XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Análise preliminar do processo de transformação digital no setor da construção civil sob as perspectivas social, técnica e operacional

Preliminary analysis of the digital transformation process in the construction sector under social, technical, and operational perspectives

Luara Lopes de Araujo Fernandes
Universidade Federal da Bahia| Salvador | Brasil | luara.fernandes@gmail.com
Dayana Bastos Costa
Universidade Federal da Bahia| Salvador | Brasil |dayanabcosta@ufba.br

Resumo

A transformação digital tem proporcionado diversos benefícios em diferentes setores industriais. A indústria da AECO, apesar do seu ritmo lento, vem fazendo um esforço para acompanhar essa tendência. Esse trabalho visa apresentar uma análise preliminar do processo de transformação digital em construtoras brasileiras, a partir de perspectivas sociotécnicas. Nesse sentido, foi realizado um estudo de caso que consistiu em treze entrevistas realizadas em sete empresas dos setores da manufatura e da construção civil. Os resultados foram analisados a partir das perspectivas social, técnica e operacional, contemplando aspectos relacionados a recursos humanos, cultura, tecnologias e tendências digitais, infraestrutura de trabalho, processos produtivos e desempenho. As percepções preliminares, por meio das entrevistas, indicaram que o setor pode ainda estar em processo de digitização ao invés de digitalização.

Palavras-chave: Digitalização. Digitização. Construção civil. Ambiente sociotécnico. Estudo de caso.

Abstract

Digital transformation has been providing several benefits in different industrial sectors. The AECO industry, regardless of its slow pace, has been trying to follow this trend. This work aims to present a preliminary analysis of the digital transformation process in Brazilian construction companies from sociotechnical perspectives. The methodological approach was a case study consisting of thirteen interviews carried out in seven manufacturing and construction companies. Results analysis encompasses social, technical, and operational perspectives, contemplating aspects related to human resources, culture, digital technologies and trends, work infrastructure, production processes, and performance. Initial perceptions indicated that the sector might still be digitizing rather than digitalizing.

Keywords: Digitalization. Digitization. Construction sector. Sociotechnical environment. Case study.

Como citar:
FERNANDES, L. L.A.; COSTA, D.B. Análise preliminar do processo de transformação digital no setor da construção civil sob as perspectivas social, técnica e operacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19, 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-13.

INTRODUÇÃO

A transformação digital (ou digitalização) tornou-se um tema de alta prioridade para organizações e governos, devido ao fato de oferecer uma vantagem competitiva em muitos setores [1]. Indústria 4.0 é um termo coletivo para tecnologias e conceitos da organização da cadeia de valor [2] e é amplamente baseada na industrialização da produção [3]. A aplicação da quarta revolução industrial na indústria da construção é chamada de construção 4.0 [4], que envolve a aplicação da digitalização em várias etapas da construção [5].

A digitalização é um processo sociotécnico de aplicação de técnicas de digitização em contextos sociais e institucionais amplos que tornam as tecnologias digitais infraestruturais [6]. O ambiente permite certos papéis para organizações, pessoas, e artefatos técnicos, e a análise a partir da perspectiva sociotécnica fornece a base para determinar os limites apropriados para esses elementos e para sua otimização conjunta [7].

A indústria da construção, considerada resistente a mudança e refratária a tecnologia, tem um baixo desempenho quando comparada com outras indústrias, como a aeroespacial ou automotiva [8]. A Indústria 4.0 é um desafio ainda mais significativo para esse setor devido à sua baixa cultura de inovação e à demografia do seu negócio, com poucos líderes empresariais e tendo em sua maioria, pequenas e médias empresas com maturidade tecnológica diversa [9]. Neste contexto, as organizações vão precisar entender como usar as tecnologias digitais, tanto estrategicamente como operacionalmente, para ter acesso às novas oportunidades e para aumentar sua lucratividade [10]. Todavia, há uma lacuna na literatura no que tange trabalhos que analisem o atual processo de transformação digital (TD) no setor da construção civil, especialmente sob perspectivas sociotécnicas.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é analisar, de forma preliminar, o processo de transformação digital no setor da construção civil, a partir de perspectivas sociotécnicas. Nesse trabalho, o ambiente sociotécnico compreende as perspectivas social, técnica e operacional [11]. O estudo apresentado nesse artigo está inserido no contexto de uma tese de doutorado em desenvolvimento, que visa propor um sistema de medição de maturidade para um ambiente inteligente de construção. O presente trabalho tem em vista uma imersão no universo de organizações em processo de transformação digital para compreensão e coleta de informações relacionadas aos fenômenos que contemplam a digitalização.

SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS

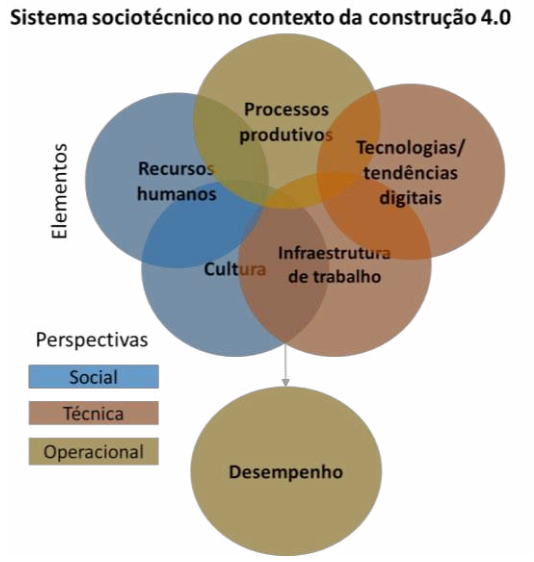
Os projetos de construção são empreendimentos complexos, individuais e baseados no local, que exigem um nível mais alto de conhecimento especializado [12]. A ciência da complexidade supõe que o sistema pode ser entendido pelas interações entre as suas partes [13]. A teoria dos sistemas sociotécnicos, desenvolvida por Trist (1981), apresenta uma estrutura para modelar e analisar sistemas complexos [14]. A justificativa para adoção de abordagens sociotécnicas em projetos de sistemas é que

a falta desta abordagem pode aumentar os riscos dos sistemas não oferecerem a contribuição esperada para os objetivos da organização [15].

No contexto da transformação digital, além da integração dos mundos ciber e físicos através da tecnologia, a indústria 4.0 também será um sistema social (relacionado ao humano) e técnico (relacionado ao não-humano) [13]. A interação entre humanos e máquinas na indústria 4.0 é crítica e será governada pela transformação sociotécnica [13]. As abordagens sociotécnicas destacam a complexidade e a incerteza no processo de mudança que envolve a tecnologia [16].

Vlachos *et al*. (2021) [11] estenderam os pilares tradicionais de um sistema sociotécnico, que inclui fatores sociais (cultura e pessoas) e técnicos (tecnologia e infraestrutura), adicionando o fator operacional (processos e desempenho). Seguindo a teoria dos sistemas sociotécnicos, o desempenho de um sistema é uma propriedade emergente que deriva das interações dos seus componentes [11]. Baseado no conceito proposto por Vlachos (2021) [11], o sistema sociotécnico trabalhado nesse estudo é apresentado na Figura 1.

Figura 1: Perspectivas e elementos de um sistema sociotécnico no contexto da construção 4.0.

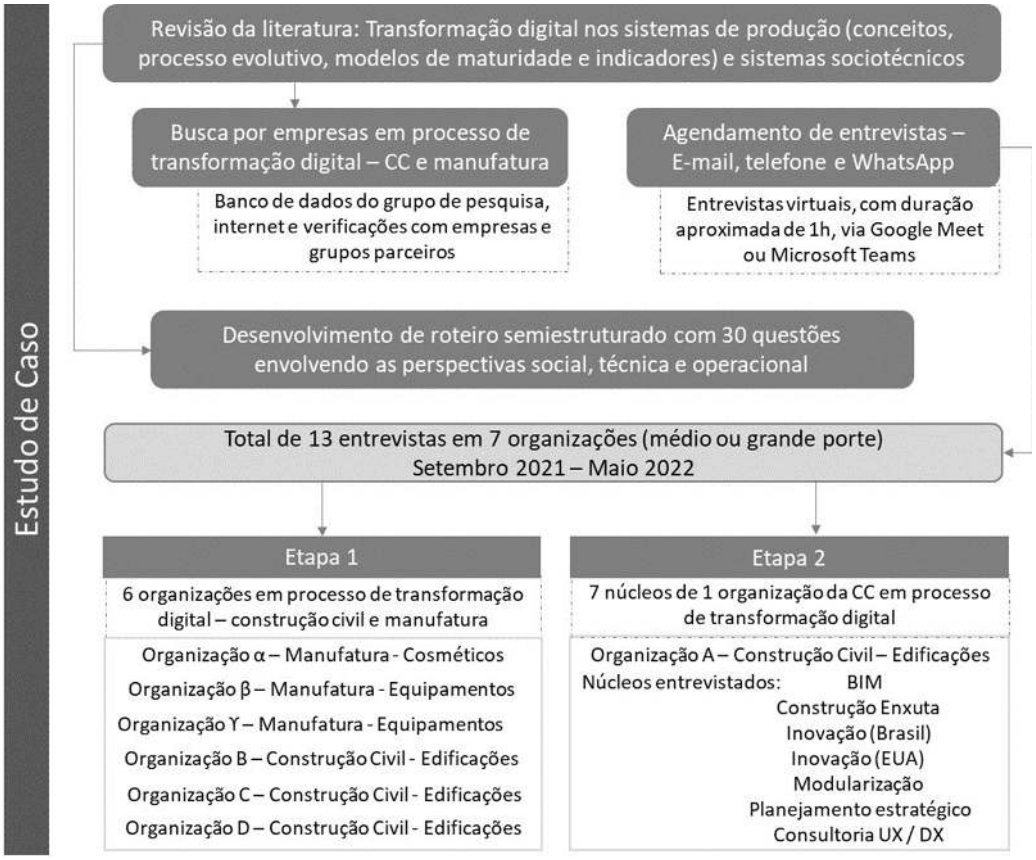


Fonte: as autoras.

MÉTODO DE PESQUISA

Esse trabalho é uma pesquisa exploratória e utiliza como estratégia principal o estudo de caso. De acordo com Yin (2001) [17], o estudo de caso contribui para a compreensão dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos, sendo esse fato o motivador para a adoção dessa estratégia nesse trabalho. O estudo de caso possibilita uma investigação preservando as características holísticas e significativas dos eventos da vida, como processos organizacionais e administrativos e a maturação de alguns setores [17]. O delineamento da pesquisa, com todas as etapas do estudo, está apresentado na Figura 2.

Figura 2: Delineamento da pesquisa



Fonte: as autoras.

A pesquisa foi iniciada com uma revisão da literatura acerca dos seguintes temas: transformação digital nos sistemas de produção e sistemas sociotécnicos. Após essa etapa, foi realizada a identificação de empresas em processo de transformação digital dos setores construção civil e manufatura, sendo estes os únicos critérios de busca. Foi utilizado o banco de dados do GETEC UFBA (Grupo de Pesquisa e Extensão em Gestão e Tecnologia das Construções da Universidade Federal da Bahia), internet e verificações com empresas e grupos parceiros. Como resultado, um total de 7 empresas concordaram em participar deste, sendo 3 (três) da manufatura e 4 (quatro) da construção civil. A partir disso, foi desenvolvido um roteiro semiestruturado com cerca de 30 questões envolvendo as perspectivas social (recursos humanos e cultura), técnica (tecnologias e tendências digitais e infraestrutura de trabalho) e operacional (processos produtivos e desempenho).

O estudo de caso foi dividido em duas etapas de levantamento de dados com o conjunto de empresas identificadas, compreendendo um total de 13 (treze) entrevistas realizadas. Todos os entrevistados foram pessoas envolvidas diretamente com o processo de transformação digital nas organizações. As entrevistas foram realizadas em formato virtual, nas plataformas Google Meet ou Microsoft Teams, com duração aproximada de 1h cada uma. A etapa 1 do estudo de caso consistiu em 6 (seis) entrevistas realizadas com 6 (seis) empresas (médio e grande porte), sendo 3 (três) do setor da construção civil e 3 (três) do setor da manufatura. Este levantamento visou coletar informações de empresas distintas nos dois setores mencionados, com vistas

em captar diferentes práticas e experiências relacionadas ao processo de digitalização. A etapa 2 consistiu em 7 (sete) entrevistas realizadas com diversos núcleos de uma organização de grande porte do setor da construção civil. Esta etapa foi realizada em uma empresa na qual a digitalização está acontecendo de forma descentralizada, sendo necessário mais entrevistas para a coleta de todas as informações. Além disso, as autoras estão realizando uma imersão na Organização A, o que facilitou o acesso aos envolvidos nesse processo, possibilitando a realização de uma maior quantidade de entrevistas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta os resultados e as discussões obtidos a partir das 13 (treze) entrevistas realizadas, analisados sob as perspectivas social, técnica e operacional.

PERSPECTIVA SOCIAL

A Figura 3 apresenta as respostas obtidas através das entrevistas para as questões relacionadas à perspectiva social.

Figura 3: Principais resultados relacionados à perspectiva social

	S O C I A L					
	Fase	**Estratégia de transformação digital**	**Setor coordenador**	**Novas habilidades/ competências**	**Principais barreiras**	**Capacitação**
OA	Conscientização/ Implementação	Não possui	Possui	Resiliência, gestão de mudança, trabalho em equipe, apetite ao risco, língua inglesa, flexibilidade, inteligência emocional, agilidade e habilidades técnicas	Cultura, resistência das pessoas envolvidas, capacitação, custos	(Principalmente) treinamento da mão de obra interna em todas as empresas entrevistadas
OB	Acompanhamento/ Melhoria contínua	Possui	Não possui	Soft skills e familiaridade com a tecnologia	Mudança de mindset / Medo de errar	
OC	Conscientização/ Implementação	Possui	Não possui	Conhecimento técnico e capacidade de integração	Alinhamento de processos, tempo	
OD	Acompanhamento/ Melhoria contínua	Não possui	Não possui	Habilidades técnicas, saber usar as ferramentas e lidar com ambientes complexos	Tempo, custo, capacitação, falta de desenvolvimento de maturidade em alguns processos	
Oα	Acompanhamento/ Melhoria contínua	Possui	Possui	-	-	
Oβ	Conscientização/ Implementação	Possui	Possui	Capacidade de reestruturar o pensamento do produto e afinidade com os sistemas	Cultura – resistência das pessoas envolvidas	
OΥ	Acompanhamento/ Melhoria contínua	Possui	Possui	-	Cultura – resistência das pessoas envolvidas	

Fonte: as autoras.

A perspectiva social envolve os elementos recursos humanos e cultura. É importante ressaltar que todas as empresas entrevistadas entendem estar em processo de transformação digital, ainda que em fases diferentes. Oα, Oϒ, OB e OD se consideram na fase de acompanhamento e melhoria contínua, enquanto Oβ, OA e OC entendem que estão na fase de conscientização e implementação.

Os dados coletados nas entrevistas apontaram que todas as organizações do setor da manufatura (Oα, Oβ e Oϒ) e OB e OC do setor da construção civil possuem estratégia voltada para a transformação digital. A OA informou que a sua estratégia ainda está em desenvolvimento e a OD explicou que, apesar de haver um movimento grande de digitalização dentro da empresa (puxado pelos colaboradores), ainda não foi desenvolvida uma estratégia específica de digitalização. De acordo com Hess *et al.* (2016) [18], para garantir que as empresas capturem o valor de negócios da transformação digital, elas devem desenvolver uma estratégia de TD alinhada com outras estratégias operacionais ou funcionais.

No quesito gestão da transformação digital, apenas Oα, Oβ, Oϒ (manufatura) e OA (construção civil) apresentam departamento que coordena a transformação digital na organização, sendo o departamento de TI (ou englobando ele) ou P&D. Para a OD, a ausência da coordenação promoveu a falta de ordenação e integração (interoperabilidade) entre as ferramentas, havendo a necessidade de substituir algumas destas. A integração e exploração de novas tecnologias digitais é um dos maiores desafios que empresas enfrentam atualmente [18]. Nesse sentido, verifica-se que essas dificuldades podem resultar em maiores custos, atrasos e retrabalho.

Embora seja provável que a essência seja alcançada por meio de tecnologia e processos, a competência oferece um desafio muito maior [19]. De acordo com Boulton e Lamb (2019) [10], é necessário entender as mudanças em atividades, em trabalhos e em papéis que surgirão com a digitalização e quais competências as pessoas irão precisar para desenvolver efetivamente e depois decidir a melhor forma de ensiná-los e capacitá-los. Algumas das habilidades e capacidades apontadas como as principais necessárias ao processo de transformação digital foram resiliência, gestão de mudança, trabalho em equipe, apetite ao risco, língua inglesa, flexibilidade, inteligência emocional, agilidade, familiaridade com as ferramentas digitais, conhecimento técnico, capacidade de integração, gestão de ambientes complexos, afinidade com os sistemas e capacidade de reestruturação do pensamento do produto.

A aquisição de mão de obra habilitada em todas as empresas entrevistadas deu-se, principalmente, através da capacitação de membros internos das empresas. Como principais estratégias de capacitação, as organizações entrevistadas apontaram treinamentos internos (por membros capacitados ou consultorias), plataformas online de treinamentos, investimentos em cursos, congressos, MBA e parcerias com universidades. Na OA, em que as entrevistas foram realizadas em diferentes núcleos, foi possível observar que essas capacitações estão acontecendo de forma mais efetiva com funcionários de níveis estratégicos e no operacional gerencial das obras (engenheiros, estagiários, auxiliares, etc). O acesso da mão de obra operacional da

produção (mestres de obra, líderes, encarregados, pedreiros, entre outros) ainda se apresentou limitado.

A principal barreira apontada pelos entrevistados para a transformação digital é a resistência da força de trabalho, por questões culturais, nos diferentes níveis hierárquicos (da direção até a mão de obra da produção). De acordo com Hodgkinson e Healey (2011) [20], a resistência à mudança é uma barreira significativa que atrapalha iniciativas de reconfiguração. Outras barreiras percebidas foram falta de capacitação, pouca evolução na maturidade de alguns processos e custos elevados. Shelton, Martek e Chen (2016) [21] apontaram que as principais barreiras para implementação de tecnologias em construtoras de pequeno porte são lacunas em habilidades internas, restrições financeiras e a cultura da indústria da construção, o que corrobora com os resultados desse estudo, apesar deste ter se baseado em construtoras de médio e grande porte.

PERSPECTIVA TÉCNICA

A Figura 4 apresenta as principais respostas obtidas para as questões relacionadas a perspectiva técnica.

Figura 4: Principais resultados relacionados à perspectiva técnica



	T É C N I C A		
	Principais tecnologias/ tendências digitais adotadas	**Contratação de consultoria**	**Alterações importantes na infraestrutura de trabalho**
OA	BIM, tablets, nuvem, RV/RA, câmeras 360, drones, sensores, IA, plataformas especializadas	Sim	Substituição de computadores e estabelecimento de sala de reuniões no canteiro
OB	Tablets, BIM, nuvem, RV/RA, IA, plataformas especializadas, IoT	Não	Melhoria da rede de internet, fornecimento de tablets, substituição de computadores
OC	Tablets, BIM, nuvem, RV/RA, IA, laser scanner	Sim	Aquisição de computadores e softwares
OD	Tablets, BIM, nuvem, RV/RA, câmeras 360, drone, sensores, plataformas especializadas	Sim	Melhoria na rede de internet, substituição de computadores
Oα	Big data, nuvem, robôs automáticos, machine learning	-	-
Oβ	Tablet, nuvem, plataformas especializadas, robôs, sensores, IoT	Sim	Rede elétrica e rede de dados
OY	IoT, M2M, machine learning	Não	-

Fonte: as autoras.

A perspectiva técnica envolve os elementos tecnologias e tendências digitais e infraestrutura de trabalho. As tecnologias e tendências digitais mencionadas como implementadas pelas quatro construtoras entrevistadas (OA, OB, OC e OD) foram tablets, *Building Information Modeling*, gestão e/ou armazenamento baseados em nuvem e realidade virtual e/ou realidade aumentada. De acordo com uma pesquisa

realizada por Perera *et al.* (2021) [22], projetistas e construtores acreditam que o BIM é a tendência que impulsionará as maiores mudanças nos próximos 3 a 5 anos, seguidos de impressora 3D, realidade virtual/realidade aumentada e ferramentas integradas de gestão da construção. Os resultados do presente estudo indicam que o BIM e a RV/RA podem, de fato, ser um dos principais impulsionadores do movimento de digitalização no setor da construção, uma vez que todas as empresas entrevistadas estão buscando utilizar essas ferramentas em seus processos.

Outras tecnologias e tendências digitais citadas como implementadas pelas organizações da construção civil entrevistadas foram plataformas especializadas, inteligência artificial, câmeras 360º, scanners a laser, drones, sensores e IoT (Internet das Coisas). Já para as empresas do setor da manufatura (Oα, Oβ, OϒY), as principais tecnologias mencionadas como utilizadas foram *machine learning*, gestão e/ou armazenamento baseados em nuvem, IoT e sensores. A OA e Oα apontaram melhorias importantes na gestão dos processos a partir do uso de computação em nuvem. Gêmeo digital e *machine learning* não foram citados como usados por nenhuma das construtoras entrevistadas, apesar de suas aplicações na construção civil serem importantes focos de pesquisa acadêmica na atualidade.

Outra tendência mencionada nas entrevistas é o uso de plataformas especializadas. Na Oα essas soluções digitais são para uso interno e compra externa, criando oportunidades para novos negócios e possibilitando retorno financeiro mais rápido. Na OA existe uma equipe com foco no desenvolvimento e manutenção dessas soluções. Cabe ressaltar que muitos dos processos gerenciais que ocorrem na produção (solicitação e compra de material, gestão da produtividade da mão de obra, preenchimento de FVS, controle tecnológico de concreto, controle da produção, entre outros) já ocorrem na esfera digital na OA, indicando um esforço para a informatização desses processos. Todavia, as plataformas não possuem integração e algumas informações precisam ser submetidas em dois sistemas diferentes, resultando em retrabalho. Além disso, as solicitações e sugestões de novos produtos digitais ainda são recebidas de equipes a nível estratégico, sendo que as demandas da produção ainda não são ouvidas por esse núcleo. Assim, as equipes operacionais usam esses produtos digitais de forma obrigatória, porém não há um controle em relação ao que tem agregado valor, ao que pode ser melhorado ou a novas soluções que podem resolver problemas práticos. Outro ponto a ser mencionado é que esses produtos digitais ainda estão apenas disponíveis ao nível operacional gerencial, não sendo acessível à mão de obra da produção.

As organizações OA, OC, OD e Oβ contrataram algum tipo de consultoria no processo de digitalização. OB e OϒY mencionaram que não utilizaram esse suporte e na entrevista com Oα essa pergunta não foi possível de ser realizada.

Os dados coletados apontam que para as empresas da construção civil não foram necessárias grandes mudanças na estrutura física de trabalho. Essas mudanças foram associadas à substituição de computadores (aquisição de máquinas compatíveis com as tendências digitais), compra de softwares, fornecimento de tablets, melhoria no serviço de internet e destinação de uma sala para reuniões. Já para Oβ (manufatura),

foram apontadas alterações importantes na rede elétrica e na rede de dados, sendo necessária uma atualização da infraestrutura. A falta de alterações importantes necessárias à infraestrutura física nas organizações do setor da construção civil pode estar relacionada com o fato da digitalização não ter chegado à produção das obras, sendo ainda limitado o acesso de equipamentos inteligentes à essa dimensão. Verificou-se também que a implementação de tecnologias e tendências digitais ainda é bastante restrita em face ao potencial de digitalização do setor da construção.

PERSPECTIVA OPERACIONAL

A Figura 5 apresenta as principais respostas obtidas para as questões relacionadas a perspectiva operacional.

A perspectiva operacional envolve os elementos processos produtivos e desempenho. Dentre os processos apontados como melhorados pelas organizações entrevistadas do setor da construção civil, têm-se projetos, planejamento e controle e custos. Esse resultado corrobora em parte com os dados de uma pesquisa realizada por Sawhney e Knight (2022) [23], a qual apresenta as dimensões estimação de custos, predição e planejamento e controle como as mais apontadas como melhoradas pela digitalização.

A produção em si foi mencionada como influenciada em todas as empresas entrevistadas, com exceção da OD, que informou que essa dimensão foi a menos afetada até o momento. As organizações OB, Oα e OϒY indicaram melhorias importantes nos processos de todas as dimensões questionadas (projetos, planejamento e controle, custos, produção, qualidade, suprimentos, recursos humanos, segurança do trabalhado e sustentabilidade).

Em relação ao desempenho, as organizações entrevistadas indicaram que a TD forneceu dados mais rápidos e confiáveis, melhorou o fluxo de informações, aumentou o volume de dados e os itens possíveis de serem monitorados e proporcionou uma resposta mais rápida, resultando em melhoria na performance. Para OB, OC, OD, Oβ e OϒY os indicadores de desempenho tendem a sofrer alterações. Em contrapartida, os indicadores permanecem os mesmos na opinião do entrevistado da Oα. Na OA não houve um consenso entre os entrevistados nesse quesito, sendo que alguns acreditam que os indicadores alteram e outros não veem essa mudança. Para Kloviene e Uosyte (2019) [24], as transformações decorrentes da IR4.0 requerem ajustes no sistema de medição de desempenho para obter real eficiência e efetividade da inovação. Nesse sentido, há uma necessidade da implementação efetiva de um sistema robusto de monitoramento e controle, avaliando a performance através de indicadores-chave de desempenho na conjuntura da indústria 4.0 [25].

Para todas as empresas do setor da construção civil entrevistadas nesse estudo, a aquisição de equipamentos foi, pelo menos, um dos principais esforços financeiros. OA, OB e OC também mencionaram a aquisição de licenças de software nesse quesito. Outros esforços financeiros mencionados foram relacionados a consultorias e pagamento de horas extras. De acordo com Parviainen *et al*. (2017) [26], os custos da digitalização envolvem a tecnologia necessária, treinamento e suporte para a equipe envolvida e manutenção dos dados digitais, corroborando com o que foi respondido pelos entrevistados. Dentre as empresas do setor da manufatura, grandes esforços

financeiros mencionados foram relacionados à compra de outra empresa e um sistema (Manufacturing Execution System).

Nas organizações OB, OD e OϒY os entrevistados apontaram já ser possível verificar retorno financeiro *(payback)* em relação aos investimentos realizados para a TD.

Figura 5: Principais resultados relacionados à perspectiva operacional

	O P E R A C I O N A L			
Processos produtivos / Desempenho	**Processos mais impactados**	**Mudanças relacionadas à medição do desempenho**	**Principais esforços financeiros**	**Payback**
OA	Projetos, custos e produção	Sem consenso entre os entrevistados	Hardware e software	Não
OB	Projetos, planejamento e controle, custos, produção, qualidade, suprimentos, recursos humanos, segurança do trabalho e sustentabilidade	Os indicadores mudam e aumentam em quantidade, pois o volume de dados e a quantidade de itens possíveis de monitorar cresce	Hardware e software	Sim
OC	Produção, planejamento e controle, custos e recursos humanos	É esperada uma mudança, mas até o momento os indicadores permanecem os mesmos	Hardware, software, consultoria e hora de trabalhadores	Não
OD	Projetos, planejamento e controle, custos, qualidade, suprimentos, recursos humanos, segurança do trabalho e sustentabilidade	O número de indicadores aumentou e há maior assertividade e velocidade na coleta	Hardware	Sim
Oα	Projetos, planejamento e controle, custos, produção, qualidade, suprimentos, recursos humanos, segurança do trabalho e sustentabilidade	Indicadores não mudam, a coleta ficou mais eficiente	-	Não
Oβ	Produção, qualidade e sustentabilidade	Os indicadores ficam mais acurados e tendem a mudar, apesar de ainda permanecerem os mesmos	Manufacturing Execution System	Não
OϒY	Projetos, planejamento e controle, custos, produção, qualidade, suprimentos, recursos humanos, segurança do trabalho e sustentabilidade	Cerca de 40% dos indicadores mudaram, mas o maior impacto foi na automação destes	Compra de uma outra empresa	Sim

Fonte: as autoras.

A partir dos dados coletados no estudo realizado, foi possível obter percepções preliminares e verificou-se diferenças entre as empresas dos setores da manufatura e da construção civil. Nas empresas do setor manufatureiro, a digitalização se apresenta de forma mais holística, com maior integração entre os processos e difusão nos diferentes níveis hierárquicos. Já nas empresas entrevistadas do setor da construção civil, de uma forma geral, o processo se apresenta mais descentralizado e pontual, se concentrando mais fortemente nos níveis estratégico e operacional gerencial, com maior foco na implementação de tecnologias em processos tradicionais, ao invés da mudança no processo como um todo. Essas diferenças podem se justificar pelo uso mais intensivo e longo das tecnologias e tendências digitais na manufatura, resultando em um caminho mais curto para uma transformação digital mais abrangente. Vale destacar também que uma parcela significativa da mão de obra da produção na

construção civil tem pouca educação formal, tornando desafiadora a capacitação e adaptação à realidade digital.

Além disso, alguns dos entrevistados da construção civil questionaram os conceitos de construção 4.0 e transformação digital, mostrando desconhecimento sobre o processo de digitalização e confundindo-o com o processo de digitização. A digitização se refere à conversão da informação do ambiente analógico para o digital ou automatização dos processos através das tecnologias da informação e comunicação [18]. A transformação digital (ou digitalização) está relacionada às mudanças que as tecnologias digitais podem proporcionar no modelo de negócios, produtos, processos e estrutura organizacional de uma empresa [18]. As percepções preliminares obtidas nesse estudo indicam que as empresas do setor da construção civil podem ainda estar em processo de digitização, ao invés de digitalização.

Nesse sentido, modelos evolutivos, que permitam com que as empresas se posicionem no processo de digitalização a partir de indicadores de maturidade, podem auxiliar as empresas a entender como se digitalizar de forma mais efetiva e traçar metas objetivas para este processo. Os sistemas em amadurecimento (como os sistemas de gestão, por exemplo) aumentam suas capacidades para alcançar algum estado futuro desejado [27]. Andersen *et al*. (2020) [28] aponta que é necessário adotar os modelos de maturidade como modelos de referência evolutiva para futuras pesquisas e práticas.

CONCLUSÕES

O principal objetivo desse trabalho foi analisar, de forma preliminar, o processo de transformação digital em construtoras brasileiras, a partir de perspectivas sociotécnicas. Para isso, foi realizado um estudo de caso que consistiu em 13 (treze) entrevistas em 7 (sete) empresas, sendo 3 (três) do setor da manufatura e 4 (quatro) do setor da construção civil. Os resultados foram analisados a partir das perspectivas social, técnica e operacional. Da perspectiva social, os principais aspectos analisados foram o desenvolvimento de uma estratégia para a transformação digital, departamento de coordenação da TD na empresa, capacidades, capacitações e barreiras para a digitalização. Em relação à perspectiva técnica, os principais aspectos analisados estão relacionados às tecnologias e tendências digitais adotadas, apoio de consultoria e mudanças na infraestrutura física de trabalho. Já para a perspectiva operacional, os processos produtivos impactados, desempenho, principais esforços financeiros e *payback* foram os principais aspectos abordados. Os resultados do estudo apontaram que as organizações do setor da construção civil podem ainda estar em processo de digitização, ao invés de digitalização. Este trabalho está inserido no contexto de um estudo exploratório de uma tese de doutorado em desenvolvimento, que visa propor um sistema de medição de maturidade para um ambiente inteligente de construção. Os próximos passos da pesquisa envolvem coleta de dados em canteiros de obra e aplicação de questionários para avançar na compreensão dos fenômenos que contemplam a digitalização.

REFERÊNCIAS

[1] ZOMER, T.; NEELY, A.; PARLIKAD, A. K.; MARTINEZ, V. Becoming Digital: Enacting Digital Transformation in Construction Projects. In: BAM 2019 Conference. **Anais...** Birmingham, UK, 2019.

[2] HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO B**. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. Working Paper No.01, 2015.

[3] JOPPEN, R.; VON ENZBERG, S.; GUNDLACH, J.; KÜHN, A.; DUMITRESCU, R. Key performance indicators in the production of the future. **Procedia CIRP**, 81, 759-764, 2019.

[4] ADEPOJU, O.; AIGBAVBOA, C. Assessing knowledge and skills gap for construction 4.0 in a developing economy. **Journal of Public Affairs**, 2020.

[5] LEKAN, A.; CLINTON, A.; FAYOMI, O.; JAMES, O. Lean Thinking and Industrial 4.0 approach to Achieving Construction 4.0 for Industrialization and Technological Development. **Buildings***,* 10(12):221, 20210. doi: https://doi.org/10.3390/buildings10120221.

[6] TILSON, D.; LYYTINEN, K.; SØRENSEN, C. Research Commentary—Digital Infrastructures: The Missing IS Research Agenda. **Information Systems Research***, 21*(4), 748–759, 2010. doi: https://doi.org/10.1287/isre.1100.0318

[7] SACKEY, E.; TUULI, M.; DAINTY, A. Sociotechnical Systems Approach to BIM Implementation in a Multidisciplinary Construction Context. **Journal of Management in Engineering**, vol. 31(1), A4014005, 2015. doi:10.1061/(asce)me.1943-5479.0000303.

[8] BOTON, C.; RIVEST, L.; GHNAYA, O.; CHOUCHEN, M. What is at the Root of Construction 4.0: A Systematic Review of the Recent Research Effort. **Archives of Computational Methods in Engineering**, 28, 2020.

[9] KLINK, R.; TURK, Z. Construction 4.0: Digital transformation of one of the oldest industries. **Econ. Bus.** Rev. 21 (3): 393–410M 2021. doi: https:// doi.org/10.15458/ebr.92.

[10] BOULTON, C.; LAMB, K. **Capability Framework and Research Agenda for digital built Britain**. Centre for Digital Built Britain. Londres, 2019. DOI: http://doi.org/10.17863/CAM.41751.

[11] VLACHOS, I.; PASCAZZI, R.; ZOBOLAS, G.; REPOUSSIS, P.; MIHALIS, G. Lean manufacturing systems in the area of Industry 4.0: a lean automation plan of AGVs/IoT integration. **Production Planning & Control**, 2021. doi: 10.1080/09537287.2021.1917720.

[12] OESTERREICH, T.; 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**. 83, 2016. doi: 10.1016/j.compind. 2016.09.006.

[13] SONY, M.; NAIK, S. Industry 4.0 integration with socio-technical systems theory: A systematic review and proposed theoretical model. **Technology in Society**, vol. 61, p. 101248, 2020. doi: 10.1016/j.techsoc.2020.101248.

[14] OOSTHUIZEN, R.; PRETORIUS, L. Assessing the impact of new technology on complex sociotechnical systems. **South African Journal of Industrial Engineering**. 27, 2016. 10.7166/27-2-1144.

[15] BAXTER, G.; SOMMERVILLE, I. Socio-technical systems: From design methods to systems engineering. **Interacting with computers**, v. 23, n. 1, p. 4-17, 2011.

[16] SAWYER, S.; JARRAHI, M. The Sociotechnical Perspective. In: **Information Systems and Information Technology**, Volume 2. TOPI, H.; TUCKER, A. Boca Raton: Taylor and Francis, 2015.

[17] YIN, Robert K. **Estudo de caso – planejamento e métodos (2Ed.)**. Porto Alegre: Bookman. 2001.

[18] HESS, T.; MATT, C.; BENLIAN, A.; WIESBÖCK, F. Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. **MIS Quarterly Executive**, Vol. 15, No. 2, pp. 103-119, 2016.

[19] SIMPSON, M.; UNDERWOOD, J.; SHELBOURN, M.; CARLTON, D.; AKSENOVA, G.; MOLLASALEHI, S. **Pedagogy and Upskilling Network: Evolve or Die - Transforming the productivity of Built Environment Professionals and Organisations of Digital Built Britain through a new, digitally enabled ecosystem underpinned by the mediation between competence supply and demand**. Centre for Digital Built Britain (CDBB), 2019.

[20] HODGKINSON, GERARD P.; MARK P. HEALEY. Psychological foundations of dynamic capabilities: reflexion and reflection in strategic management. **Strategic Management Journal**, vol. 32, no. 13, 2011, pp. 1500–16. JSTOR, http://www.jstor.org/stable/41261807.

[21] SHELTON, J.; MARTEK, I.; CHEN, C. Implementation of innovative technologies in small-scale construction firms. **Engineering, Construction and Architectural Management**, vol. 23(2), 177–191, 2016. doi:10.1108/ecam-01-2015-0006

[22] PERERA, S.; JIN, X.; SAMARATUNGA, M.; GUNASEKARA, K. **Construct NSW: Digitalisation of Construction Industry: Industry Report on Digitalisation of Design and Construction of Class 2 Buildings in New South Wales**, 2021. https://doi.org/10.26183/jp6q-mp48

[23] SAWHNEY, A.; KNIGHT, A. **Digitalisation in construction report 2022**. RICS, 2022. doi: 10.13140/RG.2.2.21166.59204.

[24] KLOVIENE, L.; UOSYTE, I. Development of Performance Measurement System in the Context of Industry 4.0: a Case Study. **Engineering Economics**, 2019, 30(4), 472–482.

[25] ANTE, G.; FACCHINI, F.; MOSSA, G.; DIGIESI, S. Developing a key performance indicators tree for lean and smart production systems. **IFAC Papers Online**, 51, 13-18, 2018.

[26] PARVIAINEN, P.; TIHINEN, M.; KÄÄRIÄINEN, J.; TEPPOLA, S. Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice. **International journal of information systems and project management**, 5, 63-77, 2017. 10.12821/ijispm.

[27] SCHUMACHER, A.; EROL, S.; SIHN, W. A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. **Procedia CIRP**, 52:161-166, 2016.

[28] ANDERSEN, K.; LEE, J.; METTLER, T.; MOON, M. Ten Misunderstandings about Maturity Models. In: The 21st Annual International Conference on Digital Government Research. **Proceedings..**. Seoul, Republic of Korea, 2020. https://doi.org/10.1145/3396956.3396980.