

CICLO DE VIDA DE PATENTES: UMA ANÁLISE DO CENÁRIO GLOBAL DA MANUFATURA ADITIVA A PARTIR DE 2009 E 2014

Heliane Celestino Pitágora^{1*}, Kim de Vasconcelos e Araújo²

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

Rec.:15/07/2017. Ace.:03/10/2017

RESUMO

A perda de validade de duas patentes chaves no ramo da impressão 3D por Modelagem por Fusão e Deposição (FDM) em 2009 e Sinterização Seletiva a Laser (SLS), 2014, trouxe mudanças significativas em setores importantes da economia global. O presente artigo avaliou de forma exploratória as tendências relacionadas ao mercado de manufatura aditiva com foco em processos, métodos e maquinário, em relação aos eventos. O estudo foi feito através da análise de patentes, artigos e tendências globais de buscas por termos em diferentes softwares e bancos de dados. Os resultados antecipam um crescimento significativo de 89 documentos de patentes da primeira tecnologia e 1966 da segunda, a partir destes anos, além de um aumento no número de artigos e maior interesse por esses temas no mundo.

Palavras – chave: Manufatura Aditiva, Impressora 3D.

PATENT LIFE CYCLE: AN ANALYSIS OF THE GLOBAL SCENARIO OF ADDITIVE MANUFACTURING AS OF 2009 AND 2014

ABSTRACT

The loss of validity of two key patents in the field of 3D printing by Fusion and Deposition Modeling (FDM) in 2009 and Selective Laser Sintering (SLS), 2014, brought significant changes in important sectors of the global economy. The present article evaluate in an exploratory way the trends related to the additive manufacturing market with a focus on processes, methods and machinery in relation to events. The study was done through the analysis of patents, articles and global search trends for terms in different software and databases. The results anticipate a significant growth of 89 patent documents of the first technology and 1966 of the second, from 2009 and 2014, besides an increase in the number of articles and greater interest by these subjects in the world.

Keywords: Additive Manufacturing, 3D Printer.

Área Tecnológica: Prospecção Tecnológica.

*Autor para correspondência: helianepitagora@gmail.com

INTRODUÇÃO

As previsões em 2008 sobre as mudanças significativas que a indústria de prototipagem sofreria no ano seguinte foram confirmadas com a chegada das impressoras 3D ao mercado consumidor mundial. A queda da patente de criação de objetos tridimensionais por deposição em camadas via extrusão, que durante décadas ficou sob domínio da Stratasys Inc.® foi a primeira grande mudança. Nascida na criativa década de 1980, a patente de impressão tridimensional por extrusão ou Modelagem por Fusão e Deposição (FDM) (CRUMP, 1989) protegia essa tecnologia e assim o fez até o ano de 2009, quando perdeu seu prazo de validade junto aos países signatários dos acordos de Propriedade Intelectual espalhados pelo mundo. Seguindo a mesma lógica, já pode-se sentir os abalos que a queda em 2014 da patente de mesma funcionalidade, porém com o uso do método de impressão por Sinterização Seletiva a Laser – SLS (UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM, 1989), está causando no mundo. E alguns estudos indicam que mudanças ainda mais estruturantes estão por vir.

Toda e qualquer macro estratégia de mercado busca reduzir os custos de sua produção, mas o interessante é que no universo 3D existe uma ligação direta entre o crescimento do setor e a queda de patentes chaves. Após estes acontecimentos, o mundo pôde ter acesso às tecnologias que antes eram monopolizadas pelas gigantes do setor. Além disso, a invasão de softwares e hardwares livres, maior investimento em P&D e estreitamento da relação investidor-projetista com surgimento dos modelos de *crowdfunding* (financiamento coletivo), unidos ao nascimento de uma cultura de criadores, mais conhecida como “Movimento Maker”, ajudaram na previsão desse cenário.

Este Movimento já está transformando o setor industrial, à medida que os instintos empreendedores se manifestam e os hobbies se convertem em pequenas empresas. Algumas das maiores empresas do mundo do setor de projetos e engenharia de produtos estão deslocando o foco para o novo mercado de Makers (ANDERSON, 2012). Assim, o mundo vem se reinventando e transformando a forma de fazer projetos e produtos. A revolução digital causou uma imensa ruptura e as empresas que mais se destacam entenderam que é necessário fazer uma conexão entre o mundo da *Web* e o físico. As grandes marcas de produtos primeiro adaptaram-se ao universo virtual e agora, sendo o diferencial para muitas, o desafio é conseguir unir o digital e o mundo dos átomos.

Unido a isso, pesquisas na área também começaram a crescer a partir do término de vigência das patentes e muitas empresas passaram a realocar esforços para o desenvolvimento de novas tecnologias de impressão 3D. O presente artigo se dedica a analisar o crescimento do uso dessa tecnologia que parece ter chegado para ficar.

Diante do contexto supracitado, o presente trabalho trata-se de um estudo exploratório sobre as tecnologias de impressão 3D. A partir do ano de 2009 o término da vigência do documento de patente via extrusão e em 2014 via sinterização tornaram possíveis o barateamento da tecnologia, aumento de pesquisas e documentos de patentes na área e conseqüente interesse de boa parte da população mundial pelo assunto. Com isso, o uso da tecnologia chegou às pequenas empresas e o consumidor final está deixando de ser passivo para se tornar, ao mesmo tempo, idealizador, projetista, produtor e usuário da tecnologia.

DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

A Modelagem por Fusão e Deposição (FDM), poderosa técnica de manufatura aditiva, consegue extrudar plástico derretido em camadas para fazer objetos (ANDERSON, 2012). Com o tempo, outros materiais também começaram a ser usados e diferentes tipos de produtos estão sendo criados.

PITÁGORA, H.C.; ARAÚJO, K. de V. e A.. Ciclo de vida de patentes: uma análise do cenário global da manufatura aditiva a partir de 2009 e 2014.

Outra técnica que merece atenção é a Sinterização Seletiva a Laser (SLS) que usa raio laser para fundir substâncias em pó e gerar objetos tridimensionais. Essa segunda técnica consegue solidificar muitos tipos de materiais como: metais, cerâmica, compósitos e até órgãos humanos.

METODOLOGIA

O estudo exploratório foi realizado a partir das buscas de patentes e de artigos científicos sobre as tecnologias de impressão 3D via FDM e SLS, com o intuito de identificar se houve um aumento no número de pesquisas patenteadas e um maior interesse sobre o tema.

A busca de patentes foi elaborada de forma exploratória em julho de 2017 e, para isso, a estratégia foi pensada numa divisão em dois marcos: uso da tecnologia antes e a partir de 2009 e seguiu a mesma lógica para 2014, anos que os documentos das famílias de patentes de impressão 3D expiraram. Assim, a pesquisa se dividiu em três explorações: patentes, artigos e tendências globais de busca em plataforma digital. Na prospecção de patentes foi escolhido o software Questel Orbit® que cobre publicações de patentes em 96 escritórios, sendo 90 nacionais e 6 regionais (EPO, WIPO, OAPI, ARIPO, EAPO e CGC)”. (AXONAL, 2015).

Para a tecnologia por extrusão foram escolhidos os termos EXTRUSION AND (DEPOSITING 2D LAYERS) na descrição, combinado com as classificações no CPC e IPC (B29C+ OR B33Y-010/00+ OR B33Y-030/00+) antes e após o ano de 2009. Quanto a tecnologia de manufatura aditiva por SLS foram utilizados os termos (APPARATUS OR PROCESS OR METHOD) no título ou abstract AND (SELECTIVE AND LASER AND SINTERING) no título, abstract ou descrição combinados com as mesmas classificações no CPC e IPC.

As buscas nos periódicos foram realizadas com as palavras chave 3D PRINTER AND EXTRUSION e 3D PRINTER AND SELECTIVE LASER SINTERING, em duas bases de dados, a Science Direct, que compreende artigos de autores renomados nas diferentes áreas do conhecimento e Periódicos CAPES, que reúne textos completos de artigos de revistas científicas nacionais e internacionais. Ainda com o intuito de verificar o quantitativo de publicações, optou-se por fazer busca por ano, sendo um ano antes do fim das vigências até a 2017. Vale lembrar que a queda da patente de impressão 3D por Estereolitografia (SA) de posse da 3D Systems, Inc.®, praticamente na mesma época, não faz parte do escopo desta pesquisa, mas também representa uma significativa contribuição para evolução do referido cenário.

Já para a análise de tendências globais de busca, foi utilizado o software aberto Google Trends® da empresa Google Inc.® por tratar-se de uma ferramenta de análise de pesquisas de termos no Google Search®, uma importante plataforma de busca do mundo atual. Para isso, os dados foram extraídos usando o termo “3D PRINTER – SHOP” por demonstrar a tendência de interesse de boa parte da população do mundo que tem acesso a rede mundial de computadores (*World Wide Web*) e o resultado foi um crescimento gradativo na busca global pela compra de impressoras 3D. Ao final, analisamos o impacto que a impressão 3D gera ao redor do mundo com a comparação dos mapas entre os maiores detentores das famílias de patentes e tendências de busca.

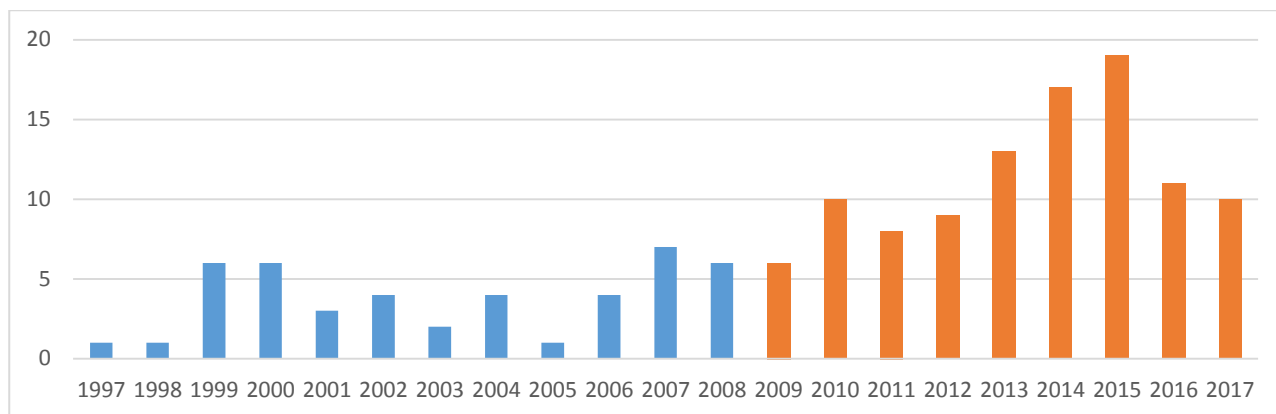
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o Gráfico 1, relacionada à tecnologia de impressão por extrusão (FDM), existiu desde a primeira patente criada em 1989 até o ano de 2008 uma evolução tímida no número de documentos

PITÁGORA, H.C.; ARAÚJO, K. de V. e A.. Ciclo de vida de patentes: uma análise do cenário global da manufatura aditiva a partir de 2009 e 2014.

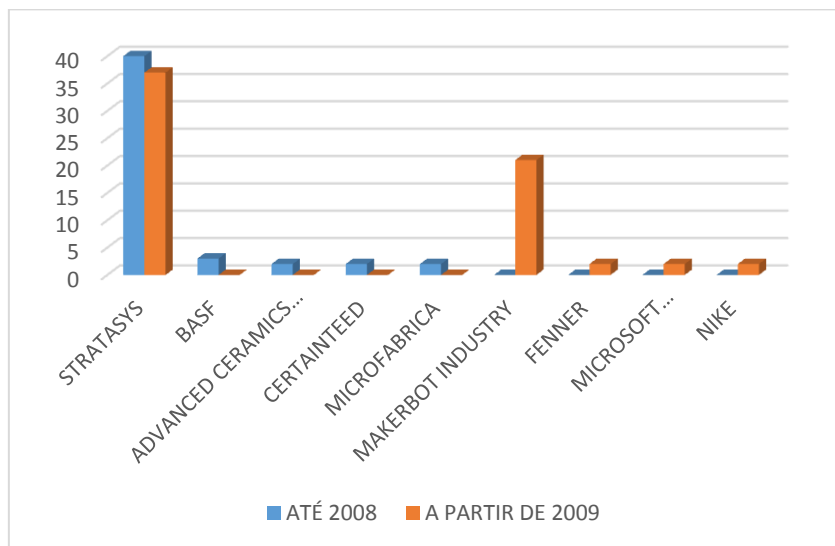
de famílias patentes enquanto a titularidade era da Stratasys Inc.® e a referida tecnologia possuía 67 documentos. É possível perceber que em apenas 8 anos após a perda da validade da patente em 2009 houve um crescimento de 133% em comparação aos anos anteriores, com mais 89 documentos patenteados. Esse aumento prova que uma tecnologia é vertiginosamente usada quando o prazo de validade de uma patente finda e novas técnicas e estudos surgem a partir da perda do monopólio dela.

Gráfico 1 – Número de patentes de FDM até o ano de 2008 e a partir de 2009.



Fonte: Autoria própria, 2017.

Gráfico 2 – Maiores detentores de patentes de FDM até 2008 e a partir de 2009.



Fonte: Autoria própria, 2017.

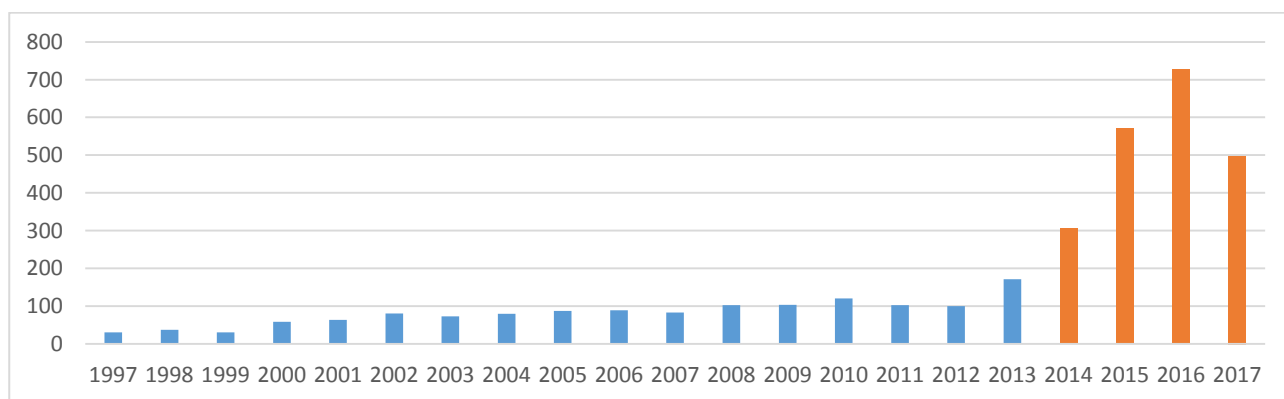
O Gráfico 2 mostra uma informação crucial para as mudanças no universo 3D a partir de 2009. A Stratasys Inc.®, empresa que detinha a exclusividade da tecnologia de criação de objetos tridimensionais via extrusão, continua estrategicamente no topo da patenteabilidade de processos, modelos e aparatos relacionados ao tema. Porém, a MakerBot Industries®, empresa fundada em 2009, uma das primeiras a tornar a impressão 3D acessível a todos com uma filosofia de democratização dos meios de produção quando publicizou softwares e hardwares deixando-os

PITÁGORA, H.C.; ARAÚJO, K. de V. e A.. Ciclo de vida de patentes: uma análise do cenário global da manufatura aditiva a partir de 2009 e 2014.

abertos para o consumidor final em plataformas digitais, aparece como segunda maior detentora de documentos em famílias de patentes de uso dessa tecnologia (MAKERBOT, 2017). Esse alcance de novas empresas ao terreno onde antes era povoado pelas gigantes do setor, torna as palavras de Chris Anderson (2012) sobre a forma como a “Nova Revolução Industrial” modificará o cenário de prototipagem e criação de produtos tridimensionais, ainda mais verossímeis.

No campo da tecnologia de impressão 3D via SLS não foi diferente. O Gráfico 3 mostra o número de documentos em famílias de patentes relacionadas à tecnologia referida com 1966 documentos de patentes durante seu período de validade. Após expirar até a presente data, o número de documentos já aponta um crescimento de 85%. Essa mudança atesta a importância de um evento como este, onde novas tecnologias surgem com a quebra do período de exclusividade que uma patente oferece. A Stratasys Inc.® comprou a Makerbot Industries® por 403 milhões de dólares logo após o término da vigência do documento de patente via FDM, o que demonstra o impacto que o acesso a uma tecnologia pode fazer com a perda de validade de um documento de patente. (TANJI, 2013).

Gráfico 3 – Número de patentes de SLS até 2013 e a partir de 2014.

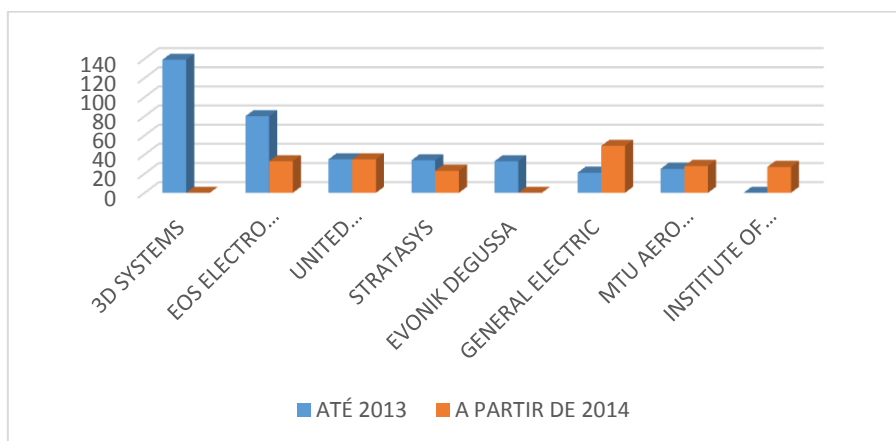


Fonte: Autoria própria, 2017.

Respeitando a lógica da primeira tecnologia explorada pelo presente artigo, grandes empresas que antes possuíam exclusividade na exploração das patentes relacionadas a impressão de objetos tridimensionais via SLS começaram a abrir espaço para que outras empresas apareçam no cenário estudado e passem a fazer uso da tecnologia. O Gráfico 4 mostra uma mudança ainda mais significativa a partir de 2014. Até o final de 2013, a tecnologia possuía 1966 documentos, sendo adicionadas 1676 patentes apenas entre 2014 e 2017.

Assim, a grande empresa 3D Systems, Inc.®, detentora da maior cartela de patentes da tecnologia de impressão 3D via SLS, deixou de estar no topo da exploração da tecnologia para dar espaço a outras gigantes do setor como a General Electric® e United Technologies®. Essa mudança evidencia a estratégia promissora das outras organizações em acompanhar o ciclo de vida das tecnologias via prospecção.

Gráfico 4: Maiores detentores de patentes de SLS até 2013 e a partir de 2014.



Fonte: Autoria própria, 2017.

Em relação ao quantitativo de pesquisas publicadas nas bases de dados Science Direct e Periódicos CAPES, a busca mostrou que, dentre os anos de 1980 a 2008, na primeira, foram encontrados 174 artigos e 184 na segunda, conforme demonstrado na Tabela 1. No período posterior ao término de vigência da patente, de 2009 em diante, o levantamento evidenciou que o número de artigos sobre o assunto quadruplicou no caso do Science Direct, com 748 publicações e no Portal CAPES quintuplicou com 933 publicações, mantendo um percentual contínuo de crescimento anual em ambas as bases de dados. O primeiro semestre de 2017 já superou todo o ano de 2016, visto que o número de publicações superou as do ano anterior com crescimento de 36% de janeiro a julho (271 publicações no Science Direct) e 227 publicações no Portal CAPES no primeiro semestre de 2017, cerca de 81% das publicações do ano anterior.

Tabela 1: Pesquisa de artigos por palavras-chave 3D PRINTER and EEXTRUSION por ano.

Campo – Busca	Ano Intervalo	Nº de Artigos – Science Direct	Nº de Artigos - Periódicos CAPES
3D Printer "and" Extrusion	1980 - 2008	174	184
	2009 - 2017	748	933
	2008	10	18
	2009	5	16
	2010	17	17
	2011	19	25
	2012	19	49
	2013	31	62
	2014	68	123
	2015	118	199
	2016	200	280
	2017	271	227

Fonte: Autoria própria, 2017.

Na Tabela 2, a partir do uso da estratégia 3D AND SELECTIVE LASER SINTERING, do período de invenção ao final da vigência da patente, foram encontrados 184 artigos publicados no intervalo de 23 anos no Science Direct e entre 2014 e 2017, 424 e respectivamente 287 e 548 nos Periódicos CAPES. Comparando o número de publicações nos dois últimos anos no Science Direct, as

PITÁGORA, H.C.; ARAÚJO, K. de V. e A.. Ciclo de vida de patentes: uma análise do cenário global da manufatura aditiva a partir de 2009 e 2014.

pesquisas relacionadas à tecnologia, superaram o número de publicações no primeiro semestre de 2017 e no Periódicos CAPES, 68% das publicações do ano anterior.

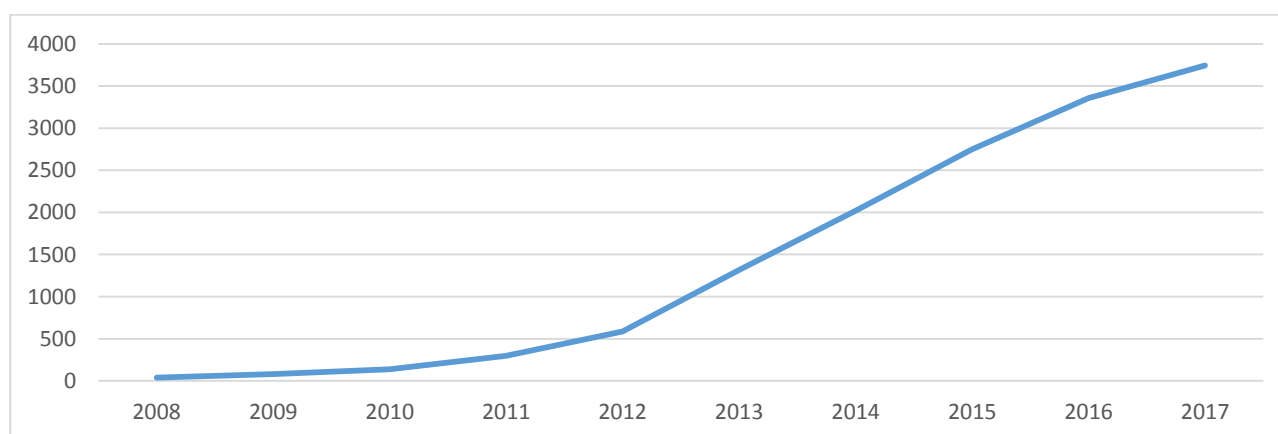
Tabela 2: Pesquisa de artigos por palavras-chave em diferentes bases de dados por ano.

Campo – Busca	Ano – Intervalo	Nº de Artigos – Science Direct	Nº de Artigos - Periódicos CAPES
	1990 - 2013	184	287
	2014 - 2017	424	548
3D Printer and Selective Laser Sintering	2013	30	52
	2014	52	109
	2015	92	142
	2016	136	169
	2017	144	115

Fonte: Autoria própria, 2017.

Em ambas as estratégias, houve um aumento significativo do número de pesquisas realizadas, bem como o interesse pelos métodos de impressão 3D por FDM e SLS, que tornaram-se mais acessíveis. Confirmando dados apontados nos principais meios de comunicação e revistas especializadas, vislumbra-se uma Nova Revolução Industrial a partir do uso da tecnologia de impressão 3D impulsionada pelo término de vigência das duas patentes e consequente barateamento dos seus meios de produção. Além disso, a popularização e facilitação de acesso à tecnologia, em grande escala, passa a não se restringir ao setor produtivo e chega aos setores de P&D. (MISUGI; GURECK NETO, 2014).

Figura 1: Evolução 2008 – 2017 de valores acumulados da busca pela combinação dos termos “3D Printer – Shop”.



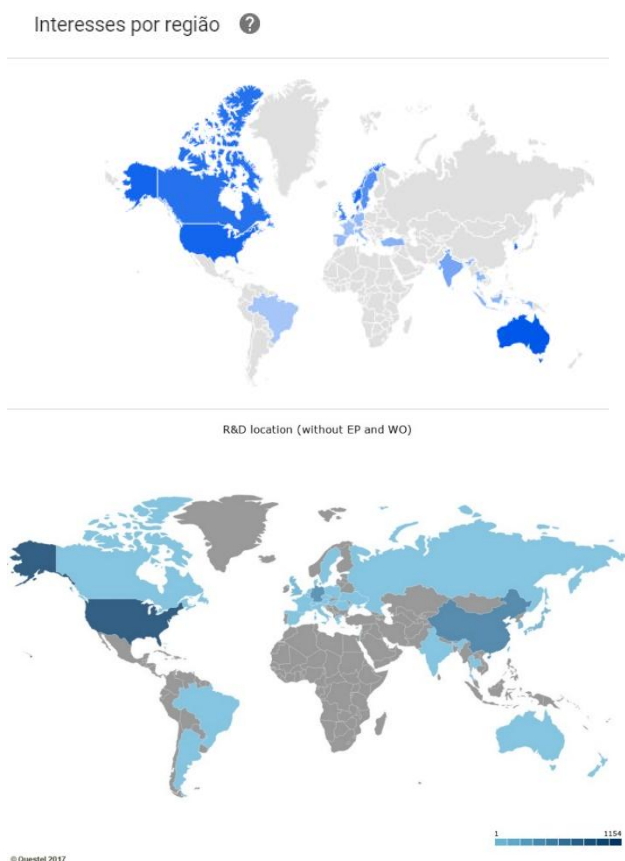
Fonte: Autoria própria, 2017.

As tendências globais de busca acompanham o crescimento do uso de tecnologias patenteadas e pesquisas relacionadas a elas. A Figura 1 mostra uma curva crescente a partir de 2009. O interesse da população mundial pela compra de impressoras 3D cresceu diretamente proporcional ao uso da tecnologia referida com a perda da exclusividade oferecida pelo documento de patente ao titular. Esses dados mostram a importância do acompanhamento do ciclo de vida desses documentos, mas também evidenciam que a proteção dos direitos de propriedade intelectual é de crucial importância no cenário atual. Como demonstrado na Figura 1, onde os dados representam o interesse de

PITÁGORAS, H.C.; ARAÚJO, K. de V. e A.. Ciclo de vida de patentes: uma análise do cenário global da manufatura aditiva a partir de 2009 e 2014.

pesquisa relativo ao ponto mais alto no gráfico de uma determinada região em um dado período, um valor de 100 é o pico de popularidade de um termo em relação ao valor absoluto de todos os termos pesquisados no período. Um valor de 50 significa que o termo teve metade da popularidade. Da mesma forma, uma pontuação de 0 significa que o termo teve menos de 1% da popularidade que o pico (GOOGLE TRENDS, 2017). Vale ressaltar que a análise não é diretamente quantitativa, mas representam um bom estudo de tendências globais de interesse.

Figura 2: Mapa de buscas por “3D PRINTER-SHOP” desde 2004 e Mapa FDM AND SLS desde 2004.



Fonte: Autoria própria, 2017.

As Figura 2 evidencia resultados de análises dos softwares Google Trends® e Questel Orbit® em relação aos países que mais se interessaram pela compra de impressoras 3D e os maiores detentores de famílias de patentes relacionadas a essas tecnologias, respectivamente. No primeiro mapa, os valores são calculados em uma escala de 0 a 100, em que 100 é o local com a maior popularidade como uma fração do total de pesquisas. Já segundo mapa enuncia os países com o maior número de documentos em famílias de patentes em escala monocromática. Em comparação, os interesses populacionais mostram-se diretamente proporcionais à quantidade de investimento e uso de uma tecnologia por região. Um bom exemplo disso é o investimento que o Governo dos Estados Unidos vem proporcionando à indústria 3D nos últimos anos. Ainda na administração Obama, foi criado o América Makes, acelerador nacional para impulsionar a fabricação de manufatura aditiva (AM) e impressão 3D (3DP) e foi pensado para se constituir como parceiro líder e PITÁGORA, H.C.; ARAÚJO, K. de V. e A.. Ciclo de vida de patentes: uma análise do cenário global da manufatura aditiva a partir de 2009 e 2014.

colaborativo do país na pesquisa, descoberta, criação e inovação na área (AMERICA MAKES, 2017). Além disso, o ex-presidente teve o rosto impresso tridimensionalmente em campanha pela publicização desse método divulgada em rede internacional. Esse modelo ajuda o desenvolvimento do setor e é sentido nas tendências globais de busca pelo tema como evidencia o primeiro mapa.

CONCLUSÃO

Em desenvolvimento curvado por vários anos, a tecnologia de impressão em 3D agora está recebendo mais atenção e parece estar pronta para entrar no estágio de maturidade atualmente (HUANG *et al.*, 2017). Essa tecnologia vem moldando o futuro da prototipagem e criação de produtos finais no mundo. A Nova Revolução Industrial chegou e abalou as estruturas vigentes. O terreno que antes era dominado pelas gigantes do setor agora é povoado também por pequenas empresas que passaram a ter acesso às tecnologias com a perda de validade de patentes chaves relacionadas ao tema. É possível notar que quando a exclusividade de uso de uma determinada tecnologia finda, uma gama de novas técnicas, processos, métodos e sistemas surgem e, assim, novas pesquisas, produtos e processos tornam-se sujeitos à proteção de propriedade intelectual. Cabe aos *stakeholders* envolvidos nesse processo estarem sempre atentos, já que a evolução econômica depende, em grande parte, disso. E a prospecção tecnológica pode ser um bom caminho para analisar e prever cenários. Vale ressaltar que os interesses globais de consumo também pegam carona nas mudanças. O mercado consumidor acompanha em paralelo as alterações nos ciclos de vida de patentes e suas derivações de uso.

PERSPECTIVAS

Segundo a organização Markets and Markets Research Private Ltd.® (2017), espera-se que o mercado de impressão 3D global valha USD 32,78 bilhões até 2023, com uma Taxa Composta Anual de Crescimento (CAGR) de 25,76% entre 2017 e 2023. Para isso, os maiores depositantes de patentes se dedicaram a reduzir os custos de fabricação de produtos. Reduzir os custos de máquinas e materiais, associado ao aumento da acessibilidade do software, impulsionará o crescimento no mercado de impressão em 3D. (HUANG *et al.*, 2017).

REFERÊNCIAS

ANDERSON, Chris. A nova revolução industrial: Makers. Tradução: Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

AXONAL, Consultoria Tecnológica Ltda. Ferramentas de Busca e Análise de Informações Contidas em Patentes: Foco no Questel Orbit. Disponível em: <http://www.axonal.com.br/arquivos/PDF/Ferramentas_Busca_Analise_Informacoes_Contidas_Patentes_Foco_Questel_Orbit_201503_UNICAMP.pdf>. Acesso em jul. 2017.

CRUMP S SCOTT. Apparatus and method for creating three-dimensional objects. US5121329 A, 30 de outubro de 1989, 09 jul. 1992

PITÁGORAS, H.C.; ARAÚJO, K. de V. e A.. Ciclo de vida de patentes: uma análise do cenário global da manufatura aditiva a partir de 2009 e 2014.

CUNICO, Marlon Wesley Machado. Impressora 3D: O novo meio Produtivo. Curitiba, Concep3D Pesquisas Cinéticas Ltda, 2014.

Google Trends. United States, 2017. Disponível em: <https://trends.google.com>. Acesso em: julho de 2017.

HUANG, Ying; ZHU, Donghua; QIAN, Yue; ZHANG, Yi; PORTER Alan L., LIU, Yuqin; GUO, Ying. A hybrid method to trace technology evolution pathways: a case study of 3D printing. *Scientometrics*, v. Volume 111, April 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-017-2271-8>>. Acesso em: julho de 2017.

INPI, Instituto Nacional de Propriedade Industrial. Classificação de patentes. 2016. Disponível em:< <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/classificacao-de-patentes>> Acesso em jul. 2017.

MAKERBOT. United States, 2017. Disponível em: <https://www.makerbot.com>. Acesso em: julho de 2017.

MarketsandMarkets Research Private Ltd. (2017). Disponível em:<<http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/3d-printing-market-1276.html>>. Acesso em: julho de 2017.

MISUGI, G.; GURECK NETO, Leonardo. A Insuficiência dos Paradigmas de Proteção à Propriedade Intelectual Frente às Novas Tecnologias: Desafios Jurídicos am Decorrência da Comercialização de Scanners e Impressoras 3D. In: ASSAFIM, João Marcelo de Lima; BOFF, Salete Oro; PIMENTEL, Luiz Otavio. (Org.). Propriedade intelectual, transferência de tecnologia e inovação. 1ed.Florianópolis: CONPEDI, 2014, v. 23, p. 53-76.

STRATASY. United States, 2017. Disponível:<<http://www.stratasys.com/br/impressoras-3d/technologies/fdm-technology>>. Acesso: julho de 2017.

TANJI, Thiago. Em negociação entre empresas de impressoras 3D, Stratasys compra MakerBot. 2013. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/em-negociacao-entre-empresas-de-impressoras-3d-stratasys-compra-makerbot/>>. Acesso em: julho de 2017.

UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM (Estados Unidos). Carl R. Deckard; Joseph J. Beaman; Joel W. Barlow. Multiple material systems for selective beam sintering. US4944817A, 09 maio 1989, 31 jul. 1990

PITÁGORA, H.C.; ARAÚJO, K. de V. e A.. Ciclo de vida de patentes: uma análise do cenário global da manufatura aditiva a partir de 2009 e 2014.