

IMPRESSÃO 3D: MAPEAMENTO EXPLORATÓRIO RECENTE SOBRE OS DEPÓSITOS DE PATENTES

Silvana Sandes Tosta¹, Dilma da Paixão Coelho Ferreira dos Santos²

1,2 Universidade Federal da Bahia, BA, Brasil

Rec.:19/07/2017. Ace.:01/06/2018

RESUMO

Tem sido crescente o número de novas patentes na área de impressão 3D; Por outro lado, entender como se deu este crescimento, quais tecnologias estavam envolvidas, quais eram as tendências de mercado, são aspectos importantes na análise dos documentos de patentes; combinando pesquisas acadêmicas e patentárias, buscou-se levantar informações que se mostrassem úteis para esta análise. Metodologicamente, pesquisou-se artigos acadêmicos indexados, selecionando como referência dois deles. No primeiro, fez-se a análise semântica a partir do seu resumo, chegando a um conjunto de palavras que foram, posteriormente, usadas para a montagem da tabela escopo; no segundo, mapeou-se os principais campos tecnológicos, utilizando o sistema de dados do Questel Orbit, com foco nos anos de 2012 a 2016. A análise dos dados, resultou em 20459 famílias de patentes, que foram apresentadas em diferentes análises gráficas. Concluiu –se que o mapeamento representou um retrato momentâneo e sugestivo de diferentes tecnologias de impressão 3D.

Palavras-chave: Impressão 3D. Análise Patentária. Mineração de Dados.

3D PRINTING: RECENT EXPLORATORY MAPPING ON PATENT DEPOSITS

ABSTRACT

The number of new patents in the area of 3D printing has been increasing; On the other hand, understanding how this growth took place, which technologies were involved, what were the market trends are important aspects in the analysis of patent documents; combining academic and patent research, it was sought to gather information that would prove useful for this analysis. Methodologically, we searched for indexed academic articles, selecting as reference two of them. In the first one, the semantic analysis was made from its summary, arriving at a set of words that were later used for the assembly of the scope table; in the second, the main technological fields were mapped using the Questel Orbit data system, focusing on the years 2012 to 2016. Data analysis resulted in 20,459 patent families, which were presented in different graphical analyzes. It was concluded that the mapping represented a momentary, fast and suggestive portrait of different 3D printing technologies.

Keywords: 3D printing. Patent Analysis. Data Mining.

Área tecnológica: Prospecção Tecnológica, Impressão 3D, Tecnologia Emergente

*Autor para correspondência: siltosta@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A tecnologia de impressão 3D possui um amplo espectro de aplicação e tem potencial para impactar diferentes cadeias de negócios. Como se dará este impacto, quais rotas tecnológicas serão afetadas por esta nova tecnologia, são alguns dos alvos de pesquisas recentes; como exemplo, tem-se os trabalhos de Neu (2014), Groos et al. (2014) e os dos autores, Salvador, Belver e Anacabe (2017). Em Neu (2014), encontra-se o exemplo do emprego da tecnologia de impressão 3D, na área médica; a autora, com muita propriedade, salienta o grau de sofisticação que esta tecnologia emergente assumiu quando da criação de órgãos em humanos, analisando o desenvolvimento da impressão 3D biológica, no campo da urologia. Para Groos et al. (2014), a tecnologia de impressão 3D está preparada para revolucionar laboratórios de ensino e pesquisa, apresentando o exemplo na área da biotecnologia e das ciências químicas; por fim, Salvador, Belver e Anacabe (2017) fazem uma análise mais detalhada da chamada bioimpressão 3D.

Considerada uma tecnologia emergente, a tecnologia de impressão 3D tem alcançado avanços importantes em um espaço de tempo relativamente curto (últimos 35 anos) e diferentes estudiosos têm buscado entender que rumos evolutivos estão sendo sinalizados a partir deste citado avanço tecnológico significativo. As primeiras patentes na área da tecnologia de impressão 3D, surgiram em meados dos anos 80 e, desde então, têm sido crescente o número de patentes derivadas (Robinson et al., 2013; Zhou et al., 2014; Park et al., 2015; Kaebnick et al., 2016; Huang et al., 2017).

Para que essas tecnologias sejam competitivas, há que ser feito um crescente investimento em pesquisas, seja pelo setor público, seja pelo setor privado, no sentido de mitigar os mais diversos tipos de problemas, entre eles, por exemplo, o custo de produção e a ampla acessibilidade. Tornar uma tecnologia viável, envolve uma ampla gama de fatores, entre eles, o conhecimento de mercado e a existência de uma equipe qualificada (e atenda às realidades deste mercado); tais fatores, são geridos de forma significativa por forças de mercado, com uma tendência a um crescente número de novos entrantes, tendo como base, o quantitativo de patentes existentes (Hahn, Jensen e Tanev, 2014; Mohr & Khan, 2015).

No desenvolvimento de pesquisas tecnológicas, no campo da CT&I, onde se estuda tecnologias de forma mais objetiva, fazer pesquisas apenas em publicações científicas, não é suficiente. Criteriosas análises patentárias precisam ser feitas em paralelo. Os documentos de patentes são um instrumento importante de consulta; sendo outorgado pelo Estado, tais documentos garantem aos autores, os direitos de propriedade intelectual, reconhecido internacionalmente e regido por regras de conduta previamente definidas.

O presente trabalho tem como objetivo, identificar o quadro atual recente de desenvolvimento da tecnologia de impressão 3D, com particular atenção para o campo de conhecimento tecnológico, seção B: operações de processamento e transporte.

METODOLOGIA

Em uma primeira etapa, buscou-se publicações científicas, via Portal de Periódicos CAPES, que abordassem a temática “impressão 3D” e “patentes”, fazendo-se diferentes associações entre palavras próximas (p. ex.: printing, print, etc). Após análise do título e do resumo de cada uma das 26 (vinte e seis) publicações encontradas, selecionou-se as que compuseram a bibliografia deste trabalho e, dentre estas, duas foram analisadas em detalhe, a saber: Park et al. (2016) e Huang et al. (2017).

TOSTA, S.S.; Santos, D. da P.C.F. dos S. Impressão 3D: mapeamento exploratório recente sobre os depósitos de patentes.

Estes autores foram abrangentes em suas respectivas análises, sendo que o estudo desenvolvido por Park et al. (2016), cobriu o espaço de tempo entre 1980 e 2012, enquanto que o de Huang et al. (2017), referiu-se ao período 1985 e 2014. Para se realizar a mineração dos dados, em ambas as obras, foram utilizados métodos mistos, também conhecidos como quali-quantitativos, e combinações entre estes, acrescidos de um material bibliográfico amplo e diversificado, com apoio de softwares (p. ex. Vantage Point), na construção de cada uma das respectivas análises.

Diante de tais fatos e buscando conferir originalidade ao estudo aqui desenvolvido, o presente trabalho teve como objetivo a realização de uma análise exploratória do tema “impressão 3D”, em um período de tempo intermediário a ambas às obras citadas. Salienta-se que, em função do período de graça (período em que se tem sigilo), o período útil da pesquisa ficou compreendido entre 01/01/2012 e 01/01/2016.

Todos os dados de busca patentária estudados, foram levantados entre os dias 07/07/2017 e 15/07/2017, com o trabalho de prospecção realizado no sistema de dados Questel Orbit; neste sistema, baseado em famílias de patentes e textos integrais de documentos de patentes (FAMPAT), onde a autoridade de patente preferencial são EPA, WO, US, FRA, DEA, GBA, EP, DE e GB, foram trabalhados utilizando-se a ferramenta *analyze*; salienta-se que este sistema de dados utilizado possui um tradutor automático para a língua inglesa; logo, todas as palavras utilizadas, estão em inglês.

O programa da Microsoft Excel[®], foi utilizado como apoio na organização dos dados minerados. A referida mineração, ocorreu de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1. Estratégias Utilizadas na Mineração dos Dados

Mineração	Estratégia	Motivo
1	Pesquisa semântica a partir do resumo contido em Park et al. (2016)	Buscar identificar palavras-chaves mais adequadas ao estudo
2	Realizar mais mineração de dados, a partir dos resultados encontrados por Huang et al. (2017)	Identificar principais códigos IPC
3	Uso de palavras-chaves combinadas ¹ acopladas ou não a conectivos booleanos ou símbolos de truncagem, englobando os campos título, resumo e reivindicações	Minerar o máximo de famílias de patentes para o período de tempo previamente estabelecido

¹((PRINT+)/TI/AB/IW/CLMS AND "3D" OR "3_D+" OR THREE DIMENSION+)/TI/AB/IW/CLMS) AND PRD=2012-01-01:2016-01-01

Fonte: Autoria própria

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estratégia de mineração 1:

Realizou-se uma análise semântica, no sistema de dados Questel Orbit, envolvendo os seguintes campos de informações presentes em Park et al. (2016): *abstract (purpose, design/methodology/approach, findings, practical implications, originality value)*, *keywords* e *paper type*. O referido sistema, apresentou 69 (sessenta e nove) frases que aparecem com uma maior relevância. Destas frases, foram escolhidas 13 (treze), onde foi percebido similaridades em sua escrita. Desta seleção, escolheu-se os termos que foram utilizados no escopo da pesquisa em curso (Tabela 1).

TOSTA, S.S.; Santos, D. da P.C.F. dos S. Impressão 3D: mapeamento exploratório recente sobre os depósitos de patentes.

Tabela 1. Processo de seleção de palavras-chaves

Palavras Similares	Termos Escolhidos
3D printer; 3D printer memory; 3D printing; 3D printing technology; 3D scanner; print activity analyses; printing network context; printing technology; print server processor; keyword 3D printing; three dimensional printing; understanding 3D printing technology; three dimensional object	Print+; 3D; 3_D+; three dimension+

Fonte: Autoria própria

Estratégia de mineração 2:

Huang et al (2017), apresentam 22 patentes, ordenadas enquanto caminho principal global de evolução da tecnologia de impressão 3D, no período de 1984 e 2014. Ao analisar tais patentes, de acordo com o código IPC (International Patent Classification), referenciado em cada uma delas, destacando a classificação tecnológica nas seções A, B, C e G, com a distribuição por seção contida no Quadro 3. Dentre todos os códigos presentes, o que apresentou uma maior frequência de repetição foi o B29C (descrição no Quadro 2 abaixo).

Quadro 2. Significado do Código da Classificação de Patente B29C

Código	Significado
B	SEÇÃO B — Operações de Processamento; Transporte
B29	Processamento de Matérias Plásticas; Processamento de Substâncias em Estado Plástico em Geral
B29C	Modelagem ou União de Matérias Plásticas; Modelagem de Material em Estado Plástico, não Incluído em Outro Local; Pós-Tratamento de Produtos Modelados

Tabela 2. Principais Campos Tecnológicos

Seção	Significado	Famílias de Patentes - IPC	
		Quantidade	Códigos Principais
A	NECESSIDADES HUMANAS	6	A61C; A61K
B	OPERAÇÕES DE PROCESSAMENTO; TRANSPORTE	34	B05C; B05D; B22C; B22F; B28B; B29C; B29K; B32B; B41J; B41M; B44C; B65H
C	QUÍMICA; METALURGIA	14	C04B; C08F; C08J; C08K; C08L; C09D
G	FÍSICA	20	G01J; G03C; G03F; G03G; G05B; G05D; G06F; G06T; G09B
		74	

Fonte: Autoria própria

TOSTA, S.S.; Santos, D. da P.C.F. dos S. Impressão 3D: mapeamento exploratório recente sobre os depósitos de patentes.

Estratégia de mineração 3:

Após a realização das duas primeiras estratégias de mineração, fez-se uso dos resultados encontrados para emprego na terceira etapa do processo de mineração. Foram obtidas 20459 famílias de patentes, fazendo uso de palavras-chaves (print+, 3D, 3_D+, three dimension+) e o conectivo booleano AND, conforme apresentado no Quadro 1; a opção por este conetivo, foi o interesse em analisar o intermédio de dados obtidos, ficando um número de dados amigável para ser trabalhado pelo sistema de dados do Questel Orbit (caso fosse optado pelo uso do conectivo OR, este número subiria para 12.183.139 famílias de patentes).

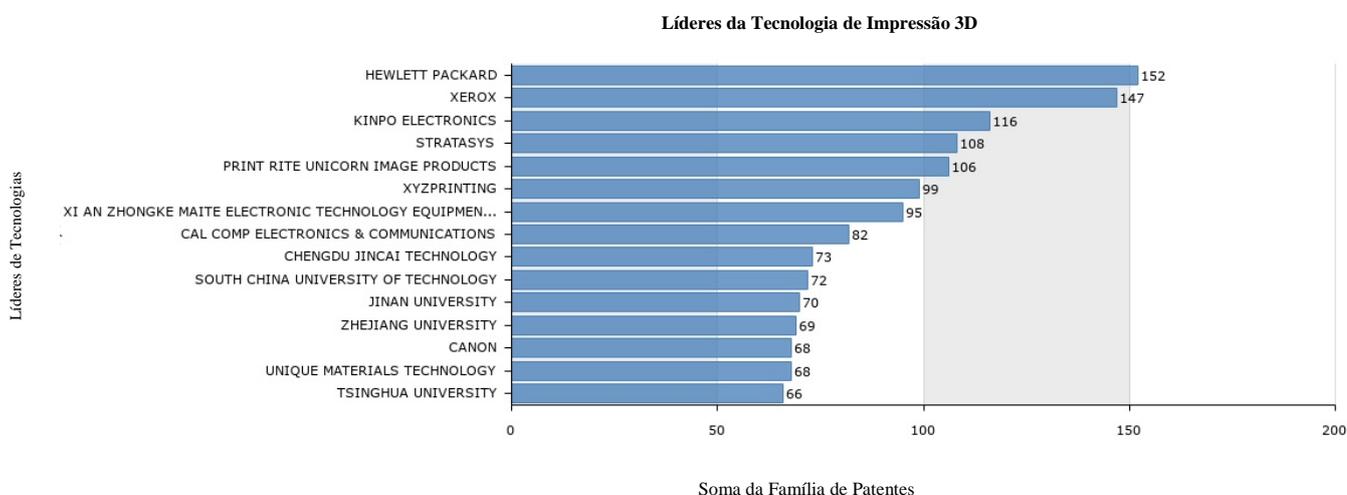
Análises Gráficas:

A Figura 1, intitulada Líderes da Tecnologia de Impressão 3D, apresenta os quinze primeiros detentores de tecnologia de impressão 3D, considerado o período de tempo entre 2012 e 2016; nesta, encontra-se a Hewlett Packard, com 152 (cento e cinquenta e dois) famílias de patentes envolvidas, ou seja, nos documentos de patentes onde esta empresa é titular, entre os códigos internacionais IPC, estão envolvidos cerca de 152 tipos diferentes.

Este elevado número de famílias de patentes é coerente, haja visto neste trabalho, não se estar analisando uma tecnologia de impressão 3D específica e sim, o conjunto da obra; como é grande o leque de tecnologias de impressão 3D, há que também ser grande, o número de códigos IPC que as caracterizam. Se a Hewlett Packard lidera este ranking, significa que o número de documentos de patentes, vinculado a este titular, é grande e abrange diferentes tipos de tecnologias na área da impressão 3D.

Conhecer quais são os maiores detentores de documentos de patentes na área em estudo e em que magnitude se dá esta liderança, é muito importante, já que sinaliza mercados potenciais, possíveis parcerias, diferentes "players", dando margem à construção de diferentes estratégias de ação.

Figura 1- Ranking dos Líderes de Tecnologia de Impressão 3D, por família de patentes



Fonte: Autoria própria

Cada uma das empresas citadas na Figura 1, apresentam em seu portfólio de documentos de patentes, algumas que se encontram ativas e outras que estão inativas. Na Figura 2, esta caracterização fica bem nítida; as barras que estão em vermelho, denotam as inativas, enquanto que as azuis, denotam as ativas.

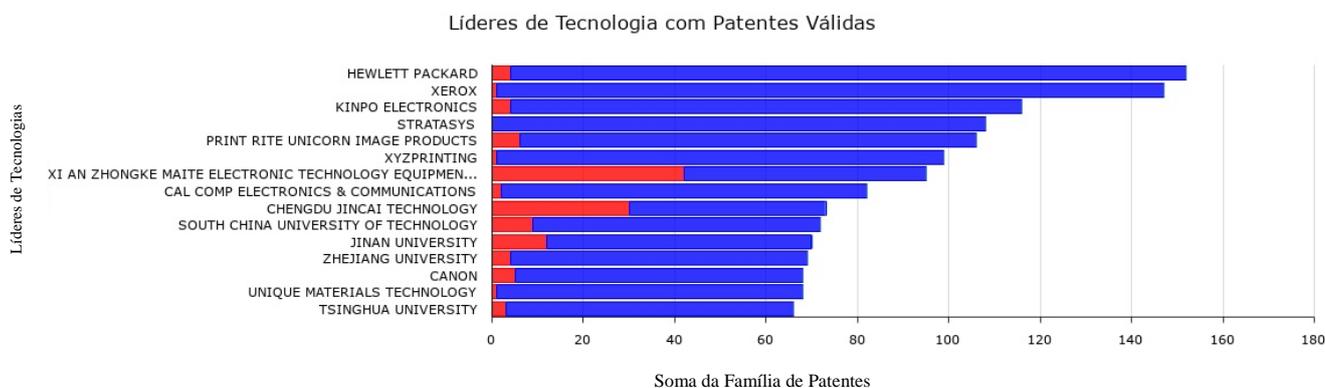
Salienta-se que vários são os motivos que levam as empresas, titulares em seus documentos de patentes, a optarem por gerirem adequadamente a viabilidade de cada um destes documentos. Tais motivos envolvem estratégia de gestão de propriedade intelectual interna à Empresa e não serão abordados no presente trabalho.

Contudo, na análise da Figura 2, percebe-se que a Empresa Xi An Zhongke Maite Eletronic Technology Equipment possui um quantitativo de documentos de patentes contendo famílias de patentes inativas, significativamente maior que as demais Empresas e que a Stratasy não possui nenhum documento de patente contendo famílias de patentes inativas.

Salienta-se ainda que, quanto maior for a razão entre documentos de patentes ativos e inativos, maior será a probabilidade da Empresa, titular do documento de patente, ter a sua tecnologia patentada disponível para ser transacionada no mercado.

Um outro ponto importante, é que através da análise da Figura 2, não se pode afirmar nada a cerca das especificidades de cada uma das tecnologias de impressão 3D envolvidas; caso isto se faça necessário, cada um dos documentos de patentes terão que ser analisados em separado.

Figura 2 – Líderes de Tecnologia versus patentes válidas



Fonte: Autoria própria

Até aqui, as análises feitas envolviam os titulares dos documentos de patentes. Na Figura 3, o que se apresenta, é a distribuição geográfica destes mesmos titulares, na condição de países de primeira prioridade de patenteamento.

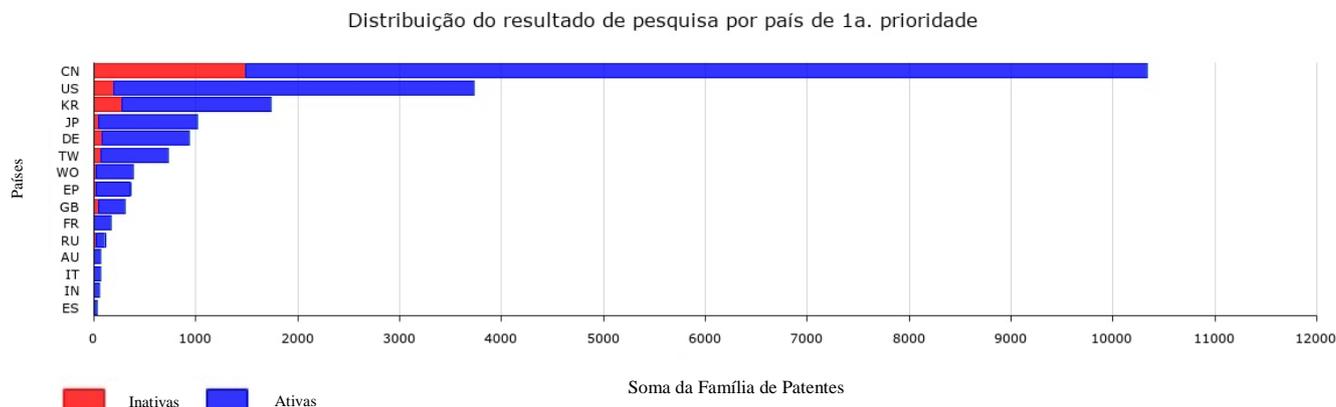
Entre os 15 (quinze) países citados, há a liderança significativa da China, seja por documentos de patentes ativos, seja por documentos inativos. Sozinho, este país detém uma superioridade absoluta, já que os demais países juntos, não alcançam o quantitativo de mais de 10 mil famílias de patentes. Completando os cinco primeiros, encontra-se ainda os Estados Unidos, a República da Coréia, o Japão e a Alemanha.

Partindo do princípio que a tecnologia de impressão 3D, é uma tecnologia emergente, com um significativo avanço tecnológico em um curto espaço de tempo, é de se esperar que de diversifique

TOSTA,S.S.; Santos, D. da P.C.F.dos S. Impressão 3D: mapeamento exploratório recente sobre os depósitos de patentes.

o quadro dos países de primeira prioridade, surgindo novas tecnologias, a partir do quadro atual existente.

Figura 3 – Distribuição do resultado da pesquisa por país de 1ª prioridade.



Fonte: Autoria própria

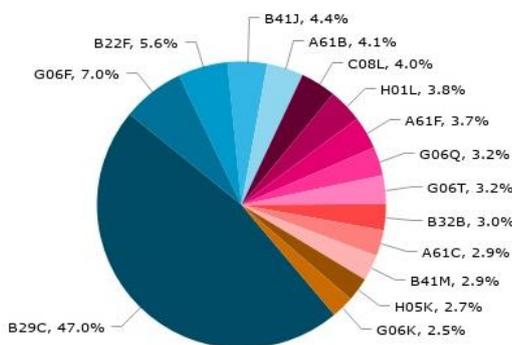
Sabe-se que as famílias de patentes pode ser subdivididas, visando uma classificação mais ampla para as atividades inventivas humanas de ordem tecnológica (p. ex.: seção, subseção, classe, subclasse e grupo); este processo de subdivisão, está presente tanto em códigos IPC, quanto em CPC, ainda que estes guardem especificidades entre si. Para o caso específico dos códigos IPC, existem 8 (oito) seções possíveis (De Oliveira et al, 2005).

Na Figura 4, encontra-se a distribuição dos top 15 para as classes das famílias de patentes, no âmbito do código IPC. Dentre as seções de desenvolvimento tecnológico humano ranqueadas (A, B, C, G e H), a que aparece em maior proporção, é seção B, ou seja, a que se refere a operações de processamento e transporte. Nesta seção, se sobressai, a classe B29C.

Analisando-se cada uma das famílias de patentes classificadas no âmbito da classe B29C, encontrar-se-á subclasses e grupos; nestas, estarão presentes as mais diferentes tecnologias voltadas à unção de plásticos (p. ex.), todas, vinculadas à tecnologia de impressão 3D.

Figura 4 – Distribuição dos top 15 para as classes IPC, no âmbito das famílias de patentes

Distribuição dos Top 15 para a Subclasse IPC



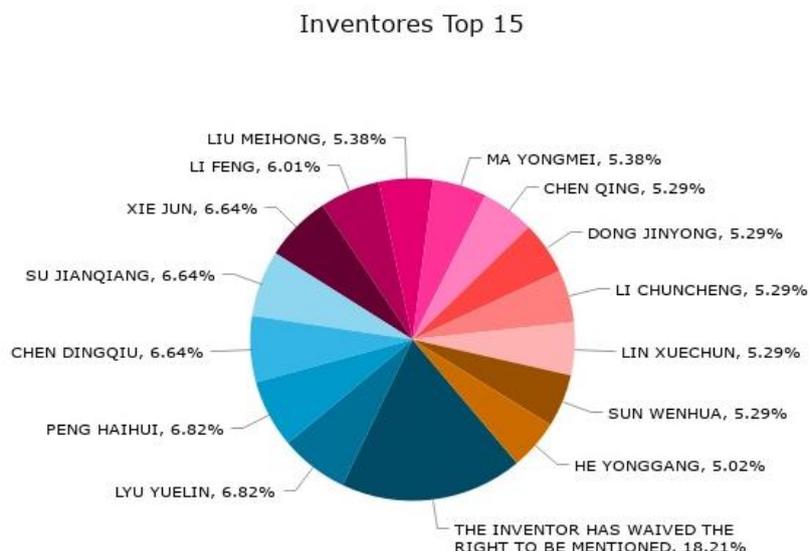
Fonte: Autoria própria

TOSTA,S.S.; Santos, D. da P.C.F.dos S. Impressão 3D: mapeamento exploratório recente sobre os depósitos de patentes.

Entre os inventores das tecnologias presentes nesta pesquisa, os quinze primeiros são de origem oriental. Interessante enfatizar que existe um número expressivo de inventores que preferem não se identificar, seguindo uma estratégia de gestão da propriedade intelectual particular.

É importante se ter a informação de quem são os principais inventores, pois pode-se minerar informações preciosas, como países de origem de tais inventores, universidades e/ou empresas a eles vinculados, frequência com que estes inventores apresentam novas tecnologias, entre outras.

Figura 5 – Inventores Top 15



Fonte: A autoria própria

CONCLUSÃO

O presente trabalho tem como objetivo, identificar o quadro atual recente de desenvolvimento da tecnologia de impressão 3D, com particular atenção para o campo de conhecimento tecnológico, seção B: operações de processamento e transporte.

Pela análise feita, em termos de número de patentes, cabem à Hewlett Packard, à Xerox e a Kinpo Electronics à liderança deste mercado. Salienta-se a forte presença das universidades chinesas neste universo (South China University Technology, Jinan University, Zhejiang University e Tsinghua University), representando, entre os 15 maiores titulares de documentos de patentes, cerca de 19,9%, com um total de 277 documentos de patentes.

Estas mesmas Universidades têm um número significativo de famílias de patentes viáveis e, inclusive, superior as três maiores empresas detentoras de titularidade em patentes; contudo, no quesito número de patentes viáveis, cabe à Xi An Zhongke Maite Electronic Technology Equipament, esta liderança.

Cabem à China e ao Estados Unidos, os países líderes em pedidos como primeira prioridade. Isto denota, o quanto estratégicos são tais países, para o mercado da tecnologia de impressão 3D, dando TOSTA,S.S.; Santos, D. da P.C.F.dos S. Impressão 3D: mapeamento exploratório recente sobre os depósitos de patentes.

um indicativo claro de que é grande a probabilidade de que tais países continuem inovando e criando evoluções da tecnologia citada.

Ainda que o sistema de dados da Questel Orbit possibilite realizar análises bem mais profundas que a aqui desenvolvida, o presente trabalho mostra um retrato momentâneo das tecnologias de impressão 3D presentes em documentos de patentes.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais à Axonal Consultoria Tecnológica, pelos esclarecimentos quanto ao uso do sistema de dados franco-americano Questel Orbit e ao Programa de Pós Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação, ponto focal UFBA, pela viabilização gratuita no uso do referido sistema de dados.

REFERÊNCIAS

BAI, X.; LIU, Y. International collaboration patterns and effecting factors of emerging technologies. *PLoS One*, 2016, Dec 2; 11(12):e0167772. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167772>. Acesso em Julho/2017.

BALLETTI, C.; BALLARIN, M.; GUERRA, F. 3D printing: State of the art and future perspectives. *Journal of Cultural Heritage* 26 (2017) 172-182. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2017.02.010> Acesso em: Julho/2017.

CAUTELA, C.; PISANO, P.; PIRONTI, M. The emergence of new networked business models from technology innovation: an analysis of 3-D printing design enterprises. *International Entrepreneurship and Management Journal* 10(3):487-501 · September 2014. Disponível em: DOI: 10.1007/s11365-014-0301-z Acesso em Julho/2017

DE OLIVEIRA, L. G.; SUSTER, R.; PINTO, A. C.; RIBEIRO, N. M.; DAS SILVA, R. B. Informação de patentes: ferramenta indispensável para a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico. *Química Nova*, vol. 38, suplemento, S36-S40, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v28s0/26772.pdf> Acesso em Julho/2017.

DOORN, N.; SPRUIT, S.; ROBAEY, Z. Editors' Overview: Experiments, Ethics, and New Technologies. *Science and Engineering Ethics*, June 2016, Vol. 22, Issue 3, pp. 607-611. Disponível em: DOI 10.1007/s11948-015-9748-8 Acesso em Julho/2017.

GROSS, B. C.; ERKAL, J. L.; LOCKWOOD, S. Y.; CHEN, C.; SPENCE, D. M. Evaluation of 3D printing and its potential impact biotechnology and the chemical sciences. *Analytical Chemistry*, 2014, 86, 3240-3253. Disponível em: dx.doi.org/10.1021/ac403397r Acesso em Julho/2017

HAHN, F.; JENSEN, S.; TANEV, S. Disruptive innovation vs disruptive technology: the disruptive potential of the value propositions of 3D printing technology startups. *Technology Innovation Management Review*, 4(12): 27-36. Disponível em: <http://timreview.ca/article/855> Acesso em Julho/2017

HUANG, Y.; ZHU, D.; QIAN, Y.; ZHANG, Y.; PORTER, A. L.; LIU, Y.; GUO, Y. A hybrid method to trace technology evolution pathways: a case study of 3D printing. *Scientometrics* (2017) 111:185-204. Disponível em: DOI 10.1007/s11192-017-2271-8. Acesso em Julho/2017.

KAEBNICK, G. E.; HEITMAN, E.; COLLINS, J. P.; DELBORNE, J. A.; LANDIS, W. G.; SAWYER, K.; TANEYHILL, L. A.; WINICKOFF, D. E. Precaution and governance of emerging TOSTA,S.S.; Santos, D. da P.C.F.dos S. Impressão 3D: mapeamento exploratório recente sobre os depósitos de patentes.

technologies: precaution can be consistent with support of science. *Science*, Vol 354, Issue 6313, 710-711, November 2016, DOI: [10.1126/science.aah5125](https://doi.org/10.1126/science.aah5125) Acesso em Julho/2017.

MOHR, S.; KHAN, O. 3D Printing and its disruptive impacts on supply chains on the future. *Technology Innovation Management Review*, 5(11):20-25. Disponível em: <http://timreview.ca/article/942> Acesso em Julho/2017

NEU, REBECCA. 3D Printing: A revolutionary advance for the field of urology? *Technology Innovation Management Review*. March 2014: 19-24. Disponível em: https://timreview.ca/sites/default/files/article_PDF/Neu_TIMReview_March2014.pdf Acesso em Julho/2017.

PARK, S.; KIM, J.; LEE, H.; JANG, D.; JUN, S. Methodology of technological evolution for three dimensional printing. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 116, No. 1, 2016, pp. 122-146. Disponível em: DOI 10.1108/IMDS-05-2015-0206 Acesso em Julho/2017

ROBINSON, D. K. R.; HUANG, L.; GUO, Y.; PORTER, A. L. Forecasting innovation pathways (FIP) for new and emerging science and technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol 80, Issue 2, February 2013, pp. 267-285. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.06.004> Acesso em Julho/2017.

SALVADOR, M. R.; BELVER, R. M. R.; ANACABE, G. G. Scientometric and patentometric analyses to determine the knowledge landscape in innovative technologies: The case of 3D bioprinting. *PLoS One*, 2017, Jun 29; 12(6):e0180375. Disponível em: DOI 10.1371/journal.pone.0180375 Acesso em: Julho/2017.

ZHOU, X.; ZHANG, Y.; PORTER, A. L.; GUO, Y.; ZHU, D. A patent analysis method to trace technology evolutionary pathways. *Scientometrics* (2014) 100:705-721. Disponível em: DOI 10.1007/s11192-014-1317-4 Acesso em Julho/2017.

TOSTA, S.S.; Santos, D. da P.C.F. dos S. Impressão 3D: mapeamento exploratório recente sobre os depósitos de patentes.