

## PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA: PAINÉIS DE VEDAÇÃO UTILIZANDO CONCRETO LEVE E MATERIAIS RECICLADOS

Silvia Beatriz Beger Uchôa<sup>1</sup>; Josealdo Tonholo<sup>1</sup>; Thiago H. de S. V. Arruda<sup>1</sup>; Paulo Cesar C. Gomes<sup>1</sup>; Karoline A. de M. Moraes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Alagoas, UFAL, Maceió, AL, Brasil.

Rec.: 10.05.2015. Ace.: 11.12.2015

### RESUMO

O setor da construção civil é considerado um setor atrasado no Brasil. A necessidade de racionalizar a construção de habitações visando a redução do déficit habitacional, alavancado pelos programas governamentais de incentivo, fez com que empresas buscassem utilizar painéis de concreto em substituição a alvenaria convencional. Esses painéis são comumente feitos de concreto leve, podendo ser moldados no local ou pré-fabricados. O concreto leve pode incorporar materiais reciclados, além dos já normalmente usados. Nesse estudo procurou-se conhecer como a tecnologia de painéis de vedação de concreto leve está incorporando outros materiais e quais são esses materiais. Para isso, realizou-se uma busca nas bases de patente do Instituto Nacional de Propriedade Industrial e do *Derwent Innovation Index*, utilizando palavras-chave e suas combinações. Os resultados foram analisados e categorizados. A título de comparação, foi levantado o número de artigos científicos sobre o tema, a partir da base *Web of Science*. Além disso, foram procurados dados de empresas que trabalhavam com painéis de concreto, e foi verificado se havia em sua página eletrônica a informação sobre o uso de material reciclado em painéis de concreto. Foram encontradas poucas patentes na base nacional e, na internacional, foram encontrados diversos documentos que tratam do uso de materiais reciclados incorporados ao concreto. Quanto às empresas, apenas uma citava, em sua página de produtos, a utilização de material reciclado, mostrando uma boa possibilidade de inserção de um novo produto no mercado, com aspecto ecologicamente amigável.

Palavras chave: Painéis de vedação, concreto leve, reciclagem.

### ABSTRACT

The construction sector is considered a backward sector in Brazil. The need to rationalize the construction of housing in order to reduce the housing deficit, driven by government incentive programs, meant that companies seek to use concrete panels replacing conventional masonry. These panels are commonly made of lightweight concrete may be cast on site or precast. The lightweight concrete can incorporate recycled materials in addition to those normally used. This study sought to know how the technology of lightweight concrete fence panels are incorporating other materials and what those materials. For this, we carried out a search of the patent databases of the National Institute of Industrial Property and the *Derwent Innovation Index*, using keywords and their combinations. The results were analyzed and categorized. By comparison, it has raised the number of scientific papers on the subject, from the base *Web of Science*. In addition, data were sought companies working with concrete panels, and it was verified that there was in its website information about the use of recycled material in concrete panels. Few patents were found in the national base and the international, were found several documents that address the use of recycled materials incorporated into the concrete. For businesses, only one cited in its product page, the use of recycled material, showing a good possibility of inserting a new product on the market with environmentally friendly aspect.

Keywords: Panels, lightweight concrete, recycling

Área tecnológica: Materiais, Ambiente.

## INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil vem passando por um período de grande crescimento. Segundo dados do DIEESE (2013), em 2010 a construção civil apresentou um crescimento de 11%, o melhor desempenho nos últimos 24 anos. Este cenário é motivado, dentre outros fatores, por programas do Governo Federal que visam suprir o déficit habitacional da população brasileira. Neste sentido, vê-se o surgimento do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e do Programa Minha Casa Minha Vida.

Ao mesmo tempo em que ocorre esse crescimento, no Brasil a construção civil ainda é vista como um setor atrasado, em relação a outras indústrias.

A produção de habitações com um sistema construtivo que faça uso ampliado da pré-fabricação se constitui num processo inovador com metodologia construtiva avançada e melhoria de processo e produtividade. A racionalização da construção, decorrente da implantação de novos sistemas construtivos, prevê a adoção de padrões de modulação, que possibilitem conceber a construção a partir de unidades básicas de repetição, evitando os desperdícios de tempo e material.

Segundo Rego (2002), o sistema de modulação aplicado para construção é comumente feito através de placas ou painéis encaixados ou fixados com pregos e parafusos. Esses painéis podem ser pré-fabricados ou moldados no local da obra. O material mais utilizado na construção desses painéis é o concreto de cimento Portland, sendo bastante aplicado o concreto leve, por possibilitar o transporte e a colocação dos painéis na obra com maior facilidade. A tendência atual é a utilização de materiais reciclados incorporados ao concreto, de forma a tornar o painel ecoeficiente, através da diminuição do uso de matérias primas, substituídas pelos resíduos incorporados ao elemento construtivo.

Nesse trabalho fez-se o monitoramento tecnológico utilizando bases de patentes da tecnologia referente a painéis de vedação utilizando concreto leve, e quais os que utilizam resíduos na sua fabricação. Paralelamente, foram buscadas também informações sobre artigos científicos publicados sobre o tema. Procurou-se, ainda, identificar quais as tecnologias que podem vir a contribuir para a mitigação do déficit habitacional brasileiro. Visando ter um panorama do mercado, buscou-se identificar a existência de empresas do setor de painéis pré-moldados de concreto que utilizam resíduos na confecção desses painéis de vedação.

## DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

Santos e Heineck (2010) citam a necessidade de aplicação do conceito de “construtibilidade” para vencer os desafios nacionais existentes na busca da industrialização da Construção Civil. Esse conceito engloba a racionalização da construção, com a aplicação de técnicas construtivas e de planejamento, visando a redução de custos e a manutenção da qualidade requerida. Dentro desse contexto pode se citar a utilização de painéis de vedação pré-fabricados ou moldados na obra, como uma técnica que contribui para a construtibilidade de um empreendimento, considerando que o seu uso pressupõe um projeto e planejamento detalhado e a redução de etapas e da geração de resíduos da construção.

Painéis de vedação são elementos em forma de placa, utilizados como paredes em construções habitacionais, podendo ter função estrutural ou não. Podem ser confeccionados em diversos materiais, como madeira ou metais, sendo mais utilizado o concreto de cimento Portland.

Segundo Sacht (2008), um dos sistemas construtivos utilizados no Brasil, desde a década de 1980, é o de painéis monolíticos de concreto moldados na própria obra. A autora cita que alguns órgãos governamentais recomendam o uso de concreto leve para melhorar o desempenho térmico da habitação.

O uso de concreto leve permite que se pré-fabriquem peças para a aplicação na obra, considerando a redução de peso nos elementos de vedação. O concreto leve é um concreto com a redução da sua massa específica, admitindo-se o valor de até 1800 kg/m<sup>3</sup>. Como os painéis podem ser apenas de vedação, sem função estrutural, podem ser utilizados concretos leves obtidos por incorporação de ar ou substituição dos agregados por agregados leves.

Independente do material utilizado, os painéis devem ter o seu desempenho comprovado, de acordo com as exigências da norma brasileira NBR 15575/2012 (ABNT, 2012). Assim a possibilidade de incorporação de resíduos como agregados reciclados de concreto, de borracha de pneus, de vidro, entre outros, deve ser considerada e avaliada segundo a norma citada.

Nesse estudo prospectivo será analisada a publicação de patentes e de artigos visando a produção de painéis de vedação utilizando concreto leve, avaliando os materiais utilizados, procurando identificar se há a incorporação de resíduos. Complementando, serão buscadas informações em empresas do setor, sobre o uso da tecnologia.

## METODOLOGIA

O presente trabalho visa fornecer uma base para o desenvolvimento de pesquisas sobre a obtenção de painéis construtivos em concreto leve, com a incorporação de resíduos. Portanto a escolha das palavras chave foi em função dessa área de pesquisa.

Foram escolhidas uma base de patentes nacional, a do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), em função do conhecimento das tecnologias protegidas no Brasil e de quem está protegendo essas tecnologias; uma base de patentes internacional, a *Derwent Innovation Index (DII)*, disponível no Portal de Periódicos da Capes; e uma busca com mecanismos de busca da internet, a partir da página eletrônica da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC, 2015), de empresas que trabalham com a tecnologia em foco.

Para a base de patentes do INPI, foram escolhidas as palavras chave: PAINEL, CONCRETO, LEVE, CELULAR, REICL\*, com busca no resumo dos documentos de patente. Foram usados os truncamentos com o operador “\*” para ampliar os resultados e os operadores booleanos AND e OR, conforme mostrado no quadro 1.

Para a busca na base de patentes *Derwent Innovation Index (DII)* e na de artigos *Web of Science* foram utilizadas as palavras: PANEL, CONCRETE, LIGHT, CELLULAR, RECYCL\*, conforme combinação mostrada no quadro 1.

<b>Quadro 1- Combinação de palavras chave usadas nas buscas nas bases de patentes</b>	
<b>Base</b>	<b>Palavras chave e combinações</b>
<b>INPI</b>	PAINE* AND CONCRETO
INPI	PAINE* AND CONCRETO AND (LEVE OR CELULAR)
INPI	PAINE* AND CONCRETO AND (LEVE OR CELULAR) AND REICL*
<i>DII/Web of Science</i>	PANEL AND CONCRETE
<i>DII/Web of Science</i>	PANEL AND CONCRETE AND (LIGHT OR CELLULAR)
<i>DII/Web of Science</i>	PANEL AND CONCRETE AND (LIGHT OR CELLULAR) AND RECYCL*

Fonte: Autoria própria, 2015.

Após a busca, foi elaborada uma planilha eletrônica com os resultados obtidos, contendo informações, como: número do documento, depositante, inventor(es), data e local do depósito (considerado o documento de prioridade, quando houver vários depósitos), resumo do documento, situação do depósito, classificação internacional e informações sobre os materiais utilizados na tecnologia a ser protegida pela patente.

Em seguida foi feita a análise dos documentos e elaborados gráficos para melhor compreensão dos dados.

Para os artigos científicos, foi usada a base de dados *Web of Science* também disponível no Portal de Periódicos da Capes, utilizando as mesmas palavras chave utilizadas nas buscas das bases de patentes nacional e internacional.

Foram procuradas, através da internet, no portal da ABCIC, empresas que produzem e comercializam painéis de vedação em concreto, sendo excluídas as que trabalham apenas com os painéis com função decorativa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se inserir as palavras chave no mecanismo de busca nas bases de patentes do INPI, na *DII*, e na base de artigos científicos *Web of Science*, foram obtidos os seguintes números de documentos, conforme as combinações entre as palavras chave, apresentadas no quadro 2.

<b>Quadro 2 – Número de documentos encontrados nas diversas bases de acordo com as palavras chave utilizadas</b>			
<b>Palavras chave e combinações</b>	<b>INPI</b>	<b>DII</b>	<b>Web of Science</b>
PAINE* AND CONCRETO	291	-	562
PAINE* AND CONCRETO AND (LEVE OR CELULAR)	36	-	4
PAINE* AND CONCRETO AND (LEVE OR CELULAR) AND REICL*	2	-	-
PANEL AND CONCRETE	-	20.663	2.608
PANEL AND CONCRETE AND (LIGHT OR CELLULAR)	-	2957	140
PANEL AND CONCRETE AND (LIGHT OR CELLULAR) AND RECYCL*	-	57	6

Fonte: Autoria própria, 2015.

Para se ter parâmetros de comparação com a base internacional de patentes e a de artigos científicos, fez-se a busca na base do INPI utilizando as palavras chave PAINE\* AND CONCRETO, sendo encontrados 291 documentos de depósitos de patentes, sendo 30 deles

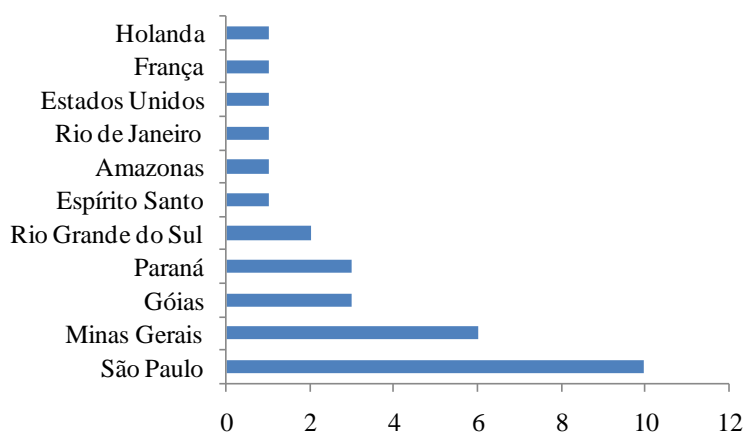
referentes a patentes concedidas. Não foi feita análise mais detalhada desses documentos, pois esse grupo de documentos englobava outros tipos de concreto, além do concreto leve com materiais reciclados, objetivo das buscas desse artigo.

Procedeu-se a busca na base de dados do INPI utilizando as palavras chave contendo PAINÉ\* AND CONCRETO AND (LEVE OR CELULAR) AND RECICL\* para definir os documentos contendo termos referentes a utilização de materiais reciclados em painéis de concreto leve ou celular, e foram encontrados apenas 2 documentos. Para ampliar a busca, o termo RECICL\* foi suprimido, retornando 36 documentos. Esses documentos foram analisados para identificar a ocorrência de uso de material reciclado incorporado ao concreto do painel. Entre esses 36, apenas 31 eram referentes a painéis de concreto leve. A análise ocorreu nesses 31 documentos.

Quanto a situação do pedido, foram identificados 3 pedidos indeferidos, 1 desistente, 2 ainda não analisados e o restante, 25 pedidos, arquivados.

Quanto ao estado do depositante ou país de prioridade, foram identificados apenas 3 pedidos com prioridade em outros países: Estados Unidos (US), Holanda (NL) e França (FR), enquanto os depósitos nacionais foram distribuídos, mas com dominância dos realizados no estado de São Paulo (SP), seguido pelos realizados no estado de Minas Gerais (MG), conforme Figura 1. Esses dados podem ser interpretados indicando pouco interesse de empresas estrangeiras em proteger essa tecnologia no Brasil, provavelmente pelos aspectos peculiares da indústria da construção no país, com uso intensivo de mão de obra e baixo nível de industrialização. Quanto à distribuição das patentes nos estados brasileiros, pode-se observar que há concentração no sudeste do país, onde se localizam os estados com maior geração de riqueza.

**Figura 1-** Distribuição geográfica dos depósitos de patente no INPI



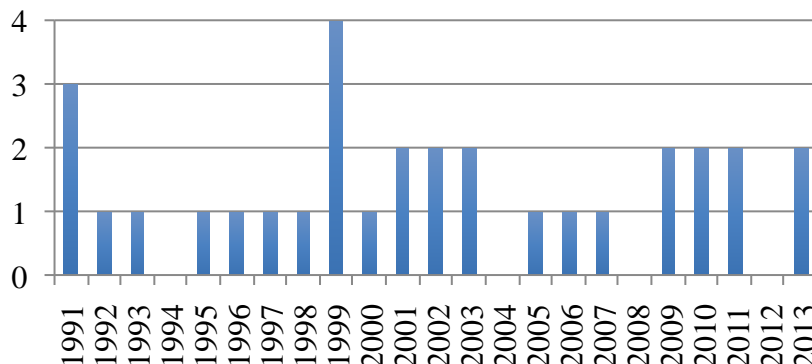
Fonte: Autoria própria, 2015.

Seria de se esperar que nos últimos anos houvesse um aumento na proteção de tecnologias inovadoras para o setor da construção civil, já que houve o aumento de programas governamentais para redução do déficit habitacional. No entanto, não se observou um crescimento nos depósitos de patentes ao longo desses anos (Figura 2).

Na análise dos dados da Figura 2, destaca-se apenas o ano de 1999, com 4 depósitos, sendo os demais distribuídos ao longo do tempo. Isso corrobora a afirmação de que a indústria da construção civil busca muito pouco a inovação em seus produtos ou processos.

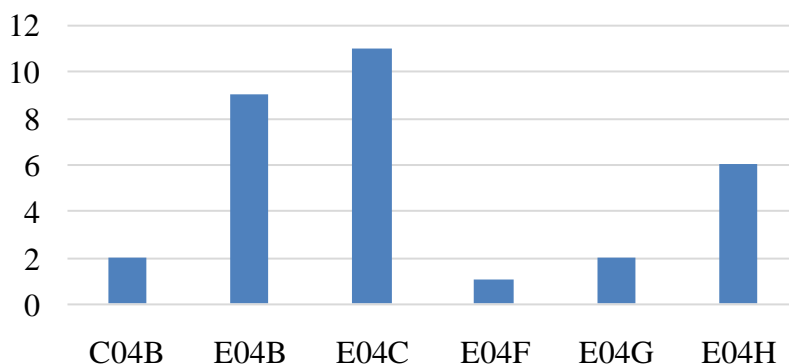
Continuando a caracterização dos documentos, foi buscada a Classificação Internacional de Patente (CIP) dos documentos encontrados (Figura 3).

**Figura 2** – Distribuição dos depósitos junto ao INPI de 1991 a 2013



Fonte: Autoria própria, 2015.

**Figura 3** – Distribuição da CIP dos documentos depositados no INPI



Fonte: Autoria própria, 2015.

A maior concentração de depósitos ocorre na classificação E04C: Elementos estruturais; Materiais de construção – por se tratar de painéis com função estrutural; seguida da E04B: Construções de edificações em geral, paredes, divisórias, tetos, pisos, forros, isolamento ou outras proteções das construções.

Essa última se refere exatamente a painéis de vedação. Apesar da classificação C04B se referir aos materiais de construção: Cal, magnésia, escória, cimentos, suas composições, por exemplo: argamassa, concreto ou materiais de construção similares, pedra artificial, esses documentos de patentes se referem a aplicação dos materiais desenvolvidos em painéis de vedação, sendo portanto de relevância para o estudo.

Quanto aos materiais utilizados na construção dos painéis abordados nos documentos analisados, encontra-se o uso do concreto leve obtido com uso de flocos de poliestireno expandido (EPS) reciclado ou em forma de pérolas, de vermiculita e de fibras sintéticas, de incorporação de ar, de argila expandida e emulsão polimérica, de resíduos de Etileno-Acetato de Vinila (EVA), de escória férrica flocada, de espuma de poliestireno e, em alguns casos, com recheio de uma placa isolante de EPS ou malha de lã de vidro ou rocha.

Os materiais reciclados mais citados foram o EPS, oriundo do descarte de embalagens térmicas, o EVA, da indústria calçadista, a escória, oriunda da indústria siderúrgica e flocos de borracha, oriundos do descarte de pneus.

Observa-se que ainda não há um foco no aproveitamento de materiais reciclados da própria indústria da construção para aplicação em painéis de vedação, em outras palavras, não há uma trajetória tecnológica predominante para este setor no que se refere aos materiais reciclados para construção dos painéis de vedação.

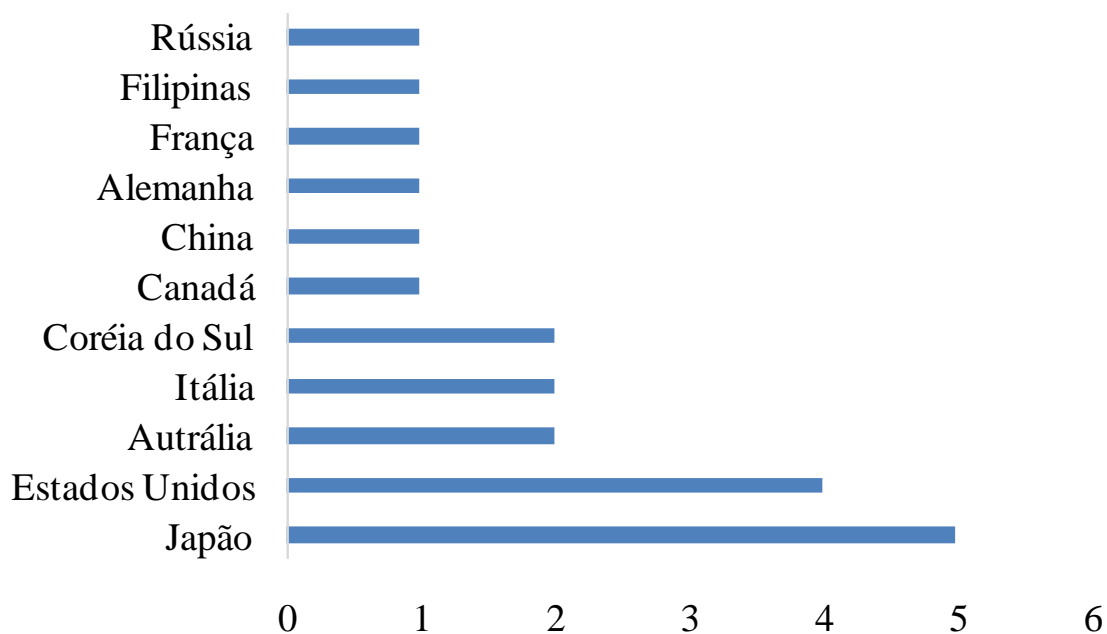
A partir das mesmas palavras chave utilizadas na busca realizada na base de patentes do INPI, porém em inglês, foi realizada a busca na base DII e retornaram 2.608 documentos. Para refinar a busca foi acrescentado o termo referente a reciclagem, retornando 57 documentos.

Desses, apenas 21 realmente se referem a painéis, e 9 documentos se referem apenas as formas para obtenção dos painéis, sem se referir ao material de preenchimento. Foram analisados apenas os 21 documentos de interesse para esta pesquisa.

Dentre esses documentos, 4 se referem a métodos para aumentar a reciclagem dos materiais utilizados na confecção dos próprios painéis, como equipamentos e bolsas para coleta de materiais.

A distribuição geográfica dos depósitos, a partir da prioridade de depósito, mostra uma predominância do Japão e dos Estados Unidos da América, sendo a distribuição do restante dos depósitos bastante esparsa (Figura 4). Não foram analisadas as famílias de patentes, portanto não se analisaram os mercados onde essa tecnologia está sendo protegida, somente a sua origem.

**Figura 4** – Distribuição dos países de prioridade dos depósitos



Fonte: Autoria própria, 2015.

Também foi verificada a variação, ao longo dos anos, de depósitos que tratam da inserção de materiais reciclados nos painéis de concreto leve, apresentando comportamento quanto ao número de depósitos por ano, entre 1 e 3 depósitos, um pouco semelhante ao que foi observado nos depósitos feitos no Brasil.

Assim, tem-se um crescimento no ano 2000 e posterior estabilização, seguida de aumento a partir do ano 2009 (Figura 5). Esse aumento, apesar de pequeno, pode ser um reflexo da maior preocupação com a sustentabilidade mostrada pelo setor da construção civil.

Obs.: foram utilizadas as siglas dos países empregadas pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI, 2015).

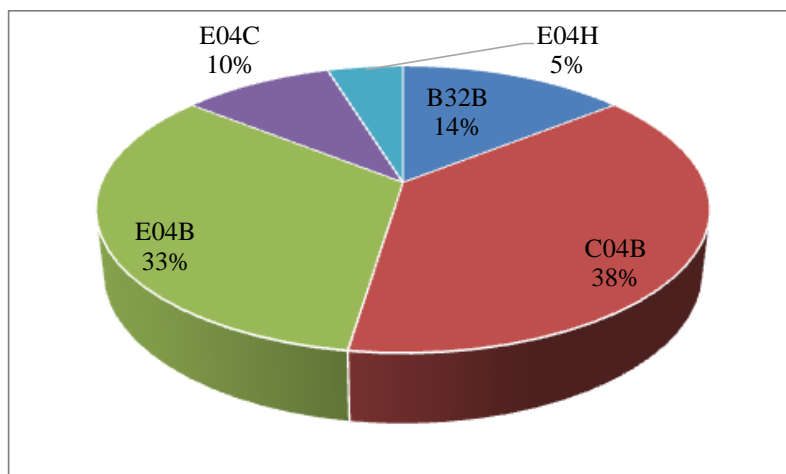
**Figura 5** – Distribuição dos depósitos ao longo dos anos



Fonte: Autoria própria, 2015.

A distribuição dos depósitos no que se refere à Classificação Internacional de Patentes mostrou uma pequena variação, apresentando, em primeiro lugar, a classificação C04B, referente aos materiais, mas importante quando se vai realizar a análise de incorporação de resíduos no concreto leve. Em segundo lugar está a classificação E04B: Construções de edificações em geral, paredes, divisórias, tetos, pisos, forros, isolamento ou outras proteções das construções. Em terceiro lugar, aparece a classificação B32B que se refere a produtos em camadas, isto é, produtos estruturados com camadas de forma plana ou não plana, p.ex. em forma celular ou alveolar, podendo compreender os painéis de concreto leve. As outras classificações apresentam menor número de documentos (Figura 6).

**Figura 6** – Distribuição da CIP dos documentos obtidos na base *DII*



Fonte: Autoria própria, 2015.



Quanto a referencias aos materiais reciclados incorporados na mistura do concreto leve, foi citado o uso de agregados de concreto reciclados nos depósitos WO 2015047197; US 2010254795; de EPS reciclado (PH 2201100039); de borracha reciclada de pneus (WO 2014020623); de agregados de vidro reciclados (WO 2012004335; KR2006007907); de flocos de madeira e pó de serra (WO 2007106934); de escória de alto forno flocada (KR 006086005); de pó de refugo de concreto e de escória (JP 200208790); de resíduos do próprio concreto de produção dos painéis (JP 2001328877); de resíduo de concreto celular autoclavado (JP 2001302292; JP 2000016879).

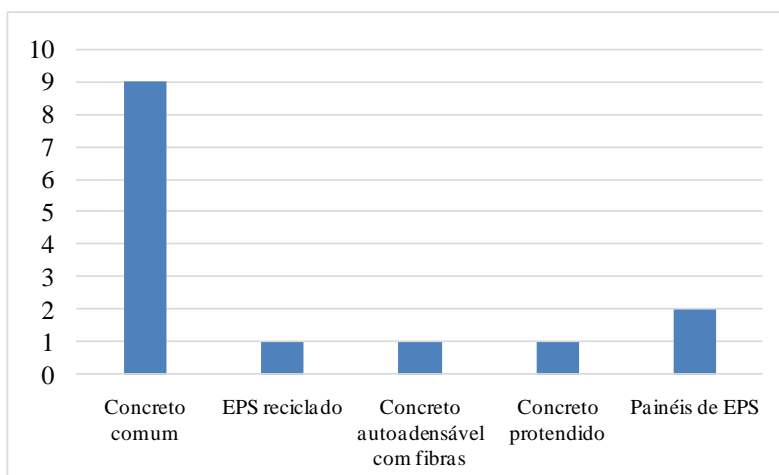
A busca por artigos que contém no resumo os termos PAINÉ\* e CONCRETO, realizada na base *Web of Science*, recuperou 562 documentos, mostrando que, se compararmos a busca com as mesmas palavras chave na base de patentes do INPI, tem-se quase o dobro de artigos científicos. Ao acrescentar as palavras chave LEVE OR CELULAR em português, houve o retorno de apenas 4 artigos. Acrescentando o termo referente a reciclagem não se recuperou nenhum artigo.

Procedeu-se a busca com as palavras chave em inglês obtendo 6 documentos para o uso de todos os termos e, ao analisar os documentos, verificou-se que os materiais reciclados utilizados foram: vidro oriundo de tubos de raios catódicos, cinzas volantes e agregados leves de argila expandida (WALCZAK et al., 2015), partículas de borracha de pneus (SUKONTASUKKUL, 2009) e cortiça (PEREIRA et al., 2004). No entanto, o primeiro não aplica diretamente a painéis de vedação. Os demais documentos não são referentes a painéis de concreto.

Utilizando a listagem de empresas fabricantes/comerciantes de painéis prefabricados de concreto na página eletrônica da ABCIC foram pesquisadas as empresas que fabricam e/ou comercializam painéis de vedação em concreto para construção habitacional no Brasil. A partir da identificação destas empresas, procurou-se verificar os materiais utilizados para a fabricação dos painéis, resultando em apenas uma empresa que apresenta em sua página o uso de material reciclado, sendo o EPS reciclado, usado para obtenção do concreto leve, em substituição ao agregado graúdo. As demais utilizam concretos comuns, auto adensável ou protendido (Figura 7).

Observou-se que, apesar de não estar sendo utilizado pelas empresas fornecedoras dos painéis, são encontradas referencias a pesquisas utilizando borracha de pneus, EVA a partir de solados de calçados, entre outros resíduos. (ABCIC, 2015). Deve ser considerado que, para um material ser aceito pelos usuários, necessita de tempo para realização de testes de conformidade com as normas vigentes e as tecnologias para uso desses materiais ainda são recentes.

**Figura 7-** Número de empresas segundo o tipo de material utilizado nos painéis no Brasil



Fonte: Autoria própria, 2015.

## CONCLUSÃO

O uso de painéis de vedação em concreto leve utilizando materiais reciclados pode ser como uma alternativa sustentável para o setor da construção civil. No Brasil encontra-se mais pesquisas realizadas, mas sem resultados em depósitos de patentes, mostrando o baixo interesse nesses avanços.

Em termos mundiais, observou-se a predominância no depósito de patentes de países com o setor da construção mais industrializado. A partir dos depósitos de patentes analisados, percebeu-se que estão sendo desenvolvidas várias tecnologias que incorporam diversos materiais ao concreto dos painéis, desde borracha e vidros até resíduos da sua própria fabricação.

Particularmente no âmbito de atuação dos autores deste texto, a experiência do Laboratório de Estruturas e Materiais da UFAL com algumas empresas locais de construção, fundamentada também nesta pesquisa de depósitos de patentes, leva a duas conclusões: as empresas admitem a possibilidade de uso de materiais reciclados no concreto, mas exigem que o mesmo tenha desempenho igual ou superior ao convencional. A segunda conclusão, paralela ao levantamento de patentes, mostra que um componente importante para as empresas de construção é o sistema de formas, resultando em 9 documentos.

## PERSPECTIVAS

O avanço dos materiais para compor o concreto leve dos painéis pode levar a uma nova perspectiva para as empresas de construção civil, no aspecto de sustentabilidade. A incorporação de resíduos no concreto tem a possibilidade, em alguns casos, de propiciar diferentes propriedades do material, tornando ainda mais interessante o seu uso.

## REFERÊNCIAS

- ABCIC. Associadas fabricantes. 2015. Disponível em: <[http://www.abcic.org.br/associadas\\_fabricantes.asp](http://www.abcic.org.br/associadas_fabricantes.asp)>. Acesso em: mai. 2015.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- DIEESE. 2013. **Estudo setorial da construção**. Série estudos e pesquisas. N. 65. 2013. Disponível em: <<https://www.dieese.org.br/.../estPesq65setorialConstrucaoCivil2012.pdf>>. Acesso em: mai. 2015.
- OMPI. Organização Mundial da Propriedade Intelectual. Norma ST.3: Códigos normalizados de 2 letras, recomendados para la representación de estados, otras entidades y organizaciones intergubernamentales. Disponível em <<http://www.wipo.int/export/sites/www/standards/es/pdf/03-03-01.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2015.
- REGO, N. V. A. **Tecnologia das Construções**. Rio de Janeiro: Editora ao Livro Técnico, 2002. 134p.
- SACHT, H. M. **Painéis de vedação de concreto moldados *in loco*: avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concretos**. 2008. 285f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2008.

SANTOS, D. G.; HEINECK, L. F. M. A Construção Civil e as discontinuidades na produção de edifícios. In: ARAUJO, N. M. C. **Construção civil: uma abordagem macro da produção ao uso**. João Pessoa: IFPB: SINDUSCON-JP, 2010. p. 131-162.

PEREIRA, C.; JORGE, F.; NEVES, A. S.; COUTINHO, J. S. Recycling of cork residues into cork-cement panels or light-weight concrete. In: 1st International Conference on Environmentally-Compatible Forest Products, 1. Porto, 2004. **Proceedings...** p 225-233.

SUKONTASUKKUL, P. Use of crumb rubber to improve thermal and sound properties of pre-cast concretepanel. **Construction and Building Materials**. Oxford, v. 23, p 1084-1092, fev 2009.

WALCZAK, P.; MATOLEPSZY, J.; REBEN, M.; RZEPA, K. Mechanical properties of concrete mortar based on mixture of CRT glass cullet and fluidized fly ash. In: 7TH SCIENTIFIC-TECHNICAL CONFERENCE ON MATERIAL PROBLEMS IN CIVIL ENGINEERING. 7, 2015, Cracov. **Procedia Engineering**, p 453-458, 2015.