

Estudo Prospectivo Sobre Inteligência Artificial Aplicada ao Setor da Construção Civil

Prospective Study on Artificial Intelligence Applied to the Civil Construction Sector

Fabio dos Santos Teixeira¹

Paulo Cesar dos Santos Teixeira¹

Carlos Alberto Machado da Rocha¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Belém, PA, Brasil

Resumo

A Inteligência Artificial é uma tecnologia que permite que máquinas aprendam com experiências, ajustando-se a cada nova informação, realizando tarefas como humanos, possibilitando às empresas de construção civil um suporte potencial para melhorar suas atividades. Contudo, o setor é um dos menos digitais do mundo, implementando inovações em ritmo mais lento. Dessa forma, o presente artigo teve como objetivo realizar um estudo prospectivo de soluções de inteligência artificial com potencial de utilização no setor, e, para tanto, foram levantadas as patentes depositadas no INPI e no Lens, assim como as produções científicas registradas nas plataformas CAPES e Science Direct. A prospecção apontou uma carência em pesquisa e desenvolvimento de produtos relacionados ao tema. Contudo, os Estados Unidos destacam-se na difusão dessas tecnologias. Já o Brasil, apresentou um cenário incipiente em seu desenvolvimento, embora já existam iniciativas do poder público para sanar os problemas que surgem com relação a essa tecnologia.

Palavras-chave: Prospecção. Inteligência Artificial. Construção Civil.

Abstract

Artificial intelligence is a technology that allows machines to learn from experiences, adjusting to each new piece of information, performing tasks like humans, enabling construction companies to potentially improve their activities. However, the sector is one of the least digital in the world, implementing innovations at a slower pace. Thus, this article aimed to carry out a prospective study of artificial intelligence solutions with potential for use in the sector, for which the patents filed with INPI and Lens were raised, as well as the scientific productions registered on the CAPES and Science Direct platforms. The prospect pointed to a lack of research and development of products related to the theme. However, the United States stands out in the diffusion of these technologies. Brazil, on the other hand, presented an incipient scenario in its development, although there are already government initiatives to remedy them.

Keywords: Prospecting. Artificial Intelligence. Building Construction.

Área Tecnológica: Propriedade Intelectual. Inteligência Artificial. Construção Civil.



1 Introdução

A inteligência artificial (IA) pode ser interpretada como o estudo de agentes que recebem percepções do ambiente e executam ações, em função do que percebem (RUSSELL; NORVIG, 2013), Atuando como um grande propulsor para transformação digital das organizações, dos governos e das indústrias, a IA transforma não só a cultura, como o modo de operacionalizar a cadeia produtiva como um todo.

Segundo Hess *et al.* (2016), a IA é categorizada como digital, fazendo parte da denominada transformação digital, que é uma perspectiva de uso da tecnologia de informação e da comunicação (TIC), atuando como ator dominante na reconfiguração e na transformação de elementos organizacionais, como: estratégia, processos, cultura e estrutura.

De acordo com Blanco *et al.* (2018), o uso de tecnologias de ponta como a inteligência artificial em canteiros de obras pode otimizar a gestão dos recursos, agilizando as atividades de edificação e diminuindo custos do projeto final. Além disso, os aprimoramentos podem expandir para a segurança dos trabalhadores e o desenvolvimento sustentável do negócio.

Apesar de a indústria da construção ser uma das mais antigas e representar algumas das maiores parcelas dos setores econômicos mundiais, ela tem sido uma das mais lentas na utilização de novas tecnologias (BALAGUER; ABDERRAHIM, 2008). Essa informação é confirmada pelos dados do relatório do McKinsey Global Institute (2017), *Reinventing construction: a route to higher productivity*. O setor de construção civil é um dos maiores da economia mundial, empregando cerca de 7% da população em idade produtiva, com gastos anuais de mais de 10 trilhões de dólares em bens e serviços relacionados à atividade, contudo, apesar desse potencial, continua a ser pouco desenvolvido do ponto de vista tecnológico comparado a outros setores, acarretando um déficit de produtividade que só pode ser superado com a inserção de novas tecnologias como o uso da inteligência artificial (MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2017).

Apesar de apresentar baixo desenvolvimento no uso dessa tecnologia, já existem aplicações da inteligência artificial no setor da construção civil, como pode ser constatado no trabalho de Sarduy *et al.* (2013), no qual é proposto um modelo baseado em uma rede multicamadas que possui algoritmo de aprendizado, utilizada para determinação da dosagem de moinho de bolas de cimento por ferramentas de inteligência artificial destinadas a reduzir o consumo de energia e o impacto ambiental. O trabalho mostrou que o uso desses modelos baseados em redes neurais poderia melhorar ainda mais o gerenciamento de energia na indústria de cimento.

No cenário nacional, uma pesquisa sobre investimento em Indústria 4.0, realizada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2018), aponta que a indústria brasileira ainda caminha a passos curtos no que se refere à migração para a digitalização, já que apenas 17% das empresas que investirão em tecnologias digitais pretendem investir em sistemas inteligentes de gestão e inteligência artificial. Segundo o Índice Global de Inovação 2018 (WIPO, 2018), há dados mostrando que o Brasil ainda se encontra na 64^a posição no *ranking* das economias com maior capacidade e sucesso de inovação.

Dados do Instituto de Estatística da Unesco mostram que gastos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no Brasil em 2018 ainda são inferiores, com investimentos de US\$ 42.1 bilhões de dólares, quando comparados a outros países. Valores da China equivalem a US\$ 370.6 bilhões e dos Estados Unidos a US\$ 476.5 bilhões (DESJARDINS, 2018). A pesquisa da

Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2016) sobre digitalização mostra que apenas 48% (menos da metade) da indústria nacional utilizam tecnologias digitais.

Nesse cenário do Brasil, o governo federal lançou em 2017 o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para a Manufatura Avançada do Brasil, que está baseado na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) 2016-2022. A iniciativa se orienta pela junção de duas dimensões: uma temática, que aborda prioridades em tecnologias, recursos humanos, cadeias produtivas, infraestrutura e regulação; e outra estrutural, que relaciona esses cinco tópicos ao papel desempenhado pela tríplice hélice da inovação, formada por governo, academia e empresas (MCTIC, 2017).

O presente trabalho tem como objetivo principal realizar prospecções científica e tecnológica sobre soluções de Inteligência Artificial (IA) com potencial de aplicação nos meios produtivos do setor da construção civil, considerando-se que informações deste tema ainda são pouco numerosas e recentes, além de se encontrarem dispersas, o que torna mais oneroso o tempo e a análise dos dados recuperados.

2 Metodologia

Para realizar a prospecção tecnológica, foi efetuado o levantamento dos processos de pedidos de patentes depositados em âmbito nacional e internacional. Nas buscas de pedidos no Brasil foi utilizada a plataforma do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI); e para as buscas internacionais utilizou-se a base de dados Lens, que foi escolhida por conter resultados de bancos de dados importantes, como European Patent Office (EPO) e World Intellectual Property Organization (WIPO).

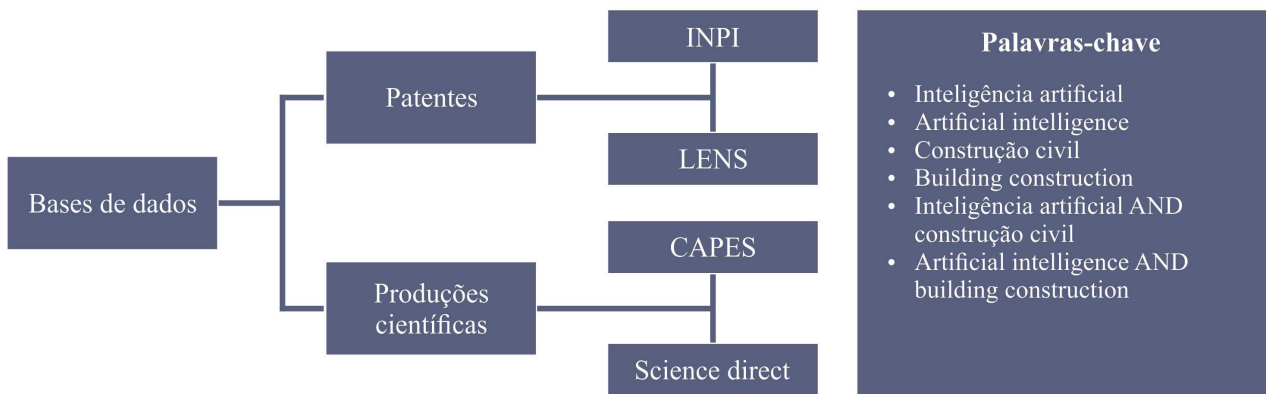
A busca de produções científicas sobre a temática foi realizada no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e no Science Direct. Foram analisados somente artigos de pesquisa e revisão, sendo utilizados filtros para selecionar artigos relevantes para a pesquisa e considerando-se apenas periódicos revisados por pares. O objetivo é caracterizar todo o potencial estado da arte divulgado no mundo referente ao campo de investigação proposto para o estudo.

Tanto os artigos quanto as patentes estavam limitados aos dados de publicação no período que compreende o ano de 2009 até junho de 2019. Essa faixa de tempo foi escolhida por causa do interesse em desenvolvimentos tecnológicos recentes.

Em ambos os processos de busca foram utilizadas palavras-chave em línguas portuguesa e inglesa, relacionadas à inteligência artificial e à construção civil. Aspirando obter um máximo dos resultados, foi aplicada na busca dos termos a operação booleana “AND”. Todas as pesquisas foram efetuadas nas modalidades avançadas em cada uma das bases consultadas, no período entre 13 de maio e 7 de junho de 2019.

Para a realização de uma análise mais detalhada foram escolhidos os termos de busca “inteligência artificial”, “*artificial intelligence*”, “construção civil”, “*building construction*”, “inteligência artificial AND construção civil” e “*artificial intelligence AND building construction*”, totalizando seis formas de busca.

Na Figura 1, é possível observar como foram realizadas as etapas metodológicas de buscas nas bases de pesquisa científicas e tecnológicas para a realização deste estudo.

Figura 1 – Metodologia para buscas em bases científicas e tecnológicas

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2019)

Após coletar as informações resultantes das pesquisas, foram realizadas análises e sínteses para resumir o conteúdo dos dados levantados. Posteriormente, as informações foram organizadas em representação visual, como gráficos e tabelas, com o auxílio do *software* Microsoft Office Excel, e os resultados obtidos posteriormente foram descritos em forma de textos. Além disso, como a plataforma Lens também gera informação em forma de gráficos, foi possível extraí-los, interpretá-los e posteriormente descrevê-los.

3 Resultados e Discussão

Na busca de artigos científicos que apresentassem as palavras-chave selecionadas, o maior número de artigos (20.370) foi obtido na base CAPES, para o termo “*Building construction*”. De modo geral, pode-se dizer que a base CAPES recuperou um número de publicações bem maior do que a *Science Direct*. Inclusive, para termos específicos em inglês relacionados ao setor da construção civil aliada à inteligência artificial (“*Artificial intelligence AND building construction*”), a CAPES apresentou três resultados de artigos científicos, enquanto a *Science Direct* apresentou resultado nulo. Na base *Science Direct* também não foram recuperados artigos na categoria “Inteligência artificial AND construção civil” e foram muito reduzidos os resultados para os termos isolados “Inteligência artificial” e “Construção civil” (Tabela 1).

Com relação à prospecção tecnológica, a base Lens apresentou o maior número de documentos envolvendo o setor da construção civil associado à inteligência artificial: 453 patentes. Entretanto, esse valor corresponde aos resultados utilizando-se expressões da língua inglesa “*Artificial intelligence AND building construction*”. Quando se utilizou “Inteligência artificial AND construção civil”, não foi possível recuperar documentos tanto do Lens quanto do INPI. Na base nacional, inclusive, os resultados foram nulos em quatro das seis categorias de pesquisa relacionadas (*Artificial intelligence*, *Building construction*, *Inteligência artificial AND construção civil* e *Artificial intelligence AND building construction*), sendo nas demais categorias de busca observados valores muito baixos, quando comparados aos resultados obtidos na base Lens. Por outro lado, na categoria “Construção civil”, os resultados do INPI foram superiores aos obtidos no Lens (Tabela 1).

Tabela 1 – Palavras-chave utilizadas nas buscas de patentes e artigos científicos com os respectivos resultados encontrados

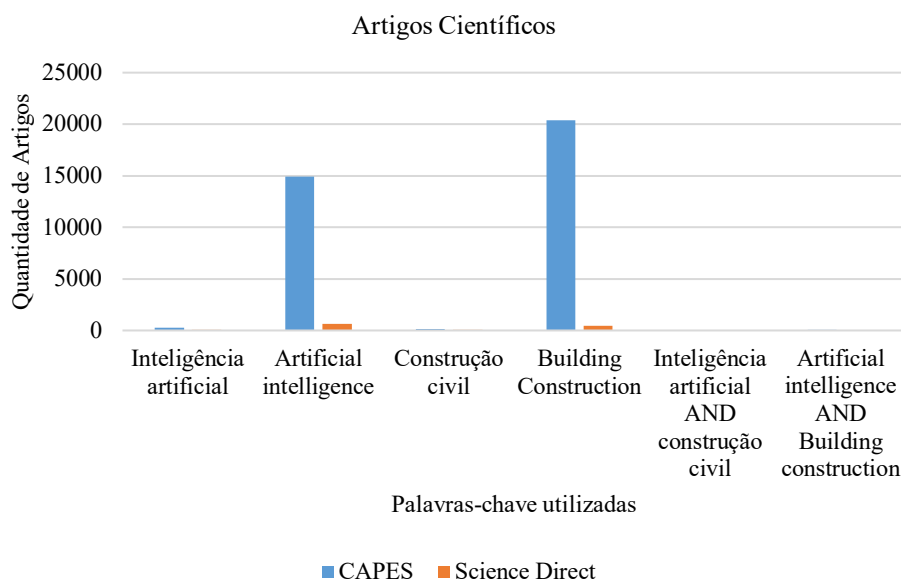
| PALAVRAS-CHAVE/KEYWORDS | PATENTES | | ARTIGOS CIENTÍFICOS | |
|--|----------|--------|---------------------|----------------|
| | INPI | LENS | CAPES | SCIENCE DIRECT |
| Inteligência Artificial | 7 | 7 | 244 | 3 |
| <i>Artificial intelligence</i> | 0 | 83.117 | 14.893 | 617 |
| Construção civil | 74 | 21 | 173 | 1 |
| <i>Building Construction</i> | 0 | 30.585 | 20.370 | 434 |
| Inteligência Artificial AND construção civil | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Artificial Intelligence AND Building construction</i> | 0 | 453 | 3 | 0 |

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com dados das bases: INPI, Lens, Capes e Science Direct (2019)

A partir dos resultados obtidos nas plataformas nacionais CAPES e INPI, é possível afirmar que a prospecção no Brasil com termos isolados, sem a utilização do operador booleano “AND”, gera muito material. Entretanto, utilizando-se o operador observa-se um resultado baixo e nulo, respectivamente. Especificamente na proteção de tecnologias ligadas à inteligência artificial associadas ao setor da construção civil, os resultados são desanimadores, pois são nulos. Com isso, pôde-se verificar por que o setor da construção civil é um dos mais atrasados em termos de inovação tecnológica digital, particularmente no Brasil, ao ser comparado a outras indústrias.

No Gráfico 1 é possível analisar a distribuição dos artigos publicados e perceber que os termos “*Artificial intelligence*” e “*Building construction*” obtiveram índices mais expressivos, e observar que a base Capes sobressaiu-se à base Science Direct. Contudo, outros termos como “*Artificial intelligence AND building construction*”, “Inteligência artificial” e “Construção civil” apresentaram resultados muito baixo, e “Inteligência artificial AND construção civil” apresentou índices nulos para ambas as bases.

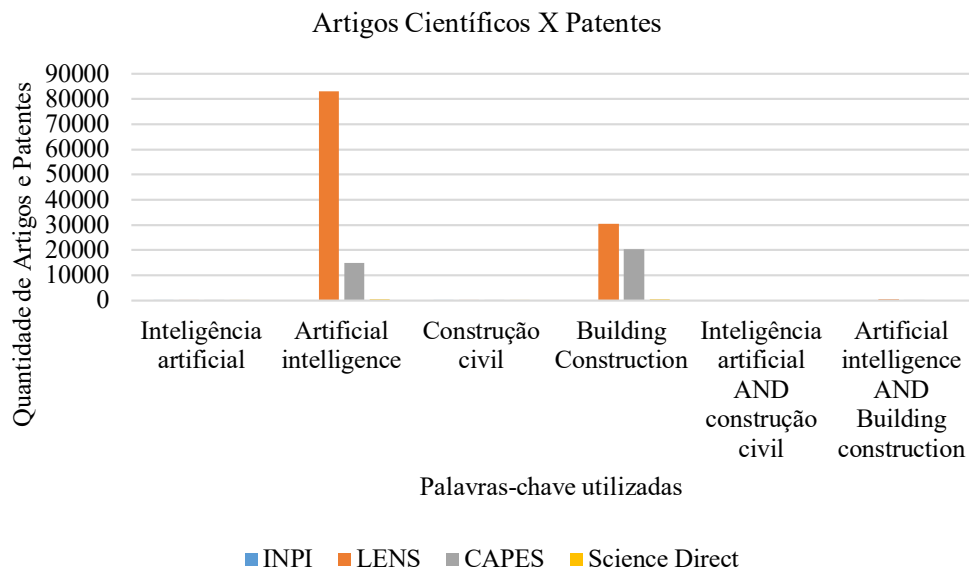
Gráfico 1 – Publicações de artigos científicos nas bases Capes e Science Direct



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo com dados das bases: Capes e Science Direct (2019)

A comparação entre o número de artigos científicos produzidos e os depósitos de patentes é apresentada no Gráfico 2. Constatou-se que a quantidade de patentes da base Lens sobrepõe-se ao número de artigos da base Capes em relação a alguns termos como “*Artificial intelligence*” e “*Building construction*”, demonstrando que vários países estrangeiros têm grande interesse nessas temáticas, sobretudo no que se refere a depósito de patentes. Contudo, não se observa o mesmo interesse com esses termos associados, como observado para “*Inteligência artificial AND construção civil*” e “*Artificial intelligence AND building construction*”, tanto em âmbito nacional quanto internacional.

Gráfico 2 – Valores absolutos de artigos científicos e patentes recuperados das bases

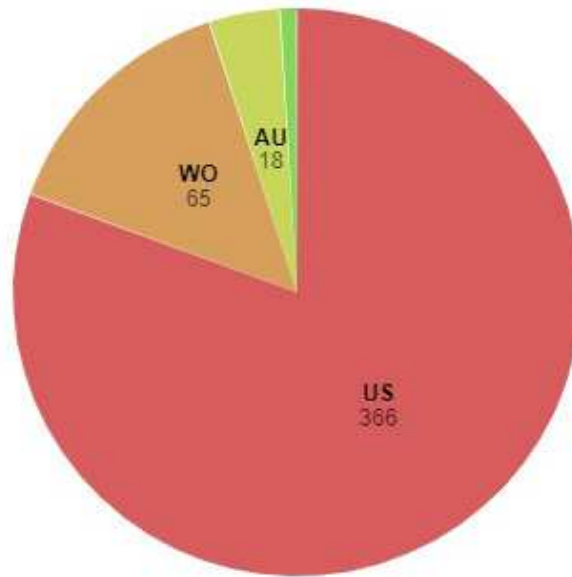


Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo com dados das bases: INPI, Lens, Capes e Science Direct (2019)

Os resultados apresentados até aqui estão de acordo com Blanco *et al.* (2018) em artigo da McKensey & Company que aborda como se encontra a adoção de soluções de inteligência artificial (IA) no setor de construção civil, fazendo relação com diferentes setores industriais. De acordo com os autores, os investimentos aplicados são muito inferiores quando comparados a outros, como serviços financeiros e manufatura. Também foi evidenciado que poucas empresas no setor têm atualmente capacidades, incluindo pessoal, processos e ferramentas, para implementá-las, apesar de haver casos restritos de soluções de IA em construção.

Para facilitar a busca de informações, os bancos de patentes utilizam-se de códigos de identificação dos países e organizações. Os códigos de identificação são grupos de duas letras indicando o país, ou organização, em que o pedido de patente (ou outra invenção) foi requerido ou concedido, por exemplo: GB (Reino Unido) (LATIPAT, 2019). Nessa prospecção, foi possível observar que os principais depositantes de patentes por jurisdição em nível mundial utilizando o termo “*Artificial intelligence AND building construction*” são os Estados Unidos da América (código “US”), com 366 depósitos, seguidos da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI/WIPO), código “WO”, com 65 depósitos e da Austrália (código “AU”), com 18 depósitos (Gráfico 3). Percebe-se que os dois primeiros representam mais de 90% dos depositantes de patentes relacionados ao tema, embora a OMPI seja uma entidade internacional com sede na Suíça, que reúne vários países e conta com mais de 100 Estados-membros.

Gráfico 3 – Principais depositantes por jurisdição – Termo: *Artificial Intelligence AND building construction*



Fonte: Lens (2019)

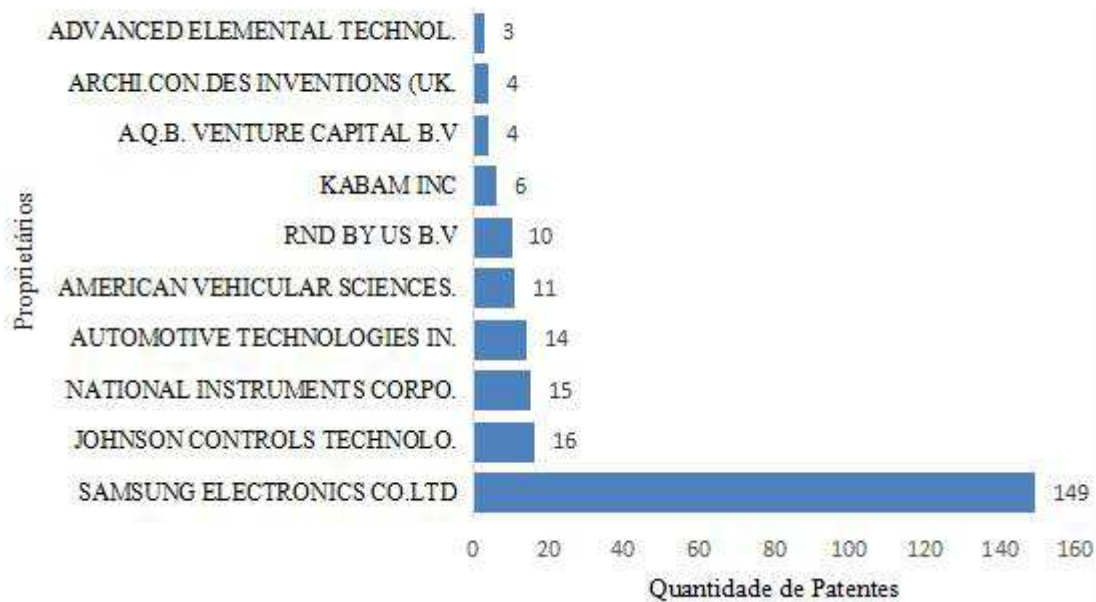
Por meio das informações extraídas da plataforma Lens, observou-se a supremacia dos Estados Unidos com relação aos depósitos de patentes desse segmento. Esse é um dado relevante, pois, além de possuir uma das maiores populações mundiais, os Estados Unidos são um dos países que mais produzem e exportam produtos com tecnologia de ponta. Observando-se outros países, como a Austrália, pode-se ter a proporção em desenvolvimento de pesquisas relacionadas com o tema.

Esses dados demonstram a importância do apoio fornecido nos Estados Unidos para a inovação, incluindo investimentos em centros tecnológicos de pesquisa e desenvolvimento e até mesmo treinamento para funcionários encarregados de patentes (ONU, 2019), além da desburocratização do pedido de patente, já que o registro em média é concedido em apenas dois anos e seis meses, enquanto no Brasil demora cerca de dez anos para se saber se o pedido foi aceito (CORONATO; BUSCATO, 2017). Na realidade, essas informações tornam possível entender o porquê de os Estados Unidos surgirem como o maior depositante de patentes nesta e em diversas outras áreas.

Na análise das principais proprietárias de patentes em nível mundial utilizando o termo “*Artificial intelligence AND building construction*”, observa-se que a Samsung Electronics Co. LTD destaca-se frente às demais empresas, totalizando 149 depósitos de patentes. Já a Johnson Controls Technology Company surge em segundo lugar com 13 patentes depositadas (Gráfico 4). A Samsung Electronics Co., LTD, principal subsidiária da Samsung Group, é uma corporação transnacional que atua em diversos ramos na área de tecnologia da informação, com sede em Seul, Coreia do Sul e uma das empresas mais importantes do mundo no setor. Em 2018 a empresa anunciou que planeja investir US\$ 22 bilhões em Inteligência Artificial e em outras tecnologias, como o 5G, nos próximos três anos. Como parte do investimento, a gigante sul-co-

reana anunciou que aumentará para mil o número de pesquisadores em seus centros globais de inteligência artificial no Reino Unido, Canadá, Rússia, EUA e Coreia do Sul (FORBES, 2018).

Gráfico 4 – Principais proprietárias – Termo de busca: *Artificial Intelligence AND building construction*



Fonte: Lens (2019)

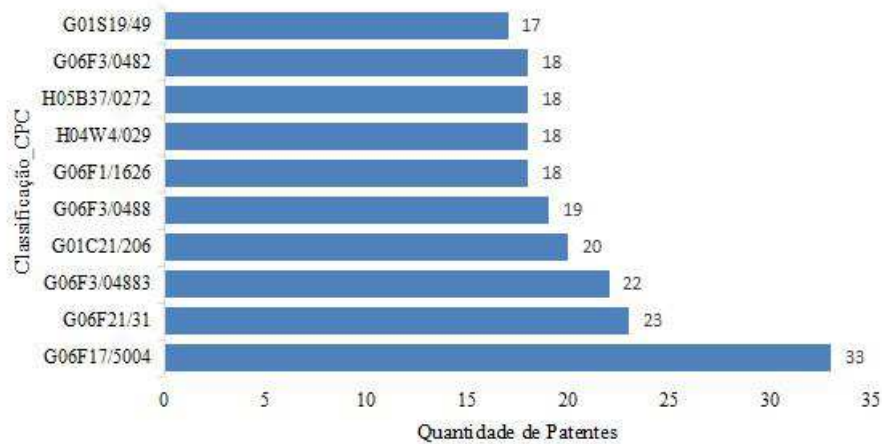
Além disso, a Samsung NEXT e o Samsung Strategy and Innovation Center (SSIC) investiram em mais de 20 *startups* relacionadas com a IA, nos últimos cinco anos (SAMSUNG, 2019). Esses resultados mostram por que a Samsung é a principal proprietária de patentes depositadas referente ao termo de busca “*Artificial intelligence AND building construction*”.

Os bancos de patentes estão utilizando um novo tipo de classificação de patentes: a “CPC”. A Classificação Cooperativa de Patentes (CPC, sigla em inglês) é o sistema de classificação criado pelo EPO/USPTO, baseado na Classificação Internacional de Patentes (IPC, sigla em inglês), sendo apenas mais detalhado. Enquanto a IPC possui em torno de 70 mil grupos, a CPC possui em torno de 200 mil grupos de patentes (INPI, 2019).

Com o uso da CPC para a palavra-chave “*Artificial intelligence AND building construction*”, pôde-se observar que os resultados das buscas apresentaram uma variedade muito maior de códigos se comparados com os da IPC adotada pelo Brasil. Os códigos CPC de maior relevância foram: G06F17/5004 (Projeto arquitetônico, por exemplo, *design* de edifícios) e o G06F21/31 (Autenticação de usuário), conforme pode ser observado no Gráfico 5.

Vale ressaltar que entre as dez classificações com maior número de patentes, oito são da categoria “G”, e as seis mais incidentes são da subcategoria “G06F”. Os resultados mostram como a categoria “G”, e particularmente a subcategoria “G06F”, são relevantes, já que essas linhas de aplicação apresentam potencial de transformação significativa para o desenvolvimento do setor da construção civil.

Gráfico 5 – Patentes distribuídas por CPC. Termo de busca: *Artificial Intelligence AND building construction*

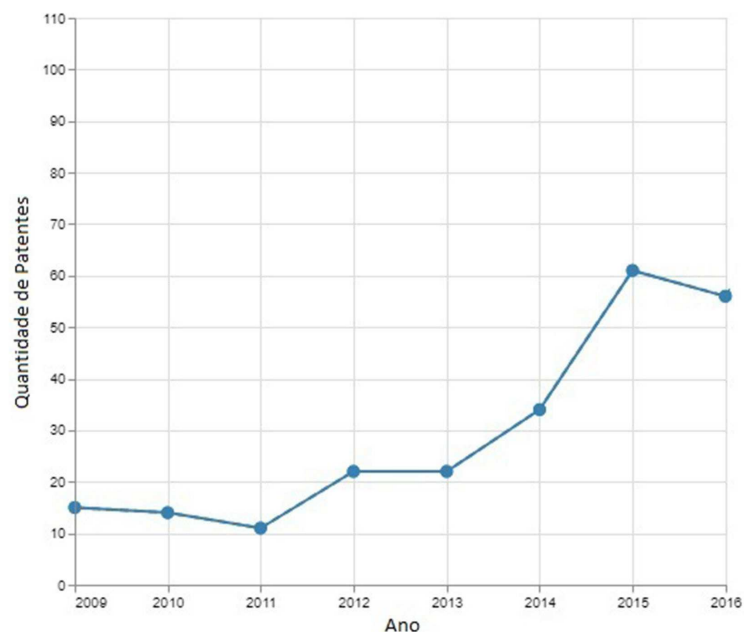


Fonte: Lens Org. (2019)

No Gráfico 6 analisa-se a evolução tecnológica com a utilização do termo “*Artificial intelligence AND building construction*” para o segmento da construção civil. É importante salientar que, apesar de o estudo restringir-se ao período de janeiro de 2009 a junho de 2019, devido ao interesse em desenvolvimentos tecnológicos recentes foi respeitado o período de sigilo de 18 meses de uma patente. Com isso, foi desconsiderado o período de graça na análise e o gráfico vai até 2016, evitando-se o “efeito de borda”, ou seja, um gráfico que seria uma alteração na composição estrutural devido a dados incompletos ou fragmentados.

Essa precaução é importante para evitar erros de interpretação, pois tratam-se de resultados preliminares e somente ter-se-ão resultados conclusivos após esse período de graça, o que possibilita que sejam realizados novos estudos para analisar a real situação de como se encontra a adoção de soluções de Inteligência Artificial (IA) no setor de construção civil e se houve um salto ou estagnação das publicações ao final do balanço total.

Gráfico 6 – Publicação por ano – Termo de busca: *Artificial Intelligence AND building construction*



Fonte: Adaptado pelos autores deste artigo de Lens Org. (2019)

De posse dessas informações, pôde-se observar que no ano de 2009 o índice era baixo e ainda teve um declínio até 2011. Já em 2012, houve o primeiro salto e estabilizou-se entre 2012 e 2013. Entretanto, nos dois anos seguintes houve o grande salto, com ápice em 2015, e em 2016 houve uma discreta diminuição. Esses resultados mostram uma tendência de crescimento na atual década.

É importante frisar que o primeiro salto, de 2012, pode ter sido impulsionado pelo surgimento e desenvolvimento da indústria 4.0, ou Quarta Revolução Industrial, ocorrida na Alemanha no ano anterior, que é um programa criado pelo governo com o objetivo de promover a automatização da manufatura e, assim, aumentar a produtividade das linhas de produção, gerando maior competitividade com a indústria internacional por meio de fábricas inteligentes (*Smart manufacturing*).

4 Considerações Finais

O desenvolvimento desse estudo permitiu, pela primeira vez, fazer um reconhecimento do cenário mundial em pesquisas e tecnologias desenvolvidas que apresentassem a inteligência artificial associada ao setor da construção civil. As prospecções realizadas revelam que os Estados Unidos da América são o país com o maior número de patentes do segmento, liderado pela corporação transnacional Samsung Electronics co, LTD, enquanto o Brasil apresenta um campo ainda incipiente para equipamentos inteligentes com potencial de transformar de maneira significativa a produtividade do setor da construção civil.

Verifica-se ainda que, apesar do baixo índice de inovação no Brasil, há um movimento nacional de incentivo ao desenvolvimento da inovação tecnológica, com a criação de programas de incentivo como o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para a Manufatura Avançada do Brasil, baseado na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) 2016-2022.

A partir da análise dos bancos de dados consultados, percebe-se que o campo de pesquisa abordado apresenta um potencial enorme, tanto na área científica quanto na tecnológica, principalmente no Brasil, contudo, para que essas pesquisas se desenvolvam é necessária uma maior interação da tripla hélice da inovação, formada pelo governo, academia e empresas. Com isso, vê-se a importância de um maior investimento científico e tecnológico para que mais patentes sejam geradas e, sobretudo, que haja menos burocracias referentes aos depósitos.

Referências

BALAGUER, C.; ABDERRAHIM, M. **Robotics and Automation in Construction**: trends in Robotics and Automation in Construction. [S.l.]: Intech, 2008. 23p. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/4480/ec51157f4fb8f0b9fcbd4ced478568a48733.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2019.

BLANCO, L. J. *et al.* **Artificial intelligence**: Construction technology's next frontier, McKinsey & Company. 2018. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/artificial-intelligence-construction-technologys-next-frontier>. Acesso em: 15 maio 2019.

CAPES – COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. [2019]. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/>. Acesso em: 13 maio 2019.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Investimentos em indústria 4.0**. Brasília: CNI, 2018. p. 13. Disponível em: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/8b/0f/8b0f5599-9794-4b66-ac83-e84a4d118af9/investimentos_em_industria_40_junho2018.pdf. Acesso em: 17 maio 2019.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Sondagem especial 66_ indústria 4.0**. Brasília: CNI, 2016. p. 31. Disponível em: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/e0/aa/e0aab52-53ee-4fd8-82ba-9a0ffd192db8/sondespecial_industria40_abril2016.pdf. Acesso em: 17 maio 2019.

CORONATO, M.; BUSCATO, M. **A aprovação rápida de patentes beneficia a sociedade?** 2017. Disponível em: <https://epoca.globo.com/economia/noticia/2017/08/aprovacao-rapida-de-patentes-beneficia-sociedade.html>. Acesso em: 13 jun. 2019.

DESJARDINS, J. Innovators wanted: these countries spend the most on R&D. **World Economic Forum**, 18 dez. 2018. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2018/12/how-much-countries-spend-on-r-d/>. Acesso em: 20 maio 2019.

FORBES. [2018]. Disponível em: <https://forbes.uol.com.br/negocios/2018/08/samsung-anuncia-investimento-de-us-22-bilhoes-em-ia/>. Acesso em: 7 jun. 2019.

HESS, T. *et al.* Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. **MIS Quarterly Executive**, [S.l.], v. 15, n. 2, p. 123-139, 2016. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/bee/b41a637b2161552b3f112fb56df11d96c507.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2019.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Classificação de patentes**, 2017. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/classificacao-de-patentes>. Acesso em: 19 maio 2019.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. [2019]. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/>. Acesso em: 13 maio 2019.

LATIPAT. **Espacenet**. 2019. Disponível em: https://lp.espacenet.com/help?locale=pt_LP&method=handleHelpTopic&topic=countrycodes. Acesso em: 19 maio 2019.

LENS. [2019]. Disponível em: <https://www.lens.org/>. Acesso: 13 maio 2019.

LENS.ORG. [2019]. **Principais proprietárias** (Gráfico 4). Disponível em: <https://www.lens.org/lens/>. Acesso em: 7 jun. 2019.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Reinventing Construction: a route to higher productivity**. McKinsey & Company. Fev. 2017. Disponível em: https://www.mckinsey.com/~/_media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/Reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/MGI-Reinventing-Construction-Full-report.ashx. Acesso em: 13 maio 2019.

MCTIC – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação – Manufatura Avançada no Brasil – ProFuturo: Produção do Futuro**. Brasília. Dez. 2017. Disponível em: https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologias_convergentes/arquivos/Cartilha-Plano-de-CTI_WEB.pdf. Acesso em: 18 maio 2019.

MICROSOFT. **Microsoft Technology Licensing**. [2019]. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/legal/intellectualproperty/mtl/default.aspx>. Acesso em: 20 maio 2019.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (BRASIL). **ONU vê aumento dos pedidos de patentes de inteligência artificial; China e EUA lideram**. 13 fev. 2019. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-ve-aumento-dos-pedidos-de-patentes-de-inteligencia-artificial-china-e-eua-lideram/>. Acesso em: 18 maio 2019.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. 3. ed. [S.l.]: Editora Campus, 2013. 1.016 p.

SAMSUNG. [2019]. Disponível em: <https://www.samsung.com/pt/news/local/futuro-vida-conectada/>. Acesso em: 7 jun. 2019.

SARDUY, J. R. Gómez *et al.* Determining cement ball mill dosage by artificial intelligence tools aimed at reducing energy consumption and environmental impact. **Ing. Investig.**, Bogotá, v. 33, n. 3, Sept.-Dec. 2013. ISSN 0120-5609. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092013000300009&lang=pt. Acesso em: 8 jul. 2019.

SCIENCE DIRECT. [2019]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/>. Acesso em: 13 maio 2019.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Índice Global de Inovação 2018 – Energizando o Mundo com Inovação**. 11. ed. [2018]. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo_pub_gii_2018-abridged1.pdf. Acesso em: 19 maio 2019.

Sobre os Autores

Fabio dos Santos Teixeira

E-mail: arqfabio28@gmail.com

MBA em Gestão Empresarial pela Faculdade Estácio em 2009, Aluno Especial no mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Campus Belém.

Endereço profissional: Rua da Marinha Passagem São Sebastião, n. 668, Marambaia, Belém, PA. CEP: 66623-020.

Paulo Cesar dos Santos Teixeira

E-mail: arqpaulocesar2@gmail.com

Pós-Graduação *Lato Sensu* em Engenharia de construção Civil: planejamento e controle pela Universidade da Amazônia em 2011. Mestrando em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Campus Belém.

Endereço profissional: Trav. Quintino Bocaiúva, n. 1.588, Nazaré, Belém, PA. CEP: 66035-190.

Carlos Alberto Machado da Rocha

E-mail: carlos.rocha@ifpa.edu.br

Doutorado em Neurociências e Biologia Celular pela Universidade Federal do Pará em 2009. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Campos Belém.

Endereço profissional: Avenida Almirante Barroso, n. 1.155, Marco, Belém, PA. CEP: 66093-020.

