

PANORAMA SOBRE TECNOLOGIAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA ATRAVÉS DE BATERIAS UTILIZANDO BASES PATENTÁRIAS

Alexandre Luís Cardoso Bissoli^{1,3} – alexandre.bissoli@inpi.gov.br

Cesar Vianna Moreira Junior^{1,2} – cesar.moreira@inpi.gov.br

Maria Ângela de Souza Fernandes² – mariaangela.souzafernandes@gmail.com

Ricardo Carvalho Rodrigues² – ricardo.rodrigues@inpi.gov.br

Adelaide Maria de Souza Antunes² – aantunes@inpi.gov.br

Lucas Frizera Encarnaçã³ – lucas@ele.ufes.br

¹Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) – Diretoria de Patentes

²Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) – Academia de Propriedade Intelectual

³Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Resumo. *O presente trabalho tem por objetivo traçar um panorama de tecnologias para armazenamento de energia por meio de baterias sob a ótica da Propriedade Industrial. Para tal, emprega a metodologia de prospecção tecnológica utilizando a base de dados patentária Derwent Innovation. Evidencia e compara as principais tecnologias relacionadas às baterias tradicionais com as usadas em sistemas de geração fotovoltaicos. Os resultados obtidos apontam crescimento no número de depósitos e publicações de pedidos de patentes referentes ao armazenamento de energia de 2000 a 2015, verificando-se a liderança dos países asiáticos, Japão, Coreia do Sul e China no desenvolvimento e proteção de tecnologias de armazenamento de energia por meio de baterias. Os dados encontrados para as baterias tradicionais e as relacionadas a sistemas fotovoltaicos foram estratificados em diferentes áreas de desenvolvimento tecnológico, com destaque para a área de controle de carga e descarga das baterias.*

Palavras-chave: *Propriedade Industrial, Baterias, Energia Solar Fotovoltaica.*

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é altamente necessária no mundo moderno. Ela é essencial nas indústrias, nos meios de comunicação, na iluminação, no conforto térmico, nos meios de transporte, no sistema de saúde, nas residências e em inúmeras outras aplicações (Villalva e Gazoli, 2012). Por esta razão, a energia elétrica deve estar disponível a todos, em todos os momentos e na quantidade necessária. É neste contexto que surgem os sistemas de armazenamento de energia. Eles têm a capacidade de agregar à energia elétrica maior disponibilidade, qualidade e confiabilidade (Bueno e Brandão, 2016).

Existem diversas tecnologias de armazenamento de energia disponíveis. Como regra, com exceção do armazenamento elétrico (quando a energia elétrica é armazenada diretamente em um campo elétrico ou magnético), estas tecnologias convertem, durante o processo de carga, a energia elétrica em outra forma de energia armazenável, como química, mecânica ou térmica. Durante o processo de descarga, a energia armazenada é novamente transformada em energia elétrica (Pereira, 2013).

O maior grupo de armazenamento de energia para aplicações estacionárias é o químico. Por meio das tecnologias eletroquímicas de armazenamento, isto é, as baterias, a eletricidade é armazenada eficientemente na forma de produtos químicos e, de acordo com a demanda, através de reações reversíveis, converte energia química em elétrica e vice-versa (Barbosa *et al.*, 2016).

Fisicamente, a unidade básica de uma bateria é a célula, também denominada de elemento. A associação de dois ou mais elementos, em série ou em paralelo (ou ambos) constitui uma bateria. Uma bateria recarregável é um dispositivo que permite a recarga e a possibilidade de ser usada muitas vezes sem danificar seus materiais internos (Rosolem *et al.*, 2016). Cada célula eletroquímica é formada por dois eletrodos (positivo e negativo), separados fisicamente por um material isolante elétrico (sendo um condutor iônico ou separador), e tudo mergulhado ou envolvido por um eletrólito (meio condutor).

As características de uma bateria são: possibilidade de recarga, densidade de energia (máxima quantidade de energia por unidade de massa ou volume), quantidade de energia armazenada na célula (medido em Ampère-hora, A.h), tensão de operação (dada pelos elementos químicos utilizados), resistência interna, taxa de descarga (varia com a resistência interna), “*shelf life*”, ou seja, a medida de quanto rapidamente a bateria perde a carga sem ser utilizada, e dependência da temperatura.

Com relação à possibilidade de recarga, as baterias podem ser classificadas em duas categorias: primária e secundária. As baterias primárias não podem ser recarregadas, ou seja, uma vez esgotados os reagentes que produzem energia elétrica, devem ser descartadas. Em contrapartida, as baterias secundárias podem ser recarregadas através da aplicação de uma corrente elétrica em seus terminais (Silva, 2014). Assim, as baterias secundárias podem ser utilizadas

em notebooks, smartphones, automóveis e até em sistemas de geração de energia fotovoltaica com armazenamento de energia.

O número de instalações de sistemas fotovoltaicos com armazenamento de energia triplicou no período 2013-2015, tendo atingindo 775 MW (IEA, 2014). Este crescimento continua ocorrendo nos principais segmentos de mercado - residencial, comercial e serviços. Embora a tendência de crescimento do mercado ocorra em todos os três segmentos, existem diferenças importantes, dependendo do local de instalação. A Alemanha e Japão correspondem por quase 70% das instalações em 2014 (PV Tech, 2015). O mercado em ambos os países tem sido impulsionado por subsídios, que ajudam a impulsionar a adoção de sistemas de armazenamento de energia em conjunto com sistemas fotovoltaicos conectados à rede.

Pesquisas de mercado apresentam uma previsão de crescimento de 10 vezes no período de 2014 a 2018 para o mercado residencial de sistemas fotovoltaicos conectados à rede com armazenamento de energia (IHS, 2015). A redução das políticas de incentivo para a instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede sem bateria em países como Alemanha e Austrália (SMA, 2010) e a tendência de redução de custo dos sistemas de armazenamento de energia (Manghani, 2015) têm impulsionado o desenvolvimento de produtos para esses sistemas (Svarc, 2015).

Diante do disposto, o objetivo deste trabalho é traçar um panorama de tecnologias para armazenamento de energia por meio de baterias sob a ótica da Propriedade Industrial, através da realização de uma prospecção tecnológica com utilização de bases patentárias, buscando evidenciar e comparar as principais tecnologias relacionadas às baterias tradicionais e às baterias usadas em sistemas de geração fotovoltaicos.

O restante do trabalho está dividido da seguinte forma: a seção 2 trata de instrumentos de Propriedade Industrial, principalmente as patentes; a seção 3 apresenta o sistema de classificação de patentes e a metodologia de prospecção tecnológica utilizada; a seção 4 apresenta panoramas tecnológicos, comparações internacionais e discute os resultados; e, por fim, a seção 5 tece considerações finais.

2. INSTRUMENTOS DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL - PATENTES

Conforme definição da Convenção de Paris (CUP) de 1883 (art. 1º § 2), Propriedade Industrial é o conjunto de direitos que compreende as patentes de invenção, os modelos de utilidade, os desenhos ou modelos industriais, as marcas de fábrica ou de comércio, as marcas de serviço, o nome comercial e as indicações de proveniência ou denominações de origem, bem como a repressão da concorrência desleal (Barbosa, 2009).

Criado em 1970, o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, sendo responsável pelo aperfeiçoamento, disseminação e gestão do sistema brasileiro de concessão e garantia de direitos de propriedade intelectual para a indústria.

Entre os serviços do INPI está incluída a concessão de patentes. A patente é um direito, conferido pelo Estado, que dá ao seu titular a exclusividade da exploração de uma tecnologia. Como contrapartida pelo acesso do público ao conhecimento dos pontos essenciais do invento, a lei confere ao titular da patente um direito limitado no tempo, no pressuposto de que é socialmente mais produtiva a troca da exclusividade de fato (a do segredo da tecnologia) pela exclusividade temporária de direito (Barbosa, 2009). Sua duração varia de acordo com a modalidade da patente depositada, podendo ser de invenção ou de modelo de utilidade. Cabe destacar que, no âmbito nacional, a Lei nº 9.279 (Lei de Propriedade Industrial – LPI), de 14 de maio de 1996 define, respectivamente, que:

Art. 8º É patenteável a invenção que atenda aos requisitos de novidade, atividade inventiva e aplicação industrial.

[...]

Art. 11. A invenção e o modelo de utilidade são considerados novos quando não compreendidos no estado da técnica.

Art. 12. Não será considerada como estado da técnica a divulgação de invenção ou modelo de utilidade, quando ocorrida durante os 12 (doze) meses que precederem a data de depósito ou a da prioridade do pedido de patente, se promovida:

I - pelo inventor;

II - pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI, através de publicação oficial do pedido de patente depositado sem o consentimento do inventor, baseado em informações deste obtidas ou em decorrência de atos por ele realizados; ou

III - por terceiros, com base em informações obtidas direta ou indiretamente do inventor ou em decorrência de atos por este realizados.

Art. 13. A invenção é dotada de atividade inventiva sempre que, para um técnico no assunto, não decorra de maneira evidente ou óbvia do estado da técnica.

[...]

Art. 15. A invenção e o modelo de utilidade são considerados suscetíveis de aplicação industrial quando possam ser utilizados ou produzidos em qualquer tipo de indústria.

[...]

Art. 30. O pedido de patente será mantido em sigilo durante 18 (dezoito) meses contados da data de depósito ou da prioridade mais antiga, quando houver, após o que será publicado.

[...]

Art. 40. A patente de invenção vigorará pelo prazo de 20 (vinte) anos e a de modelo de utilidade pelo prazo 15 (quinze) anos contados da data de depósito.

Cabe ressaltar que, aos países signatários da CUP, é conferido o direito à Prioridade. Ou seja, após o primeiro depósito de uma patente em determinado país signatário, o depositante tem até 12 meses para realizar o depósito em outro país signatário. Assim sendo, toda a busca e análise dos requisitos de patenteabilidade deve ser executada tendo como base temporal a data de prioridade do pedido e, caso não haja prioridade, a data de depósito do pedido.

3. CLASSIFICAÇÃO DE PATENTES E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

Nesta seção é apresentada a Classificação Internacional de Patentes. Em seguida, através de uma comparação entre algumas bases de patentes disponíveis, é escolhida a base patentária utilizada no trabalho. Finalmente, são apresentadas as estratégias de buscas utilizadas para o desenvolvimento do estudo.

3.1 Classificação Internacional de Patentes

A Classificação Internacional de Patentes (IPC, do inglês *International Patent Classification*) é uma ferramenta muito importante na realização de busca de patentes. Esta classificação foi o meio encontrado de uniformizar os documentos de diversos países com linguagem e expressões técnicas diferentes. A Classificação, de acordo com a Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO, do inglês *World Intellectual Property Organization*), tem papel importante no sentido de ser: i) uma ferramenta para arranjar de forma ordenada os documentos de patentes, de modo a auxiliar o acesso às informações técnicas e legais nele apresentadas; ii) uma base de divulgação seletiva de informações a todos que utilizam patentes como forma de referência e/ou conhecimento; iii) um suporte para fazer um levantamento do estado da arte referente a alguns campos da tecnologia; e iv) um apoio para desenvolvimento de estatísticas a respeito da propriedade industrial, permitindo analisar o avanço tecnológico em diversas áreas (Delvizio, 2010).

A Fig. 1 apresenta o formato da Classificação na língua portuguesa (INPI) e inglesa (WIPO), respectivamente. Nota-se que a IPC é formada por oito seções principais, da letra A até H. Estas se dividem em inúmeras subcategorias referentes às diferentes tecnologias, de acordo com os enfoques: “Necessidades Humanas; Operações de Processamento; Transporte, Química; Metalurgia, Têxteis; Papel, Construções fixas, Engenharia mecânica; iluminação; Aquecimento; Armas; Explosão, Física e Eletricidade”.

Letra	Descrição em Português	Descrição em Inglês
A	SEÇÃO A — NECESSIDADES HUMANAS	HUMAN NECESSITIES
B	SEÇÃO B — OPERAÇÕES DE PROCESSAMENTO; TRANSPORTE	PERFORMING OPERATIONS; TRANSPORTING
C	SEÇÃO C — QUÍMICA; METALURGIA	CHEMISTRY; METALLURGY
D	SEÇÃO D — TÊXTEIS; PAPEL	TEXTILES; PAPER
E	SEÇÃO E — CONSTRUÇÕES FIXAS	FIXED CONSTRUCTIONS
F	SEÇÃO F — ENGENHARIA MECÂNICA; ILUMINAÇÃO; AQUECIMENTO; ARMAS; EXPLOÇÃO	MECHANICAL ENGINEERING; LIGHTING; HEATING; WEAPONS; BLASTING
G	SEÇÃO G — FÍSICA	PHYSICS
H	SEÇÃO H — ELETRICIDADE	ELECTRICITY

Figura 1 – Folha de rosto da IPC (2017).

A Classificação de uma tecnologia é construída, inicialmente, por uma seção, representada por uma letra (por exemplo H), seguida de dois algarismos, indicando a classe (por exemplo H02). Cada classe pode envolver uma ou mais subclasses, representada por uma letra (por exemplo H02S), tendo cada subclasse suas subdivisões chamadas de grupos, podendo ser grupos principais ou subgrupos. Cada representação do grupo principal é constituída pelo símbolo da subclasse, seguido de um número com um a três dígitos, da barra oblíqua e o número 00 (por exemplo H02S 40/00). Os subgrupos formam subdivisões sob os grupos principais onde os números após a barra oblíqua contem pelo menos dois dígitos que não sejam 00 (por exemplo H02S 40/38). Dessa forma, cada seção é subdividida por subcategorias, até que o resultado final de uma IPC esteja apresentado da seguinte forma:

Exemplo: **H02S 40/38**, onde:

- Seção – representada por uma letra entre A e H: **Eletricidade**;
- Classe – representada por dois dígitos numéricos: **Produção, Conversão ou Distribuição de Energia**;
- Subclasse – representada por uma letra variando de A até Z: **Geração de Energia - Conversão de Luz**;
- Grupo – representado por um ou mais dígitos numéricos: **Acessórios em combinação com módulos FV**;
- Subgrupo – representado por pelo menos dois dígitos numéricos: **Meios para armazenamento de energia**.

3.2 Estudos de Prospecção Tecnológica

Estudos de Prospecção constituem a ferramenta básica para a fundamentação nos processos de tomada de decisão em diversos níveis na sociedade moderna. O propósito dos estudos de prospecção não é desvendar o futuro, mas sim delinear e testar visões possíveis e desejáveis para que sejam feitas, hoje, escolhas que contribuirão, da forma mais positiva possível, na construção do futuro. Tais visões podem ajudar a gerar políticas de médio e longo prazo, estratégias e planos que dispõem circunstâncias futuras prováveis e desejadas em um determinado segmento.

Existem diversas definições para os Estudos de Prospecção, sendo que estas procuram distinguir as diferentes abordagens e metodologias que podem ser empregadas na sua elaboração. Especificamente, a Prospecção Tecnológica pode ser definida como “um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros capazes de influenciar de forma significativa uma indústria, a economia ou a sociedade como um todo” (Mayerhoff, 2008).

Há três tipos de abordagens passíveis de serem empregadas na tarefa de prospectar o futuro: i) através de inferências, que projetam o futuro por meio da reprodução do passado, dentro de certos limites, desconsiderando descontinuidades ou rupturas; ii) através da geração sistemática de trajetórias alternativas, com a construção de cenários possíveis; ou iii) por consenso, através da visão subjetiva de especialistas.

As informações históricas empregadas nos métodos de prospecção devem ser obtidas através de séries contínuas e confiáveis. Os estudos de Prospecção Tecnológica que necessitam destas informações encontram, no sistema de Propriedade Intelectual, especificamente no sistema de Patentes, um recurso valioso, uma vez que este sistema alimenta uma base de dados que vem crescendo significativamente nas últimas décadas, em função da crescente importância das patentes na economia (Fisher, 2001).

O fenômeno do depósito de patentes apresenta facetas tanto micro, quanto macroeconômicas, o que torna interessante o seu emprego em pesquisas para a previsão de desenvolvimento tecnológico em diversos setores. Há uma série de vantagens na utilização desta fonte de informação, além da quantidade crescente de documentos e da relevância deles em relação ao mercado tecnológico. Dentre elas destaca-se a facilidade de acesso às bases de dados disponibilizadas gratuitamente na Internet.

Atualmente, os escritórios de patentes de cada país disponibilizam a informação que publicam através de sua página na Internet. Os documentos publicados no Brasil podem ser acessados através da base de dados do INPI.

Algumas bases de dados gratuitas são consideradas importantes, seja em função da amplitude de cobertura temporal e territorial das publicações, como é o caso da base do Escritório Europeu de Patentes (*Espacenet*), seja em função da relevância do país no sistema de Propriedade Intelectual, como a base do Escritório Americano de Marcas e Patentes (USPTO) e a base do Escritório Japonês de Patentes (JPO). Entretanto, tais bases de dados apresentam limitações, e é importante que, ao utilizá-las, tais limitações sejam consideradas e a coleta e o tratamento das informações sejam planejados de forma a evitar os problemas que as mesmas possam ocasionar.

Há outras formas de acesso à informação disponibilizada através do sistema de Propriedade Intelectual que, na maioria das vezes, apresentam vantagens em relação às bases gratuitas, principalmente quando a informação será utilizada como uma ferramenta de prospecção. Tais recursos constituem-se de bases de dados comerciais e softwares específicos para a recuperação e o tratamento de dados obtidos através do sistema de patentes, como *Google Patents*, *Derwent Innovation* (DWPI) e EPOQUE. Na maioria das vezes, esses recursos possibilitam a automatização de muitas das etapas que, quando utilizada uma base de dados gratuita, devem ser realizadas manualmente.

A Tab. 1 permite comparar recursos de interesse disponíveis em algumas das principais bases patentárias.

Nota-se que as bases USPTO, JPO e INPI são bastante semelhantes. A base *Espacenet* é uma exceção, dentre as bases oficiais, pois indexa, além de suas próprias publicações, os documentos publicados em mais de 70 países, além de disponibilizar a versão integral, em formato pdf, de grande parte desta documentação.

Tabela 1 – Comparação dos recursos disponíveis nas bases patentárias.

Recursos de interesse das bases patentárias	Bases comerciais			Bases oficiais			
	Google Patents	Derwent Innovation	EPOQUE	Espacenet	USPTO	JPO	INPI
Dados de vários países		x	x	x			
Dados atualizados	x	x	x	x	x	x	x
Classificação própria		x					
Edição e revisão de pedidos de patentes		x					
Sistema de fácil utilização	x	x	x	x			
Utilizadas em escritórios de patentes	x	x	x	x	x	x	x
Suporte aos usuários		x	x				
Múltiplas opções de busca	x	x	x	x	x	x	x
Compilação dos resultados em gráficos		x					
Acesso gratuito	x			x	x	x	x

A base do *Google* tem a vantagem de ser gratuita e facilitar a busca. Porém, o *Google Patents* não possui dados de muitos países, não possibilita a compilação dos resultados de interesse em gráficos e não tem suporte ao usuário.

As bases comerciais têm a desvantagem de serem pagas. Este é o principal impedimento de se utilizar a base EPOQUE, em que cada comando enviado é cobrado. Além disso, a base EPOQUE não edita e nem revisa os pedidos de patentes. Em contrapartida, essa é a principal vantagem observada na base *Derwent Innovation*. A DWPI possui dados atualizados e de vários países. Ela possui mais de 900 profissionais que editam e revisam os pedidos de patentes e possui uma classificação própria dos pedidos, o que melhora o resultado das buscas. O sistema possui múltiplas opções de busca, permite compilar os resultados obtidos em gráficos e é bem simples de usar. Assim, optou-se por utilizar a *Derwent Innovation* (DWPI) neste trabalho.

3.3 Estratégias de Busca

Em um primeiro momento, foi realizada uma busca visando obter resultados referentes às baterias em geral e, em uma segunda etapa, executada uma nova busca relacionada especificamente às baterias utilizadas em sistemas de geração de energia elétrica a partir da energia solar fotovoltaica. Nesse sentido, as estratégias de busca adotadas consideraram as seguintes categorias: delimitação do escopo do pedido; utilização das palavras-chave e operadores de proximidade. Em seguida, para obtenção de dados acerca de tecnologias mais recentes, além das categorias supracitadas, foi adicionado um limite temporal às estratégias de busca iniciais. As Tab. 2 e 3 ilustram as categorias adotadas e variáveis utilizadas, respectivamente, nas estratégias de busca de baterias em geral e baterias associadas a sistemas fotovoltaicos.

Tabela 2 – Estratégia de busca para baterias em geral.

Categorias adotadas	Variáveis utilizadas
Delimitação de Escopo	Título e Resumo
Palavras-chave base	“battery”
Operador de proximidade	“Near”
Palavras-chave extras	(“module” OR “pack” OR “Device” OR “Cell”)
Limite temporal	2010 a 2017

Tabela 3 – Estratégia de busca para baterias associadas a sistemas fotovoltaicos.

Categorias adotadas	Variáveis utilizadas
Delimitação de Escopo	Título e Resumo
Palavras-chave base	“battery”
Operador de proximidade	“Near”
Palavras-chave extras	(“module” OR “pack” OR “Device” OR “Cell”) AND (“photovoltaic” or “solar”)
Limite temporal	2010 a 2017

Primeiramente foram executadas buscas sem o limite temporal para obter um panorama completo dos depósitos de patente relativos às baterias em geral e às baterias associadas a sistemas fotovoltaicos. Após essa etapa, acrescentou-se o limite temporal de 2010 a 2017 e executou-se novamente as buscas para ambos os casos, geral e solar. Assim, foi possível obter as principais classificações utilizadas nestas tecnologias, os países com mais pedidos de depósito de patentes, as principais empresas do setor em número de patentes e, finalmente, identificar quais áreas tecnológicas destacam-se no âmbito das baterias associadas ou não à conversão da energia solar fotovoltaica no mundo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Baterias em geral

A Fig. 2 mostra o comportamento internacional das reivindicações de prioridade, depósitos e publicações de pedidos de patentes relacionados às baterias em geral. Observa-se uma tendência crescente no período considerado. Devido ao chamado efeito de borda, os anos de 2016 e 2017 foram suprimidos. Este efeito pode ser ocasionado pelos seguintes motivos: i) atraso da publicação dos pedidos por parte dos escritórios de patente; ii) período de sigilo de até 18 meses da data de depósito até a publicação do referido pedido de patente; e iii) atraso da base comercial na atualização dos dados provenientes das bases oficiais dos escritórios de patente.

Conforme o esperado, o perfil das três curvas é similar. Observa-se que o número de prioridades pode ser maior ao longo do tempo, dado que um mesmo pedido de patente, pode apresentar mais de uma prioridade. Verifica-se ainda que a curva de publicação está deslocada em cerca de um ano em relação à curva de depósito, devido ao período de sigilo do pedido de patente.

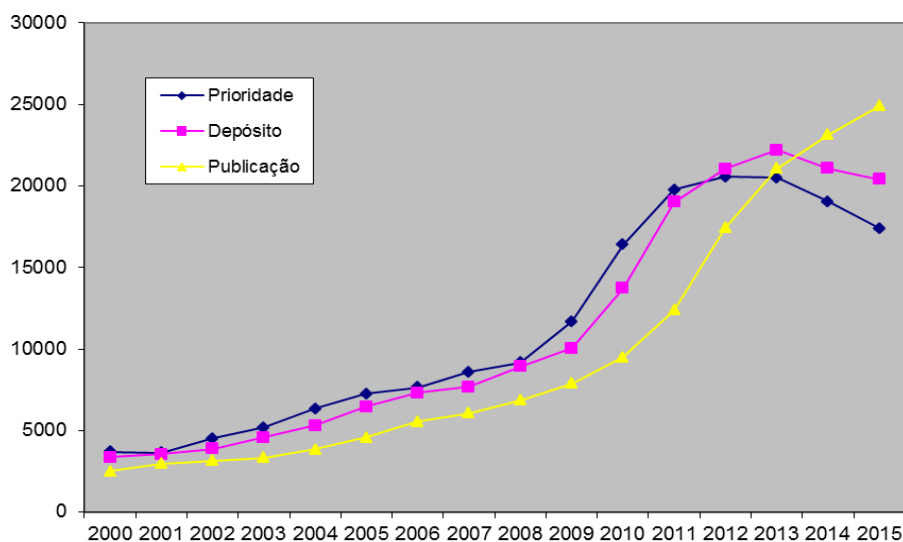


Figura 2 – Comparação dos dados internacionais de reivindicações de prioridade, depósitos e publicações de pedidos de patentes relacionados às baterias em geral.

A Fig. 3 mostra o ranking internacional das 20 empresas com maior número de depósitos de patentes agrupadas por país de origem. Verifica-se a liderança da Coreia do Sul quanto ao número de depósitos e do Japão em número de empresas, sendo que a Coreia possui as duas empresas líderes (LG e Samsung) e ainda a quarta colocada (Toshiba). Em terceiro lugar no ranking aparece a única empresa alemã com destaque em número de depósitos de patentes, a Bosch GMBH. Destaca-se que a coreana *LG Chemical LTD*, maior empresa de produtos químicos do país, foi a primeira do ranking com 8980 depósitos de patentes no total. Vale ressaltar ainda que a primeira empresa norte-americana a figurar no ranking foi a *Ford Global Tech*, multinacional da área automotiva, aparecendo apenas na nona posição.

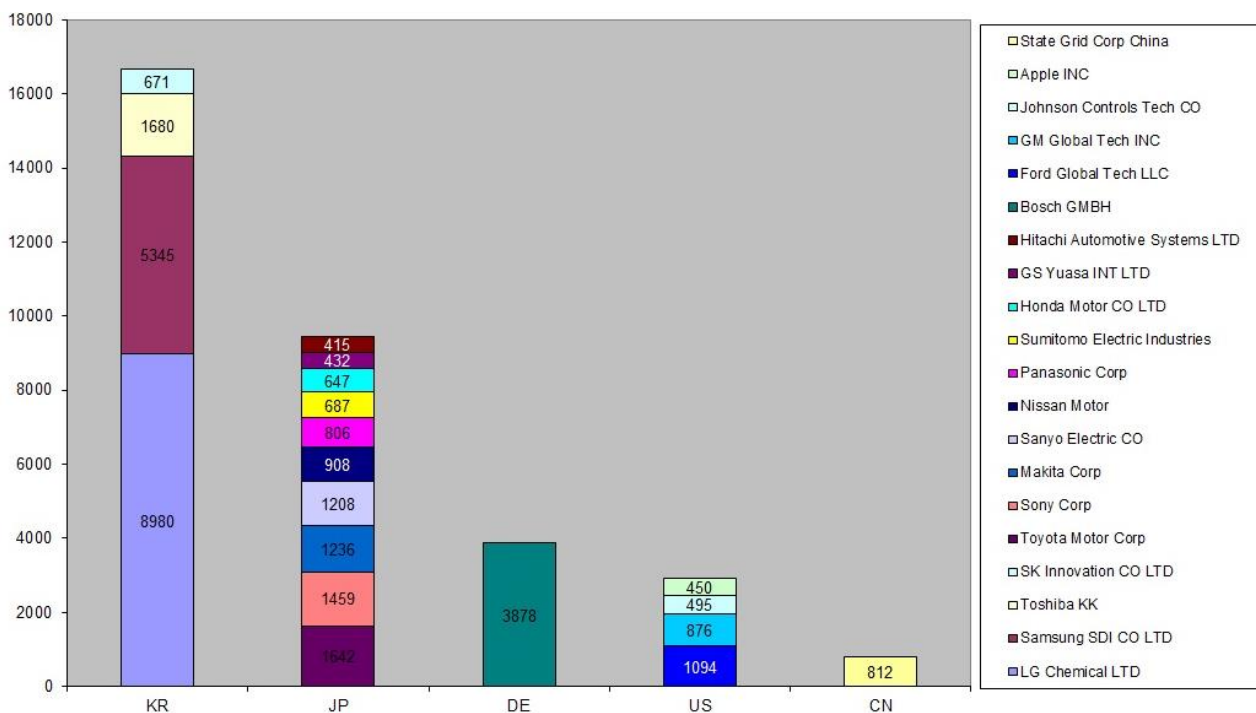


Figura 3 - Ranking das empresas em depósitos de patentes referentes a baterias em geral, agrupadas por país de origem, entre 2010 e 2017.

A Fig. 3, através da atuação direta das empresas, mostra os países líderes na proteção dos seus desenvolvimentos e pesquisas de tecnologia associadas a baterias em geral. Evidencia uma clara liderança de países asiáticos, principalmente Coreia do Sul e Japão, estando ainda a China no top 5 do ranking.

Adicionalmente, procurou-se identificar as principais áreas tecnológicas envolvidas. Nesse sentido, a Fig. 4 apresenta as principais subclasses da IPC encontradas em ordem decrescente de ocorrência.

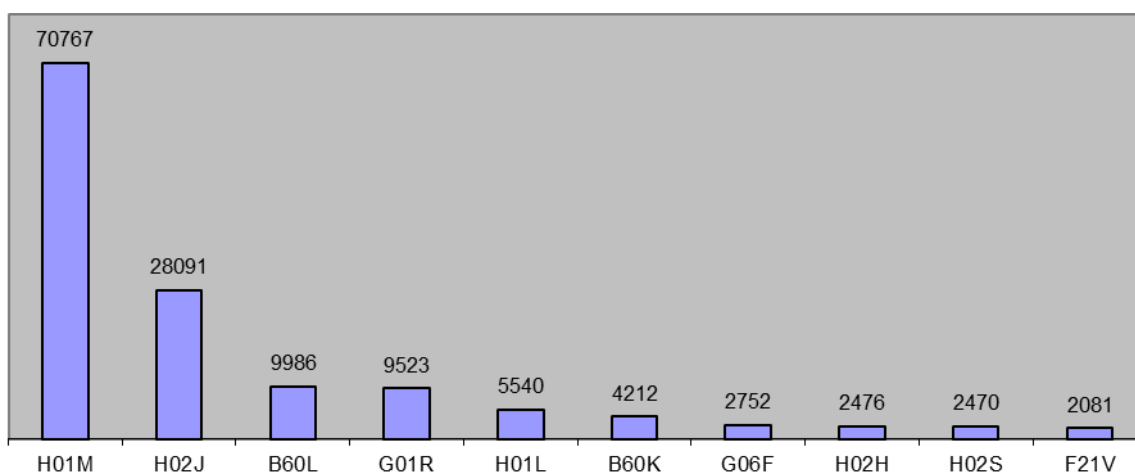


Figura 4 - Principais subclasses da IPC em ordem decrescente de ocorrência.

Pela análise da Fig. 4, observa-se que a subclasse H01M, referente a processos ou meios para a conversão direta da energia química em energia elétrica (por exemplo, baterias), aparece com o maior número de ocorrências, conforme esperado. Em segundo lugar está a subclasse H02J, referente a circuitos para fornecimento ou distribuição de energia elétrica e sistemas para armazenamento de energia elétrica, também diretamente relacionada às baterias e circuitos associados. Em seguida, representando os desenvolvimentos na área automotiva, tem-se a subclasse B60L, referente a propulsão de veículos de propulsão elétrica. A próxima subclasse encontrada é a G01R, que trata da medição de variáveis elétricas e magnéticas, estando relacionada com monitoramento e testes da condição elétrica de acumuladores ou baterias elétricas. Fechando as cinco principais ocorrências, na quinta posição, encontra-se a subclasse H01L, referente a dispositivos semicondutores sensíveis à luz, que está diretamente relacionada à conversão da luz em energia elétrica, evidenciando a presença das baterias solares, as quais serão discutidas em maior detalhe na seção 4.2.

De posse das classificações obtidas, foi possível separar as tecnologias protegidas em seis grupos distintos, em ordem decrescente de ocorrência de depósitos de pedidos de patentes, conforme mostrado na Fig. 5.

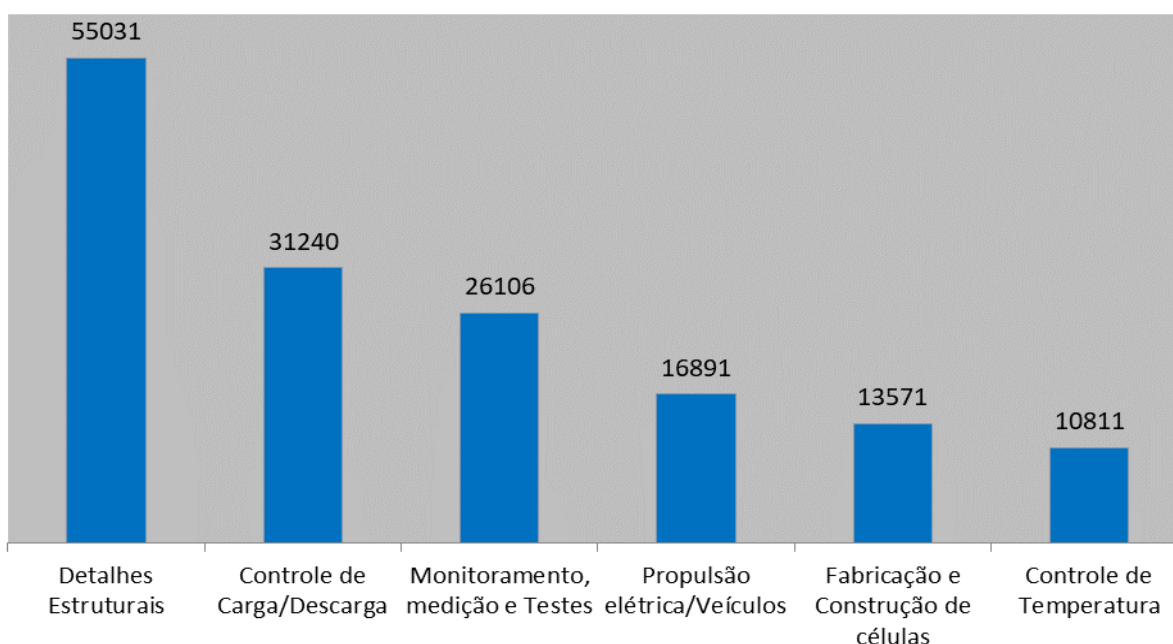


Figura 5 – Principais áreas tecnológicas identificadas no âmbito das baterias em geral.

Pela análise da Fig. 5, observa-se que a área referente a detalhes estruturais e/ou seus processos de fabricação, tais como caixas, revestimentos, invólucros, conexões condutoras, terminais, eletrodos e circuitos associados, aparece com o maior número de ocorrências. Em segundo lugar, está a área referente a aparelhos, processos ou métodos para controle de carga/descarga de baterias, que é um dos grandes desafios técnicos atuais e possui aplicação nos sistemas fotovoltaicos com armazenamento de energia. Em seguida, surge a área de monitoramento/testes em sistemas com baterias, que inclui manutenção, reparo, identificação de falhas, tecnologias relacionadas a software, medição e sensoriamento. Em quarto e quinto lugares aparecem, respectivamente, as áreas de propulsão elétrica de veículos e fabricação/construção de células de baterias. Tais ocorrências são interessantes de se observar, pois são tecnologias

atualmente em franco desenvolvimento. Por fim, na sexta posição surgem os aparelhos/métodos para controle de temperatura em geral.

4.2 Baterias associadas a sistemas fotovoltaicos

A Fig. 6 mostra o comportamento internacional das reivindicações de prioridade, depósitos e publicações de pedidos de patentes relacionados às baterias associadas a sistemas fotovoltaicos, apresentando tendência crescente no período considerado, similar ao caso das baterias em geral.

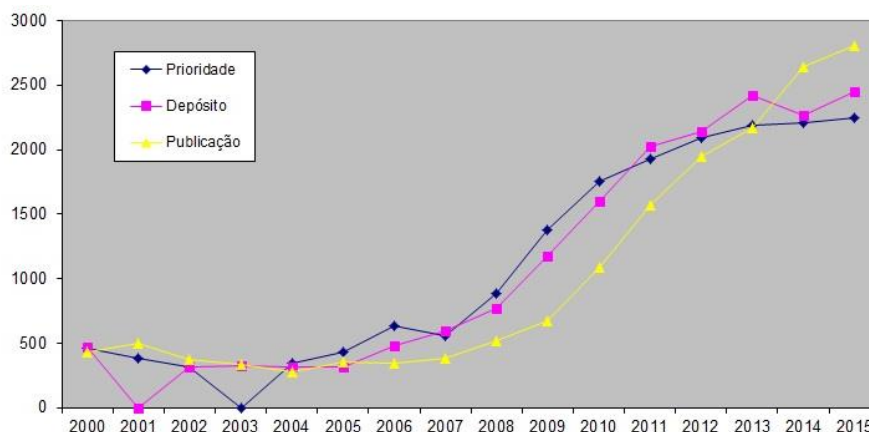


Figura 6 – Comparação dos dados internacionais de reivindicações de prioridade, depósitos e publicações de pedidos de patentes relacionados às baterias associadas a sistemas fotovoltaicos.

A Fig. 7 mostra o ranking internacional das 20 empresas com maior número de depósitos de patentes agrupadas por país de origem. Verifica-se a liderança do Japão tanto em número de depósitos quanto em número de empresas, seguido por China e Coreia do Sul. Cabe destacar que as duas primeiras colocadas do ranking são a japonesa Sharp e a coreana LG, sendo que as demais japonesas melhor posicionadas são a Mitsubishi, Sanyo e Hitachi ocupando, respectivamente, os quarto, quinto e sexto lugares. As melhores representantes chinesas no ranking ocupam a terceira, sétima e oitava posições, mostrando a evolução do país e de suas empresas. Vale ressaltar a presença dos países Taiwan, Alemanha e Canadá no topo do ranking e a ausência de empresas norte-americanas entre as 20 primeiras colocadas.

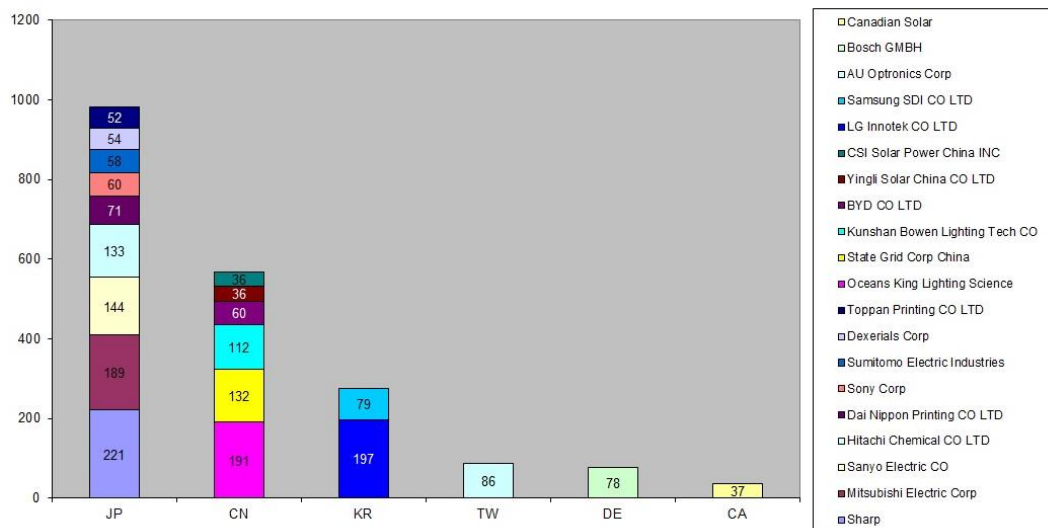


Figura 7 - Ranking das empresas em depósitos de patentes referentes às baterias associadas a sistemas fotovoltaicos, agrupadas por país de origem, entre 2010 e 2017.

A Fig. 7, através da atuação direta das empresas, mostra os países líderes na proteção dos seus desenvolvimentos e pesquisas de tecnologia relacionadas às baterias solares. Evidencia uma clara liderança de países asiáticos, principalmente Japão, China e Coreia do Sul, os três primeiros do ranking. Cumpre destacar a liderança do Japão, ultrapassando a Coreia do Sul em termos de tecnologias solares, além do forte crescimento da China que, de quinto lugar no ranking para baterias em geral, passou ao segundo lugar no que tange às tecnologias solares.

De maneira análoga às baterias em geral, as tecnologias protegidas foram separadas em cinco grupos distintos, em ordem decrescente de ocorrência de depósitos de pedidos de patentes, conforme mostrado na Fig. 8.

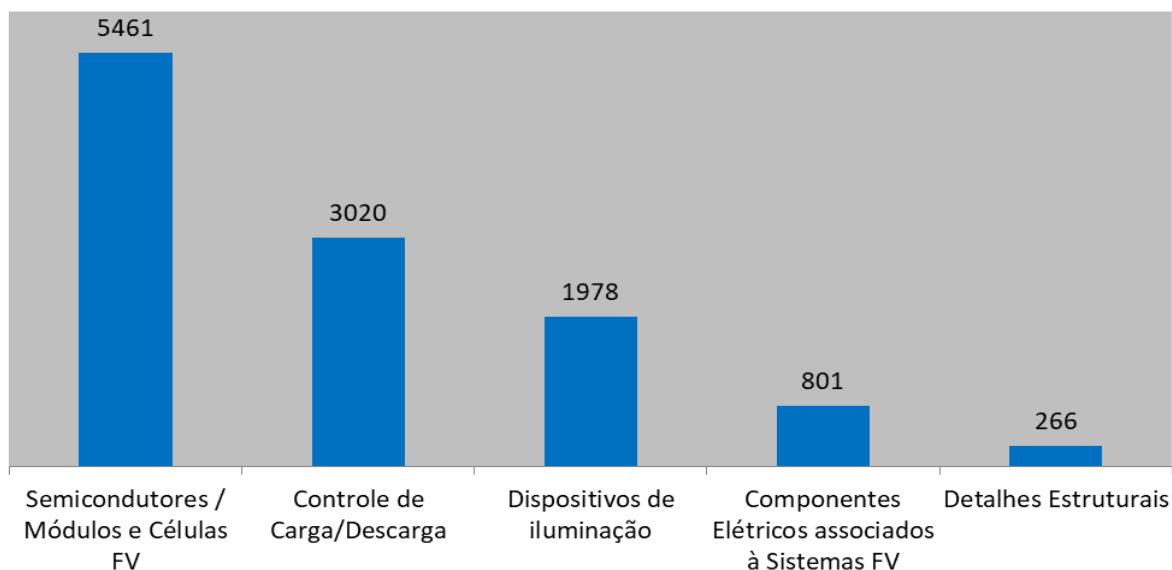


Figura 8 – Principais áreas tecnológicas identificadas no âmbito da conversão de energia solar no Brasil.

Pela análise da Fig. 8, observa-se que a área referente a semicondutores aparece com o maior número de ocorrências. Tal fato evidencia a relevância dos semicondutores como elementos fundamentais dos sistemas de geração fotovoltaica. Em segundo lugar, assim como no caso das baterias em geral, aparece a área referente a aparelhos, processos ou métodos para controle de carga/descarga de baterias o que, sendo um dos grandes desafios técnicos atuais, era esperado. Em seguida, surgem dispositivos de iluminação associados a fontes de energia/baterias, tais como luminárias de LED e métodos de controle, tecnologias que não apareceram no caso das baterias em geral. Em quarto lugar, aparecem componentes elétricos associados a sistemas fotovoltaicos, que constituem materiais acessórios ao armazenamento de energia. Por fim, na quinta posição, em contraposição ao caso das baterias em geral (onde ocupavam a primeira posição), encontra-se a área de detalhes estruturais.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um panorama de tecnologias para o armazenamento de energia sob a ótica da Propriedade Industrial, através da realização de uma prospecção tecnológica com utilização de bases patentárias. Evidenciou-se, no âmbito internacional, as principais tecnologias relacionadas a baterias tradicionais e de aplicação em sistemas de geração de energia solar fotovoltaica conectada à rede com armazenamento de energia.

A base patentária utilizada foi a *Derwent Innovation (DWPI)* visto que é simples de usar, possui dados atualizados de vários países e ainda apresenta características peculiares, tais como: profissionais que editam e revisam os pedidos de patentes e desenvolvimento de uma classificação própria dos pedidos, o que melhora o resultado das buscas.

Os resultados obtidos apontam para uma tendência crescente quanto ao número de depósitos e publicações de pedidos de patentes referentes ao armazenamento de energia de 2000 a 2015. Para as baterias associadas aos sistemas fotovoltaicos, notou-se uma tendência crescente a partir de 2004, tendo sido ainda mais acentuada a partir de 2008.

Vale ressaltar que também nas baterias tradicionais, mas principalmente nas baterias relacionadas aos sistemas fotovoltaicos, verificou-se uma forte liderança dos países asiáticos, Japão, Coreia do Sul e China, seja com relação ao número de depósitos de pedidos de patentes, seja em número de empresas atuantes. Tal fato evidencia a região como principal mercado de interesse global e líder no desenvolvimento e proteção de tecnologias de armazenamento de energia por meio de baterias.

Os dados encontrados para as baterias tradicionais e as relacionadas a sistemas fotovoltaicos foram estratificados em diferentes áreas de desenvolvimento tecnológico, com destaque para a área de controle de carga e descarga das baterias, a qual obteve o segundo lugar em ambos os casos. Além disso, destaca-se a área de detalhes estruturais, como caixas, revestimentos, invólucros, conexões condutoras, terminais, eletrodos e circuitos associados, que apareceu em primeiro lugar para as baterias tradicionais e a área de semicondutores (como módulos e células) que, para as baterias utilizadas em sistemas fotovoltaicos, ocuparam o primeiro lugar disparado, evidenciando serem áreas importantes e promissoras.

Por fim, cumpre destacar que, seja para baterias tradicionais ou para as aplicadas em sistemas fotovoltaicos, a tendência crescente em depósitos de patentes evidencia que as tecnologias analisadas estão em franco desenvolvimento, revelando uma expectativa de evolução tecnológica, principalmente por parte dos países asiáticos líderes mencionados.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) pela disponibilidade dos recursos necessários à realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Barbosa, C. R., 2009. Propriedade Intelectual: Introdução à Propriedade Intelectual como Informação, Elsevier.
- Barbosa, C. F. O., *et al.*, 2016. Conceitos sobre Sistemas Híbridos de Energia para Produção de Eletricidade. VI Congresso Brasileiro de Energia Solar (CBENS), Belo Horizonte.
- Brasil. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996 (Lei de Propriedade Industrial – LPI). Regula os direitos e obrigações relativos à propriedade industrial.
- Bueno, A. F. M. e Brandão, C. A. L., 2016. Visão Geral de Tecnologia e Mercado para os Sistemas de Armazenamento de Energia Elétrica no Brasil. Associação Brasileira de Armazenamento e Qualidade de Energia.
- Delvizio, E., 2010. Avaliação das estratégias da indústria para-petrolífera pelos respectivos depósitos de patentes. In: Rio Oil & Gas Expo and Conference 2010, Rio de Janeiro, 2010.
- Fisher, W., 2001. Intellectual property and innovation: theoretical, empirical, and historical perspectives, *Industrial Property, Innovation, and the Knowledge-based Economy*, *Beleidsstudies Technologie Economie*, v. 37.
- IEA, 2014. International Energy Agency.
- IHS, 2015. Residential Solar Energy Storage Market to Grow by Factor of 10 from 2014 to 2018. Disponível em: <<http://press.ihs.com/press-release/design-supply-chain/residential-solar-energy-storage-market-grow-factor-10-2014-2018>>. Acesso em: 25 de outubro de 2017.
- INPI, 2017. Instituto Nacional de Propriedade Industrial. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br>>. Acessado em 21 de outubro de 2017.
- IPC, 2017. International Patent Classification. Disponível em: <<http://www.ipc.inpi.gov.br>>. Acessado em 21 de outubro de 2017.
- Manghani, R. U. S., 2015. Solar-plus-storage market Drivers, Economics And Outlook. Disponível em: <<http://naatbatt.org/wp-content/uploads/2015/07/Intersolar-EES-Release-Event-07-14-15.pdf>>. Acesso em: 25 de outubro de 2017.
- Mayerhoff, Z. D. V. L., 2008. Uma Análise sobre os Estudos de Prospecção Tecnológica, *Cadernos de Prospecção*, v. 1, n. 1, p. 7-9.
- PVTech, 2015. Grid-connected PV energy storage installations to triple in 2015. Disponível em: <http://www.pvtech.org/guestblog/grid_connected_pv_energy_storage_installations_to_triple_in_2015>. Acessado em: 20 de outubro de 2017.
- Rosolem, M. F. N. C., *et al.*, 2016. Estado da Arte de Baterias Avançadas para Sistemas Fotovoltaicos. VI Congresso Brasileiro de Energia Solar (CBENS), Belo Horizonte.
- SMA, 2010. The self-consumption bonus information and details regarding the self-consumption of solar energy. Disponível em: <<http://www.sma.de/en/partners/knowledgebase/the-self-consumption-bonus.html>>. Acesso em: 20 de outubro de 2017.
- Silva, J. J. B., 2014. Análise Técnica e Econômica de um Sistema Fotovoltaico como Fonte de Energia para Agricultura Familiar. Monografia, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.
- Svarc, J., 2015 hybrid/off-grid inverter and solar energy storage review. Disponível em: <<http://www.cleanenergyreviews.info/blog/hybrid-solar-inverter-review>>. Acesso em: 25 de outubro de 2017.
- Villalva, M. G. e Gazoli, J. R. 2012. Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações – Sistemas Isolados e Conectados à Rede. 1ª ed. São Paulo.

PANORAMA OF ENERGY STORAGE TECHNOLOGIES THROUGH BATTERIES USING PATENT BASES

Abstract. *This paper presents a panorama of technologies for energy storage using batteries from the viewpoint of Industrial Property. Therefore, it employs the methodology of technological prospection using the Derwent Innovation patent database. It demonstrates and compares the main technologies related to traditional batteries with those used in photovoltaic generation systems. The results indicate an increase in the number of patent applications for energy storage from 2000 to 2015, with the Asian countries Japan, South Korea and China leading in the development and protection of storage technologies. The data for traditional batteries and those related to photovoltaic systems were stratified in different areas of technological development, with emphasis on the area of control of charge and discharge of batteries.*

Key words: *Industrial Property, Batteries, Photovoltaic Solar Energy.*