

FATORES SOCIOTÉCNICOS QUE IMPACTAM A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS

SOCIOTECHNICAL FACTORS THAT IMPACT DIGITAL TRANSFORMATION IN MICRO AND SMALL COMPANIES

FACTORES SOCIOTÉCNICOS QUE IMPACTAN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LAS MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS

Adriano Machado Becker¹; Patrick Ferreira da Silva²; Verônica Maurer Tabim³;
Néstor Fabián Ayala⁴

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul - adrianombecker@gmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul - patrickfs@id.uff.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul - veronica.tabim@ufrgs.br

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Sul - nestor.ayala@ufrgs.br

Resumo: O propósito deste artigo é identificar os fatores dos subsistemas da teoria dos sistemas sociotécnicos (TSS) que são empregados para compreender o comportamento destes na execução do processo de transformação digital (TD) nas micro e pequenas empresas (MPEs). Esses fatores desempenham o papel de impulsionadores ou inibidores para a adoção da TD no contexto das MPEs. Para alcançar esse objetivo, foi realizado um estudo de caso múltiplo envolvendo quatro pesquisadores da área de inovação. Estes aplicaram a metodologia de um projeto com foco em transformação digital em 35 MPEs da região metropolitana de Porto Alegre/RS. A condução deste estudo foi baseada em relatórios disponibilizados pelos pesquisadores, os quais incorporaram a ferramenta de check-up digital. Essa ferramenta foi utilizada para avaliar o grau de maturidade digital que abrange seis dimensões: tecnologias e habilidades digitais, comunicação e canais de venda, organização e pessoas, estratégia, dados e inteligência analítica, e processo. Os resultados do estudo confirmaram que as MPEs com uma orientação mais pronunciada pelos subsistemas da TSS são mais propensas a implementar tecnologias para a TD. Com base nessas conclusões, o estudo oferece recomendações gerenciais para aprimorar o processo de TD nas MPEs.

Palavras-chave: Transformação Digital (TD), Teoria do Sistema Sociotécnico (TSS), Micro e Pequenas Empresas (MPEs)

Abstract: The purpose of this article is to identify the factors of the subsystems of the theory of sociotechnical systems (STS) that are used to understand their behavior in the execution of the digital transformation (DT) process in micro and small enterprises (MSEs). These factors play the role of drivers or inhibitors for the adoption of DT in the context of MSEs. To achieve this aim, a multiple case study was carried out involving four researchers in the area of innovation. They applied the methodology of a project focused on digital transformation in 35 MSEs in the metropolitan region of Porto Alegre/RS. The conduct of this study was based on reports made available by the researchers, which incorporated the digital check-up tool. This tool was used to assess the degree of digital maturity that covers six dimensions: digital technologies and skills, communication and sales channels, organization and people, strategy, data and analytical intelligence, and process. The results of the study confirmed that MSEs with a more pronounced orientation towards STS subsystems are more likely to implement technologies for DT. Based on these conclusions, the study offers management recommendations to improve the DT process in MSEs.

Key words: Digital Transformation (DT), Sociotechnical System Theory (STS), Micro and Small Enterprises (MSEs).

Resumen: El propósito de este artículo es identificar los factores de los subsistemas de la teoría de sistemas sociotécnicos (SST) que se utilizan para comprender su comportamiento en la ejecución del proceso de transformación digital (TD) en las micro y pequeñas empresas (MPEs). Estos factores desempeñan el papel de impulsores o inhibidores de la adopción de la TD en el contexto de las MPEs. Para lograr este objetivo se llevó a cabo un estudio de casos múltiples en el que participaron cuatro investigadores del área de innovación. Aplicaron la metodología de un proyecto centrado en la transformación digital en 35 MPEs de la región metropolitana de Porto Alegre/RS. La realización de este estudio se basó en informes puestos a disposición de los investigadores, que incorporaron la herramienta de chequeo digital. Esta herramienta se utilizó para evaluar el grado de madurez digital que abarca seis dimensiones: tecnologías y habilidades digitales, canales de comunicación y ventas, organización y personas, estrategia, datos e inteligencia analítica, y procesos. Los resultados del estudio confirmaron que las MPEs con una orientación más pronunciada hacia los subsistemas TSS tienen más probabilidades de implementar tecnologías para TD. A partir de estas conclusiones, el estudio ofrece recomendaciones de gestión para mejorar el proceso de TD en las MPEs.

Palabras llave: Transformación Digital (TD), Teoría de Sistemas Sociotécnicos (TSS), Micro y Pequeñas Empresas (MPEs).

1. INTRODUÇÃO

A transformação digital (TD) refere-se a um processo que tem como objetivo implementar tecnologias digitais de forma inovadora, podendo moldar substancialmente uma empresa e suas operações (Matt et al., 2015). Embora os estudos sobre TD estejam em destaque nas médias e grandes empresas de variados setores, a literatura é limitada e não aborda de forma detalhada os requisitos fundamentais para a eficiente implementação de ferramentas digitais nas microempresas e empresas de pequeno porte (Melo et al., 2023; Tang et al., 2020; Jones et al., 2014). Nesse contexto, as micro e pequenas empresas (MPEs) possuem características inerentes que as diferenciam das maiores, tanto em termos de recursos financeiros quanto de recursos humanos (Lyytinen et al., 2016; Chen et al., 2016). Diante dessa problemática, o termo TD não designa somente empresas inovadoras e de alta tecnologia, mas abrange empresas de diferentes tamanhos e setores (Warner e Wager, 2019). Desse modo, é de grande interesse compreender como as ferramentas e técnicas da TD podem ser adaptadas e implementadas nos modelos de negócios das MPEs (Barann et al., 2019; Li et al., 2018).

A adoção da TD pelas MPEs pode trazer melhorias no desempenho organizacional, eficiência operacional e lucratividade, bem como auxiliar nas tomadas de decisões e na capacidade de inovação (Ferreira et al., 2018; Vial, 2019). Para isso, é necessário padronizar os processos operacionais e implementar tecnologias digitais visando à busca pela eficiência, diminuição de custos, aumento de produtividade (Bai et al., 2021), e acompanhar as tendências da TD para manter a competitividade (Correani et al., 2020; Vial, 2019). No entanto, as MPEs enfrentam dificuldades relacionadas à falta de recursos e conhecimento tecnológico, o que as impede de avaliar e implementar oportunidades de digitalização (Kesting e Günzel-Jensen, 2015; Brunswicker e Ehrenmann, 2013). Além disso, elas

geralmente atuam em espaços limitados, com infraestrutura precária e falta de investimentos, resultando em baixa eficiência e maior vulnerabilidade a crises (Mohanty e Mishra, 2020; Singh et al., 2019; Liu e Cheng, 2018). Apesar de poderem minimizar esses desafios, as MPEs ainda enfrentam barreiras na adoção da TD, como a dificuldade em avaliar o retorno financeiro e a falta de especialistas qualificados e segurança dos dados (Ganzarain e Errasti, 2016; Schuh et al., 2017).

Com relação a essa questão geral, é geralmente reconhecido que as MPEs no contexto da TD exijam mudanças sistêmicas na forma como a tecnologia digital será implementada (Nambisan et al., 2019). Essas mudanças sistêmicas apresentam desafios sociotécnicos, pois abrangem tanto aspectos sociais como as relações entre indivíduos, quanto aspectos técnicos relacionados à adoção de novos métodos, ferramentas, tecnologias e práticas de gestão (Bednar e Welch, 2019). Nesse sentido, a teoria dos sistemas sociotécnicos (TSS) é uma abordagem que permite construir mecanismos de resiliência para lidar com a complexidade dos sistemas das empresas, contribuindo para uma concretização efetiva da TD (Trist e Bamforth, 1951; Yu et al., 2023). Diante desse cenário, o processo da TD nas pequenas empresas é impulsionada por quatro subsistemas do sistema sociotécnico, sendo eles: técnico, social, organizacional e ambiente externo (Marcon et al., 2021; Kleiner, 2008; Hendrick e Kleiner, 2000). Essa integração dos subsistemas tem como propósito o uso da tecnologia para alcançar os objetivos da organização como um todo, conforme mencionado por Clegg (2000). Sendo assim, é importante considerar esses subsistemas no processo de TD nas MPEs para garantir uma integração adequada e eficiente da tecnologia na estrutura organizacional.

Seguindo os princípios sociotécnicos, é fundamental garantir um processo efetivo da TD para promover as adequações necessárias e garantir a adaptação da tecnologia às atividades humanas, visando evitar qualquer impacto negativo na performance geral da organização (Imran et al., 2021). Assim, surge uma questão de pesquisa para este estudo: ***Como os fatores sociotécnicos interagem para aumentar ou diminuir a capacidade das MPEs em adotar o processo da TD em seus processos operacionais?*** Para responder a esta questão de pesquisa, é necessário identificar os fatores dos subsistemas da TSS que funcionam como impulsionadores e/ou inibidores para a adoção da TD nas MPEs. A lente teórica dos sistemas sociotécnicos complexos é utilizada para entender o comportamento desses fatores na performance do processo da TD nas MPEs (Zhang et al., 2023; Marcon et al., 2021).

Para isso, foi realizado um estudo de caso múltiplo envolvendo quatro pesquisadores da área de inovação, os quais aplicaram a metodologia de um projeto com foco em TD em trinta e cinco MPEs da região metropolitana de Porto Alegre/RS. Este trabalho faz parte de uma dissertação de mestrado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) que teve início em março de 2023. O estudo foi conduzido através de relatórios disponibilizados

pelos pesquisadores, os quais incluíam *check-up* digital que possui 6 dimensões: tecnologias e habilidades digitais, comunicação e canais de venda, organização e pessoas, estratégia, dados e inteligência analítica, e, processo. Além disso, os autores deste estudo, possuindo conhecimento teórico-prático nas áreas de inovação, indústria 4.0 e TD, buscaram analisar os dados obtidos, empregando a triangulação como abordagem metodológica. De acordo com os resultados do estudo, foi confirmado que as MPEs que possuem uma alta orientação pelos subsistemas da TSS são mais propensas a implementar tecnologias para a TD. Com base nessas descobertas, o estudo oferece recomendações gerenciais para melhorar o processo de TD nas MPEs.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.2 Transformação Digital nas Micro e Pequenas Empresas

O surgimento de um conjunto diversificado de novas tecnologias digitais fez da inovação e do empreendedorismo grandes possibilidades para gerar valor ao negócio (Becker et al., 2019). A capacidade de transformar processos e modelos de negócios, capacitar a eficiência, inovação da força de trabalho e personalizar as experiências dos clientes foram alguns dos mais diversos objetivos das MPEs em adotar as TDs (Schwertner, 2017). Com isso, as MPEs observaram ganhos significativos para a gestão organizacional, encorajando de forma desafiadora como indivíduos (colaboradores) e organizações (empresas) podem buscar empreendimentos criativos e inovadores (Nambisan, 2017; Nambisan et al., 2017).

Assim, a TD possui um papel importante nas MPEs, que inclui o uso de tecnologias para prover a cultura da inovação, mas não se limitando unicamente na quebra de paradigmas ou na implementação de recursos computacionais (Yoo et al., 2010; Vial, 2019). Portanto, a TD atua para o desenvolvimento de um novo modelo de negócio para as empresas de forma a ajudá-la a buscar mais valor para seus produtos e serviços (Verhoef et al., 2019), o que engloba diversos segmentos de negócios, processos operacionais e gestão (Li et al., 2017), sendo o seu ritmo de implementação fortemente afetado pela capacidade de investimento e pelo tipo de setor em que a empresa está inserida (OECD, 2019).

Apesar dos benefícios da utilização das tecnologias digitais nas MPEs em tornar os processos operacionais mais ágeis, dinâmicos, interativos e menos burocráticos do que o que ocorre nas grandes empresas, o processo de TD é difícil devido à diversos fatores tais como infraestrutura instável, falta de recursos, habilidades, comprometimento e compreensão do conhecimento sobre as oportunidades digitais que o mercado oferece (Rowan e Galanakis, 2020; Krishnamurthy, 2020). Para contornar essas dificuldades, as MPEs necessitam desenvolver diversas capacidades de forma a garantir competitividade no

mercado. Outro ponto importante nas MPEs se deve ao fato de que grande parte delas não possuem um baixo grau de maturidade em aplicar a TD, o que pode ser evidenciado nos seus objetivos, os quais se resumem, em grande parte, em apenas digitalizar certas determinadas do negócio, excluindo as demais do processo, simplesmente por identificarem uma oportunidade em obter retornos antecipados sem muitos riscos de interrupção do negócio principal (Gilchrist, 2016).

No entanto, assim como a transformação digital pode afetar todos os setores, também pode envolver todas as funções essenciais de uma empresa, como estratégia, processos e procedimentos (Gilchrist, 2016). Por isso, é essencial que haja integração entre os diversos elementos que a constituem. A capacidade de perceber novas oportunidades digitais, mudar as interações com os clientes e criar valor aos mesmos implicam mudanças nas atividades de rotina, configurações de recursos e construção de novas capacidades (Bai et al., 2021). Assim, para que a implementação de iniciativas de TD nas MPEs obtenha sucesso é necessário a aquisição e implantação de recursos técnicos e, principalmente, o enfrentamento de questões gerenciais, que envolvem o redesenho de processos operacionais, novos planos de negócios e treinamentos em comércio, e-commerce, recursos humanos e capacidades organizacionais (Ordieres-Meré, 2020). Portanto, as MPEs devem aproveitar do uso das tecnologias para se adaptar à competitividade do mercado.

2.2 Teoria dos Sistemas Sociotécnicos como lente de pesquisa para a adoção da Transformação Digital nas Micro e Pequenas Empresas

O conceito da TSS originalmente proposto por Trist e Bamforth (1951) buscava não somente entender a conexão entre os sistemas social e técnico, mas também as formas com que as organizações se relacionam com o ambiente. Com isso, um sistema sociotécnico complexo manifesta-se de diferentes formas, através de quatro subsistemas principais: (i) subsistema social (cultura e pessoas); (ii) subsistema técnico (tecnologia e infraestrutura); (iii) subsistema organizacional (processos operacionais e desempenho); e (iv) o subsistema ambiental (fatores externos) (Marcon et al., 2021; Kleiner, 2008; Hendrick e Kleiner, 2000). Esses subsistemas englobam diversos fatores que interagem entre si (Figura 1).

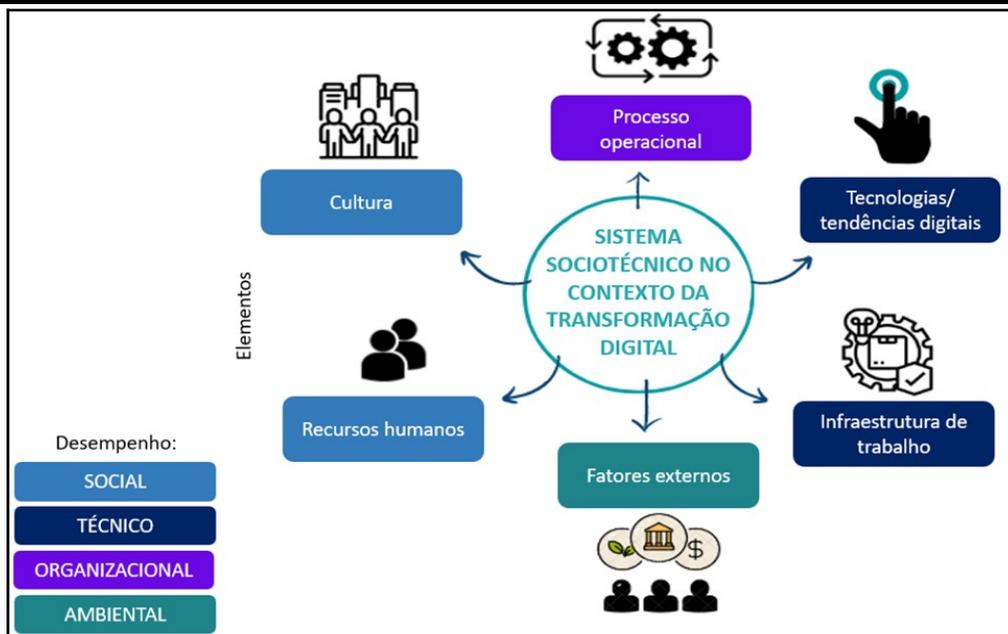


Figura 1 - Fatores sociotécnicos para a TD nas MPEs

Fonte: adaptado pelos autores seguindo no conceito proposto por (Marcon et al., 2021; Kleiner, 2008; Hendrick e Kleiner, 2000)

Muitas das vezes, as interações entre esses fatores são complexas e difíceis de entender (Lombardo et al., 2021). Para Tabim et al., (2021) os fatores tecnológicos, organizacionais e ambientais durante a seleção destes sistemas para a TD, mostraram as potenciais tensões entre esses fatores que precisam ser avaliadas. Por conta disso, ambos os subsistemas de uma organização devem ser simultaneamente analisados e, conseqüentemente, otimizados (Marcon et al., 2021). A partir disso, um conjunto de aspectos devem ser considerados em alinhamento para a efetividade das análises, como as atividades dos trabalhadores, motivação, treinamento, ferramentas necessárias, sistema de produção e objetivos estratégicos (Cimini et al., 2020; Veile et al., 2019). Assim, a abordagem sociotécnica beneficia o entendimento da TD nas empresas ao considerar as implicações humanas e tecnológicas e suas inter-relações, incluindo fatores como sua estrutura organizacional, a estrutura física, os recursos humanos envolvidos, o gerenciamento de processos e operações e as tecnologias de fabricação empregada (Gilchrist, 2016). A ideia de estudar as inter-relações entre humanos e máquinas busca essencialmente entender como o comportamento das pessoas afeta as operações de tecnologia (Pasmore et al., 2018).

Além disso, atenção deve ser dada para o lado social, englobando a capacitação dos colaboradores, a sua inserção no processo de adesão da tecnologia, a definição de objetivos estratégicos pela empresa e a concepção de um ambiente colaborativo, acessível e inovador (Bednar e Welch, 2019). Assim, os princípios sociotécnicos estabelecem que investimentos tecnológicos e mudanças organizacionais devem ser desenvolvidos e apoiados pelos colaboradores das empresas (Cimini et al., 2021; Vereycken et al., 2021) considerando

aspectos culturais, sociais e organizacionais (Davies et al., 2017).

2.2.1 Os subsistemas dos Sistemas Sociotécnicos nas Micro e Pequenas Empresas

Os SST compreendem quatro subdivisões, quais sejam: técnico, social, organizacional e ambiental (Marcon et al., 2021; Kleiner, 2008; Hendrick e Kleiner, 2000). A interrelação entre esses fatores provoca um aumento no nível de complexidade do sistema, gerando variabilidades que, muitas das vezes, são imprevisíveis (Marcon et al., 2021; Baxter; Sommerville, 2011). No subsistema técnico estão inseridos os elementos operacionais e como são executados (Kleiner, 2008). Nesse sentido, são incluídos aspectos relacionados à infraestrutura do trabalho, como: pessoas, procedimentos, informações e técnicas operacionais, automação, ambiente físico e seus equipamentos, estoque, ferramentas, manutenção e principalmente a utilização das tecnologias digitais (Frank et al, 2015; Soliman et al., 2018). Nesse subsistema, há a necessidade de modificações adaptativas na infraestrutura organizacional do trabalho dentro das MPEs (Fantini et al., 2020). Assim, este subsistema se preocupa em investigar como esses elementos operacionais podem estar relacionados a diferentes níveis de adoção de tecnologias digitais (Cenamora et al., 2019). O subsistema técnico é o mais perceptível dentro das organizações, em contraste com as características subjetivas dos outros subsistemas como o social, o organizacional e o do ambiente externo (Marcon et al., 2021).

Já o subsistema social compreende a relação dos fatores organizacionais e humanos, abordando as transformações causadas pelas tecnologias e o papel das pessoas na adoção de competências e habilidades para um desempenho empresarial dentro do contexto específico (Dalenogare et al. 2018). Ele envolve diretamente as pessoas envolvidas na execução organizacional, tecnológica e operacional de uma determinada empresa, compreendendo, fatores como o desenvolvimento das competências humanas, ergonomia, habilidades individuais de aprendizagem, interesses pessoais, motivação e vontade de partilhar conhecimentos, cultura organizacional, entre outros (Pascale, 2006; Kleiner, 2008; Frank et al., 2015; Soliman et al., 2018).

O subsistema organizacional considera a forma como a organização do trabalho é concebida em uma empresa, compreendendo aspectos como normas e instruções técnicas, padronização dos processos operacionais, fluxo de informações, cultura da organização, gerenciamento de equipes, cronograma e escalas de colaboradores, treinamento para integração de tarefas operacionais e outros aspectos organizacionais (Frank et al., 2015; Kleiner, 2008; Soliman et al., 2018). Além disso, a transformação digital requer recursos organizacionais específicos para que esse subsistema funcione, englobando desde competências tecnológicas e recursos digitais, até o suporte da alta administração e estrutura organizacional (Verhoef et al., 2019).

Por fim, o subsistema ambiental pode ser visto por dois fatores (Frank et al., 2015): o primeiro refere-se ao fator externo, englobando o ambiente fora das organizações, constituído por forças políticas e representadas pelo governo, e o mercado, representado pelos consumidores, fornecedores e demais stakeholders (Militello et al., 2014); e o segundo fator que está relacionado ao impacto direto na seleção e na adoção das tecnologias digitais (Omrani et al., 2022). Esse subsistema refere-se às mudanças provocadas por concorrentes digitais, tecnologias digitais disruptivas, mudanças no comportamento do consumidor, interação com parceiros comerciais e análise do ecossistema de inovação (Warner e Wager, 2018).

2.2.2 Fatores que influenciam o desempenho do Sistema Sociotécnicos nas Micro e Pequenas Empresas

Diversos estudos na literatura tratam dos elementos dos SST que podem influenciar positivamente ou negativamente na implementação de tecnologias digitais nas MPEs. A seguir, apresentamos alguns dos autores que discutem essa questão, destacando a relevância de cada fator para o desempenho organizacional através da Tabela 1.

Tabela 1. Inibidores e impulsionadores para adoção da transformação digital

Fatores	Jöhnk et al., 2021	Kraus et al., 2021	Tripathi e Gupta (2019)	Vogelsang et al., 2019
Compatibilidade de tecnologias digitais			✓	
Normas e valores organizacionais claramente definidos		✓		✓
Riscos de investimento das tecnologias				✓
Realocação de recursos de TI, tecnologia e infraestruturas		✓		✓
Conhecimento em tecnologias digitais	✓	✓	✓	✓
Criação de redes humanas e digitais		✓		
Cultura organizacional	✓			✓
Adaptação às mudanças nas propostas de valor do produto		✓		
Alinhamento estratégico	✓	✓	✓	
Falta de padronização dos processos				✓
Canal para informações ou interações com stakeholders		✓		
Oportunidade de efeitos de rede e benefícios de padronização		✓		
Aspectos socioculturais influenciam a forma como as inovações ganham legitimidade dentro das organizações		✓		✓
Locais de trabalho e funcionários podem ser afetados devido ao aumento das interrupções		✓		

no ambiente de trabalho virtual			
Surgem ameaças à segurança interna: preocupação com a confidencialidade, violação de informações internas, divulgação de informações privadas			
	✓		
Melhor atendimento ao cliente			
	✓		
Riscos da automação: tarefas não automatizáveis			
	✓		
Regras e normas existentes dentro das organizações são substituídas, complementadas ou ameaçadas por novos atores			
	✓		
Recursos financeiros		✓	✓
Complexidade na integração de sistemas			✓
Coleta contínua de dados para otimizar a satisfação dos stakeholders da empresa		✓	✓
Processos dependentes			✓
Falta de tempo			✓
Interdependência de recursos humanos,			✓
Falta de habilidades técnicas			✓

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Alguns aspectos organizacionais e processos operacionais internos que são necessários para a implantação das tecnologias digitais podem se tornar inibidores relacionados ao subsistema técnico. Nas MPEs, muitas vezes os gestores não têm conhecimento e habilidade suficientes para lidar com algumas soluções digitais, pois enfrentam a falta de recursos financeiros para investir na inovação de tecnologias digitais e obter um apoio técnico adequado nas atividades de execução dos colaboradores (North et al., 2019). Assim, os aspectos tecnológicos e procedimentais são os principais responsáveis pelo desenvolvimento, pela implementação e pela avaliação das estratégias da TD, tendo em vista o seu caráter inovador (Becker et al., 2019; Matt et al., 2015). Nessa perspectiva, os aspectos tecnológicos estão relacionados a uma gestão dinâmica que envolva cognição gerencial, capital social, capital humano e capacidade organizacional para a adaptação ao processo da TD. Caso contrário, a adoção da tecnologia digital nessas áreas poderá resultar em uma complexidade digital que não trará os resultados esperados (Anim-Yeboah et al., 2020).

O principal inibidor do subsistema organizacional reside na digitalização dos processos operacionais e na resistência por parte dos proprietários e colaboradores das empresas à mudança na cultura organizacional, impactando diretamente no desempenho diário das tarefas (Cardinali et al., 2023). Os impulsionadores desse subsistema englobam os recursos digitais necessários para alcançar a TD (Eggers e Park, 2018), especialmente no que diz respeito à estrutura organizacional flexível para a mudança digital. Pesquisas anteriores

argumentam que a transformação digital tem implicações para a estrutura organizacional (Sklyar et al., 2019), favorecendo a integração dos setores que permitem uma melhor alocação de recursos, além disso aspectos organizacionais ágeis que reformulam suas atividades e processos.

Sendo assim, é importante promover a cooperação para que os colaboradores possam compreender os métodos, promovendo estímulo e, como consequência, melhorar a produtividade, aumentar os lucros e reduzir custos através das TDs (Bednar e Welch, 2020). Para que essas ações funcionem na prática, o gestor deve compreender a importância significativa sobre a implantação da TD e como afetará os departamentos da empresa, sendo ele um dos principais atores para promover as conexões técnicas necessárias entre pessoas, processos e sistemas (Gilchrist, 2016). O efeito combinado desses fatores pode inibir ou impulsionar a digitalização dos processos organizacionais e, assim, gerar tensões operacionais que exigem uma gestão adequada por parte das MPEs (Cardinali et al., 2023). Por outro lado, as soluções digitais possibilitam um alto nível de transparência, possibilitando o gerenciamento da complexidade econômica, tecnológica e social de forma mais assertiva (Elmaraghy et al., 2012). Essas soluções focam nos valores sociais para a adoção da transformação digital nas pequenas empresas, permitindo um aumento de conhecimento dos colaboradores, na agregação de valor e na ergonomia (Cagliano et al., 2019; Szalavetz, 2019).

No subsistema social, o fator mais significativo que influi no desempenho das MPEs em relação à adoção das tecnologias digitais está relacionado com a resistência dos colaboradores com fraca habilidade relacionada à criatividade e negociação (Frey; Osborne, 2017). Essa resistência tem uma relação direta com o tempo de empresa dos colaboradores e com os treinamentos insuficientes sobre a aplicação de soluções digitais (Cardinali et al., 2023). Portanto, a adoção da cultura de aprendizagem nas pequenas empresas é essencial para lidar com essa barreira, uma vez que colaboradores qualificados com as habilidades necessárias e competências digitais são responsáveis pelo sucesso da TD das operações (Ulas, 2019).

A literatura também destaca fatores ambientais que impactam o desempenho da TD nas MPEs, desafiando os modelos de negócios tradicionais que são gatilhos críticos da inovação (Bouncken et al., 2022). Entre eles estão as pressões externas e suporte para adoção, que englobam as estruturas da indústria e mercado, as políticas e regulamentações governamentais, a prontidão de parceiros, os consumidores e a concorrência (Sun et al. 2020; Wang et al. 2018). Além disso, fatores externos, como centros de competência ou instituições de pesquisa (Ulas, 2019), fornecedores como potenciais parceiros (Omriani et al., 2022) podem auxiliar as pequenas empresas a entenderem e implementarem iniciativas de TD. Além disso, a cooperação com parceiros externos é um fator que impacta positivamente, funcionando como um impulsionador externo para adoção das tecnologias digitais (Baliaeva

et al., 2020). Por fim, Verhoef et al (2019) aborda outro fator que pode aumentar o desempenho da adoção das TDs nas MPEs. O autor afirma que a abordagem para aumentar a produtividade e competitividade das pequenas empresas pode levá-las a um processo de implementação de TD de forma mais ágil (Verhoef et al., 2019).

2.3 Estrutura conceitual para a pesquisa

A pesquisa tem como objetivo principal estabelecer uma teoria sobre a influência dos subsistemas da TSS para o processo da TD em MPEs, com base em uma compreensão profunda dos atores envolvidos e das trocas sociais existentes. Para isso, o ponto de partida é a construção de uma estrutura conceitual, que define os conceitos e categorias a serem estudados e que guia a coleta e análise de dados (Voss et al., 2002). Assim, foi desenvolvida a Figura 2, que permite uma análise mais profunda e direta das conexões e inter-relação entre os fatores sociotécnicos e as consequências observadas no comportamento das MPEs durante esse processo de TD.

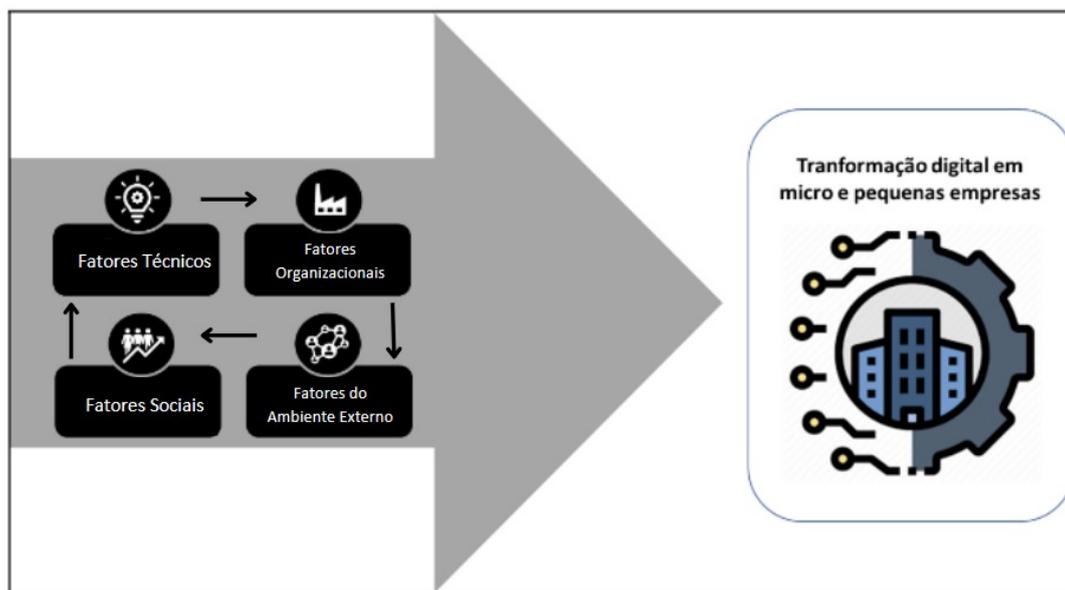


Figura 2 - Inter-relação dos fatores dos subsistemas sociotécnicos para a Transformação Digital nas MPEs
Fonte: Elaborado pelos autores, seguindo o conceito proposto por (Marcon et al., 2021; Kleiner, 2008; Hendrick e Kleiner, 2000)

3. MÉTODO DE PESQUISA

Para a condução deste estudo, optamos por utilizar uma abordagem qualitativa, adotando estudos de casos múltiplos, conforme sugerido por Yin (2018). Esta escolha se deve à necessidade de aumentar a credibilidade dos dados coletados, integrando

paradigmas, métodos e explorando profundamente um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto real, conforme defendido por (Woodside, 2010; Yin, 2012). Esta abordagem é capaz de propiciar conclusões analíticas e instrutivas sobre fatos recentes (Merriam, 2014). Além disso, cada caso é analisado como uma unidade independente, para comparar os mecanismos identificados, contribuindo para possíveis conclusões teóricas (Vaughan, 1992). A identificação dos fatores e suas inter-relações seguiram a estrutura conceitual da Figura 2. A estrutura da pesquisa foi moldada de acordo com o enquadramento delineado por Voss et al., (2002), cujos detalhes são apresentados a seguir.

3.1 Seleção de estudo de caso

A seleção dos casos foi feita por meio de amostragem teórica, que tem como base a coleta, codificação e análise concomitante de dados, para determinar quais serão coletados e onde encontrá-los (Corbin & Strauss, 2015). Portanto, esse procedimento não busca a significância numérica ou representatividade populacional, mas sim a variabilidade para identificação de padrões de comportamentos e atitudes (Glaser, 1978). Assim, os resultados dos estudos de caso devem ser apresentados e discutidos de forma a responder às questões de pesquisa formuladas e avançando no conhecimento teórico e prático sobre o tema (Priya, 2021; Hunziker e Blankenagel, 2021; Rashid et al., 2019). Iniciamos as análises com um estudo de caso múltiplo considerando trinta e cinco MPEs localizadas na região metropolitana de Porto Alegre/RS que participaram de um projeto de inovação estrategicamente voltado para a TD, onde foi empregado uma ferramenta de avaliação chamada *check-up* digital contendo seis dimensões (vide seção 3.2). Para a seleção dos trinta e cinco casos, levamos em consideração critérios como: o envolvimento dos micros e pequenos empresários na implantação da tecnologia digital e a identificação dos fatores sociotécnicos antes e após a implantação das soluções através da percepção dos pesquisadores de inovação com base nos atendimentos por eles prestados. O estudo contou com a participação de quatro especialistas em inovação e TD, os quais colaboraram com o autor e coautores deste artigo na triangulação de dados, garantindo a confiabilidade. O quadro 1, mostra a caracterização dos respondentes, englobando sua experiência em inovação, TD e gestão de negócios que são os requisitos necessários para o atendimento às MPEs.

QUADRO 1. Caracterização dos respondentes

Código	Formação	Inovação	Transformação Digital	Gestão de Negócios
P1	Tecnologia de Processos Gerenciais	10 anos	7 anos	5 anos
P2	Administração de Empresas	1 ano e 2 meses	1 ano	2 anos e 6 meses
P3	Administração de Empresas	9 anos	5 meses	20 anos
P4	Engenharia de Produção	3 anos	1 ano	3 anos

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Os quatro pesquisadores foram entrevistados por terem iniciado o primeiro ciclo de análise no segundo semestre do ano de 2022, sendo o restante contratados no semestre posterior. Essas entrevistas aconteceram após termos identificado e analisado o grau de maturidade das MPEs participantes através dos documentos (*check-ups* digitais) disponibilizados pelos mesmos. Visando produzir resultados contrastantes que ofereçam uma visão mais ampla do fenômeno e facilitem a generalização dos resultados, escolhemos intencionalmente empresas de diferentes setores (Ceschin, 2013; Yin, 2009). Como primeiro passo, para atender a pelo menos um dos quadrantes do nosso quadro conceitual (Figura 2), identificamos as MPEs que obtiveram melhorias operacionais e os fatores sociotécnicos que inibiram ou impulsionaram o sucesso da TD.

3.2 Instrumentos de pesquisa

Para realizar esta pesquisa, optou-se por utilizar o *check-up* digital desenvolvido pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) como instrumento de avaliação. O *check-up* digital foi desenvolvido com o objetivo principal de criar um relatório abrangente, analisando o atual estágio de adoção de tecnologias e competências digitais por parte das pequenas empresas, inserindo-se no contexto dos modelos de maturidade digital. Essa ferramenta foi aplicada aos gestores das trinta e cinco MPEs com o objetivo de auferirem seu nível de maturidade digital, através de um questionário de quarenta e nove perguntas apresentado em seis dimensões: tecnologias e habilidades digitais, canais de comunicação e vendas, organização e pessoas, estratégia, dados e inteligência analítica, e processos. Ao final, os gestores receberam o resultado da sua maturidade digital, que é classificada em quatro níveis: iniciante, novato, competente e avançado. Considerando a relevância de abordar as seis dimensões, que estão integradas na ferramenta, percebemos que esse enfoque proporciona um nível de detalhe que se adequa de maneira mais eficaz às

operações das MPEs. Com base nessa perspectiva, foi estabelecido que essas seis dimensões seriam interligadas aos quatro subsistemas sociotécnicos: técnico, social, organizacional e ambiente externo. Esse relacionamento é visualmente apresentado na Figura 3, onde a interconexão das dimensões com os subsistemas sociotécnicos se torna evidente.

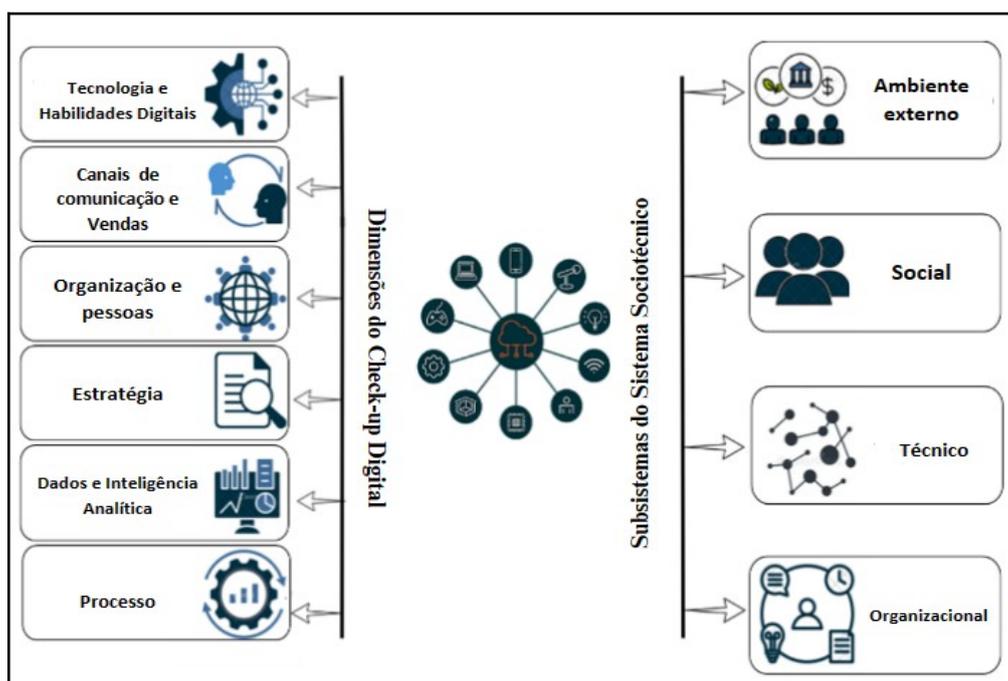


Figura 3 - Contextualização das dimensões do check-up digital e subsistemas da TSS
Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

3.3 Coleta de dados

Com o propósito de aumentar a confiabilidade dos dados obtidos, implementou-se um método de validação cruzada. Os dados adquiridos pelos especialistas foram confrontados e comparados com os relatórios gerados pela ferramenta de *check-up* digital, além das análises resultantes das reuniões conduzidas com os gestores das MPEs participantes do estudo. A convergência entre os dados coletados e as análises provenientes de abordagens diversas solidifica a credibilidade dos resultados, fortalecendo, assim, a integridade da pesquisa (Voss et al., 2002). No que diz respeito à triangulação dos dados, inicialmente, os especialistas em inovação observaram e registraram o início do processo de TD por meio de sete reuniões individuais com cada MPE. O propósito dessa fase era coletar e examinar os resultados decorrentes da implementação da tecnologia digital em suas operações. Esse enfoque metodológico permitiu a identificação das interações entre aspectos tecnológicos, sociais, organizacionais e fatores externos contribuindo para uma compreensão mais abrangente do fenômeno de TD no contexto das MPEs. Na fase

subsequente, realizou-se uma análise detalhada dos relatórios de maturidade digital das MPEs, gerados pela ferramenta de *check-up* digital. Além disso, enfocamos a revisão meticulosa de artigos científicos pertinentes ao campo das tecnologias digitais para o processo de TD e dos fatores sociotécnicos, ancorando-nos em estudos de caso conduzidos em cenários de pequenas empresas. A integração sinérgica dessas abordagens, combinando observação direta, análise de relatórios e conhecimento proveniente da literatura científica, conferiu robustez à nossa pesquisa.

3.4 Validade e confiabilidade

Seguindo as diretrizes propostas por Voss et al. (2002), procedemos com a realização de testes para validar nossas análises. Adotamos uma abordagem que incluiu diversas fontes de evidência, como a ferramenta *check-up* digital, as reuniões de alinhamento e padronização das informações conduzidas pelos pesquisadores deste estudo, permitindo a convergência dos dados. No que se refere à validade dos constructos, realizamos uma revisão da literatura para identificar os subsistemas da TSS e a implementação de tecnologias digitais no processo de TD. Para assegurar a validade interna e a confiabilidade das medições, seguimos um processo que envolveu a utilização de medições digitais de trinta e cinco MPEs, além de reuniões com especialistas em inovação para identificar fatores sociotécnicos relevantes no contexto da pesquisa. Essa abordagem visou estabelecer uma validação robusta dos construtos, garantindo sua representação precisa por meio de diversas fontes e indicadores. Para garantir a validade externa, conduzimos um estudo de caso múltiplo com as empresas selecionadas, analisando a interação entre os fatores. Quanto à confiabilidade, adotamos um protocolo de estudo de caso, abrangendo a identificação dos casos, coleta de dados, análise de dados, interpretação e revisão dos resultados.

3.5 Análise de dados

Na análise de dados, um dos pesquisadores liderou reuniões individuais com os outros especialistas para alinhamento e, posteriormente, com os demais membros da equipe de pesquisa, com o objetivo de realizar análises interligadas. Nessas interações, o foco estava na consolidação das informações provenientes dos relatórios coletados das empresas monitoradas por cada especialista. Essa revisão permitiu a identificação dos níveis de maturidade digital, bem como das principais barreiras e facilitadores destacados em cada estudo de caso. As análises interligadas foram conduzidas para identificar semelhanças e padrões entre os fatores observados, visando mitigar possíveis vieses nos dados coletados. Essa etapa estabeleceu uma base sólida para a discussão das implicações dos fatores

sociotécnicos na TD das MPEs, além de fornecer subsídios para a formulação de recomendações práticas e teóricas que contribuam para o avanço contínuo nesses estudos de casos.

4. RESULTADOS

Levando em consideração as melhorias das dimensões do *check-up* digital, dentre as trinta e cinco empresas analisadas, três dessas empresas alcançaram melhorias em cinco das seis dimensões avaliadas através do uso de *Customer Relationship Management* (CRM), *Enterprise Resource Planning* (ERP) e marketing digital. Outras cinco companhias conseguiram aprimorar quatro dimensões utilizando o ERP e Marketing Digital, enquanto outras nove alcançaram melhorias em três dimensões através do CRM, e-commerce, ERP, digitalização de processos produtivos, digitalização de processos administrativos e marketing digital. Além disso, quinze empresas tiveram melhorias em apenas duas dimensões com a implantação de e-commerce, ERP, digitalização de processos administrativos e marketing digital, enquanto três empresas obtiveram melhorias em apenas uma dimensão com o uso do ERP, digitalização de processo produtivo e marketing digital. Segundo os especialistas, esses resultados indicam um bom progresso na adoção e uso da tecnologia digital por parte de dezessete empresas. No entanto, para as outras empresas que não obtiveram 50% de melhorias nas dimensões, buscou-se identificar as barreiras que estão enfrentando e desenvolver estratégias para superá-las. Tais barreiras estão relacionadas direta ou indiretamente à complexidade na adoção das tecnologias digitais. Diante desse contexto, nota-se que os **fatores do subsistema técnico** que influenciaram a adoção da tecnologia digital nas MPEs, destacam-se a disponibilidade do espaço físico, uma vez que os colaboradores desempenham múltiplas funções. Além disso, muitas empresas mostraram falta de maturidade digital impedindo de adotarem as tecnologias de forma efetiva. A falta de equipamentos básicos para monitoramento e a falta de recursos financeiros foram algumas das barreiras relatadas pelos pesquisadores, mesmo possuindo infraestrutura adequada para implantar as tecnologias digitais. A adaptação às tendências de mercado e a busca por ferramentas digitais também impulsionaram a migração das empresas ao mundo digital.

Dentre os **fatores do subsistema social** analisados pelos pesquisadores, destacam-se o receio do gestor em implantar a tecnologia digital, a falta de tempo do empresário para monitorar as tecnologias digitais e sua procrastinação em implementá-las. Além disso, alguns gestores temiam que a implantação da tecnologia afetasse negativamente os processos operacionais e a produtividade dos funcionários, preocupações adicionais surgiram em relação a possíveis *bugs* e falhas técnicas. Essas preocupações incluíam a interrupção dos processos operacionais e possíveis atrasos ou paralisações decorrentes

delas. O conhecimento sobre tecnologias digitais e a motivação em implementá-las foram fatores que impulsionaram a motivação em aprimorar os processos operacionais, pois estes profissionais compreenderam que a adoção de novas tecnologias pode trazer benefícios significativos para o seu trabalho e para a organização como um todo. Adicionalmente, os empresários com formação de nível superior e experiência em grandes corporações tinham mais facilidade em aplicar as tecnologias digitais. Apesar disso, a resistência à mudança nos processos operacionais foi um fator de considerável importância, pois muitos colaboradores estavam acostumados com os processos antigos e tinham receio de lidar com a tecnologia, temendo que ela pudesse substituí-los no futuro.

Dentre os **fatores do subsistema organizacional**, estão a cultura de inovação e gestão organizacional. Eles foram fundamentais para superar os obstáculos para implantação das tecnologias, juntamente com o estabelecimento de processos operacionais bem estruturados. Além disso, uma modelagem de negócios adequada foi identificada como um facilitador, através do envolvimento dos colaboradores nos processos e um gerenciamento de equipe estruturada. A digitalização dos processos operacionais também se mostrou uma necessidade, assim como o fluxo de informações para serem repassadas aos colaboradores, que pode ter sido um inibidor. Já o **subsistema do ambiente externo** também exerceu influência significativa na TD. A implantação da tecnologia digital em algumas das empresas foi dificultada pela falta de conhecimento detalhado por parte do fornecedor, assim como pela complexidade da tecnologia, o que dificultou o processo de compra. No entanto, a não obtenção de suporte técnico presencial eficaz e eficiente por parte dos fornecedores de tecnologias fizeram as empresas desistirem de implantá-las, sendo apenas a inteligência artificial fornecida. Já o apoio da mentoria de consultores e do subsídio financeiro de projetos de inovação foram essenciais para identificar as necessidades dessas empresas para alcançar seus objetivos. Ademais, foi preciso considerar o comportamento do consumidor nas plataformas digitais, a alta concorrência em se adaptar às tecnologias digitais e a interação com os parceiros comerciais, a fim de ampliar os canais de vendas.

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

De acordo com alguns estudos (Tang et al., 2020), é possível perceber que as MPEs têm um nível de maturidade baixo em relação à TD, quando comparadas às médias e grandes empresas. Essa falta de maturidade faz com que as MPEs precisem se esforçar ainda mais para implementar e manter as tecnologias digitais (Omrani et al., 2022). Os resultados obtidos em nosso estudo corroboram com essas conclusões, uma vez que as MPEs analisadas apresentaram avanços limitados nos níveis de maturidade, de acordo com as dimensões avaliadas por meio da ferramenta de *check-up* digital.

Diante disso, nota-se que, mesmo com a implantação efetiva das tecnologias, poucas empresas conseguiram de fato aumentar em 50% seus níveis de maturidade digital, o que demonstra a real necessidade destas em compreenderem e mapear os fatores segundo o seu contexto. Isso permitirá o desenvolvimento de estratégias mitigadoras ou atenuadoras das barreiras, evitando, assim, o fracasso do processo da TD. Esses fatores podem diferir entre diferentes portes de negócios, pois médias e grandes empresas estão em uma posição mais favorável em comparação com as MPEs (Tang et al., 2020), o que torna esse contexto tão importante para análise. Essas descobertas sugerem que a principal razão pela qual as médias e grandes empresas têm níveis de implementação da tecnologia digital relativamente melhores é sua ênfase no gerenciamento dos fatores dos subsistemas da TSS (Mohanty; Mishra, 2020; Soliman et al., 2018). Nesse sentido, os resultados ajudam a esclarecer a conexão entre esses dois aspectos: a inter-relação entre os fatores dos subsistemas da TSS e o nível de maturidade no processo de adoção da TD nas MPEs.

Um aspecto central deste estudo refere-se às barreiras na implantação das tecnologias digitais. A integração entre elas provoca um aumento significativo da possibilidade de falha na implementação das tecnologias nas MPEs, uma vez que parte da variabilidade no processo provém justamente dessa interação entre as barreiras. Isso ocorre porque essas MPEs, muitas vezes, enfrentam dificuldades relacionadas à falta de recursos financeiros para investir em tecnologia (Omrani et al., 2022), falta de conhecimento técnico especializado, resistência à mudança por parte dos colaboradores (Davies et al., 2017), falta de infraestrutura adequada (Bednar; Welch, 2019), resultando no insucesso do processo da TD. A tecnologia tem se mostrado essencial para as MPEs, permitindo que elas se mantenham competitivas em um cenário cada vez mais digitalizado e para que essa TD seja efetiva, é necessário considerar não apenas os aspectos tecnológicos, mas também os aspectos socioeconômicos e culturais da organização (Tang et al., 2020).

Os pesquisadores destacaram várias barreiras para o sucesso das MPEs, incluindo aspectos sociais e organizacionais. Entre os fatores sociais destacam-se a procrastinação, a resistência em mudar e a falta de tempo como algumas barreiras para implantação de tecnologias digitais nas MPEs. Já em relação aos fatores organizacionais, as barreiras foram citadas, majoritariamente, como a desorganização no planejamento dos processos. Essas considerações corroboram o foco da pesquisa de (Frank et al., 2019) sobre o papel dos gestores e dos fatores sociais e organizacionais na TD. Assim, fica evidente que os gestores devem se esforçar para implantar tecnologias essenciais, a fim de proporcionar melhores condições aos colaboradores, aumentando sua produtividade e mantendo-se alinhados com o mercado competitivo (Mohanty; Mishra, 2020). Investir no desenvolvimento das habilidades técnicas dos colaboradores e incentivá-los a encontrar soluções para uma melhor organização nas suas tarefas são fundamentais para que essas MPEs se destaquem no mercado, através da adoção de tecnologias digitais (Frank et al., 2019). Além disso, a

cultura organizacional desempenha um papel crucial nesse processo, pois os colaboradores se sentem encorajados a experimentar novas soluções tecnológicas, buscando melhorias nos processos e na produtividade (Tang et al., 2020). Com isso, mitiga-se barreiras relativas à resistência e procrastinação. O apoio da empresa à exploração das tecnologias digitais também é um fator decisivo para o fortalecimento das futuras possibilidades de implementação, uma vez que a empresa se mantém aberta a novas oportunidades e aos avanços tecnológicos, além de afetar diretamente as iniciativas internas em relação à cultura organizacional (Tabim et al., 2021).

Em contrapartida, verificou-se através desse estudo que algumas empresas possuíam fatores que facilitaram a implementação das tecnologias digitais, fortalecendo as perspectivas de adaptação e sustentação. Esses fatores compreendem aspectos organizacionais e sociais, como a capacidade de aprendizagem dos colaboradores e uma cultura organizacional favorável à inovação, além de aspectos técnicos, como a disponibilidade de recursos financeiros e uma infraestrutura tecnológica adequada. Quando bem alinhados, esses fatores atuam como pilares fundamentais para o sucesso da implementação das tecnologias digitais nas MPEs, garantindo que as funcionalidades sejam exploradas de maneira plena e que os benefícios sejam maximizados (Omriani et al., 2022). Outrossim, a presença de mais de um desses fatores demonstrou o fortalecimento das MPEs frente às barreiras enfrentadas, o que facilitou o processo e aumentou a probabilidade de sucesso na adoção da tecnologia.

Diante disso, para que o processo de adoção da TD funcione, é necessário um trabalho conjunto e integrado entre os diferentes setores da empresa, desde a gerência até os colaboradores de nível operacional (Dalenogare et al., 2018). A colaboração e o compartilhamento de conhecimentos são fundamentais para que as tecnologias digitais sejam adequadamente implementadas e sustentadas ao longo do tempo (Frank et al., 2019). A falta de recursos financeiros ou experienciais não devem ser obstáculos intransponíveis, mas sim uma oportunidade de crescimento e desenvolvimento (Tang et al., 2020). Esses resultados também chamam a atenção para a importância de um alinhamento entre estratégia para o processo de TD e os fatores constantes no subsistema do ambiente externo (Tabim et al., 2021). Isso mostra que é, de fato, um subsistema importante, uma vez que os fornecedores das tecnologias devem atender a todas as demandas necessárias das MPEs. A literatura atual afirma que as empresas fornecedoras de tecnologias devem adotar todos os tipos de suporte técnico que atendam às demandas de cada organização para uma implantação efetiva das ferramentas digitais (Barann et al., 2019), sendo um subsistema que pode funcionar como barreira ou facilitador a depender do contexto em que este está inserido (Frank et al., 2015). Além disso, é crucial destacar a importância de outros fatores neste subsistema, como as políticas governamentais e as estratégias de desenvolvimento das empresas. Estas devem ser cuidadosamente direcionadas para promover a facilitação da

digitalização das mesmas. Fatores externos desempenham um papel significativo na capacidade das MPEs em transformar a adoção digital em ganhos de produtividade, podendo atuar tanto como impulsores quanto como limitadores dessas iniciativas, conforme apontado pela Organização Internacional do Trabalho (Oit, 2021).

REFERÊNCIAS

Anim-yeboah, samuel; boateng, richard; odoom, raphael; kolog, emmanuel awuni (2020). Digital transformation process and the capability and capacity implications for small and medium enterprises. *International journal of e-entrepreneurship and innovation*, 10(2), 26–44. Doi:10.4018/ijeei.2020070102

Bai, c; quayson, m; sarkis, j; (2021). Covid-19 pandemic digitization lessons for sustainable development of micro-and small- enterprises. *Sustainable production and consumption*, (), –. Doi:10.1016/j.spc.2021.04.035.

Beliaeva, Tatiana; Ferasso, Marcos; Kraus, Sascha; Damke, Eloi Junior (2020). Dynamics of digital entrepreneurship and the innovation ecosystem. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 26(2), 266–284. doi:10.1108/ijeb-06-2019-0397

Barann, b., hermann, a., cordes, a.-k., chasin, f., becker, j., 2019. Supporting digital transformation in small and medium-sized enterprises: a procedure model involving publicly funded support units. *Proc. 52o havaí int. Conf. Sist. Ciência* 6 (2), 4977–4986. Doi:10.24251/hicss.2019.598.

Becker, Adriano. M; schneider, andresa; finamor, joão. S (2019). Industry concepts 4.0 associated with the dynamic capacity approach in the manufacture of medical and hospital products for radioprotection applied to nuclear medicine. *Ijaet*, v.12, issue 6, pp. 89-98.

Bednar, pm e welch, c. (2019), “perspectivas sociotécnicas sobre trabalho inteligente: criando sistemas significativos e sustentáveis”, *fronteiras de sistemas de informação*, vol. 22, pp. 281-298, doi: 10.1007/ s10796-019-09921-1.

Bouncken, RB e S. Kraus. 2022. “Ecosystems Empreendedores em um Mundo Interconectado: Emergência, Governança e Digitalização.” *Revisão da Ciência Gerencial* 16 (1): 1–14. Springer Berlim Heidelberg. doi:10.1007/s11846-021-00444-1

Brunswicker, s. E f. Ehrenmann, “gerenciando a inovação aberta em pmes: um exemplo de boa prática de uma empresa de software alemã”, *international journal of industrial engineering and management* 4(1), 2013, pp. 33–41.

Cagliano, r., canterino, f., longoni, a. And bartezzaghi, e. (2019), “the interaction between manufacturing technologies smart people and work organization: the role of technological

complexity”, international journal of operations and production management, vol. 39 no 6, pp. 913-934, doi: 10.1108/ijopm-01-2019-0093.

Cardinali, s., pagano, a., carloni, e., giovannetti, m. And governatori, l. (2023), "digitalization processes in small professional service firms: drivers, barriers and emerging organisational tensions", journal of service theory and practice, vol. 33 no. 2, pp. 237-256. <https://doi.org/10.1108/jstp-06-2022-0132>.

Ceschin, F. (2013) Critical factors for implementing and diffusing sustainable product-Service systems: insights from innovation studies and companies' experiences. Journal of Cleaner Production, Vol.45, pp.74-88

Cenamora, j., parida, v., & wincent, j. (2019). How entrepreneurial smes compete through digital platforms: the roles of digital platform capability, network capability and ambidexterity. Journal of business research, 100, 196-206. Doi: 10.1016/j.jbusres.2019.03.035

Clegg, c.: princípios sociotécnicos para projeto de sistemas. Appl. Ergon. 31(5), 463–477 (2000)

Chen, y.-yk; y.-l. Jaw, b.-l. Wu, efeito da transformação digital no desempenho organizacional das pmes, internet res. 26 (1) (2016) 186–212

Corbin j , strauss a . Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory . Thousand oaks : sage ; 2015.

Cimini, c., boffelli, a., lagorio, a., kalchschmidt, m. And pinto, r. (2021), “how industry 4.0 technologies influence organizational change? An empirical analysis of italian smes”, journal of manufacturing technology management, vol. 32 nº 3, doi: 10.1108/jmtm-04-2019-0135.

Dalenogare, ls, benitez, gb, ayala, nf e frank, ag (2018), “a contribuição esperada das tecnologias da indústria 4.0 para o desempenho industrial”, international journal of production economics, vol. 204, pp. 383-394, doi: 10.1016/j.ijpe.2018.08.019.

Davies, r., coole, t. E smith, a. (2017), “revisão das considerações sociotécnicas para garantir a implementação bem-sucedida da indústria 4.0”, procedia manufacturing, vol. 11, pp. 1288-1295, doi: 10.1016/ j.promfg.2017.07.256.

Eggers, jp and park, kf (2018). Holder adaptation to technological change: the past, present and future of research on heterogeneous incumbent response. Academy of management annals, 12(1), 357–389.

Elmaraghy, w., elmaraghy, h., tomiyama, t., monostori, l., 2012. Complexity in engineering design and manufacturing. Cirp ana. Manuf. Technol. 61 (2), 793–814.

Fantini, paola; pinzone, marta; taisch, marco (2018). Placing the operator at the centre of industry 4.0 design: modelling and assessing human activities within cyber-physical systems. *Computers & industrial engineering*, (), s0360835218300329-. Doi:10.1016/j.cie.2018.01.025.

Ferreira, João J.M.; Fernandes, Cristina I.; Ferreira, Fernando A.F. (2018). To be or not to be digital, that is the question: firm innovation and performance. *Journal of business research*, (), s0148296318305642-. Doi:10.1016/j.jbusres.2018.11.013

Frank, Alejandro Germán; Ribeiro, José Luis Duarte; Echeveste, Márcia Elisa (2015). Factors influencing knowledge transfer between NPD teams: a taxonomic analysis based on a sociotechnical approach. *R&D Management*, 45(1), 1–22. Doi:10.1111/radm.12046

Frey, C.B. e Osborne, M.A. (2017), “o futuro do emprego: quão suscetíveis são os empregos à informatização?”, *previsão tecnológica e mudança social*, vol. 114, pp. 254-280, doi: 10.1016/j.techfore.2016.08.019.

Ganzarain, Jaione e Nekane Errasti. 2016. “Modelo de Maturidade em Três Estágios nas PMEs Rumo à Indústria 4.0.” *Jornal de Engenharia e Gestão Industrial* 9 (5): 1119–1128. doi:10.3926/jjem.2073.

GLASER, Barney. *Theoretical Sensivity*. Mill Valley: Sociology Press, 1978.

Gilchrist, A. (2016), *Industry 4.0: the industrial internet of things*, Apress, Berkeley, CA, doi: 10.1007/978-1-4842-2047-4.

Hendrick, H.W. and Kleiner, B.M. (2000), *Macroergonomics: an introduction to work system design*, Human Factors and Ergonomics Society, Santa Monica, CA.

Hunziker, S., & Blankenagel, M. (2021). Multiple case research design. In *Research design in business and management* (pp. 163–182). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-34357-6_9

Imran Faisal; Khuram Shahzad, Aurangzeab Butt & Jussi Kantola (2021). Digital transformation of industrial organizations: toward an integrated framework, *Journal of Change Management*, 21:4, 451-479, doi: 10.1080/14697017.2021.1929406

Jöhnk, J.; Weißert, M. e Wyrski, K. “ready or not, AI comes—an interview study of organizational AI readiness factors,” *Bus. Inf. Syst. Eng.*, vol. 63, nº. 1, pp. 5–20, 2021.

Jones, Paul, Geoff Simmons, Gary Packham, Paul Beynon-Davies and David Pickernell. 2014. “An exploration of attitudes and strategic responses of sole proprietor microenterprises in adopting information and communication technology”. *International Small Business Journal*

32 (3): 285–306.

Kesting, p. E f. Günzel-jensen, “pmes e novos empreendimentos precisam de sofisticação de modelo de negócios”, *business horizons* 58(3), 2015, pp. 285–293.

Kleiner, b. M. (2008). *Macroergonomics: work system analysis and design*. Human factors: the journal of the human factors and ergonomics society, 50(3), 461–467. Doi:10.1518/001872008x288501.

Kraus, s; jones, p; kailer, n; weinmann, a. N. Chaparro-banegas e n.roig-tierno, “transformação digital: uma visão geral do estado atual da arte da pesquisa”, *sage open*, vol. 11, não. 3, pp. 1–15, 2021.

Krishnamurthy, sandeep (2020). The future of business education: a commentary in the shadow of the covid-19 pandemic. *Journal of business research*, 117(), 1–5. Doi:10.1016/j.jbusres.2020.05.034.

Li, l., su, f., zhang, w., mao, jy, 2018. Digital transformation by sme entrepreneurs: a capability perspective. *Inf. System j.* 28 (6), 1129–1157. Doi:10.1111/isj.12153.

Liu, chia-wei; cheng, jen-son. Exploring driving forces of innovation in the mses: the case of the sustainable b&b tourism industry. *Sustainability*, v. 10, n. 11, p. 3983, 2018.

Lombardo, g., mordonini, m. And tomaiuolo, m. (2021), “adoption of social media in socio-technical systems: a survey”, *information*, vol. 12 no. 3, pp. 1-23.

Lyytinen, kalle; yoo, youngjin; boland jr., richard j. (2016). Digital product innovation within four classes of innovation networks. *Information systems journal*, 26(1), 47–75. Doi:10.1111/isj.12093

Marcon, érico; soliman, marlon; gerstlberger, wolfgang; frank, alejandro g. Sociotechnical factors and industry 4.0: an integrative perspective for the adoption of smart manufacturing technologies. *Journal of manufacturing technology management*, [s.l.], v. 33, n. 2, p. 1100, set. 2021.

Matt, christian; hess, thomas; benlian, alexander (2015). Digital transformation strategies. *Business & information systems engineering*, 57(5), 339–343. Doi:10.1007/s12599-015-0401-5.

Melo, isotilia costa; queiroz, geandra alves ; junior, paulo nocera alves; sousa, thales botelho; yushimito, wilfredo f; pereira, jorge. Sustainable digital transformation in small and medium enterprises (smes): a review on performance. *Heliyon*, 2023.

Merriam, s.b. (2014). *Qualitative research: a guide to design and implementation*. San

francisco, ca: jossey-bass.

Militello, laura g. Et al. Sources of variation in primary care clinical workflow: implications for the design of cognitive support. *Health informatics journal*, v. 20, n. 1, p. 35-49, 2014.

Mohanty, elisa; mishra, anindya jayanta. Understanding the gendered nature of developing country msme's access, adoption and use of information and communication technologies for development (ict4d). *International journal of gender and entrepreneurship*, v. 12, n. 3, p. 273-295, 2020.

Nambisan, s.; wright, m.; feldman, m. A transformação digital da inovação e empreendedorismo: desafios de progresso e temas chave. *Res. Política* 2019, 48, 1–9.

Nambisan, s., lyytinen, k., majchrzak, a., & song, m. (2017). Digital innovation management: reinventing innovation management research in a digital world. *Mis quarterly*, 41(1), 223–238.

North, klaus; aramburu, nekane; lorenzo, osvaldo jose (2020). Promoting digitally enabled growth in smes: a framework proposal. *Journal of enterprise information management*, 33(1), 238–262. Doi:10.1108/jeim-04-2019-0103

OECD. (2019). *Measuring the digital transformation: A roadmap for the future*. Paris: OECD Publishing. doi:10.1787/9789264311992-en

Oit. (2021). Como a digitalização pode trazer crescimento produtivo para micro e pequenas empresas. *Escritório internacional do trabalho – genebra*, pag. 52.

Ordieres-meré, j., 2020. Digitalization: an opportunity for contributing to sustainability from knowledge creation, pp. 1–21. Doi:10.3390/su12041460

Omrani, N, rejeb n. Maalaoui, A, dabić, M, kraus, S, (2022). "drivers of digital transformation in smes," in *iee transactions on engineering management*, doi: 10.1109/tem.2022.3215727.

Pascale carayon (2006). Human factors of complex sociotechnical systems. , 37(4), 525–535. Doi:10.1016/j.apergo.2006.04.011

Pasmore, william; winby, stu; mohrman, susan albers; vanasse, rick (2018). Reflections: sociotechnical systems design and organization change. *Journal of change management*, (), 1–19. Doi:10.1080/14697017.2018.1553761

Priya, a. (2021). Case study methodology of qualitative research: key attributes and navigating the conundrums in its application. *Sociological bulletin*, 70(1), 1–24. <https://doi.org/10.1177/0038022920970318>

Rashid, y., rashid, a., warraich, m. A., sabir, s. S., & waseem, a. (2019). Case study method: a step-by-step guide for business researchers. *International journal of qualitative methods*, 18, 160940691986242. doi:10.1177/1609406919862424

Rowan, nj, galanakis, cm, 2020. Uncovering challenges and opportunities presented by the pandemic from covid-19 to transversal disruption in agrifood innovations and green business: quo vadis? *Total environment science*. 748, 141362. Doi:10.1016/j.scitotenv.2020.141362

Schuh, g., anderl, r., gausemeier, j. E ten hompel, m. (2017), *industrie 4.0 maturity index: managing the digital transformation of companies, acatech study, munique*.

Schwertner, k. (2017). "digital transformation of business." *Trakia journal of sciences* 15(1), 1-2. <https://doi:10.15547/tjs.2017.s.01.065>.

Singh, ajay kumar; ashraf, shah nawaz; ashish, a. R. Y. A. Estimating factors affecting technical efficiency in indian manufacturing sector. *Eurasian journal of business and economics*, v. 12, n. 24, p. 65-86, 2019.

Sklyar, A., Kowalkowski, C., Tronvoll, B., Sörhammar, D., 2019. Organização para servitização digital: uma perspectiva do ecossistema de serviços. *J. Ônibus. Res.* 104, 450–460. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.02.012>

Szalavetz, a. (2019), "industry 4.0 and capacity development in manufacturing subsidiaries", *technological forecasting and social change*, vol. 145, pp. 384-395, doi: 10.1016/j.techfore.2018.06.027.

Soliman, marlon; saurin, tarcisio abreu; anzanello, michel jose (2018). The impacts of lean production on the complexity of socio-technical systems. *International journal of production economics*, 197(), 342–357. Doi:10.1016/j.ijpe.2018.01.024.

Sun, S, hall. Dj, cegielski. Cg (2020). Intenção organizacional de adotar big data no contexto b2b: uma visão integrada. *Ind mark manage* 86: 109–121. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.09.003>

Tabim, v. M., ayala, n. F., & frank, a. G. (2021). Implementing vertical integration in the industry 4.0 journey: which factors influence the process of information systems adoption?. *Information systems frontiers*, 1-18.

Tang, yee kwan and victor konde. 2020. "differences in ict use by entrepreneurial micro-enterprises: evidence from zambia". *Technology of information for development* 26 (2): 268–291.

Tripathi s, gupt m. Impact of barriers on industry transformation 4.0 dimensions. In:

conference on precision, meso, micro and nano engineering (copen 2019).

Trist, e. And bamforth, k. (1951), "some social and psychological consequences of the longwall method of coal-getting", human relations, vol. 4, pp. 3-38.

Ulas, dilber (2019). Digital transformation process and smes. Procedia computer science, 158(), 662–671. Doi:10.1016/j.procs.2019.09.101

Vaughan, d. (1992). Theory elaboration: the heuristics of case analysis. In c. C. Ragin & h. S. Becker (eds.), what is a case? Exploring the foundations of social inquiry (pp. 173–202). Cambridge university press.

Veile, JW, Kiel, D., Muller, JM e Voigt, KI (2019), "Lições aprendidas com a implementação da Indústria 4.0 na indústria de manufatura alemã", Journal of Manufacturing Technology Management, vol. 31 nº 5, pp. 977-997, doi: 10.1108/JMTM-08-2018-0270.

Vereycken, y., ramioul, m., desiere, s., and bal, m. (2021), "human resource practices that accompany industry 4.0 in european manufacturing industry", journal of manufacturing technology management, vol. 32 nº 5, pp. 1016-1036, doi: 10.1108/jmtm-08-2020-0331.

Verhoef, p. C., broekhuizen, t., bart, y., bhattacharya, a., dong, j. Q., fabian, n., & haenlein, m. (2021). Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda. Journal of business research, 122, 889-901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>

Vial, g. (2019). Understanding digital transformation: a review and a research agenda. Journal of strategic information systems, in press, 1-27. Doi:10.1016/j.jsis.2019.01.003.

Vogelsang k, liere-netheler k, packmohr s, hoppe u. Barriers to digital transformation in manufacturing: development of a research agenda. Proc 52nd hawaii int conf sys sci. 2019

Voss, c., tsikriktsis, n. And frohlich, m. (2002), "case research in operations management", international journal of operations and production management, vol. 22 no. 2, pp. 195–219, doi: 10.1108/01443570210414329.

Wang l, yang m, pathan zh, salam s, shahzad k, zeng j (2018) analysis of factors influencing the adoption of big data in chinese companies using the danp technique. Sustainability 10(11):3956. <https://doi.org/10.3390/su10113956>

Warner, karl s.r.; wäger, maximilian (2018). Building dynamic capabilities for digital transformation: an ongoing process of strategic renewal. Long range planning, (), s0024630117303710–. Doi:10.1016/j.lrp.2018.12.001

Woodside, a.g. (2010). Brand-consumer storytelling theory and research: introduction to a psychology & marketing special issue. , 27(6), 531–540. Doi:10.1002/mar.20342

Yin, r. K. 2018. Case study research and applications: design and methods. 6th ed. Thousandoaks, california: sage publications.

Yin, r.k (2012), applications of case study research, 3ª ed., sage publications, thousand oaks, califórnia.

Yin, r., 2009. Case study research: design and methods. Sage, los angeles. Lime.

Yoo, y; henfridsson, o; & lytinen, k. (2010). The new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research. Information systems research, 21(4), 724-735. Doi:10.1287/isre.1100.0322

Yu, xinying; xu, shi; ashton, mark. Antecedents and outcomes of artificial intelligence adoption and application in the workplace: the socio-technical system theory perspective. Information technology & people, v. 36, n. 1, p. 454-474, 2023.

Zhang, xi et al. Anticipating the antecedents of feedback-seeking behavior in digital environments: a socio-technical system perspective. Internet research, v. 33, n. 1, p. 388-409, 2023.