

## MAPEAMENTO TECNOLÓGICO SOBRE DISPOSITIVOS E SENSORES PARA MEDIÇÃO IN LOCO EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

### TECHNOLOGICAL MAPPING ABOUT DEVICES AND SENSORS FOR USE IN LOCO DURING CONSTRUCTION PROCESSES

José Edilson dos Santos Júnior <sup>1</sup>; Isnaldo José de Souza Coelho <sup>2</sup>; Vivianni Marques Leite dos Santos <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente no Programa de Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação - PROFNIT

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF – Juazeiro/BA – Brasil - edilsonsjr@gmail.com

<sup>2</sup>Docente no Programa de Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação - PROFNIT

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF – Juazeiro/BA – Brasil – vivianni.santos@gmail.com

#### Resumo

*Apesar dos impactos positivos da construção civil no desenvolvimento de qualquer país, os processos construtivos na maior parte deles encontram-se bastante obsoletos, em termos de investimentos pela redução de gargalos e gestão estratégica para redução do uso de recursos naturais e dos tempos de execução das obras, o que resulta em custos elevados, principalmente com mão de obra. O desenvolvimento de dispositivos e sensores que permitam reduzir o tempo para execução de etapas ou a perda de material pelo controle remoto dos processos a partir de propriedades dos materiais surge como possível nicho de mercado. Entretanto, faz-se necessário o conhecimento do estado da técnica para redução nos riscos com investimentos. Para isto, foi utilizado busca, por meio software Questel Orbit, para adequada análise de anterioridade. Inesperadamente, verificou-se que o Brasil destaca-se com o maior percentual de famílias de patentes depositadas no mundo, com os termos construção civil, dispositivo e/ou sensor nos seus títulos ou resumos, além do fato de que todas estão ativas, concedidas ou em análise. Entretanto, a despeito dos desenvolvimentos nacionais, a maioria das invenções já depositadas resulta em aplicações indiretas na área em foco, havendo nicho de mercado promissor para criação de sensores com base no uso das propriedades físico-químicas dos materiais de construção para monitoramento e gestão dos processos construtivos.*

**Palavras-chave:** engenharia civil; gestão; controle; inovação

#### Abstract

*Despite the positive impacts of civil construction on the development of any country, the construction processes in most of them are quite obsolete, in terms of investments through the reduction of bottlenecks and strategic management to reduce the use of natural resources and the execution times. This results in high costs, especially with labor. The development of devices and sensors that reduce the time to perform steps or the loss of material through remote control of processes from material*

*properties emerges as a possible niche market. However, knowledge of the state of the art is required to reduce investment risks. For this, we used Questel Orbit software for search for proper prior analysis. Unexpectedly, it was found that Brazil stands out with the highest percentage of filed patent families in the world, with the terms construction, device and/or sensor in their titles or summaries, in addition to the fact that they are all active, granted or under review. However, despite national developments, most of the inventions already deposited result in indirect applications in the focus area, and there is a promising market niche for the creation of sensors based on the use of building material physicochemical properties for monitoring and management of construction processes.*

**Key-words:** civil engineering; management; control; innovation

## 1. Introdução

A construção civil, no Brasil e no mundo, é importante setor que se destaca no desenvolvimento social e econômico de um país, impactando positivamente nos índices de desenvolvimento. Por outro lado, sua intensa atividade também resulta em impactos negativos e necessidade da busca por métodos cada vez mais eficientes. Do ponto de vista ambiental, por exemplo, Rosado e Penteadó (2019) destacam alguns dos resíduos da construção civil (RCCs) como oriundos de construções, das reformas e/ou reparos, demolições e da preparação de terrenos.

Destaca-se ainda que a eficiência dos processos repercute diretamente nos ganhos das empresas construtoras. Barbalho et al. (2013) avaliaram iniciativas para aumento da eficiência em empresa, verificando redução de lead-times de fabricação e de processos de compras, além da redução na duração dos projetos. Nesse sentido, diante do fato de que o maior tempo na execução das obras de construção civil repercute em aumento direto nos custos, principalmente mão de obra, faz-se necessário a busca por tecnologias para acelerar os processos construtivos.

Netto (2018) argumentou que o monitoramento do desempenho de projetos por meio de indicadores é um recurso de gestão de grande importância para as organizações. Nesse sentido, que os autores desse estudo consideram bastante ultrapassados os indicadores para gestão das obras de construção.

No contexto do desenvolvimento sustentável, Marques et al. (2017) ressaltam os desafios enfrentados pela indústria da construção civil, com destaque para a busca por maiores níveis de qualidade e eficiência em seus processos produtivos e no consumo dos recursos naturais. Os referidos autores concluíram que são necessários, dentre outros, o monitoramento e a gestão contínua dos recursos naturais dentro dos canteiros de obras, principalmente o consumo de água e energia.

Nesse sentido, pesquisas aplicadas para o desenvolvimento tecnológico por meio da criação de inventos que auxiliem o monitoramento e gestão dos processos constitui fator decisivo. Tais estudos para inovação na área pode agregar valor e permitir construções com tecnologias mais

avançadas e eficientes. Por outro lado, nenhuma nova pesquisa deve ser iniciada sem o devido conhecimento do estado da técnica, não sendo nada viável o “reinventar da roda”. O investimento para desenvolvimento de algo que já existe se transforma apenas em perdas financeiras.

Assim, este artigo tem como objetivo estabelecer o estado da arte relativo ao desenvolvimento de dispositivos e sensores para aplicação na construção civil, principalmente durante a fase de execução, com o intuito de auxiliar o desenvolvimento de projetos inovadores, pela adequada decisão acerca das novas criações a serem propostas e investidos recursos.

## **2. Metodologia**

Trata-se de um estudo de natureza básica (GIL, 1999), pois embora seja etapa essencial para o desenvolvimento de dispositivo para medir parâmetros que permitem gerenciar obras de construção civil com base em propriedades físico-químicas, antes deve ser realizada busca exaustiva sobre as tecnologias já existentes ou em desenvolvimento para inovação no setor, a qual consiste no mapeamento realizado nesse estudo.

Assim, consiste em uma pesquisa exploratória, descritiva e explicativa, dado o objetivo principal compreender pesquisa na literatura e banco de dados de patentes nacionais e internacionais por meio do software Questel Orbit. A etapa de busca foi realizada utilizando as palavras chave: “construção civil” e “dispositivo”. Ao final, adicionando a palavra chave “sensor” foi refinada a busca, especificando os dispositivos do tipo sensores, para que analisássemos os dados tecnológicos para decisões acerca de desenvolvimento por meio da utilização de sensores para monitoramento em obras de construção civil.

Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa quanti-qualitativa, devido realizar levantamento quantitativo das pesquisas já divulgadas e produção tecnológica por meio de patentes, com análise e discussão acerca dos principais desenvolvimentos tecnológicos.

## **3. Resultados e Discussão**

Para tornar os processos desenvolvidos no setor de construção civil mais eficientes, ou seja, mais rápidos, com menor custo e/ou impactos ambientais, percebe-se que há iniciativas no mundo todo. No presente estudo, foram identificadas 1044 famílias de patentes no mundo, que citam “construção civil e dispositivo” nos seus títulos ou resumos, com percentual elevado daquelas depositadas no Brasil (Figuras 1 e 2), incluindo aquelas que foram depositadas pela primeira vez no

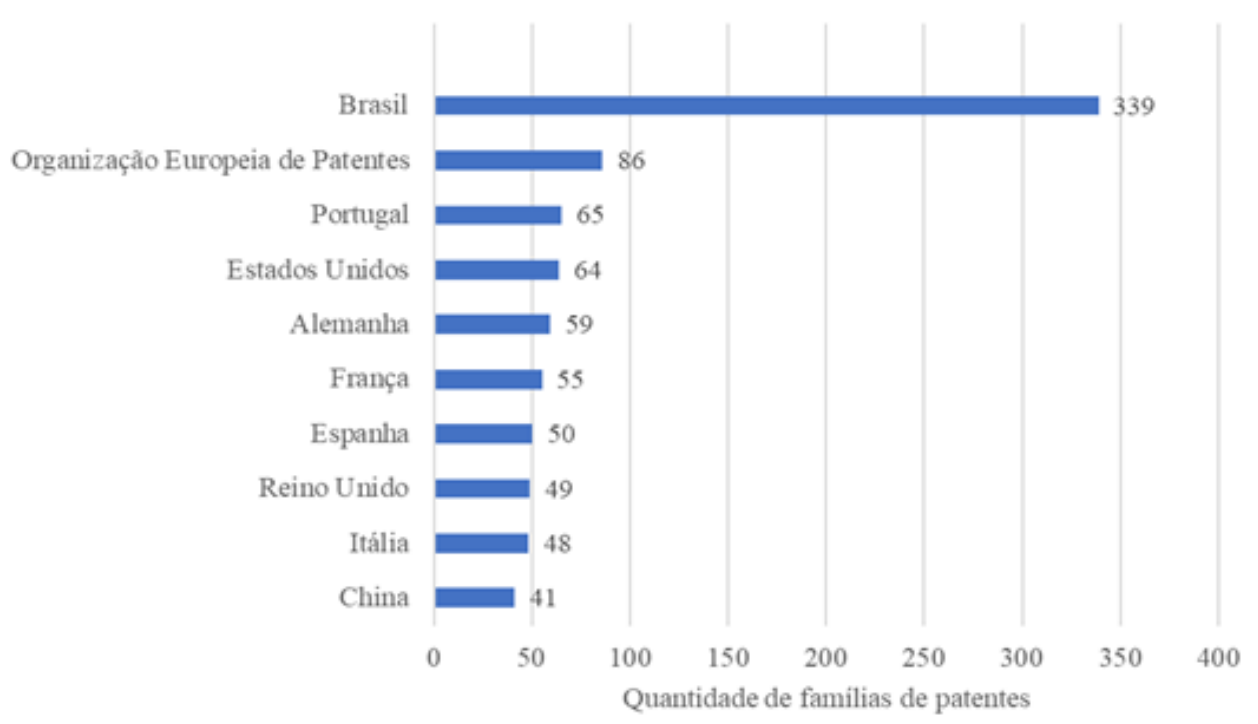
país (1ª prioridade). Verificando-se ainda que os primeiros desenvolvimentos data de 1999, com comportamento crescente, máximo no ano de 2014 e início de comportamento decrescente (Figura 3).

Figura 1. Famílias de patentes por país de proteção.



Fonte: Questel Orbit (2019).

Figura 2. Quantidade de famílias de patentes por país de prioridade.

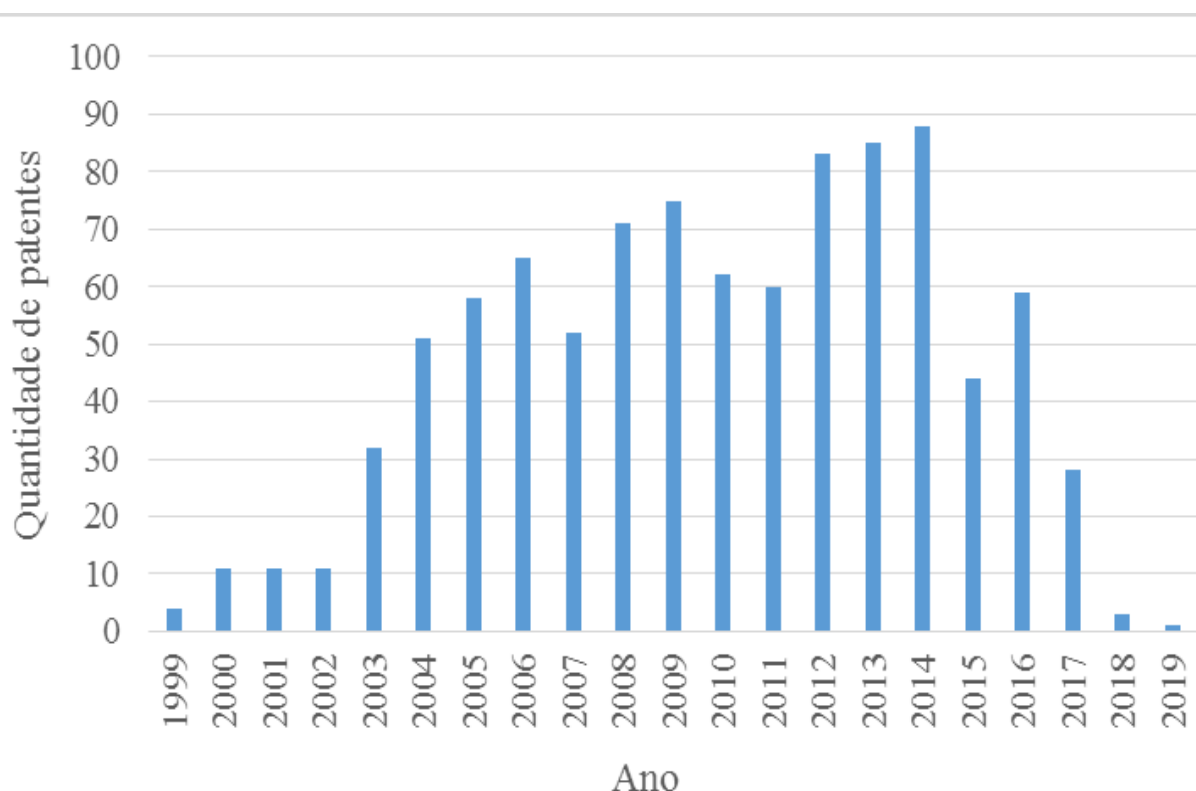


Fonte: Elaborado a partir de dados obtidos do Questel Orbit (2019).

Entre as 1044 patentes, há elevado número de patentes (610) inativas ou mortas, representando 58,4%, para o qual sugere-se estudos acerca dos detalhes para esta condição. Por outro lado, com o percentual de 32,5% do total de depósitos no mundo, o Brasil tem destaque significativo de patentes, estando todas ativas, com 97 deferidas (concedidas) e 242 aguardando processo de análise. Em seguida, destacam-se as produções intelectuais protegidas na Organização Europeia de patentes, Portugal e nos Estados Unidos da América.

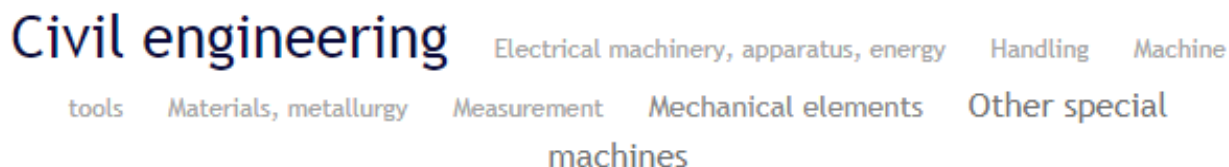
A escolha das palavras chave foi considerada apropriada, dado que as patentes identificadas estão concentradas nos domínios das tecnologias que contemplam o desenvolvimento de dispositivos para monitoramento das propriedades físico-químicas de materiais empregados na construção civil (Figura 4), com destaque para 477 famílias de patentes no domínio ou área da Engenharia Civil, seguida pela área de Elementos Mecânicos, com 77, Máquinas elétricas (47), Equipamentos (47), Energia (47), Instrumentos (66) e outras 131 famílias em máquinas especiais.

Figura 3. Quantidade de famílias de patentes por ano.



Fonte: Elaborado a partir de dados obtidos do Questel Orbit.

Figura 4. Os oito principais domínios das tecnologias para as patentes com as palavras chave em estudo.

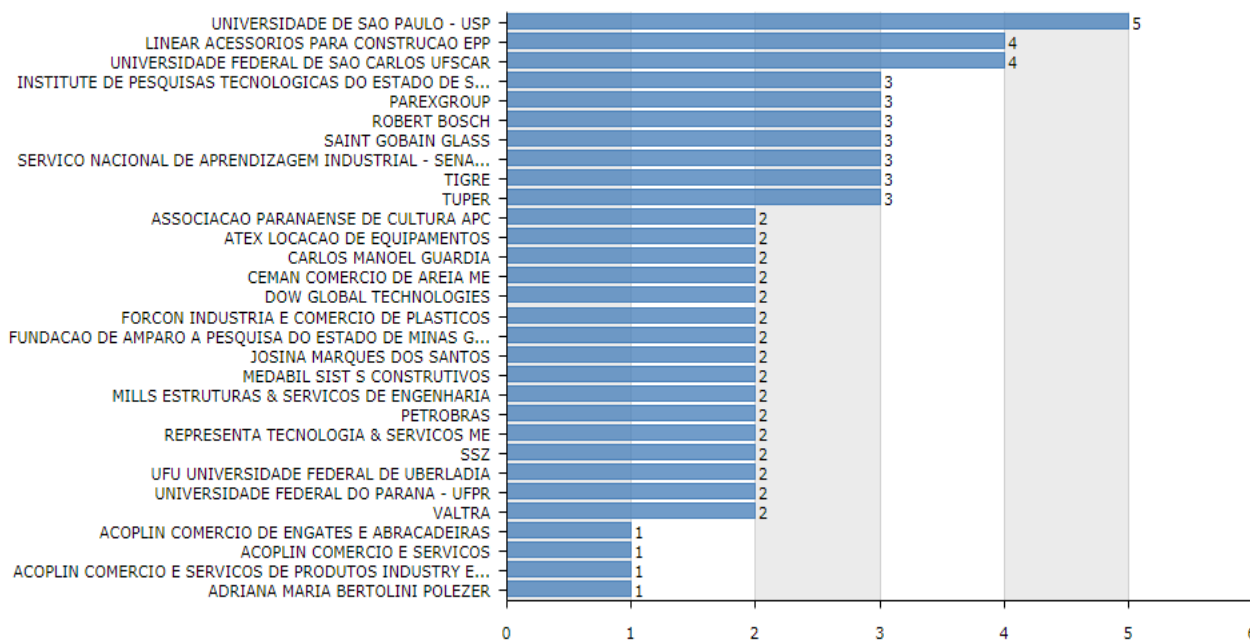


Fonte: Questel Orbit (2019).

Entre as 339 famílias de patentes ativas no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), verifica-se que a Universidade de São Paulo (USP) lidera, com 5 famílias de patentes com depósito 1ª prioridade no Brasil (Figura 5) e que no âmbito global perde apenas para a Saint Gobain Glass (Orbit Questel, 2019), uma multinacional francesa que produz vidros impressos para construção civil, decoração e móveis e depositou 6 patentes com 1ª prioridade no Escritório Europeu.

Entre as famílias de patentes, há ainda a proposição de um substrato que tem, pelo menos, um elemento condutor de eletricidade com função de antena capaz de transmitir e receber sinais eletromagnéticos (COLLINET; JAIME, 2007), a qual está concedida em 6 países e pendente de análise no Brasil e Escritório Europeu.

Figura 5. Quantidade dos principais titulares de patentes entre as 339 patentes depositadas no Brasil.



Fonte: Questel Orbit (2019).

Entre outras Instituições de ensino/pesquisa do Estado de São Paulo, com famílias de patentes depositadas no Brasil, destacam-se a Universidade Federal de São Carlos e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado. Verifica-se também a atuação de empresas, como a Linear Acessórios para Construção, a Paraexgroup, Saint Gobain Glass, Tigre, Tuper, CEMAN comércio de areia, Atex Locação de Equipamentos, Mills Estruturas e Serviços de Engenharia, entre outras (Figura 5). Adicionalmente, há produção tecnológica na área em universidades do Sul e Sudeste do País e notadamente, registra-se família de patentes com titularidade da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

Observa-se ainda, que no âmbito global, surgem companhias conhecidas no Brasil, como a Vale do Rio Doce e a BASF entre as 10 principais titulares (Figura 6). Como medida de valor de mercado, verifica-se que nenhuma delas foi licenciada até esta data, podendo estar sendo utilizadas pelos próprios titulares que impedem terceiros de usarem suas tecnologias.

O score é um valor entre 0 e 1, sendo calculado para cada família de patentes e então calculada média. Trata-se de uma medida da abrangência de citação de subclasses IPC/CPC, ou seja, quanto maior o número de subclasses, mais próximo de 1 será este indicador. Nesse quesito somente a Saint Gobain Glass e a BASF se destacam, sendo aquelas detentoras das patentes mais antigas, com 13,7 e 14 anos, respectivamente.

Figura 6. Indicadores de mercado para os 10 principais titulares de famílias de patentes.

Titular	Quant.		Score	Tempo ativa	Licenciada
	Fam. Ativa	Maior Tam. Família			
SAINT GOBAIN GLASS	6	11	0.91	13.7	0
UNIVERSIDADE DE SAO PAULO - USP	5	1	0	8	0
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SAO CARLOS UFSCAR	4	2.5	0	4.8	0
LINEAR ACESSORIOS PARA CONSTRUCAO EPP	4	1	0	4.5	0
INSTITUTE DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO DE	4	1.5	0	5.1	0
BASF	4	15	0.89	14	0
UNIVERSITY AVEIRO	3	1	0	10	0
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA - UFPR	2	1	0	10.2	0
UNIAO BRASILEIRA DE EDUCACAO E ASSISTENCIA MANTEI	1	1	0	7.6	0
COMPANHIA VALE DO RIO DOCE	1	1	0	13.6	0

Fonte: Adaptado do Questel Orbit (2019).

Para decisão sobre desenvolvimento de tecnologias em obras de construção civil, com adição da palavra chave “sensor”, foram obtidos apenas 97 resultados no total, ficando o Brasil novamente

como líder, com 39 famílias de patentes (40,2%), seguido pelo Escritório Europeu de Patentes e Estados Unidos, com 25 (25,8%) e 23 (23,7%), respectivamente e a China e França, com 16 (16,5%).

Entre as 97 famílias de patentes, 37,1% estão mortas ou inativas, 27,8% pendentes de análise e 35,5% concedidas. As 39 patentes depositadas no Brasil encontram-se ativas, sendo 13 já concedidas. Os três principais titulares das 39 patentes sendo a Robert Bosh (3), a Fundação de amparo à pesquisa no estado de Minas Gerais (2) e a Universidade Federal de São Carlos (2). Deve-se observar que o domínio das tecnologias das patentes aguardando análise está em grande percentual no domínio da engenharia civil foco deste estudo, embora com aplicações indiretas na área, dentre outras.

A tecnologia desenvolvida por Rocha e Smolka (2017), da Optolink Industry e Comercio EPP, trata-se de uma aplicação em engenharia civil, que propõe um novo dispositivo detector de pequenas vibrações ou sensor de vibração via fibra óptica, com possibilidade de aplicações, por exemplo, no monitoramento físico de estruturas da construção civil como pontes, prédios, solo, piso, paredes, e barragens.

Entretanto, o estudo proposto neste artigo busca aplicações para uso durante o andamento ou execução das obras e uma análise detalhada permitiu identificar apenas uma patente neste objetivo ou aplicação, que está relacionada a criação de um transportador de elevador para o poço de elevador em uma construção (DALPOSSO, 2011). Verificou-se que as demais famílias de patentes têm apenas aplicações indiretas na construção civil.

Isto posto, há um nicho para desenvolvimentos a serem realizados com foco na busca pela maior eficiência dos processos constitutivos da construção civil no Brasil, principalmente na busca por sensores para monitoramento *in loco* nas diferentes etapas dos processos construtivos com base nas propriedades dos materiais.

#### 4. Conclusão

As primeiras tecnologias com descrição de sensors e/ou dispositivos e citação de aplicação, mesmo que indireta, na construção civil, datam de 1999, com comportamento oscilando, mas no geral crescente, até 2014, atingindo o pico de 88 publicações, quando desde então passou a registrar quantitativos anuais menores até 2018.

Destaca-se o Brasil, entre os países do mundo, com grande percentual de famílias de patentes ativas, consideradas as concedidas ou em análise, com os termos construção civil, dispositivo e/ou sensor nos seus títulos ou resumos, seguido por países como os Estados Unidos e quantidades



consideráveis de depósitos no Escritório Europeu de patentes. Nesse ponto, constata-se o elevado percentual daquelas pendentes de análise, um aspecto negativo que ainda está associado aos processos tramitados no Escritório de patentes brasileiro, o INPI.

Os três principais titulares das 39 famílias de patentes com inclusão de “sensor” entre as palavras chave são: Robert Bosh, com 3, Fundação de amparo à pesquisa no estado de Minas Gerais, com 2, e a Universidade Federal de São Carlos, também com 2.

Pode-se concluir que há espaço promissor para novas criações com base no uso das propriedades físico-químicas dos materiais para desenvolvimento de sensores destinados ao monitoramento de obras em andamento, que podem ser planejadas visando aumentar a eficiência e segurança nos processos construtivos. Ressaltando-se, nesse sentido, que a maioria das famílias de patentes publicadas até esta data tem apenas aplicações indiretas na construção civil e que os processos construtivos têm vários gargalos nas suas etapas que podem ser devidamente identificados para proposição de soluções para sua minimização ou eliminação, considerando diversas possibilidades de inovações com utilização de sensores ainda não exploradas.

Identificado o nicho para desenvolvimento de dispositivos para aplicação durante obras de construção civil para maior eficiência, efetividade e segurança daqueles processos, sugere-se que sejam consideradas pesquisas sobre o uso de tais dispositivos em outras áreas, bem como sobre o uso das ferramentas associadas à Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA), dada a natureza tecnológica de comunicação máquina-máquina e máquina-homem que pode estar associada àqueles processos.

## Referências

BARBALHO, S. C. M.; TOLEDO, J. C. de; ROJIC, J.; SILLOS, M. de A. **Funções dos escritórios de projetos no desenvolvimento de produtos: pesquisa-ação em empresa de alta tecnologia.** Produção. v.24, no.2, São Paulo, 2013.

COLLINET, S.; JAIME C. J. **Substrate provided with an electroconductive element having an antenna function.** EP2002507. Primeira Publicação na França em 05/10/2007.

DALPOSSO, H. T. Load elevator for well of elevator in construction. BRMU8901515 U2. Publicada em 22/03/2011.

GIL, A. C.. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MARQUES, C. T.; GOMES, B. M. F.; BRANDLI, L. L. **Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade.** Ambiente construído. v.17, no.4, Porto Alegre, 2017.

NETTO, J. T.; OLIVEIRA, N. L. F. de; FREITAS, A. P. A.; SANTOS, J. A. N. dos. **Utilização do valor agregado como ferramenta de gestão na construção civil: uma análise quantitativa.** Ambiente Construído. v.18, no.4, Porto Alegre, 2018.

ORBIT QUESTEL INTELLIGENCE [Ferramenta de busca de bases de dados-Internet]. ©Questel;2018. Disponível em: [www.orbit.com](http://www.orbit.com). Acesso em: julho de 2019.

ROCHA, C. P.; SMOLKA, F. M. **Optical fibre vibration**. BR102017015674 A1. Publicada em 01/08/2017.

ROSADO, L. P.; PENTEADO C. S. G. **Avaliação do ciclo de vida do Sistema Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil da Região Metropolitana de Campinas**. Engenharia Sanitária e Ambiental. v.24, no.1, Rio de Janeiro. 2019.