

ESTUDO DO USO DAS FICHAS DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO DIGITAL EM EMPRESAS GOIANIENSES

Usage research of construction inspection sheet in Goiania companies

Larissa Eterna Taveira e Silva¹, Talyssa Viana de Sousa², Victor Venâncio da Silva³,
Tatiana Gondim do Amaral⁴



PALAVRAS CHAVE:

Canteiros Digitais;
Tecnologias Digitais;
Controle de qualidade;
Indústria 4.0;
Produtividade.

KEYWORDS:

Digital Constructions
Sites;
Digital Technologies;
Quality Inspection;
Industry 4.0;
Productivity.

RESUMO: Nos últimos anos, especialmente no atual contexto de pandemia, observa-se uma evolução no interesse sobre a utilização de tecnologias digitais em canteiros, a exemplo do crescimento de ações voltadas à adoção do BIM, as iniciativas visando à capacitação profissional para a realização de projetos e obras, e as discussões em torno da utilização integrada das tecnologias digitais. A Ficha de Verificação de Serviço (FVS) Digital é uma dessas tecnologias, sendo uma ferramenta de controle e gestão dos serviços executados mais efetivamente se comparada com as fichas tradicionais. Assim, o objetivo deste trabalho é estudar, por meio de entrevistas via *Google meet* e visitas nos canteiros, o uso desta tecnologia por algumas empresas goianienses, levantando as motivações, dificuldades, adaptabilidade e os ganhos que elas tiveram ao implantar a FVS digital nos seus canteiros. Analisando as respostas dos entrevistados tanto nas reuniões online quanto nas visitas nas obras, é notável que a FVS digital consegue resolver muitos dos problemas de controle e gerenciamento dos serviços executados em obra, como a agilidade das inspeções, a facilidade de visualização e controle dos dados obtidos e a diminuição no volume de papel gerado, mas ainda há alguns conflitos em relação à tecnologias e seus usuários e o setor, como a problemas na assimilação da ferramenta por alguns usuários e o preenchimento das plataformas em si.

ABSTRACT: *In the last few years, especially in the current pandemic context, there has been an evolution of interest in the use of digital technologies on construction sites, such as the growth of actions aimed at the adoption of BIM, initiatives aimed at training professionals to carry out projects and constructions, and discussions around the integrated use of digital technologies. The Digital Construction Inspection Sheet (CIS) is one of these technologies, being a tool to control and manage the services performed more effectively when compared to traditional sheets. Thus, the objective of this work is to study, through interviews via Google meet and site visits, the use of this technology by some companies in Goiânia, surveying the motivations, difficulties, adaptability and the gains they had by implementing digital CIS in their sites. By analyzing the answers of the interviewees, both in online meetings and on site visits, it is notable that the digital VVS can solve many of the problems of control and management of the services performed on site, such as the agility of the inspections, the ease of viewing and controlling the data obtained, and the reduction in the volume of paper generated, but there are still some conflicts between the technology and its users and the sector, such as problems in the assimilation of the tool by some users and the fulfillment of the platforms themselves.*

* Contato com os autores:

Publicado em 29 de dezembro de 2023

¹ e-mail: larissa.taveira@discente.ufg.br (SILVA T. E. T.)

Engenheira Civil, Graduada pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG)

² e-mail: talyssaviana@discente.ufg.br (SOUSA T. V.)

Engenheira Civil, Graduada pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG)

³ e-mail: victorvsilva@discente.ufg.br (SILVA V. V.)

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG)

⁴ e-mail: tatianagondim@ufg.br; (62) 9 8168-0902 (AMARAL T. G.)

Engenheira Civil, Doutora, Professora da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG)

1. INTRODUÇÃO

A inovação, ciência e tecnologia são importantes em períodos de incertezas e recessões, e como ferramentas para superar a grave crise que estamos vivendo (CNI, 2020). Segundo um relatório da CNI (2020), a pandemia da Covid-19 tornou urgente a necessidade e demanda por tecnologias disruptivas, próprias da Indústria 4.0, acelerando a modernização em vários setores, que incluem mais de 70% das empresas de médio e grande porte, que buscam soluções práticas para retornar às atividades em segurança.

A indústria 4.0 também conhecida como a quarta revolução industrial surgiu com o objetivo de trazer transformação e melhoria nos processos produtivos de diversas áreas do conhecimento, inclusive na construção civil, por meio do uso de: sistemas físicos cibernéticos (*cyber physical systems*), indústrias conectadas e fábricas inteligentes, visando aproximar e conectar o mundo físico ao virtual (FIRJAN, 2016).

E, segundo Baltlett et al. (2020), não é diferente com a indústria de tecnologia da construção. De fato, em curto ou a longo prazo, os maiores problemas na indústria da construção causados pela pandemia apenas serão resolvidos com a aplicação de novas tecnologias. E levando o cenário atual em consideração, é esperado que ele leve o setor AECO à uma efetiva aceleração na utilização de tecnologias que a transformará de uma indústria altamente complexa, fragmentada e baseada em projetos para uma indústria mais padronizada, consolidada e integrada.

Nas últimas décadas, a necessidade de se implementar novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TCI's) cresceu gradualmente dentro da indústria da construção civil, visando a otimização de etapas, o acesso à informações em tempo real e, conseqüentemente, ganhos na produtividade tanto dos escritórios quanto dos canteiros de obra. A utilização de TCI's passa a ser ainda mais relevante dentro do cenário atual da pandemia de COVID-19, uma vez que atividades que dependem exclusivamente de ações humanas são realizadas constantemente em regime reduzido, o que impulsiona ainda mais as discussões sobre inovações tecnológicas no setor. Entretanto, existem barreiras de diversas naturezas que ainda impedem a adoção generalizada dessas tecnologias (NASCIMENTO; SANTOS, 2002).

No ambiente goianiense em si, a utilização de novas tecnologias digitais que estão em ascensão no setor nacional e internacional ainda é bastante reduzido, visto que muitas empresas, apesar da disponibilidade tecnológica, ainda possuem canteiros de obras que não se abriram para essas tecnologias ou não viram a necessidade de mudar as metodologias e tecnologias atualmente utilizadas por elas, se reservando, em sua maioria, a utilizar métodos e ferramentas digitais mais comuns e básicas para o setor, seja pelo desconhecimento do leque de opções tecnológicas inovadoras, ou a falta de visão da real necessidade destas, que estão em discussão no setor da construção civil em contexto internacional (SILVA et al. 2021).

De outro modo, ainda de acordo com Silva et al. (2021), das poucas ferramentas utilizadas, as Fichas de Verificação de Serviço digital (FVS digital) é uma das mais utilizadas pelas empresas no setor goianiense, sendo uma ferramenta que oferece informações padronizadas, garante maior autonomia de planejamento e controle das obras e disponibiliza maior rastreabilidade das informações. Sendo uma ferramenta importante para a inspeção dos serviços executados, garantindo a qualidade em obra de acordo com o determinado em projeto, evitando posteriores retrabalhos, demolições e adaptações não previstas que atrasam as obras e geram ainda mais custos.

Logo, de forma a descobrir as melhorias que a implementação de novas tecnologias digitais, tal como a FVS digital em substituição às FVSs físicas, pode trazer para os canteiro de obra e para a indústria da construção civil como em todo, tanto no acompanhamento das atividades como nos relatórios gerados e no gerenciamento da obra como um todo, o objetivo deste estudo é investigar, por meio de estudos de casos, o por quê de algumas empresas do setor da indústria da construção civil da cidade de Goiânia/GO

tomaram a iniciativa de aplicar tal tecnologia em seus canteiros. Assim como também conhecer as motivações que levaram as empresas a aplicarem essa tecnologia em específico, quais foram suas dificuldades durante a fase de implementação, como as equipes reagiram às mudanças, quais foram os ganhos gerados e como a aplicação desta tecnologia solucionou os problemas antes enfrentados e ajudaram a empresa a crescer por meio da digitalização de um dos seus processos vitais na etapa de construção do empreendimento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A indústria da construção atualmente está passando por uma transformação de canteiros tradicionais e hierarquicamente organizados para canteiros mais digitais e autônomos (SCHIA et al., 2019). Até projetar e construir uma pequena edificação pode envolver níveis de organização, diálogo e compartilhamento de informações na cadeia de suprimentos de uma obra (HARTY et al. 2016).

A tecnologia na construção pode ser definida como o estudo e aplicação de técnicas, métodos e ferramentas utilizadas na indústria da construção civil (FIA, 2020). As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) envolvem o acesso à informação, pessoas, serviços e tecnologias, mudando não apenas o modo como as pessoas obtêm informações, como também muda tudo sobre o que uma pessoa sabe e a disponibilidade dessas informações às pessoas todo o tempo. Pensando dessa forma, não são as TICs que são inovadoras, mas sim a forma como as pessoas se utilizam dela para alcançar novos objetivos e transformar o ambiente ao seu redor (DUTTON, 2001).

Ainda, Brynjolfsson e McAfee (2014), afirmam que não somente o uso de algumas tecnologias permitirão um significativo avanço da indústria da construção civil, mas sim o uso simultâneo de várias, que irão garantir um melhor controle e gerenciamento dos canteiros. Da mesma forma, segundo Gandome e Haider (2014), é por meio de tecnologias de gestão e análise de dados que permitem às empresas otimizar seus processos produtivos e empresariais que se realmente se inova os setores.

Tentando entender este contexto são apresentadas algumas tecnologias que são utilizadas na indústria de construção civil.

– **BIM:** segundo Masotti (2014), o BIM consiste em um processo otimizado para planejar, projetar, construir, utilizar e manter uma construção durante todo seu ciclo de vida e abrange todas as fases do empreendimento, desde a concepção, o projeto, a gestão, a comunicação, a execução e a operação. De acordo com Crotty (2012), os objetivos finais do BIM são maior previsibilidade na capacidade de gerenciar as diferentes partes de um projeto e lucratividade que está relacionada com a melhora da compatibilização entre os projetos, processos de orçamento, produtividade e logística otimizados.

– **Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs):** são aeronaves de porte menor que 25 kg, também conhecidos como drones, realizam os controles remotamente ou com coordenadas pré definidas, possibilitando assim a realização de checagens de maneira mais fácil, rápida e segura. São utilizados na construção civil na realização de medições e vistorias, na fase de canteiro e no pós-obra (IRIZARRY; COSTA, 2016).

– **Inteligência artificial (IA):** era categorizada como sendo um método computacional tentando simular a capacidade de cognição da mente humana por meio da manipulação de símbolos e de bases de conhecimento estruturadas simbolicamente para resolver problemas de engenharia que desafiam a solução usando meios convencionais (SALEHI; BURGUEÑO, 2018).

– **Realidade virtual (RV) e realidade aumentada (RA):** é a simulação de um ambiente imersivo que tem como objetivo proporcionar aos usuários uma visão do mundo real dentro de um ambiente digitalmente controlado (LI et al., 2018). A RA integra objetos virtuais ao mundo real, por meio da inserção de protótipos virtuais que criam cenas aumentadas e melhoram a percepção dos usuários (LI et al., 2018).

– **Sensores de varredura 3D:** a modelagem 3D é um processo que se inicia com a aquisição de dados de uma cena e termina em um modelo virtual 3D, convertendo pontos 3D em redes trianguladas (malhas) ou superfícies texturizadas, que servem como base para a reconstrução virtual de cenas reais (REMONDINO; EL-HAKIM, 2006). A associação das varreduras 3D com o uso do BIM possibilita que as empresas trabalhem com dados mais confiáveis se comparado com outros métodos de levantamentos. Atualmente, existem disponíveis no mercado diferentes sensores de luz estruturados por radiação infravermelha que acoplados a tablets conseguem executar varreduras 3D para modelagem de maneira descomplicada.

– **Código de Barras ou QR-Code:** os códigos de barras ou de QR-Codes são etiquetas que armazenam informações decodificadas por meio de dispositivos específicos, porém bem acessíveis, que podem ser utilizados no gerenciamento e controle de arquivos e materiais, armazenamento de informações de manutenção, solicitações de serviços, entre outros (MOREIRA, 2017). O que permite, a um baixo custo, a decodificação e armazenamento e transferência e compartilhamento de dados de uma maneira mais simples e dinâmica.

– **Ficha de verificação de serviço (FVS) digital:** assegura de maneira evolutiva, que os materiais controlados, os produtos dos serviços de execução controlados e a obra a ser entregue ao cliente, que não estejam de acordo com os requisitos definidos, sejam identificados e controlados para evitar seu uso, liberação ou entrega não intencional (MCID, 2017).

– **Identificação por radiofrequência (RFID):** é uma tecnologia que usa ondas de rádio eletromagnéticas como forma de captar informações contidas em dispositivos eletrônicos, por meio de equipamentos de leitura chamados de leitores RFID (MONTALVÃO, 2016). Essa tecnologia pode ser usada de forma complementar ao código de barras para a aplicação nas construções e é capaz de fornecer não apenas uma ligação entre as informações e os materiais, mas também proporciona uma saída em formato eletrônico de forma imediatamente usada para identificações únicas ou como um hiperlink para uma base de dados (WING, 2006; SEBRAE, 2017).

– **Acompanhamento instantâneo de imagens (AI):** a classificação de uma imagem, de forma sucinta, significa defini-la dentro de uma categoria pré-estabelecida. O aprendizado de máquinas, ou machine learning, é uma das áreas mais estudadas da Inteligência Artificial para a classificação de imagens, na qual permite ensinar uma máquina a reconhecer padrões com base em casos e experiências anteriores (SANTOS et al., 2019). Esse conceito, que engloba não somente o machine learning, mas também o deep learning, quando aplicado em uma obra, de preferência analisando situações em tempo real, possibilita identificar funcionários em situações de riscos ou de irregularidades (ANVERSA, 2020).

– **Aprendizado de máquinas (AM):** é considerado um ramo da inteligência artificial por ser capaz de extração de padrões significativos a partir de outros exemplos, que é considerado um componente da inteligência humana (ERICKSON et al. 2017). Na construção civil, segundo Tixier et al. (2016) em um estudo com modelos de machine learning, por meio da alta capacidade de previsão alcançada por três de quatro modelos mostrou que lesões em obras apresentam padrões e tendências capazes de serem descobertas e detectadas via aprendizado estatístico quando em conjunto com uma base de dados grande o suficiente.

O que podemos perceber é que, inovações tecnológicas como IA, RA e RV são tecnologias que não surgiram no setor da construção, mas são utilizadas como forma de renovação e otimização do planejamento e gerenciamento. Ferramentas como o VANT, Sensor de varredura 3D, Código de Barras e QR-Code e RFIDs são tecnologias que também não surgiram no setor da construção mas são utilizadas por ele principalmente para o monitoramento e acompanhamento do andamento das obras. Diferentemente das Fichas de Verificação de Serviço Digital, que surgiram como forma de modernizar e otimizar o processo de acompanhamento de alguns serviços do setor da construção e foi desenvolvido necessariamente para o setor da construção. O BIM também surgiu dentro do setor da construção, mas não é uma ferramenta ou

uma tecnologia, mas sim um processo otimizado. Outros processos surgiram fora do setor da construção mas estão sendo adaptados para dentro do setor, e podemos dizer que também são inovações tecnológicas, que é o Acompanhamento Instantâneo de Imagens e o Aprendizado de Máquinas.

Dentre estas destaca-se as FVS, que tem o objetivo de controlar os serviços que estão em execução no empreendimento, com o objetivo de assegurar, de maneira evolutiva, que os materiais controlados, os produtos dos serviços de execução controlados e a obra a ser entregue ao cliente que não estejam de acordo com os requisitos definidos sejam identificados e controlados para evitar seu uso, liberação ou entrega não intencional (MCID, 2017, p. 84).

A FVS digital por ser preenchida diretamente no sistema da empresa, permite um maior controle e facilidade de acesso às informações, sendo essa uma de suas vantagens sobre a FVS tradicional preenchida em fichas de papel. Sendo ainda uma ferramenta que oferece informações padronizadas, garante maior autonomia de planejamento e controle das obras e disponibiliza maior rastreabilidade das informações (SILVA et al. 2021).

3. MÉTODO

Na fase inicial do trabalho, a pesquisa se caracteriza como exploratória e descritiva ao apenas fazer uso de pesquisas sobre o uso ou não uso de determinadas tecnologias pelo setor. Segundo Zikmund et al. (2009), a pesquisa exploratória não tem a intenção de fornecer uma evidência conclusiva das quais se possa determinar uma linha de ação particular, mas sim um estudo e um parâmetro que podem ser ampliados por pesquisas futuras. Ainda segundo Selltiz et al. (1965), a pesquisa descritiva, como sugerido, busca descrever um fenômeno ou situação em detalhe, especialmente o que está ocorrendo, permitindo abranger, com exatidão, as características de um indivíduo, uma situação, ou um grupo, bem como desvendar a relação entre os eventos.

A primeira parte do estudo também possui natureza qualitativa que, de acordo com Gil (1999), garante uma abordagem propícia o aprofundamento da investigação das questões relacionadas ao fenômeno em estudo e das suas relações, mediante a máxima valorização do contato direto com a situação estudada, buscando-se o que era comum, mas permanecendo, entretanto, aberta para perceber a individualidade e os significados múltiplos.

Tendo os conceitos estabelecidos, na primeira fase, para a construção da pesquisa, utilizou-se o *Google Forms*, uma ferramenta digital de criação e gerenciamento de pesquisas personalizadas de forma gratuita que ainda reúne e fornece as respostas no *Google Sheets*, ou *Planilhas Google*.

As entrevistas buscaram levantar o perfil profissional do entrevistado, caracterizar, tipologias e padrões de acabamento de cada empreendimento, levantar o conhecimento e uso das tecnologias nos canteiros.

Segundo o estudo bibliográfico realizado anteriormente, há algumas tecnologias que estão em maiores discussões, sendo realizados estudos de suas aplicações nas empresas e canteiros. Assim, de forma a estudar a aplicação dessas novas tecnologias no setor goianiense, nos meses de abril e maio de 2021, foi realizado diagnóstico quanto ao uso de algumas tecnologias nos canteiros de obras, sendo elas: BIM; Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT); Inteligência Artificial; Realidade Aumentada; Realidade Virtual; Sensor de Varredura 3D; Código de Barras ou QR-Code; Ficha de Verificação de Serviço Digital; Identificação por Radiofrequência; Acompanhamento Instantâneo de Imagens; e Aprendizado de Máquinas.

Para os entrevistados que conheciam e faziam uso da tecnologia abordada, foi elaborada uma seleção de características que poderiam ser atribuídas àquela tecnologia que são considerados fatores de decisão para a sua utilização. Essa seleção baseou-se nas motivações de uso apontadas por Pedó et al. (2020), utilizadas para análise do uso de ferramentas digitais de gestão visual na gestão de design, que são:

- Possuir uma funcionalidade simples;
- Oferecer informações padronizadas;
- Garantir maior autonomia de planejamento e controle;
- Disponibilizar uma certa quantidade de informações conectadas, sem excesso de informações;
- As informações disponibilizadas serem de fácil acessibilidade;
- Ser uma ferramenta flexível;
- Ser uma ferramenta que disponibiliza rastreabilidade das informações.

Aos entrevistados que conheciam a ferramenta, mas não a utilizavam na obra, foi questionado o porquê de não utilizarem tal tecnologia na obra. E por fim, àqueles que não conheciam a tecnologia em questão, eram direcionados a uma pergunta sobre a próxima tecnologia de interesse na pesquisa.

Os participantes foram convidados a participar da pesquisa, por meio de um *link* do formulário gerado e enviados por e-mail, por mensagens diretas para profissionais da área conhecidos ou por grupos de engenheiros e outros profissionais da área.

Após discussão e análise dos resultados da primeira fase, foi determinada uma tecnologia que seria foco das pesquisas posteriores, realizadas nos meses de setembro e outubro de 2021. A segunda fase, caracterizada como exploratória, buscou entender os processos de produção e os processos de controle de qualidade dentro da empresa.

Na segunda fase, 4 empresas foram convidadas para a realização de uma entrevista de forma remota, por meio da ferramenta *Google Meet*. As perguntas foram elaboradas de forma a entender a relação da empresa com a tecnologia em discussão, a FVS digital, e as razões pelas quais levaram a empresa a aplicar tal tecnologia, como os processos eram realizados antes da tecnologia ser aplicada, como essa aplicação impactou processos, custos, resultados, pessoas, os canteiros de obra e a empresa como um todo, e por fim, quais as percepções pessoais do entrevistado em relação à mudança do antigo processo produtivo para o novo processo produtivo. Buscou-se caracterizar as motivações que levaram as empresas a aplicarem essa tecnologia em específico, quais foram suas dificuldades durante a fase de implementação, como as equipes reagiram às mudanças e quais foram os ganhos gerados e como a aplicação desta tecnologia.

A terceira fase ocorreu de forma presencial em um dos canteiros de obra da empresa com o objetivo de compreender a aplicação da tecnologia na prática, como os vários profissionais do canteiro de obras interagem com a tecnologia, como era aplicada de forma prática e como o canteiro, o tipo de empreendimento executado poderia influenciar a aplicação da tecnologia em si.

Das 4 empresas convidadas que já utilizavam FVS's digitais ou estavam em processo de implementação para participar de um estudo mais focado, e dessas 3 aceitaram participar. Os entrevistados estavam ligados diretamente à aplicação dessa tecnologia e ao Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) da empresa.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS E PARTICIPANTES DA PESQUISA - 1ª FASE

Na primeira fase, a divulgação do formulário ocorreu no primeiro semestre de 2021 e foram convidados a participar da pesquisa mais de 80 profissionais da AECO. Apesar do foco da pesquisa ser o mercado goiano, o formulário também foi disponibilizado para profissionais de outros Estados brasileiros com o intuito de conhecer minimamente a relação de outros estados em relação com a aplicação de novas tecnologias. Com isso, obteve-se respostas de 28 profissionais, representando cada um deles uma empresa, caracterizadas inicialmente de acordo com os dados apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: Caracterização das empresas

Em relação à regionalidade acabamento		Em relação à tipologia		Em relação ao padrão de	
Local	Quantidade	Tipo	Quantidade	Padrão	Quantidade
Espírito Santo	1	Condomínios verticais	13	Alto padrão	15
		Condomínios horizontais	6		
Goiás	23	Obras públicas	5	Médio padrão	9
Rio Grande do Sul	1	Edifício comercial	1		
São Paulo	1	Indústria	1		
Tocantins	2	Construção Civil pesada	1	Habitação popular	4
		Condomínio Logístico	1		

FONTE: SILVA et al. (2021).

Ainda, dentre todos os participantes da pesquisa, foi especificado sua área de formação e especialização, atuação no mercado e tempo de atuação no mercado (Figura 1).

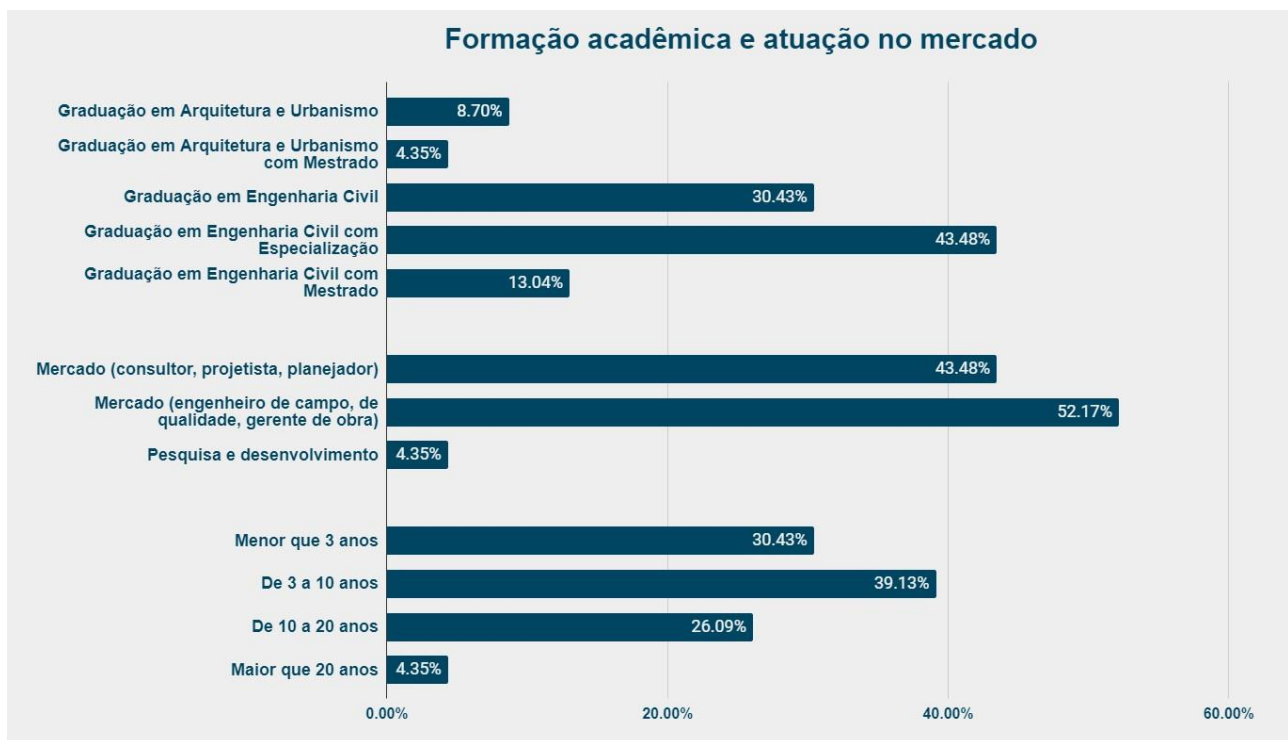


FIGURA 1: Formação acadêmica e atuação no mercado.

FONTE: SILVA et al. (2021).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS E PARTICIPANTES DA PESQUISA - 3ª FASE

Os entrevistados foram convidados e escolhidos sobre os critérios de estar aplicando a tecnologia escolhida para estudo e permitir o compartilhamento das informações das entrevistas como estudo de caso do setor AECO. Os resultados das pesquisas e entrevistas foram compilados em quadros comparativos para uma melhor análise e avaliação dos parâmetros de comparação. Além das entrevistas, realizou-se também uma breve caracterização das participantes e dos seus canteiros, com informações disponibilizadas pelas mesmas e apresentadas nos Quadros 1 e 2, respectivamente. Não foi possível ter acesso ao canteiro de obra da empresa 3 em tempo hábil para fechamento do estudo, por este motivo as

visitas foram realizadas somente aos canteiros das empresas 1 e 2, ou seja, das 3 visitas planejadas, apenas 2 delas, uma em cada canteiro, foram realizadas.

	Quadro 1: Caracterização das empresas		
	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3
Tempo de atuação	38 anos	35 anos	16 anos
Tipologia das obras	Obras públicas e residenciais	Residenciais	Residenciais
Área construída	Mais de 1.000.000m ²	Mais de 1.000.000m ²	-
Empreendimentos Entregues	-	54 empreendimentos	5 empreendimentos
Obras em andamento	3	6	1
Certificações	ISO 9001 e PBQP-h nível A	ISO 9001 e PBQP-h nível A	-
Nº de funcionários que trabalham com SGQ	2 funcionários	2 funcionários	2 funcionários

FONTE: Os Autores (2021).

	Quadro 2: Caracterização dos empreendimentos	
	Empresa 1	Empresa 2
Tipologia do empreendimento	Edifício residencial	Edifício residencial
Área construída	31.801,08m ²	23.604,25m ²
Características arquitetônicas	Torre única, composta por térreo, 3 subsolos, 1 pavimento garagem, 1 pavimento garagem/lazer, 28 pavimentos tipo e penthouse	Torre única, composta por térreo, 1 pavimento garagem, 1 pavimento garagem/lazer, 23 pavimentos tipo e cobertura
Nº de apartamentos	230 apartamentos tipo	184 apartamentos tipo
Porcentagem da obra concluída	66%	66,02%
Estágio da obra quando a FVS digital foi implementada	Iniciou com a obra em execução na fase de reboco no primeiro pavimento tipo.	Início da obra

FONTE: Os Autores (2021).

4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS E ANÁLISES

Com o intuito de se obter panorama da cidade de Goiânia em relação ao uso das tecnologias estudadas na primeira fase da pesquisa, em um primeiro momento optou-se pela análise exclusiva das respostas referentes às obras goianas, que das 28 respostas recebidas é representada por 23 destas. Ressalta-se que a contribuição dos demais Estados foi relevante e enriqueceu a coleta de dados realizada neste trabalho e que poderão ser exploradas posteriormente em novas pesquisas. Vale ainda dizer que das 23 respostas referentes ao Estado de Goiás, todas se concentram em empreendimentos da cidade de Goiânia/GO, por esse motivo, todas as respostas referentes ao estudo se converte para o estudo da aplicação da tecnologia pelo setor goianiense.

A seguir são apresentadas todas as tecnologias investigadas, no ambiente goianiense, como exibido na Figura 2, e posteriormente as motivações dos entrevistados para a utilização de tais tecnologias ou a justificativa para a não utilização nos empreendimentos, no Quadro 3.

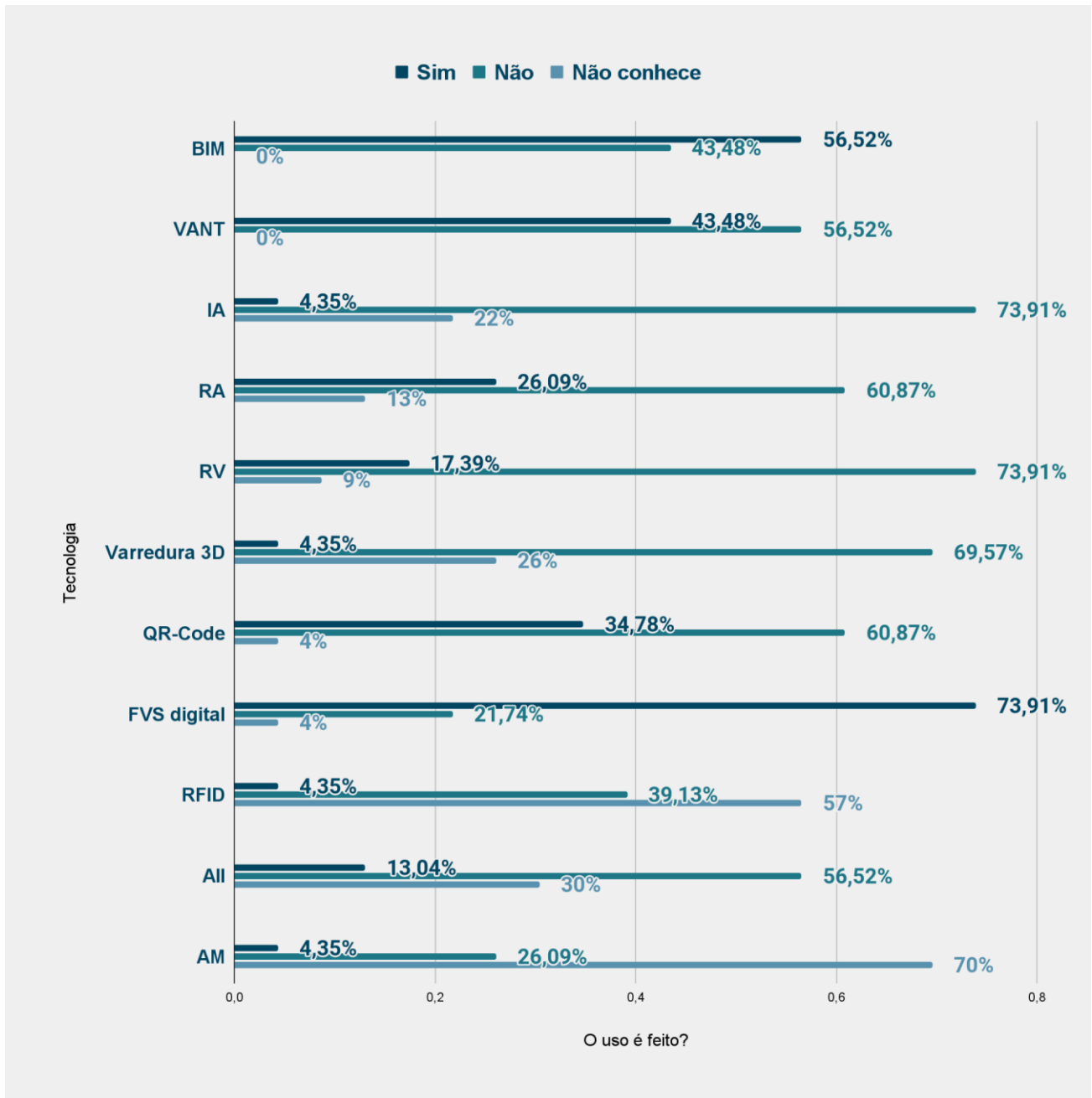


FIGURA 2: Uso e não uso de tecnologias no setor AECO goianiense.

FONTE: SILVA et. al. (2021).

Quadro 3: Uso e não uso das tecnologias.

Tecnologia	Motivação para uso	Justificativa para a não utilização
BIM	- Oferecer informações padronizadas; - Garantir maior autonomia de planejamento e controle.	- Falta de mão de obra e de recursos; - Além de destacarem que é necessário uma mudança nas etapas anteriores, como a elaboração de projetos no modelo BIM.
VANT	- Disponibilidade e flexibilidade de informações coletadas.	- Análise da relação custo x benefício não favorável.
IA	- Disponibilidade de informações essenciais coletadas.	- O país não possui maturidade e desenvolvimento no setor de construção civil; - Não acreditam na necessidade de seu uso.
RA	- Disponibilidade, flexibilidade e acessibilidade de informações coletadas.	- Não acreditam na necessidade de sua utilização; - Utilizam outras ferramentas em substituição a essa tecnologia.
RV	- Disponibilidade, flexibilidade e acessibilidade de informações coletadas.	- Não acreditam na necessidade de sua utilização; - Utilizam outras ferramentas em substituição a essa tecnologia.
Sensor de varredura 3D	- Funcionamento simples; - Acesso à informações padronizadas; - Garantia de maior autonomia no planejamento e controle.	- Acreditam que não seja necessária a utilização desta tecnologia; - Não enxergam a viabilidade econômica para sua aplicação.
Leitura de Código de Barras e QR-Code	- Simplicidade de acesso e coleta de informações; - Disponibiliza rastreabilidade das informações.	- Acreditam que esta tecnologia não é necessária até o momento; - Estão se preparando para sua aplicação.
FVS Digital	- Oferecem informações padronizadas; - Garantem uma maior autonomia de planejamento e controle das obras; - É uma ferramenta que possibilita a rastreabilidade das informações.	- Não a utilizarem em decorrência do uso de formulários impressos.
RFID	- Funcionamento simples; - Oferta de informações padronizadas.	- Relataram que esta tecnologia não é necessária até o momento.
Acompanhamento Instantâneo de Imagens	- Garantia de uma maior autonomia de planejamento e controle das obras; - Rastreabilidade das informações.	- Não acreditarem que esta seja necessária; - O custo benefício não justifica a sua aplicação; - A viabilidade não foi avaliada.
Aprendizado de Máquinas	- Oferece informações padronizadas; - Garante uma maior autonomia de planejamento e controle das obras; - É uma ferramenta flexível.	- Acreditam que não seja necessária para a empresa.

FONTES: SILVA et al. (2021).

As únicas tecnologias que são usadas na maioria das empresas (mais de 50%) relacionadas na pesquisa são: FVS digital e BIM. As tecnologias menos utilizadas (menos que 20%) nos canteiros são: inteligência artificial; sensores de varredura 3D; identificação por radiofrequência; aprendizado de máquinas; realidade virtual e acompanhamento instantâneo de imagens. Tendo ainda 5 tecnologias que são desconhecidas por mais de 20% dos entrevistados.

O que se extrai desses resultados é uma possível falha de comunicação e integração entre o setor AECO dentro do Estado de Goiás e até em outros estados, visto que alguns conhecem certas tecnologias mas outros empreendimentos não.

As empresas goianas não se arriscam muito na utilização das tecnologias disponíveis no mercado, ou parecem não ter interesse em investir nessa área. Um comportamento que não surpreende, dado o fato do baixo número de respostas obtidas nos formulários, antes mesmo da análise completa dos dados. O que transparece uma baixa maturidade digital dessas empresas que não fazem uso de várias dessas tecnologias e, conseqüentemente, do setor observável pela pesquisa realizada. Contudo, apesar de muitas não estarem utilizando determinadas tecnologias, algumas afirmaram que estão em processo de estudo para a aplicação de algumas ou que pretendem aplicar alguma delas em um futuro próximo, mostrando que aos poucos o setor está evoluindo digitalmente e se modernizando. Destaca-se como um ponto positivo o fato de todas as tecnologias serem aplicadas em pelo menos um dos empreendimentos goianos, o que dá a perspectiva de que essas tecnologias irão se expandir mais para outras obras e outras empresas do setor.

É ainda desse estudo que foi escolhida uma tecnologia de todas as estudadas para se ter um foco de investigação e entender melhor sobre as vantagens, desvantagens e mudanças nos processos envolvidos com a aplicação dessa. Por meio da Figura 2, é possível observar que a FVS Digital é a tecnologia mais utilizada dentro do setor, com 73,91%, que representa 17 entrevistados dos 23 totais dentro dessa investigação, sendo a tecnologia mais disponível para aprofundamento dentro do ambiente goiano. Os resultados das pesquisas e entrevistas acerca desta tecnologia estão descritas no próximo tópico.

As perguntas feitas na primeira entrevista se relacionavam com as funções do SGQ, como eram executados os serviços de verificação antes da aplicação de uma plataforma digital, os custos e os desafios da implantação, as expectativas e os reais benefícios e os critérios que levaram à essa mudança. As respostas dos entrevistados foram transcritas no Quadro 4, em que são evidenciadas as vantagens e desvantagens do método tradicional e do método digital, sendo o primeiro relacionado ao uso de fichas de papel, e os segundo por meio de fichas digitais.

Já nas visitas realizadas aos canteiros das obras, os pontos levantados com os entrevistados se centraram em investigar como ocorreu a implementação e a utilização da tecnologia na rotina do canteiro. Buscou-se identificar as melhorias advindas do uso da mesma, as dificuldades enfrentadas no processo, quem são os trabalhadores que manuseiam a tecnologia e as lacunas no processo de gerenciamento da obra não sanadas por ela. O compilado das respostas obtidas para esses pontos também foi transcrito e apresentado no Quadro 5.

Quadro 4: Entrevista com o gestor responsável pelo SGQ da empresa							
		Empresa 1		Empresa 2		Empresa 3	
Metodologia tradicional (uso de papel)		FVS Digital		FVS Digital		FVS Digital	
		Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
Investimento	Não necessita investimento financeiro direto	Necessita de investimento financeiro para implementação e manutenção		Necessita de investimento financeiro para implementação e manutenção		Necessita de investimento financeiro para implementação e manutenção	
	Não necessita maiores capacitações específicas	Necessita conhecimento básico à respeito da plataforma ou de informática básica		Necessita conhecimento básico à respeito da plataforma ou de informática básica		Necessita conhecimento básico à respeito da plataforma ou de informática básica	
Processos	Processo conhecido e consolidado na indústria e na empresa	Processo pouco conhecido pela empresa		Processo pouco conhecido pela empresa		Processo pouco conhecido pela empresa	
	Método tradicional, intuitivo e de fácil uso	Método inovador e pouco difundido na indústria.		Método inovador e pouco difundido na indústria.		Método inovador e pouco difundido na indústria.	
	Necessário transcrever as informações do papel para uma planilha eletrônica	O preenchimento é imediatamente digital e armazenada em um sistema eletrônico		O preenchimento é imediatamente digital e armazenada em um sistema eletrônico		O preenchimento do documento é realizado e armazenado diretamente em um sistema	
	Necessário recuperar FVS danificadas durante as inspeções	Não há risco de danificar e necessidade de recuperar FVS por danos ao papel		Não há risco de danificar e necessidade de recuperar FVS por danos ao papel		Não há risco de danos físicos e necessidade de recuperar a FVS	
	Necessita de uma grande quantidade de mão de obra por conta do lento processo	Não necessita grande quantidade de mão de obra pois não há mais tanto retrabalho		-		Necessário pouco mão de obra para o preenchimento e controle dos documentos e informações coletadas	
	Risco de perda de documentos ao longo do processo	Não há risco de perda de documentos pois eles são digitais		-		Não há risco de perda ou esquecimento do documento	
	Dificuldade no controle dos documentos	Fácil controle dentro da plataforma utilizada para as inspeções		Facilita a gestão e levantamento de dados		Facilidade e simplicidade no levantamento, controle dos dados	

	Muito tempo gasto para realizar o controle de forma manual	Velocidade reduzida pela automatização e digitalização do processo	-	-
	Não gera indicadores automaticamente	É capaz de gerar os indicadores requisitados automaticamente	É capaz de gerar os indicadores requisitados automaticamente	É capaz de gerar os indicadores requisitados automaticamente
Mobilidade	Não necessita conexão com internet para preenchimento da FVS	Não requer conexão com a internet se o aplicativo estiver instalado no dispositivo móvel do colaborador	-	Não necessita de internet para o preenchimento do documento quando em obra.
	Não necessita de conexão com a internet para a emissão de relatórios e gestão dos documentos	Requer conexão com a internet para a emissão de relatórios e gestão dos documentos	-	Requer necessidade de internet para a atualização do sistema e da atualização dos documentos e informações coletadas
	Grande volume de documentos para carregar pelo canteiro	Carregar apenas o dispositivo móvel responsável pelo preenchimento	Carregar apenas o dispositivo móvel responsável pelo preenchimento	Carregar apenas o dispositivo móvel responsável pelo preenchimento
Pessoas	Fácil adesão e compreensão por parte dos responsáveis pela FVS	Adesão e entusiasmo por parte dos colaboradores na implantação e compreensão do software	Sem maiores dificuldades ou problemas em relação à adesão por parte dos colaboradores	Adesão e entusiasmo por parte dos colaboradores na implantação e compreensão do software
	Há problemas em relação à padronização dos documentos durante seu preenchimento	Há dificuldades em relação à padronização de algumas não conformidades	Ainda é necessário continuar investindo em treinamento e reciclagem de treinamento.	Há uma dificuldade quanto à padronização do modo a ser realizada a verificação
Empresa	Utilizada em toda a empresa	Atualmente é utilizado em todas as obras	Atualmente é utilizado em todas as obras	Utilizada em toda a empresa
Meio ambiente	Necessita grandes espaços para o armazenamento dos documentos físicos	O armazenamento é feito por vias digitais	O armazenamento é feito por vias digitais	O armazenamento é realizado por vias digitais
	Geração de um grande volume de papel na obra e pós obra	Não há grandes volumes de papel gerado no processo digital	Redução da documentação física na obra e volume de arquivo de pós obra	Grande redução no volume de papel gerado em obra

FONTE: Os Autores (2021).

Quadro 5: Entrevista realizada no canteiro de obra			
		Empresa 1	Empresa 2
Adesão	Houve participação da obra no processo de implantação da tecnologia?	Sim	
	Quais as principais dificuldades enfrentadas com o uso da tecnologia?	Capacitar os trabalhadores do setor de produção que utilizam a tecnologia	
Processos	Quais são os funcionários que utilizam a tecnologia no canteiro?	Engenheiros, estagiários e encarregados e mestres de obra	
	Existe um procedimento padrão para a utilização da tecnologia?	Sim	
	Quais são os dispositivos utilizados para acesso à tecnologia?	Smartphones, notebooks e computadores fixos	
Benefícios	A tecnologia é personalizada para as necessidades específicas da empresa/obra?	Sim, as funcionalidades da tecnologia são personalizadas para atender as demandas da empresa e são realizadas atualizações no sistema	
	Quais foram os principais ganhos com a utilização da tecnologia?	Melhor rastreabilidade dos serviços e registro de não conformidades, acesso às informações em tempo real	Melhor rastreabilidade dos serviços e registro de não conformidades, acesso às informações em tempo real e avaliação de fornecedores geradas automaticamente
	É possível mensurar por meio de indicadores o impacto do uso da tecnologia no planejamento e controle da obra?	Não, apesar da tecnologia se mostrar versátil na perspectiva de quem a utiliza, não existem indicadores capazes de expressar numericamente o seu desempenho	
Pontos de melhoria	Quais são as lacunas que a tecnologia não conseguiu sanar?	A padronização de algumas informações ainda é um desafio	A padronização de algumas informações ainda é um desafio, principalmente as que estão relacionadas com a descrição de não conformidades
Relevância	Os entrevistados consideram importante a utilização dessa e de outras tecnologias no canteiro?	Sim, pois é muito mais rápido o acesso à informação	Sim, os esforços realizados para tornar os canteiros mais digitalizados são válidos, uma vez que melhoram o controle das diversas frentes de serviço existentes em uma obra
	Existem outras tecnologias em processo de implantação no canteiro?	Sim, está em discussão para as próximas obras o uso de QR-code para digitalização dos projetos	Sim, ferramentas que utilizam a metodologia BIM, como por exemplo, o software Naviswork

FONTE: Os Autores (2021)

De acordo com Böes et al. (2016), há uma concordância ao fato dos métodos tradicionais de coleta de informação das FVS estão ultrapassados e que não têm mais confiança e segurança em relação às suas informações. O que se dá pelo fato das fichas físicas serem preenchidas por várias pessoas, e estas possuem diferentes métodos para o preenchimento, o que causa uma divergência e falta de padronização, que acaba por se tornar outro problema relacionado ao controle das informações geradas.

As entrevistas mostraram que a aplicação da FVS digital seria inevitável, o que vai ao encontro da afirmação do Gestor do SGQ da empresa 1: *“Com o volume de serviços e inspeções aumentando, acabaria ficando insustentável continuar com o controle de forma manuscrita”*.

Assim, além de ser uma forma de digitalização e otimização do canteiro de obras, a FVS digital se tornou uma necessidade que acompanha o crescimento da própria empresa. E que respondeu às expectativas da empresa, na agilidade das atividades de verificação, e depois, para compilar, organizar e interpretar esses documentos, como relatado pelo Gestor da empresa 1 ao descrever o processo de fechamento do mês nos canteiros de obra: *“Era realizada durante uma semana, no fechamento do mês, todos os 48 serviços do empreendimento ocupando muita mão de obra para realizar esse processo, coletando as fichas em cada um dos pavimentos, que era onde elas ficavam”*.

Com a implementação da FVS digital, esses processos se tornaram mais automatizados e digitais, melhorando a gestão da obra. Logo, implementado inicialmente como teste em um dos canteiros de obra da empresa, após a constatação de sua eficácia e utilidade, a ferramenta foi aplicada em todos os demais canteiros de obra da mesma.

O que não foi percebido de forma tão evidente, pela empresa 2, relatado por meio da afirmação: *“O controle existente era satisfatório. A migração para o digital foi feita visando reduzir documentos físicos durante a obra e no arquivo da empresa, pós obra.”* Logo, as dificuldades e problemas de gerenciamento da empresa 1 não se aplicam da mesma maneira. Além da geração de papel, o Gestor do SGQ da empresa 2 afirma que a gestão e o levantamento de dados do acompanhamento do preenchimento das fichas de acordo com a execução *in loco* foi outra questão levada em conta na decisão de migrar para um sistema digital. A digitalização da empresa já existia em nível de controle de gestão e dados, e que apenas foi expandida às FVS após o uso de *Tablets* e *Smartphones*.

Porém, ainda há dificuldades encontradas em relação ao preenchimento correto dos documentos, desencadeando investimentos em treinamentos dos colaboradores e acompanhamentos quanto a abertura e preenchimento das fichas, permitindo observar onde ainda existem falhas no processo. Assim, similar à empresa 1, a empresa 2 aplica FVS digital na grande maioria dos seus empreendimentos em construção atualmente.

Os critérios decisivos que levaram à aplicação da tecnologia na terceira empresa foram a necessidade de maior praticidade e facilidade em relação ao preenchimento da FVS para a equipe de produção, em contraponto à utilização de documentos físicos, que exigiam mais atenção, controle e representavam um volume grande para se levar para o campo, como relatado pelo gerente do SGQ da empresa 3: *“Para quem preenche o documento é mais simples também, [...] Com o sistema, tudo está na palma da mão”*.

No entanto, apesar do aplicativo ter atendido a todos os critérios propostos inicialmente, algumas dificuldades ainda são encontradas, sendo a maior delas relacionada com a padronização da verificação dos serviços. De acordo com a sistemática da empresa, não é possível cadastrar vários itens em uma única FVS, assim, caso seja necessário verificar 10 pilares em um único andar é preciso também abrir 10 FVS diferentes.

No fim, ainda é possível notar que o ambiente goianiense e o brasileiro ainda sub utilizam as tecnologias disponíveis no setor da construção, não pelo baixo número de respostas obtidas, mas por ser baixo o número de empresas que afirmaram usar algumas tecnologias, mesmo as mais essenciais e básicas

para o setor AECO hoje, que é o BIM.

Em relação ao uso das tecnologia em estudo nota-se que a avaliação da mesma se deu por pontos mais subjetivos que objetivos de fato, como a observação do que seria melhor para a otimização ao invés de apenas não achar que seria necessário seu uso dentro dos canteiros de obras e das empresas, reafirmando o fato analisado por Schia et al. (2019), onde se nota que algumas pessoas, as mais conservadores segundo

o que pode-se retirar das entrevistas, não querem ou não veem a necessidade de digitalizar as empresas, continuando com um ciclo de ineficiência no processo produtivo das mesmas.

A digitalização dos canteiros é inevitável, os processos se modernizam e os velhos hábitos são substituídos por métodos e tecnologias mais eficientes. O setor continua evoluindo, e esta evolução é conjunta às empresas para tornarmos os processos mais rápidos, eficientes e fáceis de se gerenciar, controlando e analisando, e não apenas com o uso de uma tecnologia, mas em uma real transformação nos processos, desde os projetos até a execução em obra.

Logo, para que essa mudança aconteça é necessário não somente investir em modernização, mas também permitir que as pessoas se modernizem. Ainda há trabalhadores mais conservadores que rejeitam fortemente, ou não conseguem assimilar com tanta facilidade a digitalização dos canteiros, seja por desconfiança, descrença, comodismo ou outro fator comportamental. A diferença de gerações colaborando em um mesmo canteiro é uma realidade e é importante e delicado lidar com essas diferenças. Como líderes dessa transformação, é papel das empresas se empenharem em aproximar àqueles menos confortáveis e inserí-los e integrá-los às mudanças e novas tecnologias, pois essa questão não somente é benéfica para as empresas em si, mas também para o setor da construção como um todo, pois eleva o nível de qualificação da mão de obra, fator que foi limitante para o uso de algumas tecnologias, conforme visto nos resultados dessa pesquisa.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho contou com o objetivo do estudo do uso e aplicação das FVS's digitais em canteiros de obras goianos. Como resultado foi possível extrair informações diferentes em relação a como cada empresa aplica a tecnologia e faz uso da mesma. Porém as motivações se assemelham para todas na busca por um maior controle no gerenciamento das fichas, maior facilidade, agilidade e automatização no preenchimento e diminuir o volume de papel gerado nos canteiros e armazenados nas empresas. Apesar da grande mudança que é passar de um sistema físico para um sistema digital, as dificuldades não foram muito grandes, concentrando-se apenas no treinamento dos colaboradores que menos se adaptaram com a nova metodologia. Entretanto, os que se adaptaram rapidamente mostraram grande entusiasmo em usar a nova ferramenta.

Com a aplicação da FVS digital muitos dos processos que antes demoravam semanas de monitoramento, agora são realizado de forma digital à medida que o documento é preenchido no cotidiano da obra, ocupando pouca retrabalho e tempo dos gestores, além da diminuição considerável de papel gerado, já que o sistema é digital e não há necessidade da impressão de fichas.

É necessário dizer que devido ao contexto atual de pandemia, o tempo para a realização da pesquisa foi reduzido, além do fator de isolamento social que impossibilitou uma maior amostragem de visitas na segunda fase da pesquisa, sendo fator limitante para a realização mais ampla do estudo. Destaca-se que as conclusões deste trabalho retratam o contexto da amostragem.

Também é válido ressaltar que a pesquisa relacionada ao tema de FVSs digitais é um campo novo nas pesquisas tanto em ambiente goianiense quanto no Brasil, em relação ao estudo bibliográfico.

É recomendado para pesquisas futuras que busquem por mais bibliografias na área para realizar

estudos semelhantes. Tornar as perguntas dos formulários mais objetivas no caso do não uso delas pode trazer resultados mais assertivos, formar uma amostragem, realizar mais visitas em campo e com um tempo de monitoramento maior pode fornecer um contexto mais condizente com a realidade do seu ambiente de estudo. Também é recomendado o estudo da aplicação de uma tecnologia em fases diferentes de implantação, a busca da necessidade do uso e a busca de outros contextos de utilização, como deixar de usar certa tecnologia, por exemplo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANVERSA, G.B. **Machine Learning e seus usos na construção**. Sienge Plataforma, 2020. Publicado em 17/04/2020. Acesso em 02/04/2021. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/machine-learning-e-seus-usos-na-construcao/>
- BALTLETT, K.; BLANCO, J. L.; FITZGERALD, B.; JOHNSON, J.; MULLIN, A. L.; RIBEIRINHO, M. J. **Rise of the platform era: The next chapter in construction technology**. Publicado em 30/10/2020. Acesso em 02/04/2020. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/private-equity-and-principal-investors/our-insights/rise-of-the-platform-era-the-next-chapter-in-construction-technology>
- BÖES, J. S.; PATZLAFF, J. O.; GONZÁLEZ, M. A. S. **Estudo sobre a gestão da informação no controle de qualidade de obras**: Uma análise da aplicabilidade da tecnologia da informação e comunicação (TIC). In: XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. ENTAC: São Paulo, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320259436_Estudo_sobre_a_gestao_da_informacao_no_controle_de_qualidade_de_obras_uma_analise_da_aplicabilidade_da_tecnologia_da_informacao_e_comunicacao_TIC/. Acesso em: 05/10/2021.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. **The Second Machine Age: Work Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies**. 1° ed. New York: W. W. Norton, 2014.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Indústria 4.0 Modo Covid-19**: Uma análise de tendências, tecnologias, startups e atividades que definem a indústria 4.0 relacionada à COVID-19. Brasil, 2020.
- CROTTY, R. **The Impact of Building Information Modelling**. SPON Press. Nova Iorque, 2012.
- DUTTON, W. H. **Computers and Society**. In: International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 2001. Information and Communication Technologies. ScienceDirect. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/information-and-communication-technologies/>. Acesso em: 05/10/2021.
- ERICKSON, B. J.; KORFIATIS, P.; AKKUS, Z.; KLINE, T. L. **Machine Learning for Medical Imaging**. RadioGraphics, Vol. 37, Nº2. Radiological Society of North America, 2017.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO ADMINISTRAÇÃO. **Tecnologia na Construção Civil**: o que é, importância e exemplos. FIA, 2020. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/tecnologia-na-construcao-civil/>. Acesso em: 20/07/2021.
- FIRJAN. **Indústria 4.0**. Cadernos SENAI de Inovação, Abril 2016.
- GANDOMI, A., HAIDER, M. **Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics**. In: International Journal of Information Management. Vol. 35, Issue 2. Elsevier Ltd: 2015. pp. 137-144. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.10.007>. Acesso em: 05/10/2021.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6° ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- HARTY, J.; KOUIDER, T.; PATERSON, G. **Getting to grips with BIM: a guide for small and medium-sized architecture, engineering and construction firms**. 1° ed. Abingdon: Routledge, 2016.
- IRIZARRY, J.; COSTA, D. B. Exploratory study of potential applications of unmanned aerial systems for construction management tasks. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 3, p. 05016001, 2016.

LI, X.; YI, W.; CHI, H.-L.; WANG, X.; CHAN, A. P. C. A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety. **Automation in Construction**, v. 86, p. 150-162, fev. 2018. disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2017.11.003>>.

MASOTTI, L.F.C. **Análise da implementação e do impacto do bim no Brasil**. 2014. TCC(bacharel em Engenharia Civil)-Universidade de Santa Catarina, Florianópolis:2014.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Regimento Geral-Regimento Específico da Especialidade Técnica Execução de Obras, PBQP-H - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat**. Brasília: 2017.

MONTALVÃO, A. C. P. S. **Estudo da Conversão de polarização linear-circular em antenas dual-band para leitores RFID portáteis usando metasuperfícies miniaturizadas**. 2016. 193 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica e de Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal: 2016.

MOREIRA, A. C. **Diretrizes para proposição de um modelo lógico baseado na Web Orientação: Aplicação voltada à rastreabilidade e recuperação de informação na Construção Civil / Adriano Castro Moreira - 2017**.

NASCIMENTO, L. A. do; SANTOS, E. T. Barreiras do uso da tecnologia de informação na indústria da construção civil. In: WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 5., 2002, Porto Alegre. **Anais...** PORTO ALEGRE: PUCRS, 2002.

PEDO, B.; BRANDALISE, F.M.P.; VIANA, D. D.; TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T.; WHITELOCK-WAINWRIGHT, A. **Digital Visual Management Tools in Design Management**. In: Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28). Califórnia: Berkeley, 2020. Disponível em: doi.org/10.24928/2020/0071. Acesso em: 04/04/2021.

REMONDINO, F.; EL-HAKIM, S. Image-based 3D modelling: A review. **The Photogrammetric Record**, 21(115), p. 269-291, set. 2006.

SALEHI, H.; BURGUENO, R. **Emerging artificial intelligence methods in structural engineering**. Engineering Structures, p. 171, 2018.

SANTOS, M. K.; FERREIRA JÚNIOR, J. R.; WADA, D. T.; TENÓRIO, A. P. M.; BARBOSA, M. H. N.; MARQUES, P. M. A. **Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina, Diagnóstico Auxiliado por computador e radiônica: Avanços da imagem rumo à medicina de precisão**. Radiol Bras, São Paulo, v. 52, n. 6, p. 387-396, Dec. 2019. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842019000600011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 02/04/2021.

SCHIA, M. H.; TROLLSÅS, B. C.; Fyhn, H.; Lædre, O. (2019). **The Introduction of AI in the Construction Industry and its Impact on Human Behavior**. In: Proc. 27 th Annual Conference of the International. Group for Lean Construction (IGLC), Pasquire C. and Hamzeh F.R. (ed.), Dublin, Ireland, pp. 903-914. DOI: <https://doi.org/10.24928/2019/0191>. Available at: <www.iglc.net>

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. 1º ed. São Paulo: EPU, 1965.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Construção Civil: **Relatório de Inteligência Agosto/2017**. Brasil, 2017.

SILVA, L. T. E. e; SOUSA, T. V. de; SILVA, V. V. da; AMARAL, T. G. do. **Tecnologias digitais utilizadas pela indústria da construção civil**. In: XII SIBRAGEC. Antac: Maceió, 2021.

TIXIER, A. J.-P.; HALLOWELL, M. R.; RAJAGOPALAN, B.; BOWMAN, D. **Application of machine learning to construction injury prediction**. Automation in Construction, Volume 69, 2016. (PA.102-114).

WING, R. RDIF Applications in Construction and Facilities Management. ITcon Vol. 11. **Journal of Information Technology in Construction**, 2006. (pag. 711-721)

ZIKMUND, W. G.; BABIN, B. J.; CARR, J. C.; GRIFFIN M. **Business research methods**. 8º ed. Iowa City: South-Western College Pub.