

## COMPONENTES DE SERVIÇO VINCULADOS COM TECNOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO 4.0<sup>1</sup>

**BRITO, Jéssica Tamires Silva; CARDOSO, Francisco Ferreira (2); OVIEDO-HAITO, Ricardo Juan José (3)**

(1) Universidade de São Paulo, jessicatami@usp.br (2) Universidade de São Paulo, ff.cardoso@usp.br (3) Universidade Federal de Santa Catarina, ricardo.oviedo.haito@ufsc.br

### RESUMO

*Apesar de consolidados, os serviços tradicionais da construção precisam de inovação. Neste sentido, um caminho de solução para este impasse passa pela Construção 4.0, incorporando nas atividades da construção civil tecnologias como o BIM, Inteligência Artificial, Internet das Coisas, etc. O desconhecimento dos serviços oferecidos no contexto da Construção 4.0 dificulta a incorporação de tecnologias e características próprias da Indústria 4.0 nos serviços tradicionais. Consequentemente, neste artigo objetiva-se caracterizar aquilo que configura um serviço 4.0 na construção civil, a partir da análise de serviços associados a 15 tecnologias. A partir da revisão bibliográfica e documental, os dados foram coletados através de Websites de 148 empresas que oferecem serviços vinculados a tais tecnologias em diferentes países; e analisados, desagregando os serviços em seus componentes, ou subserviços, com relação à cadeia de valor do serviço. O resultado obtido foi o mapeamento dos componentes de 38 serviços associados àquelas tecnologias, mostrando que 38% dos subserviços são autônomos, enquanto 62% não são, além de mostrar que 65% dos componentes são associados ao ciclo de dados, enquanto 35% não são. Consequentemente, a interface humana é necessária para habilitar os serviços 4.0. Portanto, esta pesquisa contribui com a caracterização daquilo que configura um serviço 4.0 na construção civil.*

**Palavras chave:** Tecnologia, Serviços, Construção 4.0.

### ABSTRACT

*Although consolidated, traditional construction services needed innovation. In this sense, a solution to this situation passes through Construction 4.0, incorporating technologies into civil construction activities such as BIM, Artificial Intelligence, Internet of Things, etc. The lack of knowledge of the services offered in the context of Construction 4.0 makes it difficult to incorporate the technologies and characteristics typical of Industry 4.0 in traditional services. Consequently, this article aims to characterize what constitutes a 4.0 service in civil construction, from the analysis of services associated with 15 technologies. From the document and bibliographic review, data were collected through the websites of 148 companies that offer services related to such technologies in different countries; and analyzed, disaggregating services into their components, or subservices, in relation to the service value chain. The result found was the mapping of the components of 38 services associated with those technologies, showing that 38% of the subservices are autonomous, while 62% are not, in addition to showing that 65% of the components are associated with the data cycle, while 35% are not. Consequently, human intervention is necessary to enable services 4.0. Therefore, this research contributes to the characterization of what constitutes a service 4.0 in civil construction.*

**Keywords:** Technology, Services, Construction 4.0.

---

<sup>1</sup> BRITO, J. T. S.; CARDOSO, F. F., OVIEDO-HAITO, R. J. J. Componentes de serviço vinculados com tecnologias da construção 4.0. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12., 2021, Maceió. **Anais**[...] Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/445>. Acesso em: 2 out. 2021.

## 1 INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nas últimas duas décadas o crescimento da produtividade da construção civil se limitou, em média, a 1% ao ano; enquanto o setor industrial obteve 3,6% e a economia mundial cresceu cerca de 2,8% (BARBOSA *et al.*, 2017). Visando reduzir tal diferença, as oportunidades trazidas pela Indústria 4.0, especificamente pela Construção 4.0, têm o potencial de revolucionar o setor (SAWHNEY *et al.*, 2020). Isto porque, historicamente, a incorporação de inovações e tecnologias alterou a relação das empresas com seus clientes e entre si, crescendo a produtividade, a qualidade e a segurança na produção (OVIEDO-HAITO; MORATTI; CARDOSO, 2019).

Neste sentido, a Construção 4.0 é um paradigma que propõe a automatização e digitalização dos processos de projeto e construção, por meio de sistemas ciberfísicos, com o objetivo de otimizar tempo, custos, controle de qualidade e segurança dos trabalhadores (MUÑOZ-LA RIVERA *et al.*, 2021). Entre as tecnologias que estão sendo consideradas como da Construção 4.0 encontram-se também: *Building Information Modelling* (BIM); *Big Data*; Computação em Nuvem; *Global Positioning System* (GPS); Internet das Coisas (IoT); Realidade Virtual; Robótica (DALLASEGA; RAUCH; LINDER, 2018; LI *et al.*, 2019; OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016), além de *Blockchain*, Inteligência Artificial (AI), Manufatura Aditiva, Sensores (SAWHNEY *et al.*, 2020), Drones, *Geographic Information System* (GIS), *Laser Scanning* (MUÑOZ-LA RIVERA *et al.*, 2021) e *Web Service* (IBEM; LARYEA, 2014). Desse modo, estas tecnologias criam um ambiente interconectado através dos serviços realizados pelos seus sistemas, integrando organizações, processos e informações para que se projete, construa e opere de modo mais eficiente (SAWHNEY *et al.*, 2020). Este ambiente se caracteriza por possuir certo grau de autonomia, isto é, permite que decisões sejam tomadas sem envolvimento de um operador humano dentro dos ciclos das operações (NIU *et al.*, 2016).

Assim, essas tecnologias podem ser incorporadas nos serviços oferecidos por empresas aos agentes da cadeia da construção civil. Entende-se serviço como a transformação de um bem em valor agregado ao cliente (TEBOUL, 2006). Mais do que isso, é a “*aplicação de recursos, conhecimentos e habilidades através de atividades, processos e performances de uma em benefício de outra entidade*” (VARGO; LUSCH, 2008, p. 26), segundo um processo de cocriação e troca mútua entre diversos atores, sejam eles prestadores ou beneficiários dos serviços (KOSKELA-HUOTARI *et al.*, 2016).

Por sua vez, os serviços podem ser entendidos segundo seus componentes (TEBOUL, 2006), aqui também referenciados como subserviços. Ou seja, segundo o mesmo autor, um serviço pode ser interpretado segundo o seu Ciclo da Cadeia de Valor. Assim, dado um serviço, este pode ser desmembrado nos subserviços aos quais a empresa oferece do início até a prestação final ao cliente. Sob essa visão, um serviço é construído passo-a-passo e, em cada um desses, deve-se entender o que os clientes-alvo valorizam, de modo a oferecê-lo (TEBOUL, 2006). Logo, a análise a partir dos subserviços permite entender as diferenças entre o modo em que as empresas produzem seus serviços, bem como o valor que estão entregando aos seus clientes. Não obstante, e dada a novidade quanto à Construção 4.0, pouco se sabe sobre o que se constitui como um serviço da Construção 4.0, ou serviço 4.0, e quais são os seus componentes. Portanto, nesta pesquisa objetiva-se caracterizar aquilo que configura um serviço 4.0 na construção civil, a partir do entendimento do Ciclo da Cadeia de Valor de serviços vinculados com tecnologias da Construção 4.0. Para tanto, analisaram-se 38 serviços – que totalizam 262 subserviços - oferecidos por 148 empresas selecionadas por incorporar tecnologias vinculadas com a Construção 4.0. Especificamente, as tecnologias estudadas foram 15: Inteligência artificial (AI), *Big Data*, BIM, Computação em Nuvem, Drones, GIS, GPS, IoT, *Laser Scanning*, Manufatura Aditiva, Realidade Virtual, Robótica, Sensores e *Web Service*.

## 2 METODOLOGIA

Os serviços 4.0 na construção civil foram caracterizados a partir da revisão de literatura em *sites* especializados e, principalmente, de pesquisa documental nas empresas que os oferecem. Para a escolha das fontes de informação, na literatura identificaram-se quinze tecnologias associadas com a Construção 4.0, chamadas aqui tecnologias principais, anteriormente relacionadas. Para cada uma dessas tecnologias identificaram-se, também, em artigos científicos, pelo menos, três serviços oferecidos a partir dessas tecnologias. Posteriormente, para cada um desses serviços identificaram-se na internet três empresas ofertando-os, como mínimo. A quantidade de empresas e serviços pesquisados associou-se à completude dos dados disponíveis. Ou seja, para cada tecnologia principal pesquisaram-se no mínimo três serviços associados e, para cada serviço, no mínimo três empresas que os ofereciam. Por exemplo, para o caso do serviço de Administração da Frota de Veículos no canteiro de obras, associado à tecnologia IoT, as informações das primeiras três empresas estudadas foram insuficientes para caracterizá-lo, situação alcançada somente na quinta empresa avaliada.

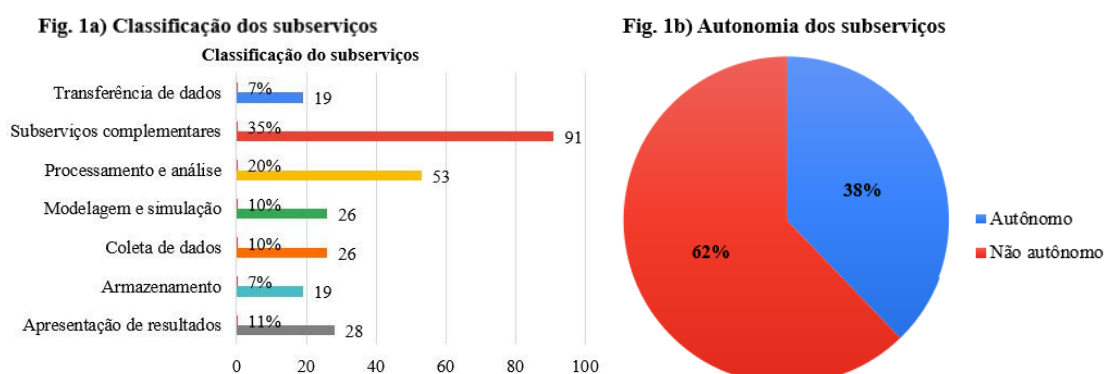
Para a coleta de dados, nos *websites* liam-se as informações das empresas, visando entender as suas ofertas. Depois, eram coletados dados acerca dos subserviços, das tecnologias, das empresas e dados catalográficos. Os dados coletados acerca do ciclo da cadeia de valor do serviço foram os subserviços e suas descrições, a tecnologia principal associada ao oferecimento daquele serviço, os acessórios usados, as tecnologias complementares associadas (aquelas que não são principais, mas complementam às principais), o nome e a descrição com o objetivo do serviço. Quanto aos dados sobre as empresas consultadas, foram coletados os seus nomes, links dos websites acessados e as datas de acesso. Esses dados foram registrados em uma planilha eletrônica.

Posteriormente, analisaram-se os dados, comparando todos os subserviços e as suas descrições, gerando classificações que agruparam serviços similares. Destaca-se que as porcentagens aqui apresentadas se referem aos 262 subserviços coletados em 148 empresas avaliadas ([https://docs.google.com/spreadsheets/d/1bnTXVTTSm\\_8WctCAaZEoaiF5dOHFjZyCj8vpO09oRM/edit#gid=0](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1bnTXVTTSm_8WctCAaZEoaiF5dOHFjZyCj8vpO09oRM/edit#gid=0)). Ou seja, caso “n” dos 262 subserviços apresentem determinada característica, tal valor referencia-se como “x%”, equivalente a divisão de “n” pelos 262 subserviços. Como resultado produziram-se tabelas e figuras, como as apresentadas no próximo item. Finalmente, realizou-se a redação dos resultados e conclusões mostrados neste artigo.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos dados coletados nos websites de 148 empresas, acerca de 38 serviços, 262 subserviços e 15 tecnologias da Construção 4.0, obteve-se os resultados representados na Figura 1.

**Figura 1 – Classificação dos subserviços e autonomia dos subserviços**



Fonte: Autoria própria (2021)

Conforme observa-se na Figura 1a), dos 262 subserviços estudados, 35% foram classificados como subserviços complementares - conforme definido no item 3.2 -, como por exemplo, o subserviço de instalação de sensores. Por outro lado, observa-se que os outros 65% dos componentes, ou subserviços, foram classificados como integrantes do ciclo de dados, ou ciclo de vida da informação (ARASS; OUAZZANI-TOUHAMI; SOUISSI, 2019), a saber: **processamento e análise de dados (20%)** -p.ex. o subserviço de processamento e análise em tempo real de imagens capturadas do canteiro de obras por meio da AI para identificação de problemas e verificação da movimentação de materiais-; **apresentação de resultados (11%)** – p.ex. o subserviço de apresentação dos resultados de um monitoramento do progresso da construção em um software; **coleta de dados (10%)** – p.ex. o escaneamento a laser da construção para a realização de um modelo digital; bem como **modelagem e simulação (10%)** – p.ex. a realização de modelos BIM em softwares 3D para a realização de um planejamento de projeto; **transferência de dados (7%)** – p.ex. a transferência das imagens captadas por drones por meio da computação em nuvem; e **armazenamento de dados (7%)** – p.ex. o subserviço de armazenamento do dado capturado por um sensor inserido em um concreto a ser curado. Isso significa que os serviços vinculados a tecnologias da Construção 4.0 apresentam contribuição expressiva de subserviços associados ao ciclo de dados. Complementarmente, observa-se na Figura 1b) que, dos 262 subserviços consultados, 62% classificam-se como não autônomos e 38% como autônomos, segundo definido por Niu *et al.* (2016). Maiores detalhes exploram-se a seguir.

### 3.1 Subserviços do ciclo de dados

A Tabela 1 resume os resultados relacionados aos subserviços do ciclo de dados.

**Tabela 1 – Classificações dos subserviços vinculados ao ciclo de dados**

Classe do subserviço do ciclo de dados	(%)	Subclasse 1	(%)	Subclasse 2	(%)
Coleta de dados	10%	Captura de dados	88%		
		Recebimento de dados	12%		
Transferência de dados	7%	Com rede sem fio	100%		
Armazenamento	7%	Na nuvem	100%		
Processamento e análise	20%	Autônomo	62%	Com cibersegurança	48%
		Não autônomo	38%	Sem cibersegurança	52%
Modelagem e simulação	10%	Integração físico-digital	46%		
		Integração digital-digital	31%		
		Integração digital-físico	23%		
Apresentação de resultados	11%	Autônomo e em tempo real	50%		
		Não autônoma	50%		

Fonte: Autoria própria (2021)

Os subserviços de **coleta de dados** foram divididos em captura de dados ou em recebimento de dados já capturados por outros. Nesta pesquisa 88% dos subserviços de coleta de dados classificaram-se como captura (Tabela 1). Em geral, esses subserviços realizam a captura por meio das tecnologias GPS, *Laser Scanning* e Sensores.

Por sua vez, os subserviços de **transferência dos dados** foram aqueles responsáveis pela transmissão dos dados capturados ou recebidos ao local de armazenamento. O mapeamento mostrou um fato notável: todos os subserviços de transferência de dados consultados a realizam com rede sem fio, como por exemplo *Wi-fi*. Os subserviços de **armazenamento** recebem os dados transferidos e os armazenam. Cabe salientar que todos os subserviços de armazenamento mapeados o fazem por meio da nuvem, tecnologia aqui entendida como Computação em Nuvem, ou *Cloud Computing*. O armazenamento na nuvem, associado à transferência de dados por meio da rede sem fio conformam a transmissão em tempo real. Além disso, a Computação em Nuvem também contribui para o compartilhamento e colaboração dos dados, na medida em que diversos agentes podem acessar ao mesmo tempo e remotamente os dados na nuvem.

Os subserviços de **processamento e análise** de dados, que possuem a maior frequência (20%) dentre os subserviços estudados, realizam o tratamento sistemático dos dados que foram anteriormente armazenados, ordenando-os, classificando-os ou realizando operações que objetivam um resultado específico, informações úteis para apoiar a tomada de decisão, tornando-a mais assertivas. O mapeamento mostrou que as principais tecnologias vinculadas a esse subserviço são *Blockchain*, IoT, AI, *Big Data* e GIS. Dentre os subserviços de processamento e análise consultados, observou-se que cerca de 62% são realizados de modo autônomo (Tabela 1), o que quer dizer que o processamento e a análise dos dados ocorrem em tempo real e de maneira autônoma, sem a necessidade de um operador (pessoa) conduzindo o serviço. Identificou-se que a autonomia ocorre em função de um trabalho de programação que faz com que os próprios softwares, ou outros aplicativos que analisam os dados, façam essa rotina sem a necessidade de um condutor. Ou seja, o processo é bastante apoiado na ciência de dados.

Ainda quanto aos subserviços de processamento e análise, nota-se que, dos subserviços que apresentam análise autônoma, cerca de 52% não apresentam cibersegurança, enquanto cerca de 48% a apresentam. No geral, os subserviços que apresentaram cibersegurança o fazem porque trabalham com dados que geralmente são alvos de crimes cibernéticos - como dados pessoais e dados bancários. Assim, aqueles que não apresentam a cibersegurança correspondem a dados analisados que não são alvos comuns para criminosos virtuais, como por exemplo dados acerca de condições físicas de canteiro de obras e edifícios. Ainda assim, pode-se notar que a presença da cibersegurança é um fator importante para os serviços inteligentes prestados à construção, principalmente, quando trabalham com dados de pessoas, pagamentos, etc., como no caso dos serviços que usam *Blockchain*, como *Smart Contracts*, por exemplo.

Os subserviços de **modelagem e simulação** referem-se ao uso de modelos 3D e 2D para realização de inferências e simulações antes, durante e depois da construção de empreendimentos. A principal tecnologia vinculada a esses subserviços é o BIM. Nesta classe de subserviços, cerca de 46% caracterizam-se por realizar a integração do ambiente físico para o digital, e cerca de 31% pela integração do digital para o digital e cerca de 23% pela integração do digital para o físico. A integração do meio físico para o digital é assim denominada por modelar a partir de dados coletados do ambiente físico. Neste caso, por exemplo, está o serviço de realização de um modelo 3D de um ambiente a partir da nuvem de pontos obtida por meio de um escaneamento a laser. A integração do digital para digital trata dos subserviços de modelagem e simulação que não saem da esfera digital. É o caso do serviço de interação BIM e realidade virtual, em que os usuários podem realizar a modelagem de um protótipo digital, BIM, através de equipamentos e softwares de realidade virtual. Finalmente, os subserviços de modelagem e simulação que integram do digital para o físico são principalmente aqueles de modelagem para impressão 3D e modelagem para que robôs realizem atividades no ambiente físico da obra antes realizadas por humanos. Nestes casos, serviços de modelagem são necessários, porque estes serão interpretados pelas máquinas que os concretizarão no ambiente físico.

Finalmente, os subserviços de **apresentação de resultados** representam a “ponta” do ciclo de dados. Isto é, após coletar, transferir, armazenar, processar, analisar e modelar, apresentam-se os resultados obtidos ao beneficiário do serviço. Dentre os subserviços de apresentação de resultados, 50% realizam-se de modo autônomo e em tempo real, enquanto o 50% restante de modo não autônomo. Na apresentação em modo autônomo, os resultados obtidos através do processamento e análise são autonomamente levados ao cliente e apresentados em tempo real em *dashboards* através de softwares e aplicações, ou mesmo através de alertas emitidos ao e-mail ou telefone inteligente do interessado. Verifica-se, portanto, a grande participação dos subserviços vinculados ao ciclo de dados dentre todos os mapeados. Por um lado, isto reforça a ideia de que os dados são um

recurso chave da Indústria 4.0, responsáveis por grande parte da criação do valor (KLINGENBERG; BORGES; ANTUNES JR, 2019). Por outro lado, mostra a característica de incorporação de subserviços do ciclo de dados nos serviços 4.0 oferecidos à construção civil.

### 3.2 Subserviços complementares

Os **subserviços complementares** representaram 35% dos subserviços identificados (vide Figura 1a), e correspondem tanto aos componentes dos serviços que existem e são praticados no ambiente tradicional da construção - p.ex. a consultoria técnica -, como também àqueles não convencionais que não estão inseridos no ciclo de dados, como a instalação de trilhos para o funcionamento das impressoras 3D. Nesta classe de subserviços incluem-se os serviços preliminares, os de planejamento e estratégia, os de treinamento e coordenação da equipe, os de consultoria técnica, os de suporte e os de operação e construção.

Os subserviços classificados como **serviços preliminares** tratam daqueles que precedem à realização do componente principal de um serviço. Assim, esses foram subdivididos em subserviços de aquisição de hardware e software; preparação; transporte; instalação; montagem e visita física. Por exemplo, para que os serviços de impressão 3D se realizem, é necessário um trabalho de preparação, transporte e montagem dos equipamentos para a impressão no canteiro de obras.

Já os subserviços de **planejamento e estratégia** vinculam-se a planejar a realização de atividades e realizar definições estratégicas – como por exemplo definir a plataforma BIM que deverá ser utilizada para um serviço de *Scheduling* 4D. Assim, essa classe incorpora conhecimentos técnicos e administrativos para planejar a realização de serviços, algo que já era comum na construção tradicional.

Os subserviços de **treinamento e coordenação da equipe** são aqueles responsáveis por preparar as equipes para trabalhar com as tecnologias que serão usadas para o oferecimento de um serviço. Enquanto isso, o suporte trata do apoio dado por parte das empresas aos clientes no uso dos seus serviços. Essa não é uma característica associada à indústria 4.0, mas sim ao serviço de relacionamento com o cliente.

Os subserviços de **consultoria técnica** são responsáveis pela consultoria de especialistas - em geral engenheiros e arquitetos com experiência e formação específica - para a realização de serviços específicos. É o caso por exemplo do serviço de impressão 3D de construções do tipo "obra de arte" – por manufatura aditiva –. Para a realização deste serviço, é necessário o subserviço de consultoria técnica com especialistas que trabalham com esta tecnologia de impressão 3D e que apresentam experiência no trabalho de construções do tipo "obra de arte". Além disso, esses subserviços geralmente necessitam do trabalho interdisciplinar entre diversos especialistas. Mais uma vez, destaca-se a necessidade do fator humano, do seu aprendizado e experiência.

Finalmente, os subserviços de **operação e construção** são aqueles relacionados à construção através da impressão 3D em si ou à operação de robôs para a realização de atividades - tal como o reboco de paredes e o levantamento de paredes com blocos, por exemplo – que antes, na construção tradicional, eram realizadas por trabalhadores como os pedreiros. Esta face mostra uma atividade da Construção 4.0, realizada por não humanos, em um processo de automação e robotização dos serviços. Portanto, mesmo que 65% dos subserviços, estejam inseridos no ciclo de dados, ainda há uma participação expressiva (35%) dos subserviços complementares. Esse resultado mostra que mesmo com tecnologia aplicada, atividades e experiência humanas são necessárias para a implementação bem-sucedida de tecnologias e serviços vinculados à Construção 4.0.

Outro resultado importante da pesquisa diz respeito da autonomia dos subserviços mapeados, conforme mostrado na Figura 1b). Observa-se nela que, dos 262 subserviços incorporados em 38 serviços analisados, 62% são não autônomos, enquanto 38% são autônomos. Assim, alguns dos subserviços realizam atividades de modo independente e automático, de forma autônoma. Os não autônomos, por sua vez, dependem da atividade humana para sua inicialização ou operação. Dentre os subserviços autônomos estão os subserviços de coleta de dados remota e autônoma, os de transmissão e armazenamento em tempo real, os de processamento e análise autônoma, os de apresentação de resultados em tempo real, e, finalmente, os de construção e operação autônoma. Quanto aos subserviços de transmissão e armazenamento em tempo real, estes são vinculados à associação de transmissão de dados sem fio com a tecnologia de Computação em Nuvem, sendo autônomos; situação similar é identificada nos subserviços de processamento e análise autônomo e os de apresentação de resultados autônoma e em tempo real. Além desses, os subserviços de operação e construção consultados são autônomos na medida em que se trata da impressão 3D ou construção e operação de elementos por robôs. Neste caso, esses subserviços realizam a automação de atividades antes realizadas por humanos, por meio de máquinas.

#### **4 CONCLUSÃO**

Nesta pesquisa, estudaram-se 38 serviços e 262 subserviços a partir da análise do Ciclo da Cadeia de Valor nas ofertas de 148 empresas associadas com 15 tecnologias da Construção 4.0. Conseqüentemente caracterizaram-se dois tipos de componentes ou subserviços: aqueles vinculados com o ciclo de dados e aqueles complementares. Do total de subserviços avaliados, 65% estavam exclusivamente vinculados com atividades do ciclo de dados. Ou seja, capturam, transferem, armazenam e analisam dados. Os outros 35% dos subserviços coletados caracterizaram-se como subserviços complementares - como por exemplo a instalação de um sensor, consultorias técnicas, treinamento, suporte, etc. Consideram-se complementares porque mesmo não apresentando componentes do ciclo de dados, apoiam aqueles que os apresentam, habilitando o uso das tecnologias da Construção 4.0 mediante a conexão do meio físico para o digital. Desta maneira, os serviços da Construção 4.0 são aqueles que apresentam uma combinação entre subserviços complementares e subserviços vinculados com o ciclo de dados, que permite a conexão entre o meio físico e o digital e vice-versa, habilitando processos que usam recursos e competências da Construção 4.0 em benefício de outra entidade ou organização.

Adicionalmente, uma parcela dos subserviços vinculados ao ciclo de dados apresentaram autonomia. Quer dizer, realizam subserviços desse ciclo em tempo real e de maneira autônoma, diminuindo a necessidade de condução humana. Ou seja, de todos os 262 subserviços estudados, 38% são autônomos. Conseqüentemente, mesmo com o grande desenvolvimento tecnológico e automação, a interface humana ainda é necessária aos serviços da quarta revolução industrial oferecidos à construção civil.

A partir da definição proposta neste artigo, a sua contribuição passa pela caracterização daquilo que configura um serviço 4.0 na construção civil por meio da identificação de subserviços relacionados com 15 tecnologias da Construção 4.0. Estes resultados limitam-se àqueles decorrentes da pesquisa nestas tecnologias e da escolha de empresas internacionais que ofertam serviços a elas vinculadas. Portanto, recomenda-se realizar trabalhos futuros ampliando o escopo de tecnologias e empresas consultadas, classificando tecnologias de acordo com seu grau de autonomia e identificando oportunidades de aumento da automação de processos ainda dependentes da complementação humana.



## REFERÊNCIAS

ARASS, M. El; OUAZZANI-TOUHAMI, K.; SOUISSI, N. The system of systems paradigm to reduce the complexity of data lifecycle management. Case of the security information and event management. **International Journal of System of Systems Engineering**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 331–361, 2019.

BARBOSA, F. *et al.* **Reinventing construction through a productivity revolution**. [S. l.]: McKinsey Global Institute, 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>. Acesso em: 8 jul. 2020.

DALLASEGA, P.; RAUCH, E.; LINDER, C. Industry 4.0 as an enabler of proximity for construction supply chains: A systematic literature review. **Computers in Industry**, [s. l.], v. 99, p. 205–225, 2018.

IBEM, E. O.; LARYEA, S. Survey of digital technologies in procurement of construction projects. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 46, p. 11–21, 2014.

KLINGENBERG, C. O.; BORGES, M. A. V.; ANTUNES JR, J. A. V. Industry 4.0 as a data-driven paradigm: a systematic literature review on technologies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, [s. l.], v. ahead-of-print, n. ahead-of-print, 2019.

KOSKELA-HUOTARI, K. *et al.* Innovation in service ecosystems—Breaking, making, and maintaining institutionalized rules of resource integration. **Journal of Business Research**, [s. l.], v. 69, n. 8, p. 2964–2971, 2016.

LI, J. *et al.* A Proposed Approach Integrating DLT, BIM, IoT and Smart Contracts: Demonstration Using a Simulated Installation Task. *In: A PROPOSED APPROACH INTEGRATING DLT, BIM, IOT AND SMART CONTRACTS*, 2019. **International Conference on Smart Infrastructure and Construction 2019 (ICSIC)**. [S. l.]: ICE Publishing, 2019. p. 275–282.

MUÑOZ-LA RIVERA, F. *et al.* Methodological-Technological Framework for Construction 4.0. **Archives of Computational Methods in Engineering**, [s. l.], v. 28, n. 2, p. 689–711, 2021.

NIU, Y. *et al.* Smart Construction Objects. **Journal of Computing in Civil Engineering**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 04015070, 2016.

OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. **Computers in Industry**, [s. l.], v. 83, p. 121–139, 2016.

OVIDEO-HAITO, R. J. J.; MORATTI, T.; CARDOSO, F. F. Desafios da gestão da produção na construção 4.0. *In: XI SIBRAGEC & VIII ELAGEC 2019*, 2019. **XI SIBRAGEC & VIII ELAGEC 2019**. [S. l.: s. n.], 2019.

SAWHNEY, Anil *et al.* A proposed framework for Construction 4.0 based on a review of literature. *In: ASSOCIATED SCHOOLS OF CONSTRUCTION PROCEEDINGS OF THE 56TH ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE*, 2020. **EPiC Series in Built Environment**. [S. l.]: EasyChair, 2020. p. 301–309.

TEBOUL, J. **Service is Front Stage: Positioning Services for Value Advantage**. [S. l.]: Springer, 2006.

VARGO, S. L.; LUSCH, R. F. Why “service”? **Journal of the Academy of Marketing Science**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 25–38, 2008.