovação e Tecnologia, muitos mecanismos da gestão da área da Propriedade Intelectual vem sendo aprimorados com o intuito de facilitar e propagar o conhecimento de forma eficiente e eficaz. A Propriedade Industrial, como parte desse sistema, também oferece ferramentas úteis na condução de projetos de pesquisa e desenvolvimento, seja na universidade ou na indústria.

Como parte dos registros que podem ser feitos de uma propriedade industrial, as patentes tem seu lugar de destaque. De acordo com o INPI - Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (2015) a patente é:

“...um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgado pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou jurídicas detentoras de direitos sobre a criação”.

Quando comparado a outros países, o Brasil se encontra em uma posição nada satisfatória no que diz respeito a patentes válidas. De acordo com um relatório da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO – *World International Patent Organization*) do ano de 2012, o país ficou em 19º lugar, numa pesquisa entre 20 países (Portal da Indústria – CNI, 2014). Tendo em vista a enorme quantidade de produções científicas do país, e a quantidade de universidades e pesquisadores atuantes, essa colocação poderia ser melhor. Tem-se discutido sobre o investimento nessa área dentro das universidades e empresas e, além disso, sobre o conhecimento concreto das informações que envolvem os pedidos de patentes, sejam invenções ou modelos de utilidade.

Dentre as metodologias de estudo das informações obtidas em bancos de patentes existe a Prospecção Tecnológica, que pode ser definida como um mapeamento de produtos tecnológicos e científicos futuros, com o objetivo de prever cenários estratégicos e apoiar o processo de decisão durante a difusão de novas tecnologias (CAVALCANTI e VASCONCELOS, 2014). Possui alguns objetivos principais, dentre eles:

- Ter ampla escolha de oportunidades para avaliar e possibilidades e estabelecer prioridade;
- Prospectar os impactos das pesquisas atuais e da política tecnológica;
- Definir futuros desejáveis e indesejáveis;
- Estimular o processo de discussão contínua.

De acordo com Kupfer e Tigre (2004) ela é uma maneira de se ter uma perspectiva futura, através de mapeamentos de desenvolvimentos tecnológicos e científicos, baseada em fatos que possam influenciar de modo positivo na indústria e a pesquisa.

Não ocorre como outras ferramentas cujo objetivo é realizar uma previsão trivial, esperando, supostamente, um único futuro. A prática da prospecção abrange muitas vertentes para que futuramente uma maior quantidade de resultados de pesquisas sejam alcançados. Dessa forma, torna-se possível um mapeamento geral das tecnologias existentes, os mercados em crescimento, a evolução dos produtos e previsão de novos, monitoramento das empresas concorrentes, dentre outros aspectos.

Segundo Mayerhoff (2008) os estudos relacionados à prática da prospecção são fundamentais nas mais diversas áreas de tomada de decisão, contribuindo de forma positiva na construção do futuro desejado. Assim, as estratégias e planos traçados se alinham de maneira a auxiliar no processo decisório.

Com isso, o presente trabalho contempla uma prospecção realizada no campo de estudo da Propulsão Iônica através de pesquisas em bases patentárias. Também chamada de propulsão eletrostática, possui campos diversos de aplicação, mas principalmente na composição em sistemas de propulsão para satélites e sondas espaciais. A pesquisa contou com o método de busca de anterioridade, levantando dados dos últimos 20 anos de pesquisa e aplicações nessa área de estudo, assim como os pesquisadores mais atuantes e áreas de atuação.

A utilização desta tecnologia vem crescendo nas últimas décadas. Programas de pesquisa iniciais foram estabelecidos nos anos 60 pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e, nos últimos 30 anos, a utilização da propulsão elétrica na indústria aeroespacial aumentou de forma considerável (GOEBEL e KATZ, 2008). Sua tecnologia e ciência abrangem uma ampla variedade de estratégias para alcançar velocidades de escape elevadas, com o intuito de reduzir o peso total do propulsor e a correspondente massa de lançamento de sistemas de transporte espacial (JAHN e CHOUEIRI, 2002).

Um exemplo da utilização deste tipo de tecnologia é o propulsor de Efeito Hall, que representa uma forma muito eficiente de dispositivos de propulsão elétrica para aplicações que requerem baixos níveis de impulso, por exemplo: regimes estacionários, criação de órbita e transferência de órbita (CHOI, MAHALINGAM e LIKHANSKII, 2012). O propulsor do tipo Hall está relacionado a uma diferença de potencial entre um condutor elétrico e um campo magnético, onde feixes de íons são lançados como força propulsora. Tem como vantagem principal um menor uso de combustível propelente, o que pode ampliar o tempo de vida dos satélites em órbita, uma maior simplicidade de operação e um menor peso para o subsistema de propulsão.

Apesar de não ser uma tecnologia recente, visto que há conceitos e diversas aplicações no espaço em literaturas desde 1929 (GOEBEL e KATZ, 2008), ainda é um campo restrito em comparação com outros produtos. A Agência Espacial Brasileira (AEB) tem trabalhado neste sentido e alguns trabalhos, há alguns anos, vem sendo realizados no Brasil. O Laboratório de Física dos Plasmas da UnB, sob a coordenação do Prof. Dr. José Leonardo Ferreira, tem desenvolvido um novo modelo de propulsor iônico com ímãs permanentes, o que atribui ao produto características bastante peculiares (FERREIRA et al., 2004).

Com esse cenário, viu-se a relevância de se fazer esse estudo prospectivo que envolve essa área. A busca de anterioridade mostrou uma visão geral do desenvolvimento tecnológico da propulsão iônica por meio dos números de depósitos de patentes ao longo dos anos prospectados. Além de auxiliar na tomada de decisões, a prospecção é uma importante ferramenta na análise de viabilidade de projetos. As informações obtidas através dela ajudam na disseminação da pesquisa e estudos. Com isso, vê-se também a importância de se utilizar desses recursos para otimização nos processos, enriquecimento da pesquisa e um aprofundamento das relações entre as universidades e empresas.

Quando se trata de inovação, o estudo prospectivo também tem o seu papel de evitar, por exemplo, as pesquisas duplicadas, fomentando melhorar as tecnologias já existentes no mercado. Isso compreende melhores resultados e facilita a visão holística do mercado e produtos em estudo. Essa forma de prospecção fornece subsídios para estratégias em propriedade intelectual e, posteriormente, serve para que os concorrentes entrem com novas patentes da tecnologia.

## **2. Metodologia da pesquisa**

A pesquisa possui caráter descritivo exploratório, em forma de estudo de caso, com o objetivo de mostrar como tem sido o estudo da propulsão iônica nos últimos anos. Primeiramente houve um estudo para embasamento teórico e a Busca de anterioridade foi utilizada para o estudo do material prospectado.

Para a obtenção dos resultados, a metodologia contou com uma associação de palavras-chave. Usou-se “*Hall thruster*” (propulsor Hall) e “*Hall effect*” (efeito Hall) como referência aos propulsores iônicos, que podem ser do tipo Hall, o que os confere características bastante peculiares. Com isso, utilizou-se a base patentária Espacenet®, a base de dados relacionada ao Escritório Europeu de Patentes (EPO – *European Patent Office*) cuja busca conta com documentos de mais de 90 países, sendo uma fonte gratuita de acessibilidade e uma das mais procuradas quando se trata de estudos prospectivos (INPI, 2014).

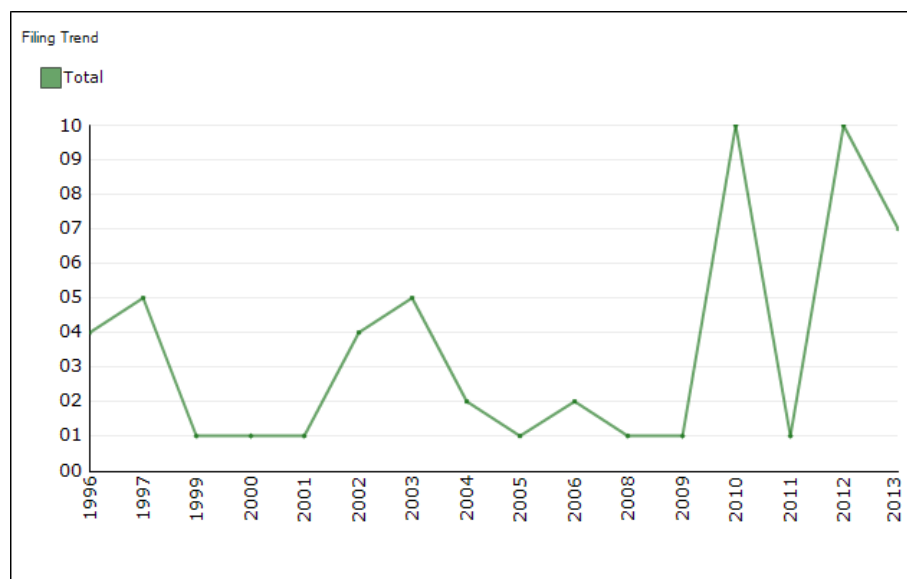
Com as palavras chave definidas, usou-se o software *Patent Insight Pro*, para que a busca pudesse ser mais refinada e os dados obtidos fossem filtrados e organizados. Os resultados foram referentes ao intervalo entre os anos de 1995 a 2015, compreendendo um período aceitável de 10 anos até o ano anterior que a pesquisa foi feita, compilando dados históricos de crescimento na área.

### 3. Resultados e discussão

No total, foram encontradas 58 patentes relacionadas à Propulsão Iônica. Visto que este é um campo relativamente restrito na área de pesquisa, entende-se o baixo número ao longo dos 20 anos em questão. Os dados foram organizados e foram gerados tabelas e gráficos para melhor interpretação das informações.

A Figura 1 mostra um gráfico referente à quantidade de depósitos de patentes a cada ano, desde 1995 até 2015. Percebe-se que 2010 e 2012 foram os anos que possuíram maior número de depósitos, sendo 10 em cada um. Na década de 90 e a primeira década do segundo milênio, a quantidade foi baixa, sabendo que é uma tecnologia consideravelmente nova.

Figura 1: Quantidade de depósitos de patentes por ano



Fonte: Dados gerados no Espacenet® (2015)

Através da pesquisa, foi possível verificar, também, a quantidade de depósitos referentes a países distintos, que se pode ver na Figura 2. Se desconsiderarmos os anos de 2014 e 2015, sabendo que há um período de sigilo de 18 meses após o depósito (INPI, 2015), pode-se ver que o gráfico mostra a diversidade de países dos quais originam as patentes na área da propulsão iônica.

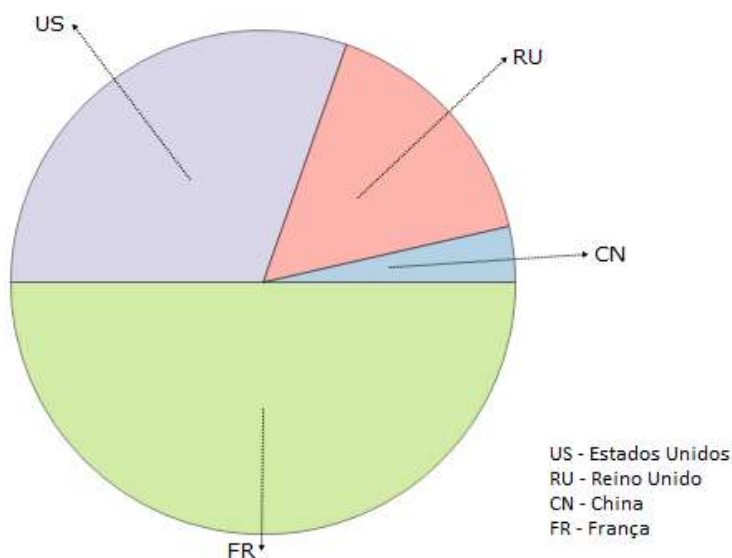
Figura 2: Número de publicações de países distintos



Fonte: Dados gerados no Espacenet® (2015)

Observa-se que 4 países se destacaram com o maior número de depósitos. De acordo com a Figura 3, França (FR), Estados Unidos (US), Reino Unido (RU) e China (CN) foram aqueles que obtiveram, respectivamente, as maiores quantidades de depósitos ao longo dos 20 anos prospectados. Observa-se o quanto essas nações investem em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e o quanto contribuem para o enriquecimento dos estudos nesta área.

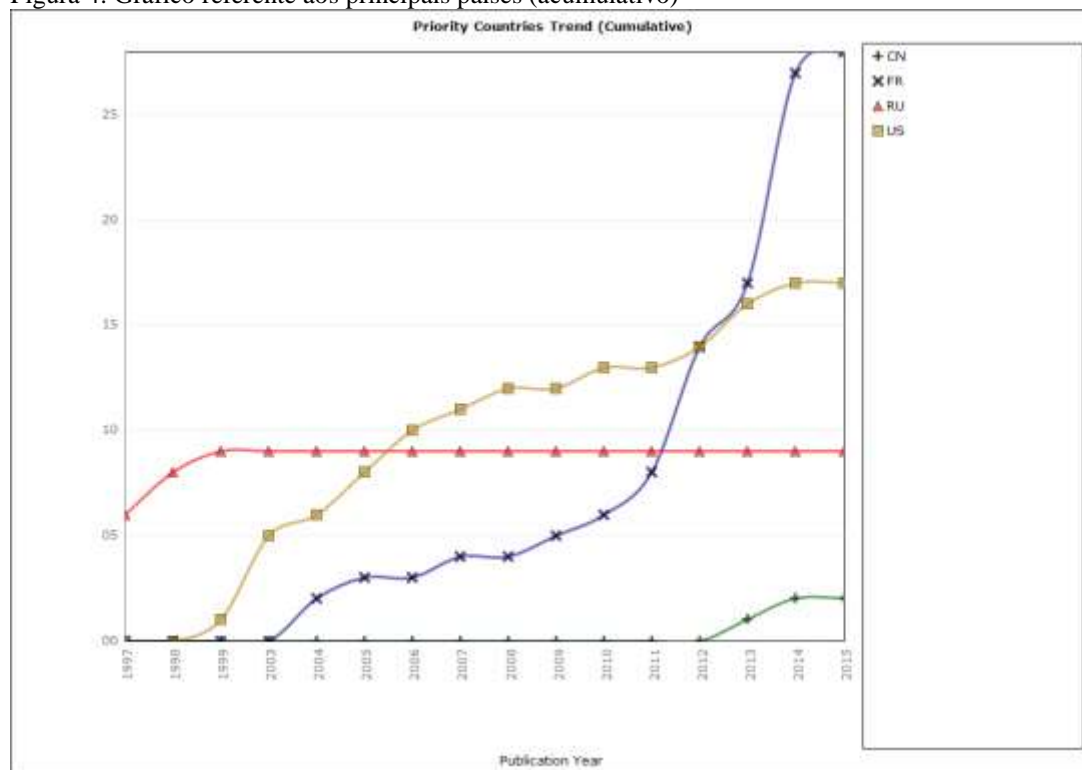
Figura 3: Principais países



Fonte: Dados gerados no Espacenet® (2015)

Em um gráfico de caráter cumulativo, pôde-se acompanhar a evolução do depósito de patentes dos principais países em destaque. A Figura 4 abaixo traz essas informações.

Figura 4: Gráfico referente aos principais países (acumulativo)



Fonte: Dados gerados no Espacenet® (2015)

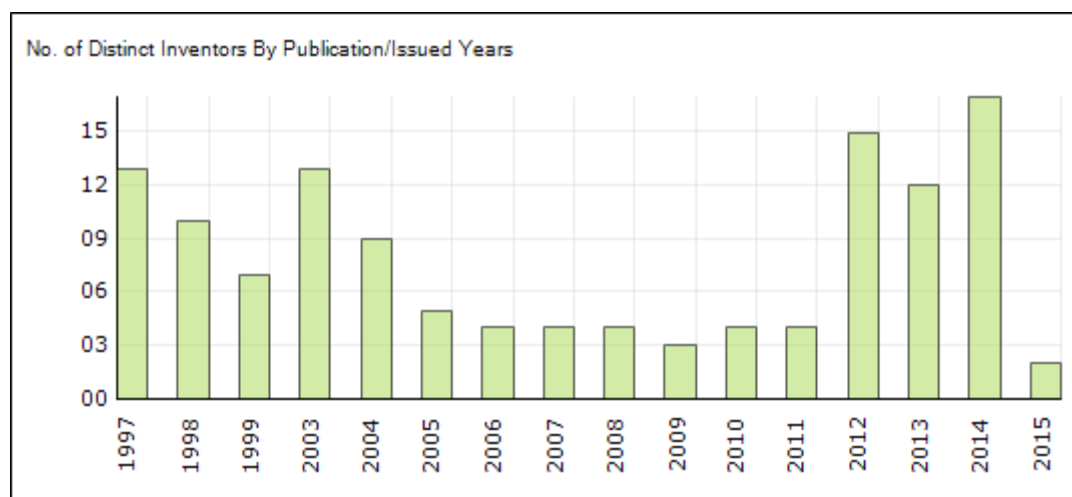
Vê-se que a França manteve uma média de aumento a partir de 2003, dando grande salto no ano de 2011, e continuando a obter resultados até 2014. Os Estados Unidos, apesar de apresentar uma curva pouco inclinada, mostra um crescimento bastante equilibrado desde 1998, possuindo depósitos em praticamente todos os anos, até 2014.

Já o Reino Unido não realiza nenhum depósito de patente desde 1999, mostrando que o investimento na pesquisa na área da propulsão iônica parece não ser mais realizado. A China, com pequena parcela no número total de depósitos, tem sua pequena fatia crescendo, desde 2012.

Através dessa Busca de Anterioridade, é possível que várias características que envolvem o estudo da Propulsão Iônica sejam coletadas e avaliadas. A Figura 5 abaixo mostra um gráfico com a distribuição de distintos inventores que depositaram patentes dessa área de estudo.



Figura 5: Inventores distintos

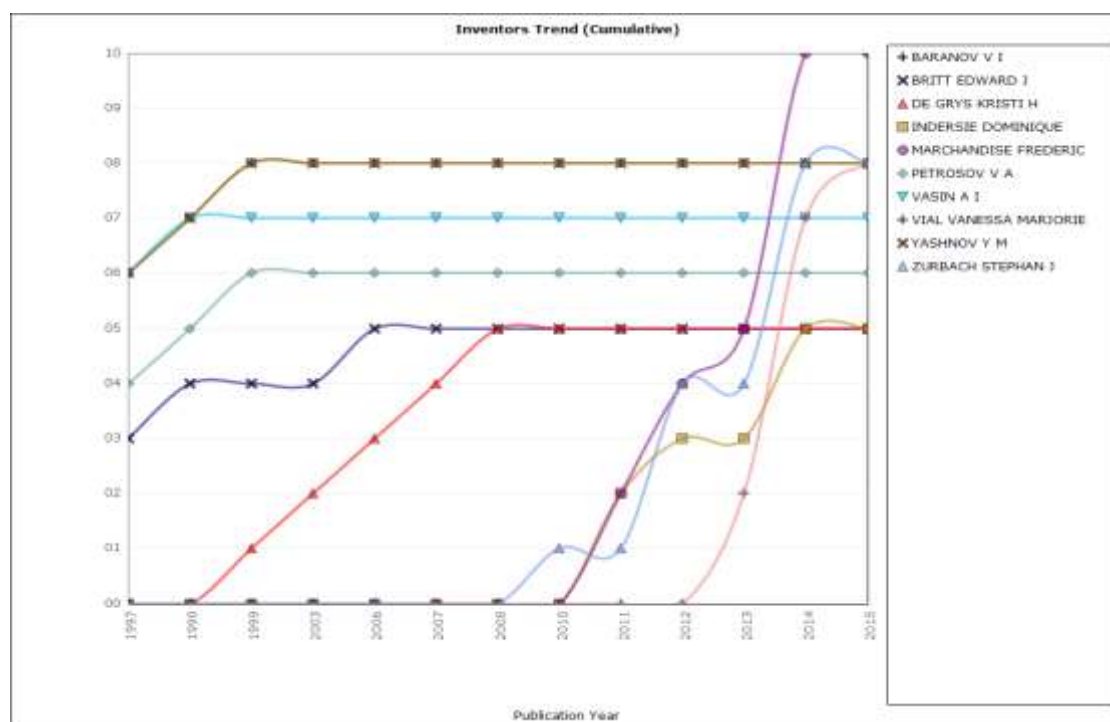


Fonte: Dados gerados no Espacenet® (2015)

Observa-se que entre os anos de 2005 e 2011 os depósitos foram baixo das médias dos anos anteriores. Há, porém, uma distribuição contínua de diferentes autores ao longo dos anos, exceto em 2000, 2001 e 2002. Entretanto, a partir de 2012, percebe-se um aumento da pesquisa e desenvolvimento e novos pesquisadores tem submetido pedidos neste campo.

Assim como mostrado anteriormente, na evolução de depósitos nos principais países, a Figura 6 mostra um gráfico cumulativo referente aos inventores que depositaram suas patentes no período.

Figura 6: Gráfico referente aos inventores (cumulativo)



Fonte: Dados gerados no Espacenet® (2015)



A Figura 6 mostra, nominalmente, os depositantes mais atuantes nesse ramo de pesquisa nos 20 anos prospectados. São citados 10 nomes incluindo as tendências cumulativas nas pesquisas na área da propulsão iônica e a atuação desses *assigners* nesse campo de estudo.

É possível perceber que 6 desses depositantes apresentados não obtiveram evolução em determinados períodos. Precisamente, há pelo menos 8 anos 5 deles não fizeram nenhum depósito, e são eles os que estão há quase duas décadas no mercado, apresentando dados praticamente desde o primeiro ano pesquisado. Estes incluem os russos V I Baranov, Y M Yashnov, A I Vasin, V A Petrosov e Edward J Britt.

Mesmo assim, vê-se como essa linha de pesquisa é algo novo e promissor. O ano inicial do estudo foi 1995, mas somente a partir de 1997 tem-se relatos dos investimentos no desenvolvimento de pesquisas da propulsão iônica. Por outro lado, todos os inventores pioneiros no depósito de patentes permaneceram estagnados até o último período da pesquisa.

De Grys mostrou resultados neste mercado em 1998 e cresceu gradativamente a cada ano até 2008. Assim também ocorreu com A I Vasin e Frederic Marchandaise, que a partir de 2008 e 2010, respectivamente, deram grandes saltos nos depósitos de patentes, prática que seguiu de forma vem atuante até o ano de 2015. Isso mostra que tem havido interesse em pesquisar e desenvolver na área, visivelmente em expansão, relativamente concentrada, o que não é surpreendente em um mercado de alto valor agregado.

Para os outros atuantes na área de depósito de patentes que foram se tornando menos ativos ao longo do tempo, as características desse mercado também podem ser uma forma de incentivo para trabalharem na pesquisa voltada para a propulsão e se reintegrarem ao grupo. Esse resultado apresentado pode constatar que o produto disponível no mercado atende a demandas específicas e possui uma tecnologia em que poucos conseguem competir.

#### **4. Conclusões**

Este artigo apresentou o cenário do depósito de patentes na área da propulsão iônica através de um levantamento prospectivo de dados relacionados a essa área. A busca de anterioridade foi o tipo de prospecção utilizada na pesquisa.

Com base no tratamento dos dados, identificou-se que França, Estados Unidos, Rússia e China foram o que mais depositaram durante o período prospectado, entre 1995 e 2015. Dentre esses países, somente a França apresentou crescimento progressivo desde o início de suas atividades em 2003.

Mesmo com grandes potências à frente das pesquisas, os números de patentes observado não foi alto. Ao todo, 58 depósitos foram identificados ao longo dos 20 anos. O campo de pesquisa nessa área pode ser bastante promissor, e há poucos concorrentes no mercado.

Observou-se ainda que o *boom* dos depósitos ocorreu com mais intensidade na segunda década, mais especificamente depois de 2010. Apesar da queda brusca no ano posterior, 2011, em 2012 houve uma atividade representativa. O depositante Frederic Marchandaise, que é vinculado à empresa francesa SNECMA, que desenvolve, projeta e produz motores de aviões, veículos lançadores e satélites (SNECMA, 2015), se manteve crescente ao longo dos anos a partir de 2010, apesar de ter iniciado seus depósitos mais tarde, em relação aos outros da lista. Percebeu-se ainda que a maioria dos depositantes ativos ficaram algum tempo sem investir e depositar novas patentes na área da tecnologia.

## Referências

BRASIL. Lei número 10.973 de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo. Brasília, DF: Presidência da República, Casa Civil, 2004.

CAVALCANTI, V. M. S.; VASCONCELOS, A. C. **Iniciação à prospecção tecnológica: uma apresentação à propriedade intelectual propiciada pelo programa jovens talentos para a ciência.** Salvador, Bahia, 2014.

CHOI, Yongjun; MAHALINGAM, Sudhakar; LIKHANSKII, Alex. **Predicting Hall Thruster Operational Lifetime with Computational Models**, 2012.

Disponível em: [http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/country\\_profile/profile.jsp?code=BR](http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/country_profile/profile.jsp?code=BR). Acesso em 13 de abril de 2015.

Disponível em: <http://www7.fiemg.com.br/iel/produto/prospeccao-tecnologica>. Acesso em 02 de abril de 2015.

FERREIRA et al. **Plasma diagnostic and performance of a permanent Magnet hall thruster.** Laboratório de Plasmas, Instituto de Física, Universidade de Brasília. Brazilian Journal of Physics 34, 1839, 2004.

GOEBEL, Dan M.; KATZ, Ira. **Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall Thrusters.** Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology, 2008.

Instituto Nacional da Propriedade Intelectual – INPI. Disponível em: [http://www.inpi.gov.br/portal/artigo/guia\\_basico\\_patentes](http://www.inpi.gov.br/portal/artigo/guia_basico_patentes). Acesso em 13 de abril de 2015.

Instituto Nacional da Propriedade Intelectual – INPI. **Guia simplificado para buscas em base de patente gratuitas**, Junho/2014. Disponível em [http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/informacao/arquivos/tutorial\\_-\\_guia\\_de\\_buscas-\\_hiperlink\\_-\\_11062014\\_-\\_parte\\_3.pdf](http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/informacao/arquivos/tutorial_-_guia_de_buscas-_hiperlink_-_11062014_-_parte_3.pdf). Acesso em 10 de Agosto de 2015.

JAHN, Robert G., CHOUEIRI, Edgar Y. **Electric Propulsion.** Princeton University – Academic Press, 2002.

KUPFER, D.; TIGRE, P.B. **Modelo SENAI de Prospecção: Documento Metodológico.** Capítulo 2: Prospecção Tecnológica. In: Organización Internacional Del Trabajo CINTERFOR. Papeles de La Oficina Técnica, n.14, Montevideo: OIT/CINTERFOR, 2004.

MAYERHOFF, Zea D. V L. Cadernos de Prospecção: **Uma análise sobre os estudos de prospecção tecnológica.** Ano 1, n. 1 (2008) - Salvador, BA : EDUFBA, 2008.

Ministério da Ciência e Tecnologia: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Disponível em: [http://www.plasma.inpe.br/LAP\\_Portal/LAP\\_Sitio/Texto/Propulsao\\_Eletrstatica.htm](http://www.plasma.inpe.br/LAP_Portal/LAP_Sitio/Texto/Propulsao_Eletrstatica.htm). Acesso em 30 de Junho de 2015.

Portal da Indústria – Confederação Nacional da Indústria (CNI). Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/imprensa/2014/04/1,35905/brasil-ocupa-penultima-posicao-em-ranking-de-patentes-validas.html>. Acesso em 20 de Julho de 2015.

RUSSO et al. **Capacitação em inovação tecnológica para empresários** – Volume 2. São Cristóvão: Editora UFS, 2012.

SNECMA. Disponível em: <http://www.snecma.com/>. Acesso em 17 de Agosto de 2015.

Recebido: 01/10/2015

Aprovado: 26/12/2018