Indústria 5.0: Oportunidades e Desafios para Arquitetura e Construção

13º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e 4º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção

ARACAJU-SE | 08 a 10 de Novembro

[1]BARREIRAS A FICALIZAÇÃO E MONITORAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS COM USO DE CÂMERAS 360º

Barriers to the supervision and monitoring of public constructions using 360º cameras

Vanessa Gobbi
Atitus Educação | Passo Fundo, Rio Grande do Sul | vanessagobbieng@gmail.com

Laércio Maculan
Atitus Educação | Passo Fundo, Rio Grande do Sul | laercio.maculan@atitus.edu.br

Marcelo Fabiano Costella
Universidade Comunitária da Região de Chapecó | Chapecó, Santa Catarina | costella@unochapeco.edu.br

Elvira Maria Lantelme
Atitus Educação | Passo Fundo, Rio Grande do Sul | elvira.lantelme@atitus.edu.br

RESUMO

A fiscalização e monitoramento de obras são essenciais para o desenvolvimento da produção na construção civil. No entanto, as práticas usuais para fiscalização e controle são baseadas em observações individuais, coleta e extração manual de dados que são suscetíveis a erros humanos. Com intuito de aprimorar tais aspectos, estudos apontam o uso de tecnologias digitais baseadas em imagens como alternativas que possibilitam um monitoramento mais ágil e transparente. Entretanto, apesar dessa nova abordagem é possível constatar uma lacuna quanto a utilização destas tecnologias na fiscalização e monitoramento de obras públicas. Em levantamento realizado pelo Tribunal de Contas da União, apontou-se que existem diversas irregularidades relacionadas a execução de obras públicas. Diante disto, tecnologias e processos que possam contribuir na área de fiscalização de obras públicas são necessários visando uma aplicação de recursos mais eficaz. O presente trabalho objetiva identificar as principais barreiras associadas a fiscalização de obras públicas de um órgão municipal, a fim de se obter embasamento para propor possíveis soluções através do monitoramento remoto com uso da câmera 360º. Foram aplicadas entrevistas semiestruturadas para os fiscais de obras do órgão público em estudo. Acessibilidade, periodicidade, transparência, padronização, segurança e armazenamento de dados estão entre as barreiras identificadas.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Tecnologias digitais; Dados visuais Gestão visual.

ABSTRACT

Supervision and monitoring of construction projects are crucial for enhancing productivity in the civil engineering sector. However, conventional practices for project supervision and control rely on individual observations, manual data collection, and extraction, which are prone to human errors. To improve these aspects, studies suggest the use of digital image-based technologies as alternatives that enable more efficient and transparent monitoring. Nevertheless, despite this innovative approach, a gap exists in the adoption of these technologies for the supervision and monitoring of public works. A survey conducted by the Federal Court of Auditors highlighted numerous irregularities related to the execution of public construction projects. In light of these findings, technologies and processes that can contribute to the field of public works supervision are necessary to ensure more effective resource allocation. This study aims to identify the main barriers associated with the supervision of public works within a municipal agency, with the objective of providing a foundation for proposing potential solutions through remote monitoring using 360° cameras. Semi-structured interviews were conducted with construction supervisors from the target municipal agency. Accessibility, periodicity, transparency, standardization, data security and storage were among the identified barriers.

Keywords: Industry 4.0; Digital technology; Visual data; Visual management.

1 INTRODUÇÃO

Tuttas *et al.* (2017) caracterizam as obras como sendo espaços de trabalho com elevado grau de dinamismo, complexidade e diversidade de atividades, assim como elevada fragmentação e especialização dos processos. Tais características estão ligadas às questões externas que não são possíveis de serem controladas (como más condições climáticas e atrasos de fornecedores), às fortes dependências que existem entre as etapas de construção, à ausência de sequências únicas de processos, ao elevado número de atividades, equipamentos e pessoas presentes nos canteiros (TUTTAS *et al.*, 2017). Diante destes motivos,

[1]GOBBI, V.; MACULAN, L.; COSTELLA, M. F.; LANTELME, E. M. Barreiras a fiscalização e monitoramento de obras públicas com uso de câmeras 360º. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 13., 2023, Aracaju. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2023.

Tuttas *et al*. (2017) apontam que há uma probabilidade significativa de ocorrerem desvios entre o estado planejado e o estado atual das obras. Portanto, para que o desenvolvimento da produção nas construções civis ocorra conforme o previsto, é imprescindível que haja o monitoramento e controle das operações e progresso das obras.

Geralmente, as maneiras tradicionais de medição e fiscalização de obras estão sujeitas a erros, são menos eficientes e mais demoradas. Práticas como a observação em campo, tomadas de medidas com trena e fotografias tradicionais estão sujeitas a uma série de equívocos devido a sua inerente dependência do manuseio humano, que muitas vezes é impreciso (GROSSKOPF *et al*., 2019). Em práticas usuais para monitoramento e progresso, o real impacto e a qualidade das informações são muitas vezes comprometidas, pois dependem dos dados coletados manualmente pelo pessoal de campo, os quais tendem a ser baseados em interpretações pessoais e subjetivas a respeito do que precisa ser medido, como deve ser medido e como deve ser apresentado (ÁLVARES, 2019). Além disso, os resultados do progresso de obras são rotineiramente expostos em gráficos e relatórios textuais que costumam ser pouco visuais e intuitivos, acabando por não expressar de forma conjunta a qualidade e quantidade do serviço, bem como não representam o avanço de maneira espacialmente posicionada no canteiro (ÁLVARES, 2019).

Impulsionada pelo contexto da Indústria 4.0, a construção civil vem apostando na incorporação de tecnologias digitais (KANG *et al*., 2013). Entre elas estão as tecnologias digitais baseadas em imagens, tais como fotografias e vídeos, reconstrução de ambientes em 3D, modelos 3D e simulações em 4D (TEIZER, 2015; YANG *et al*., 2015; HAN; GOLPARVAR-FARD, 2017). Em relação as ferramentas que têm sido mais utilizadas, podem-se citar o uso de câmeras digitais e de diferentes dispositivos com câmeras integradas, como tablets, *smartphones*, veículos aéreos não tripulados e dispositivos de varredura a laser (TEIZER, 2015; HAN; GOLPARVAR-FARD, 2017). Segundo Grosskopf *et al*. (2019), o atual avanço tecnológico contribuiu com a construção civil no desenvolvimento de novas tecnologias que permitem a captura da realidade com equipamentos de escaneamento e fotogrametria, e também a geração de imagens virtuais imersivas com câmeras 360°.

As fotografias 360° produzem reduzida quantidade de arquivos se comparadas a fotografia tradicional, pelo fato de registrar uma grande quantidade de dados com apenas um disparo (BARAZZETTI; PREVITALI; RONCORONI, 2018). De acordo com Barazzetti; Previtali e Roncoroni (2018), câmeras 360° conseguem capturar toda a cena ao redor de um fotógrafo em uma única foto, e devido ao seu custo-benefício estão se tornando um novo paradigma na fotogrametria. O grande campo de visão das fotografias 360° reduz o número de imagens necessárias para a reconstrução 3D de um ambiente, consequentemente reduzindo o tempo de coleta de dados no local, quando comparado com câmeras tradicionais, que possuem um campo de visão mais limitado (SUBRAMANIAN; GHEISARI, 2019).

Nos últimos anos foram publicados diversos estudos nos quais foram propostos métodos que podem auxiliar o monitoramento das obras através da utilização de tecnologias como a câmera 360°. Em estudo realizado por Grosskopf *et al*. (2019), as fotografias em 360° apresentaram uma simulação ultrarrealista de interação sujeito-espaço, mostrando-se uma poderosa ferramenta para verificação e validação de informações espaciais, e um potencial elevado de utilização na área da construção civil. Holdener *et al*. (2017) afirmam que as câmeras 360º são uma solução eficiente para mapear ambientes internos. Segundo Kopsida e Brilakis (2020), métodos que utilizam dispositivos móveis para captura da realidade podem aprimorar potencialmente o processo de inspeção e reduzir o tempo gasto necessário para essa atividade, permitindo que o inspetor adquira dados de progresso simplesmente andando pelo local. Barbosa e Costa (2022) propõem um método para monitoramento visual do progresso de obras, externamente com o uso de drone e internamente com a câmera 360º, integrando as imagens com o BIM 4D.

No entanto, a maioria desses estudos teve como contexto o monitoramento externo do canteiro de obras com uso da câmera 360° acoplada a drones, ou exclusivamente o mapeamento dos ambientes internos com a câmera 360° para modelagem 3D do estado real e/ou elaboração do *as-built*. Há uma carência de pesquisas utilizando essas tecnologias no contexto de obras públicas, identificando-se assim uma possível lacuna de conhecimento para ser estudada. Tecnologias e processos que possam contribuir na área de projetos, execução e fiscalização de obras públicas são necessárias visando uma aplicação de recursos públicos mais eficaz (MIRANDA; MATOS, 2015).

Este artigo tem por objetivo identificar barreiras que comprometem a fiscalização de obras de forma eficaz e a partir disto propor diretrizes para o uso de câmeras 360º no processo de fiscalização de obras públicas. Este trabalho possui como motivação o fato de a pesquisadora estar inserida em um órgão público e fazer parte do processo de fiscalização de obras, compreendendo que existem falhas e vivenciando certas

dificuldades que despertaram o interesse de buscar possíveis soluções que pudessem facilitar ou aprimorar o processo. O artigo aborda a primeira fase da pesquisa a qual contempla a revisão bibliográfica e entrevistas feitas com os fiscais de obras, cujo objetivo é compreender como ocorre a fiscalização, controle e monitoramento de obras públicas, quais os principais problemas e dificuldades associadas a este processo sob o ponto de vista dos fiscais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Tecnologias digitais

As tecnologias digitais baseadas em imagens podem ser entendidas como tecnologias e ferramentas digitais relacionadas a geração e/ou compreensão de dados visuais, incluindo imagens, fotos, vídeos, modelos digitais, entre outras, tendo como principal atribuição a comunicação através do apoio desses dados visuais (MCCORMICK; DEFANTI; BROWN, 1987; HANSEN; JOHNSON, 2005). De acordo com Ebert (2005), a principal característica destas tecnologias é a transmissão de informações de maneira mais completa e eficaz, compreensível e reprodutível, quando comparada com as comunicações de dados verbais e textuais.

A utilização de ferramentas visuais busca o aprimoramento da capacidade comunicativa de elementos da produção e maior transparência focando na melhoria do desempenho da obra (TEZEL *et al.*, 2015; TEZEL; AZIZ, 2017). De acordo com Tezel *et al.* (2015), ferramentas de gestão visual fornecem informações com transparência, ou seja, todos tem acesso a mesma informação, podendo ser obtida de maneira fácil e de simples entendimento. Dentre as vantagens do uso de ferramentas de gestão visual, está a maior consistência nos resultados da produção, simplificação e maior coerência nas tomadas de decisões, melhoria na identificação de soluções para problemas, estimulação do contato e maior colaboração dos envolvidos (TEZEL; AZIZ, 2017).

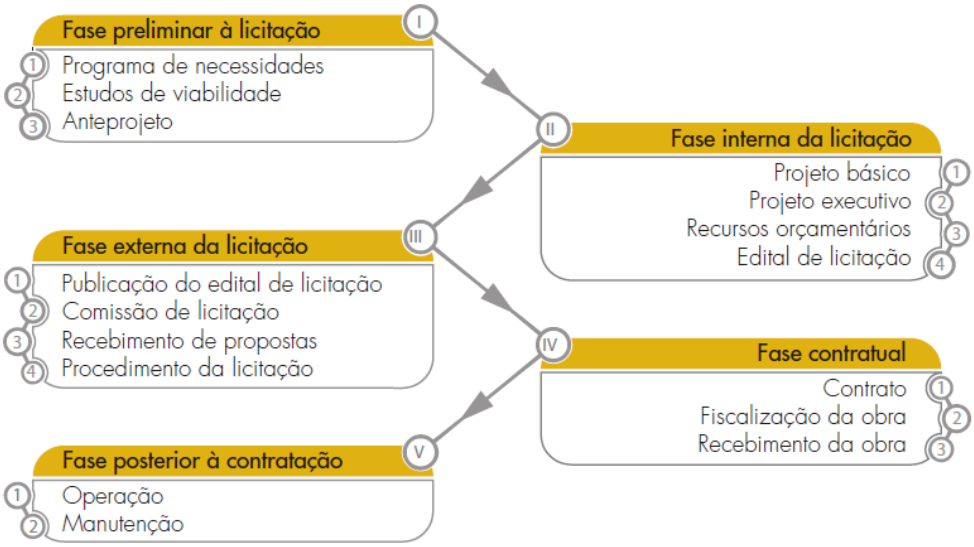
Segundo Han e Golparvar-Fard (2017), os dados visuais independentemente de sua qualidade, registram a condição de uma cena ou objeto no momento da captura, enquanto dados por escrito podem ter diferentes significados que mudam ao longo do tempo. Dessa maneira, a quantidade de dados de imagem e vídeo registrados no canteiro de obras por meio de dispositivos como *smartphones*, câmeras fixas e scanners a laser aumentou substancialmente, proporcionando uma oportunidade única de documentar e analisar todo o ciclo de vida da construção (LIN; GOLPARVAR-FARD, 2020b). Os avanços no desenvolvimento destas tecnologias possibilitam a obtenção de informações sobre o atual estado de execução dos projetos, tarefa crucial no acompanhamento do andamento das obras (HAN; DEGOL; GOLPARVAR-FARD, 2018; ALIZADEHSALEHI; YITMEN, 2019).

A fotografia imersiva 360º possui a capacidade de capturar integralmente um espaço com um único disparo e tem sido uma ferramenta poderosa para validação e verificação de dados espaciais, com grande potencial de utilidade nas áreas de construção civil, georreferenciamento e planejamento urbano (GROSSKOPF *et al.*, 2019).

2.2 Fiscalização de obras públicas

O Tribunal de Contas da União (2014) define obra pública como toda construção, reforma ou ampliação de bem público. Uma obra pública pode ser realizada de forma direta, quando é executada pela própria administração ou de forma indireta, no caso de a obra ser contratada com terceiros através do processo licitatório (TCU, 2014). A realização de uma obra pública é um evento que passa por várias etapas que se iniciam muito antes do processo licitatório propriamente dito, e que são fundamentais para a garantia do sucesso do empreendimento. Na Figura 1, apresenta-se um fluxograma que procura demonstrar, em ordem sequencial, as etapas que devem ser realizadas para a correta execução indireta de uma obra pública.

Figura 1: Fluxograma de licitação para obras públicas.



Fonte: TCU (2017, p. 10)

Fiscalização é a atividade que deve ser realizada pelo contratante com o objetivo de verificar o cumprimento das disposições contratuais, técnicas e administrativas em todos os seus aspectos (TCU, 2014). A fiscalização tem a função de exigir da contratada o cumprimento de todas as suas obrigações contratuais, de acordo com os procedimentos estabelecidos no edital e no contrato (TCU, 2014).

A atividade de fiscalização é exercida pelo fiscal da obra designado, o qual possui as atribuições de atestar e documentar a execução das obras, verificar se os prazos, quantidades e especificações estão de acordo com o objeto contratado, avaliar e aprovar as etapas concluídas periodicamente, autorizar pagamentos após realizações de medições e verificar durante o desenvolvimento da obra se estão sendo cumpridos os termos estabelecidos em contrato (TCE-PR, 2015).

Ressalta-se que as atividades da fiscalização de obras acontecem *in loco*, por meio de vistorias periódicas e tantas quantas forem necessárias para o acompanhamento de todas as etapas, ou seja, desde o início dos trabalhos até o recebimento definitivo.

Segundo o Tribunal de Contas da União (2015), algumas das principais irregularidades em obras públicas estão relacionadas às atividades da fiscalização das obras, como por exemplo, pagamento de serviços não executados total e efetivamente, falta de comprovação e conferência por parte da fiscalização referente aos serviços executados, incoerências nos relatórios de fiscalização, recebimento de obras com falhas de execução visíveis e que passaram despercebidas, além da não realização de vistorias dos órgãos públicos competentes, entre outras.

O rol de irregularidades supracitadas pressupõe a necessidade de um criterioso acompanhamento de todas as etapas de uma obra pública, em especial da fiscalização das mesmas. Realizar a fiscalização de obras de maneira eficiente pode contribuir de diversas formas com o sucesso dos empreendimentos, bem como na administração de recursos públicos.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Para atingir os objetivos propostos nesta fase da pesquisa, foram utilizados a revisão bibliográfica e entrevistas semiestruturadas feitas com os fiscais de obras, com intuito de identificar possíveis problemas relacionados no processo de fiscalização.

As entrevistas foram realizadas de forma presencial no mês de novembro de 2022, com base em um formulário de perguntas pré-definidas que tiveram por objetivo realizar um diagnóstico de como ocorre a fiscalização das obras. As entrevistas foram aplicadas a um grupo de fiscais da equipe do órgão público pertencentes ao departamento de engenharia, que atuam como fiscais de obras de diversos contratos de

uma Prefeitura em uma cidade de pequeno porte localizada no norte do estado do Rio Grande do Sul (*local omitido*). Foram entrevistados 6 servidores com diferentes tempos de serviço detalhados no Quadro 1.

Quadro 1: Caracterização dos entrevistados.

FISCAL	*CARGO*	*TEMPO DE ATUAÇÃO NA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS*
Fiscal 1 (F1)	*Engenheira Civil*	*24 anos*
Fiscal 2 (F2)	*Engenheira Civil*	*22 anos*
Fiscal 3 (F3)	*Engenheiro Civil*	*22 anos*
Fiscal 4 (F4)	*Arquiteta e Urbanista*	*10 anos*
Fiscal 5 (F5)	*Arquiteta e Urbanista*	*8 anos*
Fiscal 6 (F6)	*Engenheiro civil*	*7 anos*

Fonte: Autora (2022)

As perguntas buscaram levantar como são feitas as fiscalizações de obras, como é feita a coleta de dados, qual a periodicidade das vistorias, como é realizado o acesso as obras, onde e como ficam armazenadas as informações das obras, quais ferramentas físicas ou digitais são utilizadas e quais as principais dificuldades no processo. Como complemento a entrevista foi solicitado que os entrevistados dessem sugestões de melhoria. As entrevistas foram gravadas com o consentimento dos participantes e os resultados foram então transcritos e compilados pela pesquisadora. A análise foi feita inicialmente pelas leituras individuais das transcrições das entrevistas e depois de forma transversal a cada pergunta, buscando-se identificar padrões de similaridade de diferenças. O resultado da análise permitiu identificar 5 barreiras que irão nortear a etapa seguinte da pesquisa.

3.1 Resultados e discussões

A partir da análise das entrevistas e utilizando a literatura como base, identificaram-se 5 barreiras existentes apresentadas e discutidas a seguir:

Periodicidade: a periodicidade no contexto da fiscalização de obras se refere a frequência de inspeções ou vistorias realizadas por órgãos reguladores para garantir o cumprimento do contrato.

Em relação a periodicidade as respostas dos entrevistados variou bastante conforme o fiscal, oscilando de uma ou duas vezes por semana, 1 vez por mês, no início de cada etapa da obra ou quando há medição e muitas vezes somente quando há a medição. Ficou nítido que todos têm como consenso a realização de vistoria quando tem medição de pagamento e a mesma ocorre sempre quando a empresa executora solicita.

Padronização de processos: a padronização é um pilar da gestão da produção que busca a redução da variabilidade nos processos por meio de um conjunto de diretrizes que determinam de que maneira uma tarefa deve ser executada (CRUZ; SAFFARO; LANTELME, 2022).

Observou-se na entrevista que existe uma certa informalidade de processos. Cada fiscal executa da sua maneira conforme julga que seja o mais adequado, e não há uma supervisão de um superior neste quesito. Observou-se a falta de conhecimento em como agir em determinadas situações e que improvisação é rotineira.

Armazenamento e segurança de dados: Toda e qualquer informação deve ser correta, precisa e estar disponível, podendo ser armazenada, recuperada, manipulada ou processada e poder ser trocada de maneira segura e confiável (Moraes, 2010).

Não há um lugar específico para o armazenamento de dados coletados, como por exemplo, fotografias e planilhas de medições. Cada fiscal registra o que considera importante através de fotografias com o uso de seu *smartphone* pessoal, e estas geralmente são salvas nas pastas individuais e pessoais localizados no servidor da prefeitura. Houve relatos de perda e extravios de informações que ocorrem com frequência, como fotografias e documentos. A troca de dados costuma ocorrer entre o fiscal e responsáveis da empresa executora através do WhatsApp o que acaba por colaborar com a perda de dados e informações.

Transparência: a transparência está ligada a habilidade de um processo de produção (ou suas partes) em se comunicar com as pessoas, tornando informações visíveis e compreensíveis, através de meios físicos e

organizacionais, medições e exibição visual clara de informações (FORMOSO; DOS SANTOS; POWELL, 2002). Este constructo visa avaliar o potencial da tecnologia digital proposta em fornecer informações visuais que colaborem na comunicação e tomada de decisão nos canteiros de obras.

As entrevistas mostram que existe falta de transparência nos processos de fiscalização. Inúmeras improvisações como alterações de projetos costumam acontecer no decorrer da obra e o fiscal sequer fica sabendo, pois quando vai in loco já está tudo pronto. Ademais, o fiscal geralmente não participa do processo licitatório. Assim, ao ser nomeado fiscal tem pouco ou nenhum conhecimento do projeto que precisa ser executado. As informações sobre a execução da obra geralmente ficam somente com o fiscal e a empresa executora e os gestores têm pouco ou nenhum acesso, comprometendo a comunicação entre eles.

Acessibilidade: O acesso às obras para vistorias e inspeções é um aspecto crucial no papel do fiscal de contratos públicos, pois para desempenhar sua função de forma eficaz, o fiscal deve ter acesso ao local de trabalho e a toda documentação relevante ao contrato sempre que julgar pertinente.

Todos os entrevistados relataram dificuldade de acesso as obras devido à falta de recursos de deslocamento. Atualmente existem várias obras ocorrendo ao mesmo tempo no Município e apenas 1 veículo disponível para todo o departamento, o qual depende também da disponibilidade do motorista. Diante disso, muitas vezes não se consegue fazer vistorias ou o fiscal acaba indo com algum representante da empresa que está executando a obra, pois esta tem interesse de receber e precisa que a medição seja feita.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das entrevistas feitas com os fiscais foi possível perceber que existem vários entraves que impossibilitam uma fiscalização de obras eficaz. A identificação destas barreiras possibilitou a determinação dos constructos de pesquisa, os quais servirão de embasamento para as etapas futuras do estudo. Periodicidade, padronização de processos, armazenamento e segurança de dados, transparência e acessibilidade estão entre as barreiras identificadas.

Com relação as barreiras listadas pelos entrevistados, destaca-se a questão da dificuldade de deslocamento, fato que reforça a possibilidade de que uma alternativa de acompanhamento remoto possa ser uma solução de grande valia para a fiscalização de obras públicas, sendo um ponto importante para se observar nas etapas futuras da pesquisa.

A questão da dificuldade de deslocamento impacta diretamente na periodicidade de vistorias, a qual acaba ocorrendo poucas vezes e em alguns casos simplesmente não ocorre. Uma consequência deste problema é a falta de qualidade de algumas obras que se manifestam depois de concluídas e na sua fase de uso, pois não foi possível identificar problemas durante a sua execução por parte do fiscal. Em alguns casos o Município acaba arcando com manutenções precoces pois faltam dados de comprovação de que a causa foi no momento da execução das obras o que impossibilita de responsabilizar a empresa executora.

A periodicidade das fiscalizações acaba por impactar diretamente na transparência. Diante do fato do fiscal geralmente fazer vistorias somente quando há medições, neste momento os serviços a serem inspecionados costumam estar concluídos. Portanto, não há dados do processo em andamento e a transparência fica prejudicada. Neste quesito as imagens em 360º podem ser de grande valia, pois possuem formato imersivo e realista, fornecendo a sensação de estar presente no local o que permite identificar atividades em andamento e reduzindo as chances de interpretações subjetivas. Também fornecem grande quantidade de informações e detalhes, sendo possível identificar com clareza os serviços que já foram executados, os que estão em execução e os que ainda não foram iniciados.

As etapas futuras da pesquisa compreendem a realização de estudos exploratórios em duas obras públicas que estão sendo executadas no Município de estudo. Para tal será utilizado um modelo de câmera 360º acoplada a um capacete de segurança, e uma plataforma comercial de captura e visualização para controle e monitoramento remoto de obras. Espera-se identificar quais os parâmetros possíveis de serem monitorados e como e uso destas tecnologias pode auxiliar e impactar nos procedimentos de fiscalização de obras. Por fim, espera-se propor um protocolo de utilização de câmeras 360º nos processos de fiscalização, controle e monitoramento remoto de obras públicas.

5 AGRADECIMENTOS

(omitido para avaliação cega segura).

REFERÊNCIAS

ÁLVARES, J. S. **Monitoramento visual do progresso de obras com uso de mapeamentos 3D de canteiros por VANT e modelos BIM 4D**. 2019. (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPEC), Universidade Federal da Bahia, Salvador.

BARBOSA, A. S.; COSTA, D. B. Use of BIM and visual data collected by UAS and 360° camera for construction progress monitoring. **IOP Conference Series**: Earth and Environmental Science, v. 1101, p. 082007, 2022.

BARAZZETTI, L.; PREVITALI, M.; RONCORONI, F. CAN WE USE LOW-COST 360 DEGREE CAMERAS TO CREATE ACCURATE 3D MODELS? **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. XLII–2, p. 69–75, 30 maio 2018. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/325471245_CAN_WE_USE_LOW-COST_360_DEGREE_CAMERAS_TO_CREATE_ACCURATE_3D_MODELS>. Acesso em: 11 fev. 2022.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Obras públicas**: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas. 4 ed. Brasília, 2014.

CRUZ, R. J. P.; SAFFARO, F. A.; LANTELME, E. M. V. Padrões emergentes na construção civil: a padronização baseada na improvisação. **Ambiente Construído**, v. 22, n. 4, p. 299–319, dez. 2022. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/ac/a/j6sQy36GCkBfBZGMz5nPGxN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 mar. 2-2023.

DE, A. C.; MIRANDA, O.; DE MATOS, C. R. **Potencial uso do BIM na fiscalização de obras públicas**. 2015. Disponível em: < https://revista.tcu.gov.br/ojs/index.php/RTCU/article/view/1302>. Acesso em: 10 jan. 2022.

EIRIS, R.; GHEISARI, M.; ESMAEILI, B. PARS: Using Augmented 360-Degree Panoramas of Reality for Construction Safety Training. **Int. J. Environ. Res. Public Health** 2018, 15, 2452. Disponível em: < https://www.mdpi.com/1660-4601/15/11/2452>. Acesso em: 11 mar. 2022.

GROSSKOPF, G. G. et al. A fotografia 360 graus como ferramenta de suporte à modelagem de “as built”. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 10, p. e019021, 28 maio 2019. Disponível em: < https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653839>. Acesso em: 14 mar. 2022.

KOPSIDA, M.; BRILAKIS, I. Real-Time Volume-to-Plane Comparison for Mixed Reality–Based Progress Monitoring **Journal of Computing in Civil Engineering**, 34, n. 4, 2020. Disponivel em: < https://www.researchgate.net/publication/342603317_Real-Time_Volume-to-Plane_Comparison_for_Mixed_Reality-Based_Progress_Monitoring>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MORAES, Alexandre Fernandes de. Segurança em redes: fundamentos. São Paulo: Érica, c2010

SUBRAMANIAN, P.; GHEISARI, M. Using 360-Degree Panoramic Photogrammetry and Laser Scanning Techniques to Create Point Cloud Data: A Comparative Pilot Study. 2019. Disponível em: < http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2019/paper/CPRT305002019.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2021.

TEIZER, J. Status quo and open challenges in vision-based sensing and tracking of temporary resources on infrastructure construction sites. **Advanced Engineering Informatics**, v. 29, n. 2, p. 225–238, abr. 2015. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/275528821_Status_quo_and_open_challenges_in_vision-based_sensing_and_tracking_of_temporary_resources_on_infrastructure_construction_sites>. Acesso em: 20 dez.2021.

TUTTAS, S. et al. Acquisition and Consecutive Registration of Photogrammetric Point Clouds for Construction Progress Monitoring Using a 4D BIM. **PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and**

Geoinformation Science, v. 85, n. 1, p. 3–15, fev. 2017. Disponível em:< https://www.researchgate.net/publication/314365823_Acquisition_and_Consecutive_Registration_of_Photogrammetric_Point_Clouds_for_Construction_Progress_Monitoring_Using_a_4D_BIM>. Acesso em: 17 dez. 2021.

TCEPR. **Manual de orientação para contratação e fiscalização de obras e serviços de engenharia**. 1ed. Paraná, 2015.

YANG, J. et al. Construction performance monitoring via still images, time-lapse photos, and video streams: Now, tomorrow, and the future. **Advanced Engineering Informatics**, v. 29, n. 2, p. 211–224, abr. 2015. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/273401457_Construction_performance_monitoring_via_still_images_time-lapse_photos_and_video_streams_Now_tomorrow_and_the_future>. Acesso em: 07 jan. 2022.

WORD ECONOMIC FORUM. **Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology.** Industry agenda. Genova, 2016. 61p. Disponível em: < https://www.weforum.org/reports/shaping-the-future-of-construction-a-breakthrough-in-mindset-and-technology/>. Acesso em: 18 mar. 2022.