

ESTUDO PROSPECTIVO SOBRE A UTILIZAÇÃO DA IMPRESSORA 3D NA ÁREA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Fabiane Gomes Paim^{1*}, Márcia Rego Sampaio de Almeida²

^{1,2} Universidade Federal da Bahia, BA, Brasil.

Rec.:29/07/2017. Ace.:13/03/2018

RESUMO

A Construção Civil é a segunda indústria mundial, que mais emite dióxido de carbono no planeta, além da alta taxa de rejeito da construção civil (RCD) e longos prazos para o término das obras. Este trabalho tem como objetivo apresentar a utilização do processamento de diversas formas de moldagem na impressora 3D no âmbito na Construção Civil, englobando documentos depositados desde o ano de 2005 até o momento por cada país depositante. Foram analisadas 423 tecnologias na área da construção civil utilizando a impressora 3D, observando, que a partir de 2012 os resultados mostraram um ligeiro crescimento dos pedidos de patentes relacionados à referida tecnologia, atingindo seu ápice em 2015. Computando assim, 163 documentos de patentes depositadas, sendo que destes, 71% são de empresas privadas, 19% de universidades e 10% de pessoas físicas. Nesse estudo foram encontrados 11 países que possuem patentes na referida área, sendo o cenário mundial dominado pela China com 80% dos pedidos. Observa-se, que a utilização da Matriz SWOT aplicada à Construção Civil deverá ser muito bem planejada pelos Setor Estratégico da Organização contendo suas Strengths (forças), Weakness (fraquezas), Opportunities (oportunidades) e Threats (ameaças), além da importante análise da maturidade tecnológica, utilizando como métrica a TRL (*Technology Readiness Level*) para uma melhor avaliação, valoração, e, conseqüentemente, uma negociação mais condizente e eficaz do produto/processo, levando em conta o nível de maturidade, no qual a tecnologia se encontra. O artigo conclui, que no cenário internacional já foi comprovada a eficácia da impressora no âmbito da produção em larga escala de casas inteiras em um período mais exíguo, sendo fonte de energia limpa e podendo utilizar resíduos de obras convencionais como matérias primas para o uso na impressora 3D, sendo necessária a continuidade de investimentos em novos estudos e tecnologias em P&D, tendo como foco a inovação, a fim de impulsionar a disseminação dessa ferramenta no país e, conseqüentemente, uma nova forma de construir.

Palavras-chave: Impressora 3D. Construção Civil. Prospecção.

PROSPECTIVE STUDY ON USING THE 3D PRINTER IN THE CIVIL CONSTRUCTION AREA

ABSTRACT

The Civil Construction is the second largest industry in the world, which emits more carbon dioxide on the planet, in addition to the high reject rate of construction (RCD) and long deadlines for completion of works. This paper aims to present the use of the processing of various forms of molding in the 3D printer within the scope of Civil Construction, encompassing documents deposited from 2005 to the moment by each depositor country. 423 technologies were analyzed in the construction sector using the 3D printer, observing that from 2012 the results showed a slight increase of the patent applications related to the technology, reaching its apex in 2015. In this way,

*Autor para correspondência: fabianegpaim@gmail.com

163 patent documents deposited, of which 71% are from private companies, 19% from universities and 10% from individuals. In this study, 11 countries were found to have patents in this area, with the world scenario dominated by China with 80% of applications. It is noted that the use of the SWOT Matrix applied to Civil Construction should be very well planned by the Organization's Strategic Sector containing its Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats, in addition to the important analysis of technological maturity, using the TRL (Technology Readiness Level) as a metric for a better evaluation, valuation, and, consequently, a more appropriate and effective negotiation of the product / process, taking into account the level of maturity in which the technology is. The article concludes that the efficiency of the printer in the field of large-scale production of whole houses in a shorter period has been proven in the international scene, being a source of clean energy and being able to use residues of conventional works as raw materials for use in the 3D printer, requiring continued investment in new studies and technologies in R & D, focusing on innovation, in order to boost the dissemination of this tool in the country and, consequently, a new way of building.

Keywords: 3D printer. Construction. Prospection.

Área tecnológica: Impressora 3D e Construção Civil.

INTRODUÇÃO

A impressão 3D surgiu no final da década de 1980, criada por Chuck Hull, que utilizou a estereolitografia, do grego "stereon" (sólido), "lithos" (pedra) and "graphy" (escrita), nada mais é do que a utilização de luz para solidificar uma resina fotossensível. O polímero é iluminado nos pontos onde deverá se solidificar para formação da figura, o objeto é dividido em fatias e a plataforma é rebaixada de acordo com que as faixas da figura são formadas; concluída essa etapa, o polímero restante é drenado e tem-se a figura tridimensional sobre a plataforma. Poucos anos depois, Chuck Hull fundou a 3D Systems Corporation, patenteando sua criação e diversas formas de impressão, assim como, iniciando a comercialização da tecnologia. (TAKAGAKI, 2012).

A principal função das impressoras 3D consiste na confecção de objetos sólidos de forma rápida, por meio de manufatura aditiva de deposição de partículas menores, com eliminação de ferramentas customizadas de produção, redução de custo e tempo, uma vez que o processo tradicional demanda tempo e pode ocorrer falhas no processo de manufatura (WHOLERS, 2012). Vale ressaltar, que a possibilidade de utilização de diversos materiais como fonte de matéria prima tais como plástico, metal, concreto, entres outros, podem ampliar a aplicabilidade das impressoras 3D em diversas áreas do conhecimento. Para as impressoras tridimensionais que utilizam plástico como matéria prima, classificam-se como: resinas, poliamidas e ABS. Para Barifouse (2012) e Berger (2012), a inserção de impressoras 3D de baixo custo no mercado tem possibilitado a propagação de produção de lotes pequenos e economicamente viáveis.

Dentre as inúmeras áreas econômicas que utilizam a impressora 3D, destacaremos a área de Construção Civil para a nossa análise. De acordo com Florêncio et al (2016), esta tecnologia foi capaz de chegar nas construções por meios de estudos das possibilidades de ampliação da escala das impressoras 3D convencionais. Para Porto (2016), o uso da tecnologia supracitada tem como intuito diminuir os desperdícios da indústria manufaturada, pois a mesma possui uma elevada precisão, reduzindo os custos com material e transporte, podendo produzir novos materiais a partir de entulhos e resíduos de construções convencionais.

PAIM, F.G.; Almeida, M.R.S. de.. Estudo prospectivo sobre a utilização da impressora 3D na área da construção civil.

A tecnologia da impressão 3D ingressou no mercado civil, através de estudos realizados por Behrokh Khoshnevis, professor do Instituto das Ciências da Informação da Escola Viterbi para a Engenharia, da Universidade do Sul da Califórnia, nos Estados Unidos, responsável pela criação da Contour Crafting (Construção por Contornos), uma técnica que utiliza uma impressora 3D de grande dimensão para a construção civil. Esta máquina corresponde a um protótipo gigante ou guindaste, controlados através de um computador. Com ela, é possível construir edifícios sem a necessidade de recorrer à força humana (Florêncio et al , 2016).

Os TRLs (*Technology Readiness Level*) são ferramentas para determinar a maturidade de uma tecnologia, tendo como intuito facilitar a tomada de decisão e a comparação entre tecnologias através de análises de projetos de inovação (Laurindo, 2014). A análise do TRL relacionada à Impressora 3D utilizada na Construção Civil está entre o nível 5 ao nível 9, devido às variações percorridas no cenário internacional e nacional. No âmbito internacional, o TRL pode estar no nível 9, com aplicação real da tecnologia em sua forma final, como é o caso da China , que dispõe de casas totalmente construídas através das impressoras 3D. Além disso, a referida tecnologia já está sendo aplicada, estruturada e aceita na cultura de muitos países, dentre os quais os resultados foram comprovados nos investimentos, na geração de emprego e renda, na aplicação de novas tecnologias em produto, processo e pesquisa, formação de novos especialistas na área, redução de desperdício de materiais dentre outros. Portanto, a aplicação dessa tecnologia já está evidenciada no quanto a construção enxuta é necessária, visando, principalmente, a utilização de matéria prima renovável em prol da conservação do meio ambiente, e também de um processo mais rápido na finalização da entrega. (WU et al ,2016).

No cenário brasileiro da Impressora 3D relacionada à Construção Civil, de acordo com análise desse estudo, observamos que o Brasil pode estar no TRL 2, uma vez que os testes e aplicações no ambiente da construção civil no país ainda são incipientes para o uso da impressora 3D. Porém, já existem startups desenvolvedoras de impressoras tridimensionais específicas para a construção civil, estudos de processo em produtos de softwares, validação dos componentes do sistemas e do processo, além de aplicativos para celular desenvolvidos com foco em adentrar neste mercado promissor.

Segundo o site Inova House 3D, estudantes do curso das Engenharias da Universidade de Brasília com o apoio do Senai, CBIC, ABCP e SindusCon-DF apresentaram uma impressora tridimensional que utiliza um concreto específico como material de impressão, objetivando a eliminação de desperdícios de materiais, bem como diminuição do tempo gasto para conclusão da obra.

Cursos aplicados a projetos das engenharias e arquitetura, juntamente com a Fundação de apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (FAPESC), estão em desenvolvimento de aplicativos que possibilitem impressões de acordo com o volume do modelo e o porte da impressora disponível.

A impressora 3D na construção civil brasileira ainda é bastante embrionária, uma vez que, a sua utilização está configurada à prototipagem, seja ela por meio de maquetes arquitetônicas ou estruturais. Se comparada ao cenário mundial, que já a utiliza inclusive para imprimir casas inteiras e em larga escala de produção, o Brasil precisará se especializar em um curto espaço de tempo para mudar esta realidade, no qual o mercado nacional anseia por obras mais limpas, rápidas e econômicas. Segundo Farias (2013), a construção civil brasileira ainda é bastante artesanal e com muitos resíduos.

Para WU et al. (2016), a utilização da impressão 3D na construção civil ainda está em fase inicial. Muitos novos experimentos foram realizados para concentração da aplicação da impressão 3D na indústria da construção, contudo, é necessária uma revisão histórica, bem como do desenvolvimento PAIM, F.G.; Almeida, M.R.S. de.. Estudo prospectivo sobre a utilização da impressora 3D na área da construção civil.

atual da impressão 3D. Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo apresentar uma busca exploratória de tendências mais recentes no âmbito da impressora 3D utilizada na Construção Civil.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente estudo baseou-se na coleta de dados em documentos de patentes do Banco Europeu de Patentes, o Espacenet® em Julho de 2017. Inicialmente, foram feitas pesquisas utilizando palavra-chave Printer* 3D, possibilitando 6.355 resultados encontrados na base de dados Worldwide. Sentindo a necessidade de realizar o estudo prospectivo em uma área específica da Construção Civil, foram realizadas novas pesquisas com as palavras-chaves 3D Print* and Construction*, gerando como resultado da pesquisa 349 documentos. Contudo, notou-se que a palavra chave Construction* pode assemelhar-se à construção da impressora 3D. Sendo assim, foram realizadas novas pesquisas para buscar códigos de classificação internacional de patentes(CIP).

Posteriormente, combinaram-se as palavras-chave com códigos da classificação europeia (conforme Tabela 1), escolhendo a combinação da palavra-chave 3D Print* associada ao código B28B1, referente a materiais utilizados na construção civil tais como cimentos, argilas ou pedras, obtendo-se 460 documentos, doravante denominado patente, conforme Escopo (Tabela 2). Após a eliminação das duplicidades, foram encontrados 423 documentos de patentes que serviram de base para a prospecção tecnológica.

Tabela 1: Especificação dos códigos da Classificação Europeia de Patentes referentes às palavras-chave 3D Print* e Construction*.

Códigos	Especificações
B28B1	Produção de artigos pré-fabricados em forma do material utilizando prensas, moldagem em transportadores móveis, produção de artigos com elementos embutidos.
B29C67	Técnicas de moldagens
B22F3	Fabricação de peças ou artigos de pó metálico caracterizados pela forma de compactação ou sinterização; Aparelhos especialmente adaptados para o mesmo
C04B33	Artigos de argila , refractários monolíticos ou argamassas refractárias
C04B14	Utilização de materiais inorgânicos como enchimentos, e pigmentos, para argamassa, concreto ou pedra artificial; Tratamento de materiais inorgânicos especialmente adaptados para melhorar suas propriedades de enchimento em argamassas, concreto ou pedra artificial
C04B28	Composições de argamassas, betão ou pedra artificial, contendo aglutinantes inorgânicos ou o produto da reação de um aglutinante inorgânico e orgânico

Fonte: Autoria própria, 2017.

Tabela 2: Quantidades de depósitos de patentes na base de dados da Espacenet® resultante da busca com a combinação das palavras-chave e os diferentes códigos.

PALAVRAS CHAVES		CÓDIGOS						ESPACENET®
3D Print*	Construction*	B28B1	B29C67	B22F3	C04B33	C04B14	C04B28	Quantidade
X								10000
X	X							349
X	X	X						20
X	X		X					116
X	X			X				29
X		X						460
X			X					6148
X				X				1790
X					X			32
X						X		19
X							X	65

Fonte: Autoria própria, 2017.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados na base de dados Espacenet®, resultou 423 tecnologias na área da construção civil utilizando a impressora 3D como processo de fabricação, moldagem ou montagem. Contudo, vale salientar que o número disponível não, necessariamente, representa em sua totalidade as invenções que dispõem de patentes, pois uma única patente pode ser depositada em distintos países com o intuito de garantir a exclusividade do direito dos inventores.

A figura 1, demonstra a Evolução Anual dos depósitos de patentes na Base Europeia com o código B28B1, que foi utilizado para realizar a investigação, desde os primeiros anos de solicitação de patentes em 2005 até o atual, 2017. O primeiro pedido é datado em 28 de outubro de 2004, com número de prioridade DE20041052365 20041028 na Alemanha pelos inventores Dierkes Stephan e Wiest Thomas, tendo como características a produção de um modelo de prototipagem rápida e ainda, a um processo para a produção de um compacto verde cerâmico, e um processo para a produção de um componente cerâmico em uma impressora 3D.

Ao analisamos a evolução anual da solicitação de patentes, Gráfico 1, pode-se notar que existe uma tendência ao crescimento do pedido de patentes entre 2012 e 2016, tendo seu ponto máximo em 2015, com 163 solicitações. Contudo, vale ressaltar que muitos documentos depositados nos anos de 2016 e 2017 podem não ser encontrados na base de dados, em vista do período de sigilo que abrange os 18 meses.

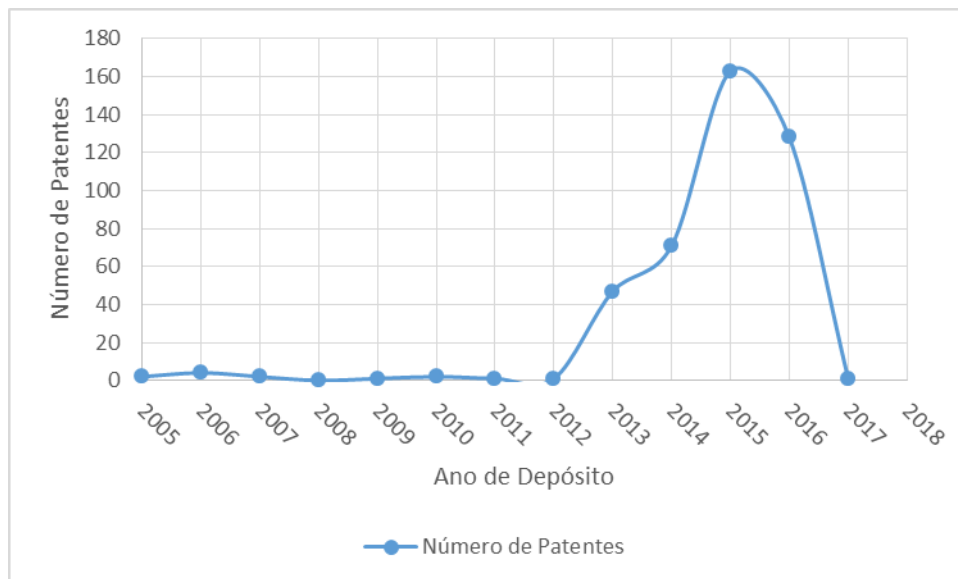


Gráfico 1: Evolução Anual dos depósitos de patentes na worldwide da Espacenet®.
 Fonte: Autoria própria, 2017.

A análise de bancos de dados das patentes depositadas é crucial para o levantamento do percentual dos pedidos de patentes detentores da tecnologia requeridos pelos países de origem, Gráfico 2. O estudo supracitado indica apenas 11 países como proprietários da tecnologia, sendo largamente dominado pela China com 80% das patentes depositadas, o que corresponde a exatamente 339 pedidos. Os Estados Unidos vêm a seguir, com 11% dos documentos depositados. A República da Coreia com aproximadamente 2% e a Organização Mundial de Propriedade Intelectual – OMPI, com aproximadamente 4%. O Japão e a Grã Bretanha com 1% dos documentos solicitados. Outros países, cinco precisamente, somados atingem aproximadamente 2% de patentes requeridas.

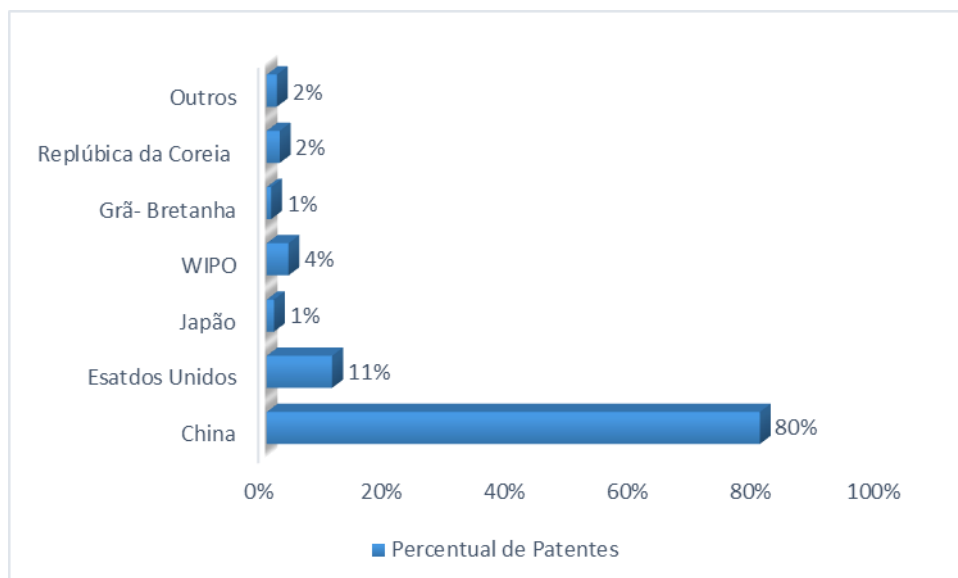


Gráfico 2: Percentual de depósitos por país de origem.
 Fonte: Autoria própria, 2017.

No Brasil, jovens estudantes da Universidade de Brasília desenvolveram a startup Inova House 3D, tendo como intuito a inovação e a sustentabilidade na construção civil, através da tecnologia 3D (Site oficial da empresa, 2016). Contudo, nas nossas pesquisas em bancos de Dados a tecnologia brasileira não foi relatada, o que indica a não existência de uma patente ou que a mesma encontra-se em período de sigilo, ou ainda o registro de um programa de computador no qual o código fonte é protegido.

No Gráfico 3, expomos a evolução anual do depósito de patentes da China. É possível observar que no período de 2005 até 2012 foram relatadas cinco patentes acerca da tecnologia. Entre 2013 e 2016 a China apresentou passagem de uma onda tecnológica, no qual foram depositados 37 documentos em 2013, atingindo o apogeu em 2015, apresentando exatamente 137 patentes depositadas. Esta onda tecnológica indicou um forte investimento em estudos para o desenvolvimento da tecnologia, atrelada à necessidade de construções de moradias com menos tempo, menor custo e com poucos entulhos e materiais não utilizados. Vale ressaltar, que alguns documentos podem não estar disponíveis tendo em vista o período de sigilo que abrange os 18 meses.



Gráfico 3: Evolução anual do depósito de patentes da China.

Fonte: Autoria própria, 2017.

Ao analisar o Gráfico 4, pode-se observar que 71% das patentes depositadas são de empresas privadas, 19% de Universidades e 10% por pessoas físicas. Os presentes dados podem indicar investimentos para pesquisa e extensão por parte das Universidades, no que tange às tecnologias da impressora 3D na construção civil.

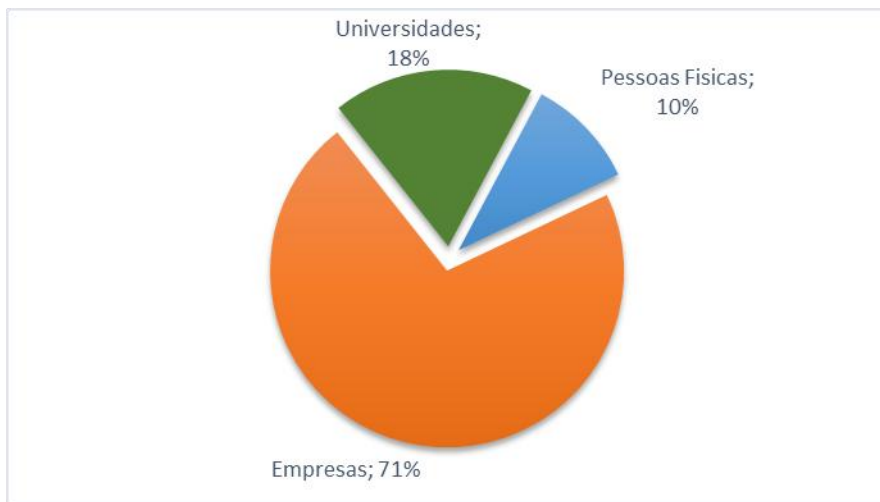


Gráfico 4: Distribuição dos documentos de patentes tecnologia da impressora 3D na construção civil depositadas no mundo entre os anos de 2005 e 2017 por tipo de depositante.
 Fonte: Autoria própria, 2017.

O Gráfico 5, relata a evolução anual do depósito de patentes na Base Europeia em comparação à evolução anual da solicitação de patentes na Base Europeia pelas Universidades ao redor do mundo. O cenário indica que as Universidades em seus estudos e, conseqüentemente, no pedido das patentes, acompanharam a onda tecnológica mundial no período de 2012 a 2016, com seu ápice em 2016, atingindo 32 solicitações.

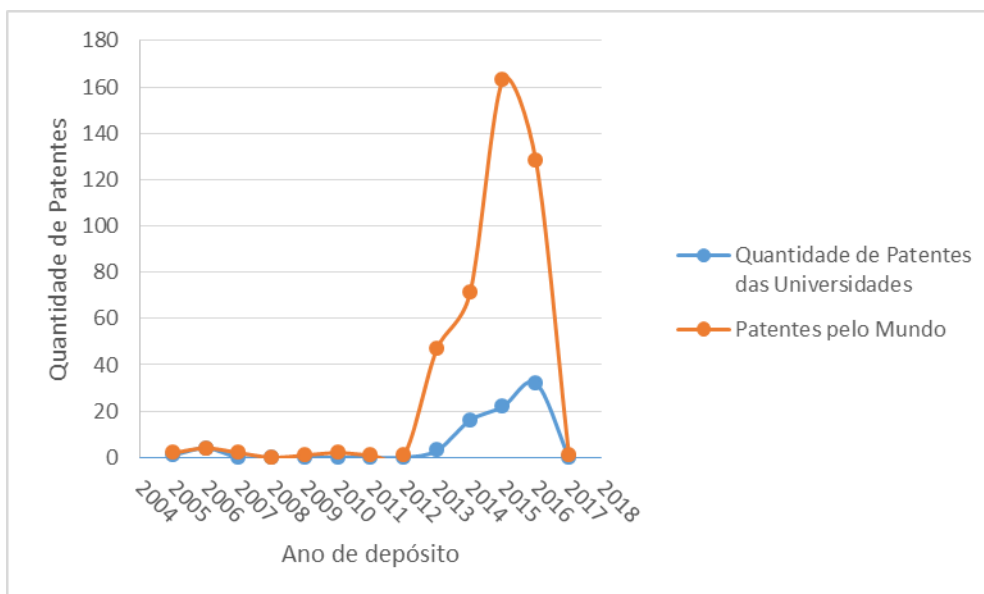


Gráfico 5: Evolução anual do depósito de patentes na Base Europeia em comparação com a evolução anual de patentes depositadas pelas Universidades.
 Fonte: Autoria própria, 2017.

MATRIZ SWOT (FOFA)

Na década de 80, Michel Porter, autor do livro *Competitive Strategy: techniques for analysing industries and competitors* (1980) publicou seus estudos a respeito das cinco forças competitivas ligadas ao ramo de negócio: Poder de Negócio de Fornecedores, Poder de Negócio de

PAIM, F.G.; Almeida, M.R.S. de.. Estudo prospectivo sobre a utilização da impressora 3D na área da construção civil.

Compradores, Ameaça de Produtos Substitutos, Ameaça de entrada de Novos Concorrentes, Rivalidade entre as empresas concorrentes (AKTOUF,2002).

Para Porter (Apud Fantoni et al,2016), essas vantagens/forças competitivas constituem estratégias genéricas que deverão ser abordadas no ambiente competitivo. Além destas, existem outras variáveis que estão envolvidas diretamente no processo do Planejamento Estratégico da organização como a variedade de produtos que serão fornecidos, os canais de distribuição, os clientes e a área geográfica de atuação. Além disso, a empresa poderá ter como foco competitivo a vantagem do menor preço ou a diferenciação do produto.

Baseada nesses conceitos, A Matriz SWOT (FOFA) aplicada à construção Civil, tem como objetivo avaliar as peculiaridades do setor com o intuito de auxiliar no conhecimento interno e externo da instituição, analisando as características e peculiaridades específicas de cada empresa, avaliando as características positivas e negativas variáveis ou não, e o que pode ser corrigido e aprimorado no âmbito do processo de melhoria contínua.

No ambiente interno, pode-se observar o que pode ser controlável, pois se refere às características da própria organização, e, no externo, ao não controlável, que são os fatores exógenos.

Observa-se, que a aplicação da Matriz SWOT aplicada à Construção Civil deverá ser muito bem planejada pelos Setores Estratégico da Organização, uma vez que a partir das decisões de comando dos gestores, objetivos e metas serão traçados e deverão ser executados a médio e a longo prazo (Fantoni et al,2016).

As Forças (Strenghts) compõem os fatores internos da organização e diferenciam as suas vantagens competitivas das relacionadas ao seu concorrente, pois são controláveis. Pode-se destacar as parcerias consolidadas com fornecedores relevante no mercado para os materiais e serviços envolvidos no processo e produção, equipe de projeto alinhada com a equipe técnica, controle e conhecimento no processo dentre outros. (Fantoni et al,2016).

Quanto às Fraquezas (Weakness), elas também constituem os fatores endógenos (internos) e possuem características relacionadas às dificuldades enfrentadas pela organização como pode-se elencar: equipe técnica reduzida e pouco qualificada, elevados encargos trabalhistas e custos administrativos, conhecimento da equipe restrita ao sistema tradicional de construção, dentre outros (Fantoni et al,2016).

As Oportunidades (Opportunities) estão dentre os fatores externos. Nelas estão contidas as variáveis não controláveis da organização como utilização de contratação de mão de obra (tarefeiro/horista) reduzindo os encargos trabalhistas e o *turn over* dos contratados/empregados, utilização de subempreiteiros especializados, diminuindo o valor/hora dos especialistas contratados/empregados vinculados à instituição, reciclagem e recuperação de materiais desperdiçados em obras convencionais, construção enxuta visando uma entrega da construção mais rápida, limpa e sustentável. (Fantoni et al,2016).

As Ameaças (Threats) estão ligadas diretamente aos fatores exógenos (externos) da instituição, que não são controláveis pela organização. Cabe elencar um rol exemplificativo dessas variáveis: redução dos custos em vista da entrada de um concorrente internacional que afete o produto ofertado no mercado nacional, aumento da rotatividade da mão de obra, formação de cartel e aumento excessivo dos preços, catástrofe natural, mudança na legislação do setor de construção civil, clonagem do processamento, produtos substitutos. (Fantoni et al,2016)

AMBIENTE INTERNO	
STRENGHTS (FORÇAS)	FRAQUEZAS (WEAKNESS)

PAIM, F.G.; Almeida, M.R.S. de.. Estudo prospectivo sobre a utilização da impressora 3D na área da construção civil.

Portfólio de clientes de qualidade Controle no processo Evita o desperdício de materiais Redução nos custos do processo Redução do tempo para conclusão da obra Parcerias consolidadas com fornecedores de material e serviço Equipe de projeto alinhada com equipe técnica	Equipe técnica reduzida e pouco qualificada Processo de entrega demorado na impressão de um elemento Baixa remuneração salarial Elevados encargos trabalhistas e custos administrativos Falta de experiência com outros sistemas construtivos Conhecimento da equipe no sistema tradicional de construção
AMBIENTE EXTERNO	
OPPORTUNITIES (OPORTUNIDADES)	THREATS (AMEAÇAS)
Novas tecnologias de energia limpa Grande número de fornecedores do material em processo Material complementar que poderá ser inserido no processo já utilizado Mercado exigente Construção Enxuta Utilização de contratação de mão de obra (tarefeiro/horista) Utilização desubempreiteiros especializados Reciclagem de matérias desperdiçados em obras convencionais	Redução dos custos em vista da entrada de um concorrente internacional no mercado nacional Produtos substitutos Clonagem do processamento Mudança na legislação do setor de Construção Civil Escassez de Mão de obra qualificada Aumento da rotatividade da mão de obra Formação de cartel e aumento excessivo dos preços Catástrofe Natural

Tabela 3: Matriz Swot da tecnologia da impressora 3d na construção civil.
 Fonte: Autoria própria, 2017.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir, que a entrada da impressão 3D no mercado de Construção Civil será capaz de revolucionar e quebrar diversos paradigmas existentes. Os resultados analisados com a utilização da referida tecnologia no cenário internacional comprovaram a eficácia da impressora no âmbito da produção em larga escala de casas inteiras em um período mais exíguo. Além disso, a construção por intermédio de impressoras 3D não gera resíduos, sendo fonte de energia limpa e podendo utilizar resíduos de obras convencionais como matérias primas para o uso na impressora 3D.

PAIM, F.G.; Almeida, M.R.S. de.. Estudo prospectivo sobre a utilização da impressora 3D na área da construção civil.

A referida impressora no âmbito da construção civil está impulsionando o crescimento econômico, social e cultural dos países nos quais está estruturada, alavancando todos os *stakeholders* envolvidos nesse pioneirismo, uma vez que ela deixa de ser um aprimoramento experimental, e passa a ser uma das etapas do desenvolvimento sustentável na área de Construção Civil, possibilitando dessa forma aos arquitetos e aos engenheiros uma maior liberdade na dimensão estrutural e arquitetônica das suas criações, além de incentivarem o desenvolvimento de novas ferramentas tecnológicas para a composição dos estudos de processo em sistemas ou softwares embarcados, aplicativos de celular que possam auxiliá-los na validação dos componentes que interferirão direta ou indiretamente nos seus trabalhos.

Com o mercado da Construção Civil cada vez mais exigente por entrega de obras rápidas, limpas e econômicas, a utilização da impressora 3D será uma tendência crescente, o que incentivará uma participação mais efetiva de empresas ligadas à construção civil, e aos que estão vinculados a ela. Isso acarretará a demanda por mão de obra especializada e, conseqüentemente, geração de emprego e renda, aumento da concorrência, implantação de cursos e capacitação na área específica fortalecendo, dessa forma, a economia do país. Além disso, com o aumento da concorrência e da inovação tecnológica, a tendência será a redução do valor final agregado à impressora 3D, proporcionando um acesso maior do seu produto na sociedade.

REFERÊNCIAS

AKTOUF, O. Governança e pensamento estratégico: uma crítica a Michel Porter. **RAE- Revista de Administração de Empresa**, São Paulo, v. 42, n. 3. p 43-57. jul/set 2002. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rae/article/viewFile/37597/36588>>. Acesso em 13 jul. 2017.

BARIFOUSE, R.; CORONATO, Marcos; CISCATI, Rafael. A nova revolução industrial muda à forma como os objetos são criados, produzidos e consumidos. **Revista Época**, São Paulo. out. 2012. Disponível em: < <http://revistaepoca.globo.com/Ciencia-e-tecnologia/noticia/2012/10/nova-revolucao-industrial-muda-forma-como-os-objetos-sao-criados-produzidos-e-consumidos.html>>. Acesso em 13 jul. 2017.

BEGO BREMER GOLDSCHLÄGEREI WILHHERBST GMBH & CO..KG. Stephan Dierkes; Thomas Wiest. **Process for the production of a rapid prototyping model, a green compact, a ceramic body, a model with a metallic coating and a metallic component, and use of a 3D printer**. US 20060118990 A1, 28 out. 2005. Disponível em: < <https://worldwide.espacenet.com/publication>>. Acesso em 10 jul. 2017.

BERGER, J. Grandes fábrica são divididas em dezenas de pequenas manufaturas. **The New York Times**, Nova York, 05 dez. 2012. Disponível em: < <http://folha.com/no1179531>>. Acesso em 11 jul. 2017.

FANTONI, Bruna B. *et al.* **Aplicação do modelo de Porter e análise swot no diagnóstico estratégico de uma empresa de construção civil**. In.: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 12., 2016; INOVAR-SE: RESPONSABILIDADE SOCIAL APLICADA, 3., 2016, Rio de Janeiro. *Anais...* Disponível em: < <http://www.inovarse.org/node/4537> >. Acesso em 14 jul. 2017.

PAIM, F.G.; Almeida, M.R.S. de.. Estudo prospectivo sobre a utilização da impressora 3D na área da construção civil.

FARIAS, J. **Estudo de viabilidade técnica e econômica do método construtivo light steel framing numa residência unifamiliar de baixa renda**. 2013. 123 f. Projeto de Graduação (Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008166.pdf>>. Acesso em 13 jul. 2017.

INOVA HOUSE 3D. **Imprimindo um futuro melhor**. Disponível em: <<http://inovahouse3d.com.br/>>. Acesso em 10 jul. 2017.

LAURINDO, Luiz Fernando Salvatore Barbin. **Aplicação do nível de prontidão tecnológica no desenvolvimento de um plano estratégico de uma pequena empresa de base tecnológica**. 2014. 103 f. Projeto de Graduação (Engenharia da Produção) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://pro.poli.usp.br/wp-content/uploads/2014/12/TF_LUIZ_LAURINDO.pdf>. Acesso em 14 jul. 2017.

PORTO, Thomás Monteiro Sobrino. **Estudo dos avanços da tecnologia de impressão 3D e da sua aplicação na construção civil**. 2016. 92 f. Projeto de Graduação (Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10019793.pdf>>. Acesso em 13 jul. 2017.

TAKAGAKI, Luiz Koiti. **Tecnologia de impressão 3D**. Revista Inovação Tecnológica, São Paulo, v.2, n.2. p.2840. jul./dez.2012. Disponível em: <<http://rit.faculdadeflamingo.com.br/ojs/index.php/rit/article/view/54>>. Acesso em 12 jul. 2017.

WU, P.; WANG, J.; WANG, X. **A critical review of the use of 3-D printing in the construction industry**. *Automation in Construction*, Curtin University, n. 68. p. 21-31. 2016. Disponível em: <<https://espace.curtin.edu.au/handle/20.500.11937/7988>>. Acesso em 15 jul. 2017.

PAIM, F.G.; Almeida, M.R.S. de.. Estudo prospectivo sobre a utilização da impressora 3D na área da construção civil.