

## MONITORAMENTO TECNOLÓGICO SOBRE BATERIAS APLICADAS À INDÚSTRIA AUTOMOTIVA: ESTUDO DOS DEPÓSITOS DE PATENTES NO BRASIL

Diana Ribeiro dos Santos<sup>1</sup>; Carla Alencar Santos Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FIOCRUZ –PETROBRAS/CENPES - Programa de Vocação Científica, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

Rec.: 20/07/2016 Ac.: 22/03/2017

### RESUMO

O presente estudo caracteriza as tecnologias de armazenamento de energia com foco de aplicação na indústria automotiva, apresentando sua evolução. Investiga também o posicionamento brasileiro no desenvolvimento de tais tecnologias, bem como o interesse comercial das mesmas através da prospecção e análise de sua proteção industrial no Brasil. Para a elaboração do estudo do mercado brasileiro foram levantados os dados de depósitos de patentes no INPI, onde foram recuperados 289 documentos. As tecnologias para armazenamento de energia mais propagadas na indústria automotiva são as baterias do tipo chumbo ácido, níquel hidreto metálico e íon-lítio. Essas tecnologias ainda necessitam de aprimoramentos como aumento de densidade energética e da vida útil, bem como em questões de segurança. Sobre o mercado nacional, o interesse pela proteção de tecnologias para armazenamento de energia tem crescido significativamente, com aumento de 170% nos depósitos de patentes na comparação entre as décadas 2000 e 2010.

Palavras-chave: Baterias automotivas. Célula a combustível. Pilhas.

### TECHNOLOGICAL MONITORING ON BATTERIES APPLIED TO THE AUTOMOTIVE INDUSTRY: STUDY OF PATENT DEPOSITS IN BRAZIL

### ABSTRACT

This study characterizes the energy storage technologies with application in the automotive industry, presenting its evolution. It investigates the Brazilian position in the development of such technologies, as well as the commercial interests of these technologies through the exploration and analysis of their industrial protection in Brazil. To prepare the study of the Brazilian market, patent deposit data were collected at the National Institute of Industrial Property (INPI) through the Questel database, where 289 patent documents were recovered. The most widespread technologies for energy storage in the automotive industry are the Lead-Acid battery, Nickel Metal Hydride battery and Lithium-Ion battery. However, these technologies still require improvements such as increasing energy density and battery life as well as solving security issues. The interest in protection technologies for energy storage has risen significantly on the Brazilian market, with growth of 170% in patent deposits when comparing the decades 2000 and 2010.

Keywords: Batteries. Automotive batteries. Fuel cell.

Área tecnológica: Armazenamento de energia.

Autor para correspondência: diana0ribeiro@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

Pilha, bateria e célula a combustível são sistemas eletroquímicos para armazenamento de energia. A pilha é formada por dois eletrodos embora constitua apenas uma unidade e possua seus reagentes armazenados em seu interior, sofrendo reações de oxirredução e transformando energia química em elétrica, conforme explica Fogaça (2015). Os elétrons se transportam do polo negativo para o polo positivo da bateria para que ocorra a produção de eletricidade. Já a bateria é formada por um conjunto de pilhas ligado em série, o que também transforma elementos químicos em energia elétrica. A célula a combustível, segundo Fogaça (2015), não tem energia química armazenada, ou seja, ela não contém em si os reagentes; estes são continuamente injetados e, ao reagirem, liberam energia eletroquímica.

As pilhas e baterias são usualmente classificadas como baterias primárias, que essencialmente não são recarregáveis, e como baterias secundárias, que são recarregáveis e podem ser reutilizadas muitas vezes (centenas e até milhares de vezes para o caso de baterias especialmente projetadas), conforme descrevem Bochi, Ferracin e Biaggio (2000).

As baterias foram introduzidas nos veículos automotivos em 1912, como parte do sistema de partida automática que substituiu a manivela de ignição e também servindo para acionar as luzes. Atualmente, os veículos são cada vez mais dependentes das baterias, que são utilizadas também como fonte de energia para os sistemas auxiliares – que cresceram em quantidade – e, no caso dos veículos híbridos e elétricos, como fonte de energia para o funcionamento do motor, conforme narram Castro, Barros e Veiga (2013).

Segundo Castro e Ferreira (2010), as baterias de chumbo-ácido (PbA), de níquel-hidreto metálico (NiMH) e de íon-lítio são as tecnologias que disputam o estabelecimento de um padrão para a indústria automobilística. As baterias automotivas mais frequentes são as de chumbo-ácido (PbA), utilizadas nos veículos com motor a combustão interna para o acionamento de partes elétricas, porém também podem ser utilizadas para fins de tração.

As de níquel-hidreto metálico (NiMH) constituem a tecnologia dominante para fins de tração em veículos elétricos fabricados atualmente. São confiáveis e possuem vida útil estimada em 10 anos. As baterias de íon-lítio (Li-Ion) são as de uso mais promissor. Quando comparadas com as de NiMH, têm como vantagens maior capacidade por volume e maior eficiência. Constituem ainda desafios para essas baterias a segurança, o desempenho em condições extremas de temperatura, a durabilidade e o custo total da bateria.

Vários estudos tem mostrado o avanço das baterias aplicadas à indústria automotiva. Chen et al (2015) descobriram uma forma de acondicionar uma quantidade inédita de íons de lítio em um material hospedeiro que permite aumentar a capacidade de armazenamento dessas baterias. Liu et al (2015) apresentam o avanço das baterias de lítio-oxigênio, ou lítio-ar. Essas baterias têm sido apontadas como a melhor solução em tecnologias para armazenamento de energia devido à sua elevada densidade teórica de energia, que é pelo menos 10 vezes maior do que uma bateria de íon-lítio (Li-Ion). Essa alta densidade de energia seria comparável à da gasolina, viabilizando carros elétricos de grande autonomia e com baterias custando e pesando significativamente menos do que as baterias atuais. Renault, Brandell e Edstrom (2014) desenvolveram uma tecnologia de reciclagem de baterias de lítio que pode resolver o problema dos resíduos. A base da bateria é uma mistura de alfafa e resina de pinho, e todo o mecanismo é realizado com solventes simples, como etanol ou água. Segundo os pesquisadores, a bateria feita com o lítio reciclado é capaz de armazenar 99% da energia de uma bateria nova, embora os pesquisadores ainda não tenham apresentado um comparativo de rendimento e eficiência entre sua biobateria e as baterias comuns de lítio.

SANTOS, D.R. dos; ROCHA, C.A.S.. Monitoramento tecnológico sobre baterias aplicadas à indústria automotiva: estudo dos depósitos de patentes no Brasil.

A tabela 1 apresenta um resumo dos principais tipos de baterias recarregáveis utilizadas atualmente em veículos, sintetizado suas vantagens e desvantagens, conforme literatura especializada.

**Tabela 1** – Principais tipos de baterias recarregáveis utilizadas em veículos.

<b>Tipos de baterias</b>	<b>Exemplos de Aplicações</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Chumbo ácido (PbA)</b>	Automóveis, motocicletas, ônibus, caminhões, máquinas agrícolas e empilhadeiras.	Possui menor custo, já que o chumbo é um dos metais mais baratos. A fabricação é simples e o material pode ser adquirido por meio de reciclagem de baterias usadas.	Pouco eficiente e possui a pior relação peso/energia. Contém componentes perigosos (chumbo e ácido sulfúrico).
<b>Níquel-hidreto metálico (NiMH)</b>	Equipamentos portáteis como controles remotos, lanternas, relógios, rádios, brinquedos, telefones sem fio etc., bicicletas elétricas e veículos híbridos.	Resiste a um número maior de cargas e descargas na sua vida útil do que as de níquel-cádmio (NiCd), possuindo um potencial energético ligeiramente superior, tempo de recarga inferior e maior resistência a variações de temperatura.	Pesada, cara em função do preço do níquel, não pode ser descarregada por completo e eficiência reduzida pela perda de energia na forma de calor.
<b>Íon-lítio (Li-Ion)</b>	Equipamentos portáteis, bicicletas elétricas, veículos híbridos e elétricos.	Não é tóxica, tem a capacidade duas vezes maior do que a de NiMH e três vezes maior do que a de NiCd, além de não ter efeito memória e de serem mais leves.	Necessita maior atenção à exposição a altas temperaturas. O processamento de lítio é caro e demorado.

Fonte: Elaboração própria, com base em Castro, Barros e Veiga, 2013.

O objetivo do presente estudo é caracterizar as tecnologias de armazenamento de energia com foco de aplicação na indústria automotiva, assim como sua evolução. Este estudo também investiga o posicionamento brasileiro no desenvolvimento de tais tecnologias, bem como o interesse comercial das mesmas através da prospecção e análise de sua proteção industrial no Brasil.

## METODOLOGIA

Para a produção do presente estudo, foi realizada revisão da literatura científica e comercial sobre as principais tecnologias de armazenamento de energia. Para a elaboração do estudo do mercado brasileiro, foram levantados os dados de depósitos de patentes no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) através da base de dados Questel, disponibilizada através do *software* Orbit.

No presente estudo utilizou-se como estratégia de busca a combinação de termos bateria, armazenamento de energia e veículos automotivos – (*bater+ or energy storage*) and (*vehicle or automotive*) – nos campos “título” e “resumo”, limitando-se aos pedidos de patentes publicados até o ano de 2014 e com a limitação geográfica especificamente do mercado brasileiro. A busca foi realizada no dia 03 de dezembro de 2015, cabendo portanto a ressalva de que os pedidos de patentes feitos via PCT tem prazos específicos para as fases nacional e internacional, ou seja, os dados de 2014 podem não estar totalmente consolidados.

SANTOS, D.R. dos; ROCHA, C.A.S.. Monitoramento tecnológico sobre baterias aplicadas à indústria automotiva: estudo dos depósitos de patentes no Brasil.

Também foram utilizados os códigos da Classificação Internacional de Patentes (IPC) H01M e H02J que se referem a “Processo ou meios para a conversão direta de energia química em energia elétrica” e a “Disposições de circuitos ou sistemas para o fornecimento ou distribuição de energia elétrica; Sistemas para armazenamento de energia elétrica”, respectivamente.

Foram recuperados 289 documentos de patentes, ou seja, pedidos de patentes, e o resultado é apresentado a seguir através de análises e representações gráficas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 lista os principais depositantes de patentes no Instituto Nacional da Propriedade Industrial com foco em baterias automotivas. Os 13 principais depositantes concentram pouco mais de 53% dos documentos depositados. A Toyota, produtora de automóveis japonesa, é a empresa com maior número de depósitos de patentes no Brasil, com 32 documentos. As empresas japonesas se destacam nesse recorte apresentado pela tabela 2, com 37% das titularidades. A única empresa brasileira no grupo de maiores depositantes é a Acumuladores Moura S.A. que produz as Baterias Moura, amplamente difundidas no mercado nacional.

**Tabela 2** – Principais depositantes de patentes sobre baterias automotivas no mercado brasileiro.

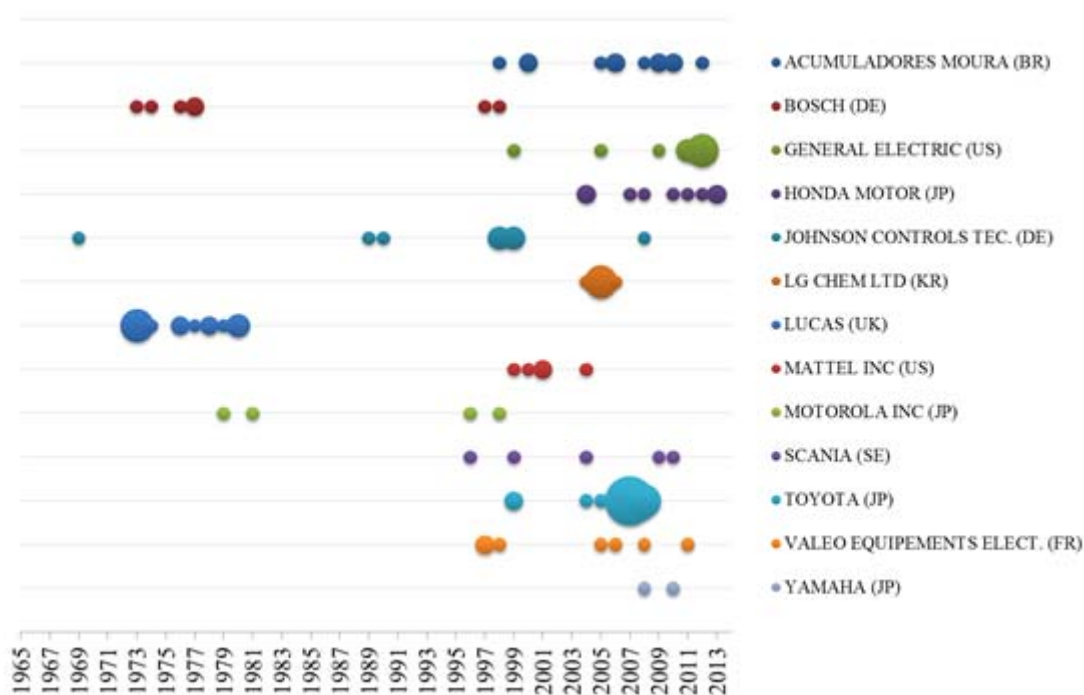
Depositantes	Pedidos de patentes
TOYOTA (JP)	32
LUCAS (UK)	16
GENERAL ELECTRIC (US)	15
HONDA MOTOR (JP)	15
ACUMULADORES MOURA (BR)	12
JOHNSON CONTROLS TECHNOLOGY (DE)	12
MATTEL INC (US)	9
SCANIA (SE)	9
BOSCH (DE)	8
LG CHEM LTD (KR)	8
VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR (FR)	8
MOTOROLA INC (JP)	5
YAMAHA (JP)	5

Fonte: Elaboração própria a partir dos documentos recuperados na base Questel.

A figura 1 apresenta a entrada das tecnologias de armazenamento de energia com aplicação em veículos no mercado brasileiro. A empresa Johnson Controls Technology, da Alemanha, foi uma das primeiras empresas a se interessar por comercializar sua tecnologia em solo nacional, tendo seu primeiro pedido de patente publicado em 1969. Embora em períodos muito espaçados, a empresa SANTOS, D.R. dos; ROCHA, C.A.S.. Monitoramento tecnológico sobre baterias aplicadas à indústria automotiva: estudo dos depósitos de patentes no Brasil.

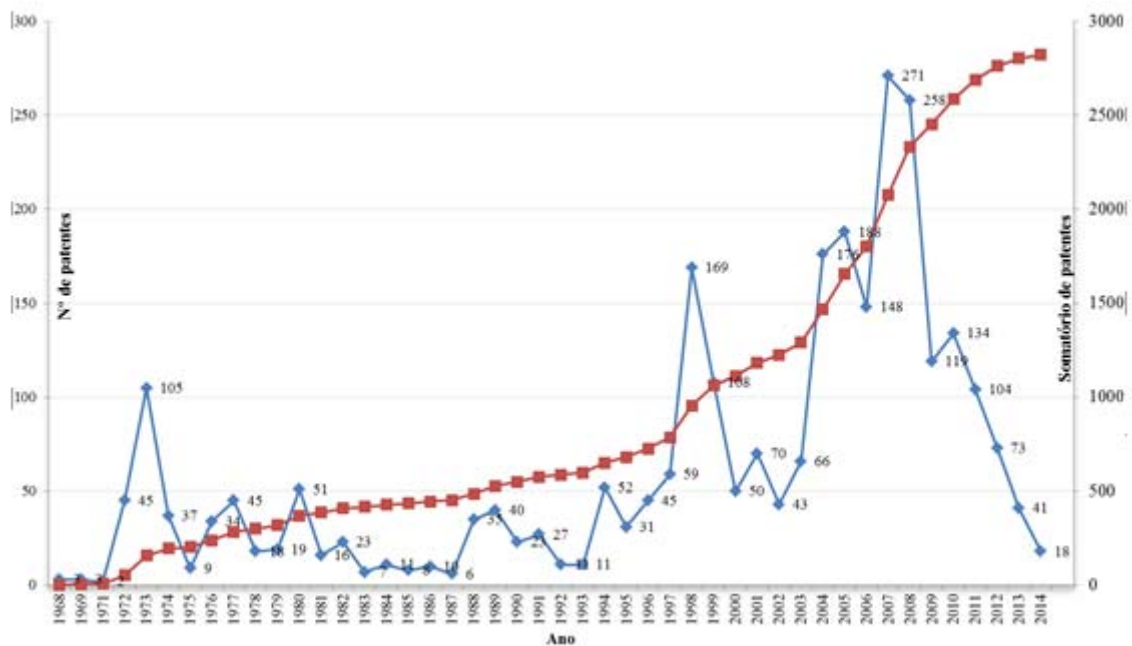
continua mantendo tímido interesse pelo Brasil. A japonesa Honda vem depositando suas patentes no Brasil desde 2004, tendo seu último depósito identificado no ano de 2013. A estadunidense General Electric tem seu primeiro pedido de patente publicado no Brasil em 1999 e desde então, apresenta regularidade no depósito de documentos sobre armazenadores de energia com aplicação veicular. No ano de 2012, a empresa teve seis pedidos de patentes publicados. Outra empresa que demonstra expressivo aumento no interesse pelo mercado brasileiro é a japonesa Toyota, que apenas no ano de 2007 teve nove pedidos de patentes publicados. A Acumuladores Moura é a única empresa brasileira que figura entre os principais depositantes de patentes sobre baterias automotivas. Sua última publicação aconteceu no ano de 2012, mas outros pedidos podem estar cumprindo ainda o período de sigilo.

**Figura 1** – Distribuição da entrada de tecnologias no mercado.



Fonte: Elaboração própria a partir dos documentos recuperados na base Questel.

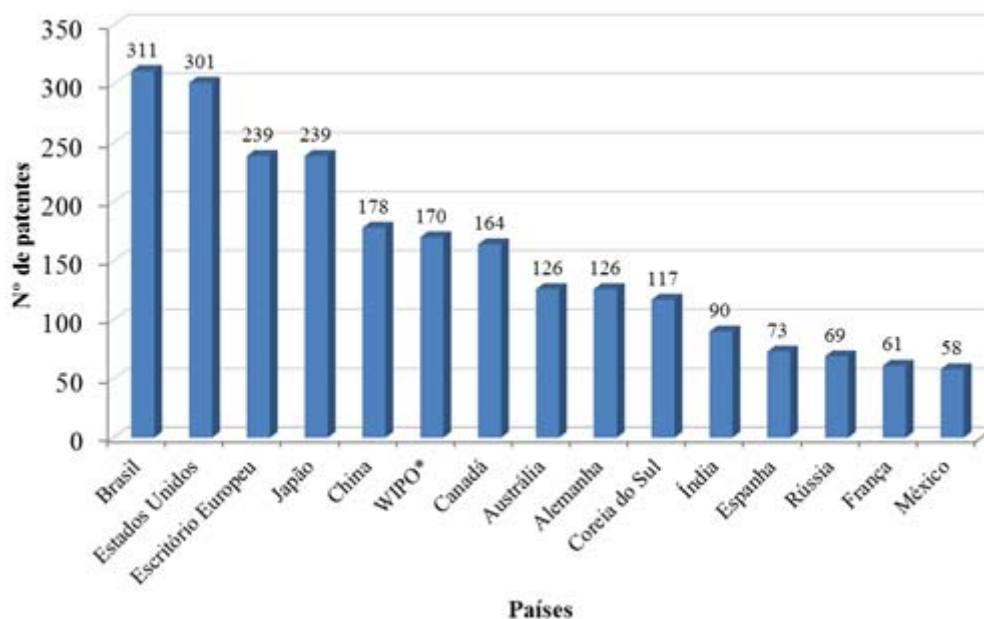
A figura 2 apresenta a distribuição de pedidos de patentes depositados em cada ano, desde o ano de 1968 – primeiro depósito recuperado – até o ano limite do presente estudo, 2014, bem como o acumulado dos depósitos ao longo dos anos. A partir do final da década de 1990 percebe-se um aumento significativo nos depósitos de patentes sobre baterias aplicadas ao setor automotivo. No decênio iniciado no ano 2000, os depósitos superaram em 170% ao período passado. A redução do número de publicações nos últimos anos não significa, necessariamente, queda no interesse pela tecnologia no mercado brasileiro, uma vez que os documentos de patentes depositados cumprem período de sigilo 18 meses, e só após são publicados.

**Figura 2** – Distribuição de pedidos de patentes e acumulado.

Fonte: Elaboração própria a partir dos documentos recuperados na base Questel.

A figura 3 apresenta a distribuição das famílias de patentes nos principais mercados de interesse por parte dos desenvolvedores das tecnologias. Neste gráfico, o Brasil possui um número de patentes maior do que o número de patentes recuperado no presente estudo. Isso ocorre pelo fato de uma mesma tecnologia poder estar representada em mais de um documento, porém, pertencendo à mesma família. A figura 3 demonstra que os Estados Unidos representam o mercado de maior interesse para o desenvolvimento e comercialização da tecnologia. Os mercados europeu, japonês e chinês vêm em seguida.

A sigla WIPO\* (*World Intellectual Property Organization*), apresentada na referida figura, representa a Organização Mundial da Propriedade Intelectual, uma entidade internacional de Direito Internacional Público que tem por propósito a promoção da proteção da propriedade intelectual ao redor do mundo através da cooperação entre Estados. A WIPO não concede patente, porém facilita e barateia o processo de requisição de patentes entre seus 187 Estados-membros.

**Figura 3** – Mercados de interesse na proteção da tecnologia.

Fonte: Elaboração própria a partir dos documentos recuperados na base Questel.

Ademais das classificações H01M e H02J, que fizeram parte da estratégia de busca e, portanto, estão presentes em todos os documentos, as principais classificações do conjunto de pedidos de patentes recuperados estão listadas na tabela 3.

**Tabela 3** – Detalhamento dos códigos de classificação de patentes.

IPC	Pedidos de patentes	Detalhamento
B60L	187	Propulsão de veículos de propulsão elétrica; suprimento de energia elétrica para equipamentos auxiliares desses veículos; sistemas de freios eletrodinâmicos para veículos; suspensão magnética ou levitação para veículos; monitoração de variáveis operacionais de veículos de propulsão elétrica; dispositivos de segurança elétrica.
B60R	99	Veículos, acessórios para veículos ou peças de veículos.

SANTOS, D.R. dos; ROCHA, C.A.S.. Monitoramento tecnológico sobre baterias aplicadas à indústria automotiva: estudo dos depósitos de patentes no Brasil.

B60K	95	Disposições ou montagem de unidades de propulsão ou de transmissões em veículos; acionamento auxiliares, instrumental ou painéis de instrumentos para veículos; dispositivos correlatados a resfriamento, tomada de ar, exaustão de gases ou alimentação de combustível de unidades de propulsão em veículos.
B60W	70	Controle conjugado para subunidade de veículos; sistemas de controle especialmente adaptados para veículos híbridos ou terrestres não relacionados ao controle de uma subunidade particular.
H02P	53	Controle ou regulação de motores elétricos, geradores elétricos ou conversores dínamo-elétricos; controle de transformadores, reatores ou bobinas reatância.
G01R	44	Medição de variáveis elétricas ou magnéticas.
H02M	39	Aparelhamento para conversão de corrente alternada em corrente alternada, de corrente alternada em corrente contínua, ou de corrente contínua em corrente contínua, e para uso com redes de distribuição de energia ou com sistemas similares de suprimento de energia; conversão de uma potência de entrada em corrente contínua ou corrente alternada em potência de saída de surto; controle ou regulação para os mesmos.
H02K	36	Máquinas dínamo-elétricas.
H01G	28	Capacitores, retificadores, detectores, dispositivos de chaveamento, dispositivos sensíveis à luz, ou dispositivos sensíveis à temperatura do tipo eletrolítico.
H02H	26	Sistemas de circuitos de proteção de emergência.
H01R	20	Conexões eletro condutoras; associações estruturais de uma pluralidade de elementos de conexão elétrica mutuamente isolados; dispositivos de acoplamento; coletores de corrente.

Fonte: Elaboração própria a partir dos documentos recuperados na base Questel e de listagem da OMPI.

## CONCLUSÃO

Internacionalmente, as tecnologias para armazenamento de energia já se encontram bastante disseminadas e em uso por diversas montadoras de veículos. As baterias do tipo chumbo-ácido (PbA), níquel-hidreto metálico (NiMH) e íon-lítio (Li-Ion) são as mais propagadas. Entretanto, essas tecnologias ainda necessitam de aprimoramentos como aumento de densidade energética e da vida útil, bem como em questões de segurança. A redução de custos também é ponto crítico para que sem mais propaladas na indústria. Sobre o mercado nacional, o interesse pela proteção de tecnologias para armazenamento de energia tem crescido significativamente. A década de 1990 viu o número de depósitos de patentes sobre baterias crescer 55% em relação à década anterior; já na década de 2000, os depósitos superaram em 170% o período passado. Há apenas uma empresa brasileira entre os principais depositantes, a Acumuladores Moura S.A., o que indica a dependência brasileira de conhecimento estrangeiro no desenvolvimento de suas tecnologias para armazenamento de energia. Entre os principais mercados de interesse para comercialização da tecnologia, as empresas que depositaram patentes no Brasil também apostam nos mercados estadunidense e chinês. Em virtude da difusão de veículos elétricos e híbridos no mundo, a indústria de baterias e de componentes para as baterias deve se aquecer, concebendo uma oportunidade para empresas brasileiras de diversas áreas, entre químicas e mineradoras.

SANTOS, D.R. dos; ROCHA, C.A.S.. Monitoramento tecnológico sobre baterias aplicadas à indústria automotiva: estudo dos depósitos de patentes no Brasil.



## REFERÊNCIAS

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Química Nova na Escola**, v. 11, maio, 2000. Disponível em <http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=conceito.45> Acesso em 27 out. 2015.

CASTRO, B. H. R.; BARROS, D. C.; VEIGA, S. G. Baterias automotivas: panorama da indústria no Brasil, as novas tecnologias e como os veículos elétricos podem transformar o mercado global. **BNDES Setorial Automotivo**, n. 37, p. 443-496. Rio de Janeiro, BNDES, mar. 2013. Disponível em [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Tipo/BNDES\\_Setorial/201303\\_11.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/BNDES_Setorial/201303_11.html) Acesso em 22 out. 2015.

CASTRO, B. H. R.; FERREIRA, T. T. Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. **BNDES Setorial Automotivo**, n. 32, p. 267-310. Rio de Janeiro: BNDES, set. 2010. Disponível em [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Setor/Transporte\\_Urbano/201009\\_8.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Transporte_Urbano/201009_8.html) Acesso em 12 abr. 2015

CHEN, R. et al. Disordered Lithium-Rich oxyfluoride as a stable host for enhanced Li<sup>+</sup> intercalation storage. **Advanced Energy Materials**, v. 5, n. 9, maio, 2015.

FOGAÇA, J. R. V. Célula a combustível. **Brasil Escola**. Disponível em <http://www.brasilecola.com/quimica/celula-combustivel.htm> Acesso em 22 out. 2015.

LIU, T. et al. Cycling Li-O<sub>2</sub> batteries via LiOH formation and decomposition. **Science**, v. 350, n. 6260, p. 530-533, out. 2015.

RENAULT, S.; BRANDELL, D.; EDSTROM, K. Environmentally-friendly Lithium recycling from a spent organic Li-Ion battery. **ChemSUSChem**, v. 7, n. 10, p. 2859-2867, out. 2014.

SANTOS, D.R. dos; ROCHA, C.A.S.. Monitoramento tecnológico sobre baterias aplicadas à indústria automotiva: estudo dos depósitos de patentes no Brasil.