

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

GUSTAVO FELIPE MENDES CORRÊA
GIOVANNA DIAS ZALLA

**ANÁLISE DO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DE UMA EMPRESA
DE MANUFATURA LOCALIZADA NO BRASIL: ESTUDO DE CASO ÚNICO**

Sorocaba

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA
BACHARELADO EM ADMINISTRAÇÃO

GUSTAVO FELIPE MENDES CORRÊA
GIOVANNA DIAS ZALLA

**ANÁLISE DO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DE UMA EMPRESA
DE MANUFATURA LOCALIZADA NO BRASIL: ESTUDO DE CASO ÚNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Administração, da Universidade Federal de São Carlos, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Paula de Camargo Fiorini

Sorocaba

2020

Zalla, Giovanna Dias

Análise do processo de transformação digital de uma empresa de manufatura localizada no Brasil: estudo de caso único / Giovanna Dias Zalla, Gustavo Felipe Mendes Correa -- 2020.
30f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Paula de Camargo Fiorini

Banca Examinadora: vide folha de aprovação

Bibliografia

1. Indústria 4.0. 2. Transformação Digital. 3. Estudo de caso. I. Zalla, Giovanna Dias. II. Correa, Gustavo Felipe Mendes. III. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979

FOLHA DE APROVAÇÃO

GUSTAVO FELIPE MENDES CORRÊA; GIOVANNA DIAS ZALLA

**ANÁLISE DO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DE UMA EMPRESA DE
MANUFATURA LOCALIZADA NO BRASIL: ESTUDO DE CASO ÚNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Administração, da Universidade Federal de São Carlos, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Administração. Avaliado em:

Sorocaba, 26 de junho de 2020.

Comissão Julgadora:

Prof.(a) Dr.(a) Paula de Camargo Fiorini

DAdm-So - UFSCar

Prof. Dr. Éderson Luiz Piato

DAdm-So - UFSCar

RESUMO

CORRÊA, G. F. M.; ZALLA, G. D. Análise do processo de transformação digital de uma empresa de manufatura localizada no Brasil: estudo de caso único. 2020. TCC (Graduação em Administração) – Universidade Federal de São Carlos - Campus Sorocaba, Sorocaba-SP, 2020.

O avanço das novas tecnologias digitais tem impulsionado as organizações a adequarem suas estratégias e negócios. Nesse cenário, o presente estudo objetivou verificar como uma empresa localizada no Brasil tem adaptado seus negócios ao processo de transformação digital. Para tanto, foi utilizada a abordagem qualitativa de pesquisa e conduzido um estudo de caso com uma empresa de manufatura de grande porte. Os dados foram coletados por meio de entrevistas, documentos e observação direta. A análise dos dados permitiu verificar: (a) uma necessidade clara de transição e mudanças para a indústria 4.0 devido à tendência de mercado; (b) evidências da implementação e adoção de tecnologias como internet das coisas, computação em nuvem, inteligência artificial e *data mining*; (c) práticas e mudanças no ambiente organizacional decorrentes da transformação digital tais como a criação de novas áreas dedicadas à transformação digital, estímulo à inovação e comunicação aberta, realização de *workshops*, eventos e treinamentos, colaboração com parceiros externos e *benchmarking*; e (d), por fim, a existência de barreiras financeiras, de conhecimento das tecnologias, apoio da liderança e cultura organizacional. Nesse ponto, constatou-se que a mudança necessária para a transformação digital nas empresas, vai muito além das questões tecnológicas ou novas ferramentas de trabalho. A base para transformar os processos, as ações e o modo operante está, principalmente, no *mindset* dos colaboradores e liderança. Este trabalho traz contribuições teóricas, por abordar um tópico ainda pouco explorado no contexto brasileiro e adicionar evidências à literatura, e gerenciais por fornecer *insights* e esclarecer práticas aos gestores.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Tecnologias digitais. Transformação digital. Estudo de caso. País emergente.

ABSTRACT

CORRÊA, G. F. M.; ZALLA, G. D. Analysis of the process of digital transformation in a manufacturing company located in Brazil: a single case study. 2020. TCC (Graduação em Administração) – Universidade Federal de São Carlos - Campus Sorocaba, Sorocaba-SP, 2020.

The advancement of new digital technologies has driven organizations to adapt their strategies and businesses. In this scenario, the present study aimed to verify how a company located in Brazil has adapted its business to the process of digital transformation. To this end, a qualitative research approach was used, and a case study was conducted with a large manufacturing company. The data were collected through interviews, documents, and direct observation. The data analysis allowed to verify: (a) a clear need for transition and changes for industry 4.0 due to the market demand; (b) evidence of the implementation and adoption of technologies such as internet of things, cloud computing, artificial intelligence, and data mining; (c) practices and changes in the organizational environment resulting from digital transformation, such as the creation of new areas dedicated to digital transformation, stimulating innovation and open communication, holding workshops, events, training, collaboration with external partners and benchmarking; and (d), finally, the existence of barriers as financial, knowledge of technologies, support from leadership and organizational culture. At this point, it was found that the necessary change for digital transformation in companies goes far beyond technological issues or new work tools. The basis for transforming processes, actions, and operating mode is mainly in the mindset of employees and leadership. This work brings theoretical contributions, by approaching a topic that is still little explored in the Brazilian context and adding evidence to the literature, and managerial ones for providing insights and clarifying practices to managers.

Keywords: Industry 4.0. Digital technologies. Digital transformation. Case study. Emergent country.

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Revisão da literatura	8
2.1. Indústria 4.0 e transformação digital	8
2.2. Tecnologias digitais da indústria 4.0	10
2.2.1. Sistemas ciber-físicos (CPS)	11
2.2.2. Internet das coisas (IoT)	11
2.2.3. Laser RFID	12
2.2.4. Realidade aumentada (AR).....	12
2.2.5. Mineração de dados (DM).....	13
2.2.6. Big data (BD)	13
2.3. Benefícios da transformação digital	15
2.4. Desafios e barreiras da transformação digital.....	15
3. Método de pesquisa	16
4. Análise e discussão dos resultados	18
4.1. Transformação digital: práticas, motivações e oportunidades	18
4.2. Transformação digital: tecnologias e barreiras.....	21
5. Considerações finais	23
Referências	25
APÊNDICE A - Roteiro de entrevista	28

1. Introdução

Em um mundo cada vez mais digital e interconectado, as organizações se veem diante de um cenário volátil mais exigente, impulsionado, principalmente, pelas tecnologias digitais e automatização de processos. Esse novo cenário teve origem em 2011, a partir da feira de Hanover, na Alemanha, a qual buscou estabelecer uma estratégia de longo prazo para crescimento da indústria e do sistema de inovação, que pudesse ser adotada como parte do *High Tech Strategy 2020 Action Plan* (KAGERMANN *et al.*, 2013). Nesse momento, estabeleceu-se uma quarta revolução industrial, denominada como indústria 4.0.

Iniciada no século XVIII, a revolução industrial já passou por três estágios. A primeira revolução industrial, ainda no final do século XVIII, oportunizou a transição de trabalhos manuais para máquinas a vapor. Já a segunda revolução industrial, fortemente influenciada por Henry Ford, em 1913, implementou às indústrias o conceito de linha de montagem (BATCHELOR, 1954, p. 145). A terceira revolução, por sua vez, teve seu início em 1970, com a introdução de inovações tecnológicas tais como o uso da robótica, sistemas de gerenciamento de banco de dados, *softwares ERPs (enterprise resource planning)*, sistemas CAD (*computer-aided design*) e está presente, até hoje, em inúmeras indústrias.

Apesar de todos os avanços tecnológicos do ramo industrial ao longo das últimas décadas, a proposta da quarta revolução industrial é de permitir uma flexibilização e interoperabilidade dos sistemas produtivos e processuais existentes, oferecendo serviços e linhas de produção inteligentes e autossuficientes. A indústria 4.0 traz uma série de inovações e recursos – muitos ainda em desenvolvimento incremental – tais como fábricas inteligentes, *big data*, sistemas ciber-físicos, computação em nuvem, internet das coisas, entre outros. Tais inovações possibilitam a capitalização de altos níveis de automação (RÜBMANN, 2015) e desencadeiam uma completa transformação digital nas organizações.

A transformação digital é entendida como a aplicação das novas tecnologias da indústria 4.0 para melhorias e inovações em modelos de negócios, processos e produtos das empresas, envolvendo diversos atores de suas cadeias de valor (SCHALLMO *et al.*, 2017). Os benefícios potenciais da transformação digital são numerosos, incluindo aumento de eficiência, melhorias de qualidade e maior flexibilidade (VEILE *et al.*, 2019). Contudo, é importante destacar que a implementação da indústria 4.0 envolve desafios, de modo que a velocidade de desenvolvimento das tecnologias disruptivas não reflète, necessariamente, a sua real utilização nas indústrias. Lu (2018) menciona que, nem mesmo, grandes países exportadores como a China foram capazes ainda de adaptarem totalmente suas fábricas à indústria 4.0. Dessa forma, a transformação digital caracteriza-se como um tema emergente e uma forte tendência

econômica ao redor do mundo (VEILE *et al.*, 2019). Entretanto, existe ainda um carência de estudos e pesquisas que esclareçam o processo de adaptação à indústria 4.0 vivenciado por organizações (ZANGIACOMI *et al.*, 2020), especialmente, em países emergentes. Essa carência reflete o contraste entre a altíssima velocidade da evolução tecnológica nas últimas décadas e a realidade das produções fabris brasileiras, as quais ainda, em sua maioria, se encontram no patamar da indústria 2.0 (YAMADA, 2018). Portanto, o grande avanço que a transformação digital representa, sendo capaz de mudar a realidade e o futuro de muitas organizações, aliado à carência de estudos no contexto brasileiro justificam a relevância do trabalho.

Mediante o cenário exposto, e a fim de prover um estudo de caso com implicações úteis para as áreas acadêmica e empresarial, a questão orientadora deste estudo é: como as empresas localizadas no Brasil têm adaptado seus negócios ao processo de transformação digital? Logo, o objetivo associado à pesquisa é, por meio de um estudo de caso, analisar como uma empresa localizada no Brasil têm adaptado seus negócios ao processo de transformação digital.

Este trabalho está estruturado conforme a seguir. Na próxima seção, apresenta-se uma revisão literária sobre a indústria 4.0 e transformação digital, abordando seus conceitos, benefícios e barreiras. Em seguida, descreve-se a metodologia de pesquisa utilizada no estudo e apresenta-se os resultados encontrados. Por fim, os resultados obtidos são discutidos à luz da literatura e finaliza-se com as conclusões e implicações do trabalho.

2. Revisão da literatura

2.1. Indústria 4.0 e transformação digital

O termo indústria 4.0 representa uma nova visão das fábricas, as quais serão capazes de gerar produtos e serviços inteligentes, por meio de equipamentos inteligentes (COELHO, 2016). Frank *et al.* (2019) acrescentam que a indústria 4.0 promove a integração da fábrica com todo o ciclo de vida do produto e suas etapas na cadeia de suprimentos, apoiando-se na adoção de tecnologias digitais. Entende-se que a implementação da indústria 4.0 se baseia na fábrica inteligente (*smart factory*, em inglês). Uma *smart factory* é caracterizada pela sua capacidade de coletar, analisar e tomar decisões fundamentadas em dados em tempo real obtidos por meio de tecnologias digitais (FRANK *et al.*, 2019; BAGHERI *et al.*, 2015).

Para uma implementação bem-sucedida da indústria 4.0, as organizações necessitam de mudanças significativas em sua estrutura e processos, envolvendo uma nova transformação, conhecida como transformação digital. A transformação digital envolve diversos atores da

cadeia de valor das empresas, tais como clientes e fornecedores, e consiste na aplicação de tecnologias para alcançar melhorias e inovações em modelos de negócios, processos e produtos (SCHALLMO *et al.*, 2017).

De acordo com Veile *et al.* (2019), o processo de transformação digital, requerido para a indústria 4.0, envolve três principais dimensões: humana, organizacional e tecnológica (OKS *et al.*, 2017). Na dimensão humana, Veile *et al.* (2019) dissertam sobre a importância de se considerar o desenvolvimento e a melhoria das competências e conhecimentos dos funcionários em empresas que buscam a transição e adaptação para a indústria 4.0. Mohamed (2018) acrescenta que é fundamental estabelecer uma estratégia com todos os atores envolvidos no processo de transformação digital, antes da implementação começar. Além disso, Veile *et al.* (2019) salientam que os colaboradores devem ter um desenvolvimento contínuo por meio de novos conteúdos em treinamentos e outros métodos de instrução como workshops, por exemplo, e também, que a gestão suporte um estilo de liderança mais democrático (VEILE *et al.*, 2019; SCHUH *et al.*, 2017).

Já na dimensão organização, Veile *et al.* (2019) enfatizam que a estrutura organizacional deve dar suporte aos objetivos da indústria 4.0, por meio de processos descentralizados de tomada de decisão, hierarquias mais achatadas, estratégias de cooperação e mudanças nos modelos de negócios. Nesse sentido, os autores recomendam o uso de métodos ágeis de gestão, cooperando com parceiros externos e criando uma rede conectada e acessível, que deve ser apoiada por meio da cultura corporativa (VEILE *et al.*, 2019). Ademais, Burmeister *et al.* (2016) esclarecem que o processo de transformação digital requer uma comunicação aberta para troca de conhecimentos entre as posições hierárquicas e departamentos, acelerando o processo de aprendizagem, foco e visão comum em toda a companhia.

A dimensão tecnológica estabelece que os diversos desenvolvimentos tecnológicos possibilitam criação de valor na indústria. Além do mais, as tecnologias como *big data*, internet das coisas, computação em nuvem, entre outras, são aliadas dos humanos nas fábricas inteligentes, de modo que ambos atuam complementarmente, uma vez que sem sistemas de assistência, softwares e ferramentas automatizadas, não seria possível operar sistemas complexos e avançar da mesma maneira e velocidade (VEILE *et al.*, 2019). Dessa forma, as tecnologias da indústria 4.0 possibilitam que tarefas e processos manuais sejam automatizados, que plataformas forneçam as informações necessárias, análises avançadas, bem como facilitem a obtenção e manuseio de dados complexos (VEILE *et al.*, 2019; KAGERMANN *et al.*, 2013). Nesse ponto, deve-se lembrar que os recursos humanos precisam ser capacitados e qualificados

para essas usarem e aprimorarem as novas tecnologias (VEILE *et al.*, 2019; KAMBLE *et al.*, 2018; TUPA *et al.*, 2017).

Por fim, cabe ressaltar que as três dimensões acima mencionadas não são independentes. Pelo contrário, Veile *et al.* (2019) explicam que elas estão interrelacionadas, gerando ao todo seis dimensões envolvidas na transformação digital, as quais foram resumidas no Quadro 1. Nesse contexto, fica evidente que a adaptação das organizações aos padrões da quarta revolução industrial requer uma série de mudanças comportamentais e organizacionais, assim como o uso de tecnologias-chave, entendidas como os pilares da indústria 4.0, tais como sistemas ciber-físicos, internet das coisas, *big data*, lasers *RFID*, realidade aumentada, manufatura aditiva, mineração de dados, entre outras (OKS *et al.*, 2017).

Quadro 1. Resumo das dimensões envolvidas na transformação digital

Dimensão	Resumo
Humana	Treinamentos e outros métodos de instrução auxiliam no desenvolvimento e melhora vital das competências e conhecimentos
Humana-Tecnológica	Sistemas de assistência apoiam os seres humanos, agregando valor em suas atividades, e é essencial treinar as pessoas em relação às novas tecnologias. Além disso, questões de segurança se tornam mais importantes com o aumento das interações homem-máquina
Tecnológica	Desenvolvimentos tecnológicos como <i>big data</i> , soluções em nuvem, entre outras, possibilitam uma criação de valor em indústrias inteligentes
Organização-Tecnológica	Diferentes níveis hierárquicos estão conectados em um integrado sistema vertical, por isso, as organizações precisam estar alinhadas de acordo com seus desenvolvimentos tecnológicos. Além disso, a interação com fornecedores, clientes e parceiros são aprimoradas por uma interconexão horizontal
Organização	Um dos princípios da transição digital é formado pelas formas ágeis de organização, com processos descentralizados de tomada de decisão, hierarquias achatadas, estratégias de cooperação e mudanças nos modelos de negócios
Organização-Humana	Envolve mudanças culturais, com maior aceitação de alterações, espírito empreendedor de tolerância a falhas, estilo de liderança democrático e comunicação aberta

Fonte: Adaptado de Veile *et al.* (2019).

2.2. Tecnologias digitais da indústria 4.0

Variadas tecnologias dão suporte ao processo de transformação digital. No entanto, não foi encontrado um consenso na literatura sobre quais são as tecnologias-chave da indústria 4.0. De Sousa Jabbour *et al.* (2018), por exemplo, mencionam como principais tecnologias os sistemas ciber-físicos, manufatura aditiva, internet das coisas e computação em nuvem. Por outro lado, Dalenogare *et al.* (2018) estabelecem que as tecnologias centrais da indústria 4.0 são *big data*, sistemas produto-serviço, manufatura aditiva, sensores e automação digital tal como *RFID*, entre outras. Neste trabalho, optou-se por abordar os conceitos das seguintes

tecnologias: sistemas ciber-físicos, internet das coisas, laser RFID, realidade aumentada, mineração de dados e *big data*, conforme ilustrado na Figura 1.

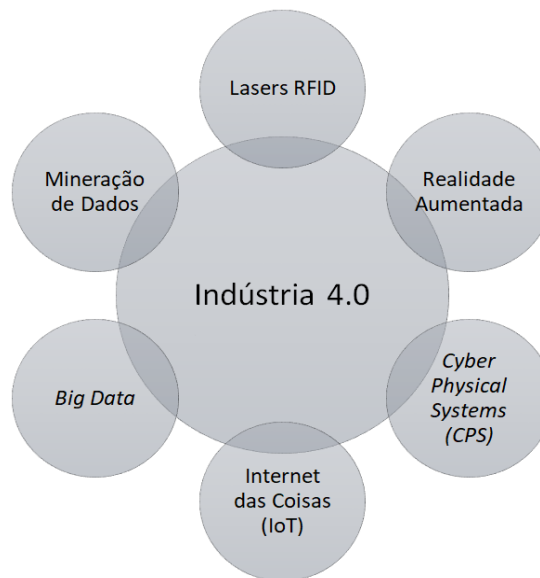


Figura 1. Esquemática das tecnologias-chave da Indústria 4.0

Fonte: elaborada pelos autores.

2.2.1. Sistemas ciber-físicos (CPS)

Os sistemas ciber-físicos (*cyber physical systems*, em inglês) são definidos por Shafiq *et al.* (2015) como uma “convergência entre os mundos físico e digital, conectados por meio de redes globais de negócios incorporados em máquinas, *warehouses*, sistemas e infraestrutura produtiva”. A capacidade de reconhecer e se adaptar às situações é um dos principais benefícios proporcionados pela adoção de CPS nos sistemas produtivos (MOSTERMAN; ZANDER, 2015). Além disso, a implementação de CPS permite não só a unificação e padronização dos processos operacionais, como também a integração dos fluxos de movimentação, contagem e avaliação de materiais, sendo um primeiro passo para a transformação em uma *smart factory*. Entretanto, como principal barreira à sua implementação, existe a necessidade de ajustar os processos de trabalhos para os empregados, bem como garantir a segurança do sistema (THIEDE, 2016).

2.2.2. Internet das coisas (IoT)

O termo internet das coisas (*internet of things*, em inglês) se popularizou em meados de 2010 e é reconhecido como a primeira evolução da internet (EVANS, 2011). A IoT representa a conexão virtual entre aparelhos eletrônicos – como celulares, geladeiras e televisão – e usuários, permitindo uma coleta de dados mais assertiva (SANTOS; FREITAS, 2016). Sendo assim, oferece praticidade e possibilidade de conexão ininterrupta entre a empresa e o

consumidor. Contudo, existem desafios decorrentes de sua implementação, ao permitir uma conexão em tempo real, sinaliza-se o perigo cibernético referente aos dados disponíveis na internet para bom e mau uso, invasão de privacidade e limites éticos (SANTOS; FREITAS, 2016).

2.2.3. Laser RFID

A tecnologia de laser RFID (*radio frequency identification*, em inglês), por sua vez, tem como diferencial a utilização de microchips capazes de aumentarem a potência de ondas de rádio emitidas por leitores em sua proximidade; sua detecção pode ser realizada em uma distância de aproximadamente seis metros, possibilitando a inclusão de novos dados e armazenamento à distância (HAHNEL, 2004). Essa tecnologia facilita a identificação automática dos objetos e materiais, bem como sua localização, condição e passado cronológico, sem a necessidade de qualquer tipo de intervenção humana (BRINTRUP *et al.*, 2010). De acordo com Mendes *et al.* (2017), no processo de adoção da indústria 4.0 na empresa automobilística Volkswagen do Brasil, uma das principais tecnologias implementadas foram os lasers RFID. A tecnologia RFID possibilitou o acompanhamento dos veículos durante todo o processo produtivo, gerando e coletando novos dados em todos os estágios da fabricação (MENDES *et al.*, 2017).

2.2.4. Realidade aumentada (AR)

A realidade aumentada (*augmented reality*, em inglês) é uma ferramenta capaz de fornecer suporte a operadores em atividades manuais, contextuais, de visualização de dados, de interação com máquinas, localizações de estoques, aplicações de manutenção, controle de qualidade ou gerenciamento de materiais. Uma das primeiras definições de realidade aumentada esclarece que a AR representa uma simulação computadorizada interativa tridimensional de produtos virtuais no mundo real (AZUMA, 1997). A AR surgiu no início dos anos 1990, quando operários da empresa de aeronaves Boeing apresentaram um *display* para se acoplar à cabeça de funcionários, que era capaz de aumentar o campo de visão e mostrar informações relacionadas às tarefas que realizariam (FRAGA-LAMAS *et al.*, 2018). Sua importância ferramental deve-se à possibilidade de ser utilizada como mecanismo de interação entre homem-máquina, conectando efetivamente dados e operações virtuais com a realidade diária do usuário dos óculos, modelo padrão utilizado pela tecnologia.

2.2.5. Mineração de dados (DM)

A mineração de dados (*data mining*, em inglês) é uma técnica de processamento de dados e descoberta de padrões que sejam interessantes para diversos fins, tais como prever demandas, analisar comportamentos de consumo e agrupar clientes por região (ZAKI; MEIRA, 2014). Malhotra e Birks (2007) esclarecem que a mineração de dados não deve ser confundida com um repositório, pois é um meio de explorar os dados e fazer descobertas que auxiliem a desenvolver um conhecimento geral. Segundo Nguyen *et al.* (2019), *data mining* é o estágio central de todo processo de descoberta de conhecimentos que tem como finalidade extrair informações que sejam interessantes e potencialmente úteis dentro de um banco de dados. Embora o termo mineração de dados seja primariamente orientado a dados de larga escala, muitas técnicas para esse tipo de dados podem ser também eficientes para bancos de dados menores, sendo que a mineração de dados pode servir como base para a inteligência artificial e *machine learning* (NGUYEN *et al.*, 2019).

2.2.6. Big data (BD)

Devido à recente emergência do termo *big data*, ainda não há uma conceituação única e reconhecida na literatura. Uma das primeiras definições é caracterizada por três Vs – volume, variedade e velocidade (GANDOMI; HAIDER, 2015; LANEY, 2001). Segundo Gandomi e Haider (2015), volume refere-se à grande quantidade de dados. Variedade, por sua vez, remete aos diferentes tipos de dados e suas variadas fontes tais como textos, imagens, áudios e vídeos. Velocidade remete à rapidez na geração, coleta e troca de dados, que podem ser analisados e reanalisados com atualizações em tempo real. Atualmente, ainda se incluem outros dois Vs – veracidade e valor (FOSSO WAMBA *et al.*, 2015). A veracidade é de suma importância, pois com tantos dados disponíveis, a facilidade de análise e resultados se torna descartável caso os dados não sejam genuínos. Por fim, o valor remete aos benefícios obtidos da análise do *big data* (FOSSO WAMBA *et al.*, 2015; GANDOMI; HAIDER, 2015). Entende-se, assim, que essas características do *big data* proporcionam inovação no processamento de informações por meio de técnicas de alta tecnologia, possibilitando novos *insights* e facilitando a tomada de decisões de maneira mais eficiente, assertiva e analítica. Portanto, ao realizar uma prospecção de dados adequada, assertiva e genuína, é possível identificar informações úteis para inovar, aprimorar e otimizar produtos e processos dentro das organizações.

O Quadro 2 apresenta uma sistematização da evolução dos conceitos discutidos anteriormente.

Quadro 2. Evolução de definições das tecnologias-chave da Indústria 4.0

Tecnologia	Definições e autores		
Sistemas ciber-físicos	Fábricas capazes de tratar complexidades maiores, menos propensas a interrupções, onde humanos e máquinas comunicam-se entre si de forma natural, como em uma rede social (KAGERMANN <i>et al.</i> , 2013).	Necessitam de três níveis: I - Objetos Físicos; II - Modelos de dados dos objetos físicos, representados na rede; III - Serviços baseados nos dados disponíveis. Dessa maneira, sistemas interconectados poderão ser testados e simulados (DRATH; HORCH, 2014).	São componentes que integram o mundo físico ao virtual; são equipamentos que armazenam dados sobre o seu estado e realizam operações. A conectividade é obtida por meio da internet das coisas, que permite o gerenciamento de altas complexidades, com humanos e máquinas comunicando-se como em uma rede social (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).
Internet das coisas	Uma mudança de computação adaptada para o trabalho e até tarefas rotineiras por meio de aplicativos acessíveis aos usuários comuns (VENKATESH, 1996).	Afirmou que a internet se encontra em expansão e que matérias como tempo, duração e local serão cada vez mais integrados com o ambiente em que vivemos (GREENFIELD, 2006).	"O primeiro eletrodoméstico inteligente foi uma geladeira, lançada pela LG em 2002, que permitia conexão com a internet, fazer compras, acessar agendas, ver TV ou ouvir rádio" (GALEGADE <i>et al.</i> , 2016).
Lasers RFID	Informações criptografadas do produto direto para o banco de dados (BROWN, 2007).	Tecnologia que permite a localização atual, condição e história de um objeto sem nenhuma intervenção humana (BRINTRUP <i>et al.</i> , 2010).	"Tecnologia de identificação automática, que funciona com base na emissão de sinais de rádio, capazes de identificar e acender as informações contidas em tags" (AYDOS; FERREIRA, 2016).
Realidade aumentada	Simulação interativa computadorizada que projeta uma visualização 3D de produtos virtuais no mundo real (AZUMA, 1997).	Realidade aumentada não altera ou muda o mundo real do usuário, mas o enriquece por meio de informações adicionais para a experiência única do usuário (MA; CHOI, 2007).	Um display usado para aumentar o campo de visão de um operador com informações virtuais, monitorando tarefas operacionais (YIM <i>et al.</i> , 2017).
Mineração de dados	"Aplicação de algoritmos específicos para extração de padrões a partir dos dados" (FAYYAD <i>et al.</i> , 1996).	"Análise de grandes quantidades de dados a fim de encontrar padrões e regras que possam ser usadas para orientar a tomada de decisões e prever o comportamento futuro" (LAUDON; LAUDON, 2004).	"Se refere à extração, ou mineração, de conhecimento a partir de grandes quantidades de dados" (HAN; KAMBER, 2006).
<i>Big data</i>	Grande coletora de dados estruturados, caracterizados pelos três V's: volume, variedade e velocidade (VERHOEF <i>et al.</i> , 2016).	"É uma plataforma que permite o processamento de um grande volume de dados, capaz de identificar padrões interessantes e úteis para uma inovação sustentável da indústria 4.0" (BAGHERI <i>et al.</i> , 2015).	7 V's: volume, velocidade, variedade, veracidade, valor, visualização e variabilidade. Os últimos dois termos foram adicionados pela IBM, a fim de representar que o <i>big data</i> possui uma faceta capaz de lidar com dados imprecisos (estruturados e não-estruturados), e ainda ser capaz de gerar análises voltadas para mineração de dados imprecisos (EREVELLES <i>et al.</i> , 2015).

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.3. Benefícios da transformação digital

A implementação das tecnologias acima apresentadas promove uma nova forma de conduzir os negócios e adiciona valor aos produtos e processos (MOHAMED, 2018). A comunicação entre máquinas e produtos, habilitada pelos CPS e IoT, permite o aumento de flexibilidade do processo produtivo e uma resposta mais rápida a eventos inesperados (DALENOGARE *et al.*, 2018). Além do mais, os dados obtidos por meio dessas tecnologias associados as análises de *big data* e *data mining* melhoram significativamente a eficácia das tomadas de decisões (DALENOGARE *et al.*, 2018).

De acordo com Mohamed (2018), a adoção das tecnologias da indústria 4.0 permite um entendimento completo de todo o processo produtivo da firma, bem como de suas vantagens e desvantagens competitivas. Desse modo, proporciona uma nova maneira de compreender o modelo produtivo atual e também de desenvolver formas inovadoras de fabricar e entregar produtos com mais valor agregado, especialmente para empresas de manufatura tradicionais (MOHAMED, 2018). Além da área de produção, a gestão organizacional também é beneficiada pela transformação digital, uma vez que as tecnologias permitem a troca de conhecimento e informações com parceiros externos da cadeia de valor (ZANGIACOMI *et al.*, 2020).

Por fim, Mohamed (2018) adiciona que a indústria 4.0 traz benefícios como redução de custos, simplificação dos processos, redução de imprecisões no inventário, transparência nos processos logísticos, flexibilidade e adaptabilidade. Consequentemente, os processos tornam-se mais ágeis, práticos, acessíveis e diversificados (MOHAMED, 2018).

2.4. Desafios e barreiras da transformação digital

O processo de transição para a indústria 4.0 e, conseqüente, implementação das tecnologias que a acompanham, trazem consigo muitos desafios e mudanças que as empresas precisam se atentar, incluindo desde questões organizacionais, técnicas e financeiras, até mesmo questões humanas e culturais (MOHAMED, 2018; ZANGIACOMI *et al.*, 2020). Nesse sentido, Mohamed (2018) ressalta que a transição para a indústria 4.0 não é uma missão fácil e pode levar dez anos ou mais para ser efetuada.

Ao estudarem o processo de transformação digital em empresas europeias, Zangiacomí *et al.* (2020) mencionaram a presença de desafios como:

- (a) Compreender quais são as tecnologias relevantes para o negócio da empresa e como o modelo de negócios pode mudar após a adoção de algumas tecnologias;
- (b) Iniciar com investimentos limitados e projetos de menor escala;
- (c) Reconhecer a necessidade de investir em treinamentos e cultura organizacional;

- (d) Entender as implicações da indústria 4.0 além dos aspectos tecnológicos;
- (e) Adotar colaboração com parceiros externos e reconhecer a importância de explorar as relações com o ecossistema local (centros de inovação, universidades, etc.);
- (f) Conscientizar sobre a existência de implementações de novos procedimentos e métricas na política interna da empresa, entre outras dificuldades.

Em relação às barreiras financeiras, elas incluem tanto o alto investimento inicial necessário para implementar as tecnologias digitais, quanto as incertezas envolvidas no retorno financeiro desses investimentos (MOHAMED, 2018; ZANGIACOMI *et al.*, 2020). Zangiacomí *et al.* (2020) destacam também o desafio das empresas conseguirem identificar onde seu investimento terá maior retorno e como ele deve ser diversificado internamente. Em termos organizacionais, há uma dificuldade em adotar a nova abordagem 4.0 internamente nos processos organizacionais devido à falta de estratégia prévia para coordenar ações entre diferentes áreas funcionais. Veile *et al.* (2019) mencionam que a organização precisa se reestruturar tornando-se mais ágil e descentralizada. Além disso, é preciso assumir certos riscos que, muitas vezes, podem inibir a disposição em iniciar a transformação digital (KUSTERS *et al.*, 2017; MOHAMED, 2018).

Quanto aos aspectos humanos, Mohamed (2018) e Sarvari (2018) salientam o obstáculo das empresas encontrarem colaboradores qualificados, em todos os níveis organizacionais, que tenham habilidades e conhecimento em análise de dados, métodos ágeis, e também facilidade de adaptação a constantes mudanças (EROL *et al.*, 2016). Por fim, no que tange às barreiras tecnológicas, encontram-se questões como padronização, novas formas de trabalho, segurança e proteção digital (SANTOS *et al.*, 2018).

3. Método de pesquisa

O método de pesquisa utilizado no presente trabalho foi o estudo de caso único. A escolha deu-se pela representação estratégica do estudo de caso com questões qualitativas do tipo “como” e na exploração de fenômenos contemporâneos (YIN, 2003). Sendo assim, este trabalho adotou uma abordagem qualitativa e é considerado um estudo exploratório, pois busca abranger as diversas nuances e tendências envolvidas no tema emergente de transformação digital.

Segundo Yin (2003), um estudo de caso é uma investigação empírica que examina um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, sendo especialmente útil quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Dessa forma, mostra-se como um método adequado para atingir o objetivo deste estudo que visa analisar como uma

empresa de manufatura tem adaptado seus negócios ao processo de transformação digital, tópico recente que ainda requer mais investigações para aprofundamento do conhecimento.

Um estudo de caso se inicia a partir da definição dos problemas ou temas a serem estudados, seguido da preparação para a coleta de dados primários e definição das técnicas de coleta (YIN, 2003). Nessa preparação é importante que o pesquisador elabore adequadamente o instrumento de pesquisa para prospecção dos dados, abordando questões oriundas a partir da literatura. Após a preparação e planejamento, a coleta dos dados é feita dentro de um período determinado, seja por entrevistas, documentações, registros ou observações diretas. Em seguida, os registros são compilados para a realização de diversas análises, desenvolvendo a estruturação dos resultados para formalizar o relatório do estudo de caso, com apresentação dos dados, discussões das descobertas e conclusões (YIN, 2003). No caso do presente trabalho, optou-se pela triangulação de dados oriundos de entrevistas, documentos e observação direta. Conforme sugerido por Yin (2003), foi estabelecido um protocolo de estudo de caso, o qual orientou esta pesquisa (Quadro 3).

Quadro 3. Protocolo do estudo de caso

Questão de pesquisa	Como as empresas localizadas no Brasil têm adaptado seus negócios ao processo de transformação digital?
Unidades de análise	Práticas e tecnologias, motivações, oportunidades e desafios
Organização	Empresa de manufatura localizada no Brasil
Limites de tempo	9 meses
Fontes de dados e confiabilidade	Cruzamento entre dados coletados por meio de entrevistas (fonte primária), observação direta e análise documental
Validade dos construtos	Fontes múltiplas de evidências (entrevistas, observação direta e documentos)
Validade interna	Estabelecimento de um roteiro de entrevista, uso de múltiplos pesquisadores e definição de unidades de análise
Validade externa	Discussão dos dados coletados com a literatura no tema
Exemplos de questões-chave	Quais inovações tecnológicas da indústria 4.0 têm sido incorporadas aos negócios da empresa? Quais as principais motivações e estímulos para adoção das novas tecnologias da indústria 4.0? Quais têm sido as maiores dificuldades e barreiras encontradas no processo de transformação digital e implementação das novas tecnologias? Quais informações e recursos são necessários para apoiar a transformação digital?

Fonte: Elaborado pelos autores.

O objeto de estudo desta pesquisa foi estabelecido como uma empresa de manufatura localizada no Brasil, que está em processo de transição para a indústria 4.0. A empresa estudada possui cerca de 15.000 funcionários, sendo caracterizada como de grande porte e manufatura por projeto, que atua no mercado interno e externo. Além disso, é líder nacional em seu setor e

a única empresa brasileira entre as cem maiores empresas de seu setor nível mundo. A unidade analisada está situada no estado de São Paulo. De modo a manter a confidencialidade da empresa, optou-se por não divulgar seu nome e setor industrial.

O processo de prospecção dos dados foi realizado por meio de entrevistas, análise documental e observação direta. Foram conduzidas duas entrevistas com funcionários de setores relacionados à transformação digital, denominados como Entrevistados A e B. O contato inicial com os participantes da entrevista deu-se por meio de correio eletrônico e foi encaminhada uma carta de apresentação da pesquisa, cujo conteúdo apresentava uma breve contextualização e os objetivos principais da pesquisa. Após a aprovação e consentimento dos colaboradores para participação na entrevista, foi enviado o roteiro de entrevista (Apêndice A) para conhecimento prévio das questões a serem abordadas. As entrevistas foram realizadas durante os meses de novembro e dezembro de 2019. Em relação à análise documental, foram verificados relatórios divulgados pela empresa em seu site corporativo. Por fim, os dados coletados foram analisados conforme as unidades de análises apresentadas no protocolo de estudo de caso: práticas e tecnologias, motivações, oportunidades e desafios.

4. Análise e discussão dos resultados

4.1. Transformação digital: práticas, motivações e oportunidades

A empresa estudada demonstra uma preocupação constante com fatores de inovação e tecnologia. Isso é notório na existência de centros de engenharia e tecnologia, dentro e fora do Brasil, bem como em suas políticas e relatórios, que esclarecem que a companhia está sempre atenta às exigências do mercado e preocupa-se com o desenvolvendo de projetos e produtos inovadores que avancem em tecnologias de ponta. Além do mais, verificou-se que, em 2016, a empresa apresentou 609 pedidos de patentes, dentre as quais 314 foram concedidas, e em 2018, foram publicadas cerca de 93 patentes e investidos 313,8 milhões de dólares em estudos de desenvolvimento de produtos, melhorias tecnológicas, convênios, parcerias e pesquisas.

Em busca de oportunidades e desenvolvimento tecnológico, a empresa tem parcerias com *startups*, investidores, universidades e outras companhias. Quanto aos negócios disruptivos, a parceria com outras instituições e empresas tem resultado no desenvolvimento de produtos diferenciados no seu nicho de mercado. De acordo com os documentos analisados, atualmente, quase metade do faturamento da empresa é decorrente de inovações implantadas nos últimos cinco anos.

Nesse contexto, a preocupação com a transformação digital tornou-se evidente a partir do investimento e criação de duas áreas estratégicas: *design thinking* e transformação digital. O escritório de transformação digital foi estabelecido com o intuito de sedimentar tecnologias como internet das coisas e inteligência artificial no dia-a-dia da empresa. A área de *design thinking*, por sua vez, foi criada visando apoiar o posicionamento estratégico da empresa na realização de *benchmarking* em seu setor. Ambos os entrevistados apontaram que o surgimento dessas áreas é fruto de um novo posicionamento estratégico percebido pela empresa. De acordo com o Entrevistado B, a empresa identificou a necessidade de mudança e transformação digital a partir do mercado, conforme o trecho:

“... Estávamos com processos demorados e tecnologias ultrapassadas, e isso precisava mudar ... a direção percebeu essa necessidade, foi ao mercado e trouxe outras pessoas para compor a organização. Hoje temos pessoas específicas para as áreas de *design*, *business* e *technology* ... a empresa está se posicionando bem, ela percebeu que precisa mudar e inovar mesmo”.

É possível relacionar pontos apresentados pelos entrevistados com a dimensão organização da transformação digital definida por Veile *et al.* (2019), na qual se faz necessária a transição para um modelo de gestão mais ágil e mudanças na estrutura organizacional. Os entrevistados acrescentam que por meio de *benchmarking*, a organização notou a necessidade de se adaptar às novas tecnologias digitais, que já estavam em uso em processos avançados de empresas concorrentes e poderiam representar um diferencial estratégico nos próximos anos. Nesse sentido, a empresa tem desenvolvido as práticas de contato e parceria com outras empresas em processo de transformação digital, participação em eventos relacionados à indústria 4.0, e visitas a fábricas estrangeiras, com projetos já implementados. O Entrevistado A esclarece que: “No nosso trabalho, estamos envolvidos em eventos, sempre antenados ao mercado e aos concorrentes...”.

O Entrevistado B ainda reforça a importância de contatos e consultas com fábricas de países desenvolvidos, conforme identificado em: “Estamos fazendo consultas com o pessoal de fora, como nos EUA e na França”.

A criação das áreas de transformação digital e *design thinking* deu-se há cerca de dois anos e representa uma solução provida pela empresa para que problemas organizacionais possam ser resolvidos por meio da tecnologia. Dessa forma, essas constatações corroboram as discussões sobre a dimensão organização-tecnológica de Veile *et al.* (2019), que argumentam sobre a importância da integração e alinhamento da companhia com seus desenvolvimentos tecnológicos e da necessidade de interações com parceiros externos, fornecedores, clientes e diferentes ecossistemas.

Além do desenvolvimento dessas novas áreas funcionais, verificou-se uma reestruturação do ambiente organizacional, por meio da reorganização de salas, de forma que permitam uma interação maior entre os membros dos departamentos. Percebeu-se o estímulo a novas ideias e a inovação até mesmo nas lixeiras, que continham os dizeres “deixe suas certezas aqui”. Nota-se, assim, outra relação com as dimensões de Veile *et al.* (2019), a de organização-humana, a qual envolve mudanças culturais, espírito empreendedor e comunicação aberta.

De acordo com os entrevistados, além da necessidade de suporte financeiro por meio de investimentos na implementação de tecnologias, de contratações de consultorias com conhecimentos e experiências específicas para desenvolvimento de sistemas e de consultas com funcionários de empresas do exterior, é de fundamental importância para a transformação digital de uma organização uma ampla comunicação interna e troca de conhecimentos. O Entrevistado B menciona que: “A troca de conhecimentos é hiper-importante em uma transformação digital. Os próprios times vão se ajudando e quebrando barreiras, há uma integração melhor”.

Complementando, o Entrevistado A esclarece que é prática comum a realização de eventos e *workshops* mensais, criação de vídeos institucionais e *newsletters* para melhorar a comunicação interna e a divulgação dos projetos tecnológicos em andamento. Esse aspecto associa-se à dimensão humana de Veile *et al.* (2019), na qual treinamentos e outros métodos de instrução demonstram-se vitais para o desenvolvimento dos colaboradores. Além disso, o Entrevistado A esclarece que para a transformação digital: “Buscamos envolver as pessoas ao longo do processo, para que elas se sintam valorizadas e vejam o resultado de suas sugestões no processo final”.

Nesse sentido, os entrevistados relataram que para a transformação digital acontecer é preciso ir além do aspecto tecnológico, pois é necessário o apoio de outras áreas organizacionais, tais como da alta direção, equipe de cultura e *compliance*. Dessa forma, tanto as práticas de estímulo a inovação e comunicação aberta quanto aquelas relacionadas à realização de eventos confirmam, diretamente, a questão levantada por Veile *et al.* (2019), que dizem ser necessário o desenvolvimento do conhecimento sobre tudo o que envolve as transformações da nova tendência, por meio de *workshops*, por exemplo. Ademais, a descoberta de que a empresa envolve as pessoas ao longo do processo de transformação corrobora a afirmação de Mohamed (2018) sobre a importância do envolvimento de todos os atores que serão afetados pela transformação digital.

Em relação à cultura organizacional, notou-se na análise documental e entrevistas que a empresa realiza algumas práticas para estimular uma cultura de inovação, tais como

desenvolvimento de espaços para fomentar a consolidação de ideias, permissão para *startups* trabalharem dentro da organização em troca de aportes financeiros e liberação de 100% do tempo de trabalho para que os empregados desenvolvam seus projetos inovadores. Atualmente, existe, por exemplo, uma parceria com uma empresa de app de serviços na área do transporte urbano.

No que se refere aos benefícios da transformação digital, os entrevistados apresentaram observações relacionadas a resultados que transparecem melhorias operacionais e financeiras. Essa visão é levantada pelos autores estudados - Zangiacomì *et al.* (2020), Dalenogare *et al.* (2018), Gandomi e Haider (2015), entre outros - de como as novas tecnologias trarão um aumento de performance e conhecimento interno e externo da companhia, por meio de dados e informações mais acessíveis e controláveis que possibilitam uma alavancagem nos processos internos e na compreensão das necessidades do público-alvo, gerando aumento de vendas e produtividade.

4.2. Transformação digital: tecnologias e barreiras

Quanto às tecnologias utilizadas pela organização, verificou-se a presença de internet das coisas, inteligência artificial, computação em nuvem, *machine learning* e *analytics*, *data mining*, bem como plataformas e ferramentas para automação de operações, também sendo possível relacionar com a dimensão tecnológica estabelecida por Veile *et al.* (2019), a qual consiste na base para a transformação digital e ampliação de valor.

Segundo os entrevistados, a empresa utiliza atualmente o *machine learning* para extrair dados para mineração (*data mining*), realização de análises e predição de tendências. Foi comentado, ainda, que há a utilização do *data lake*, que armazena uma grande fonte de dados, em conjunto com uma plataforma de base de dados em nuvem. Ademais, é válido ressaltar que está planejada uma futura implementação de *big data analytics*, o qual será integrado à estrutura de base de dados armazenada em nuvem e à ferramenta de *machine learning* já existente. De acordo com o Entrevistado B:

“... Logo começaremos a implementação do *big data*... por enquanto estamos com o *data lake*, utilizando dados crus, não estruturados. Nossa ideia é utilizar robôs que conseguem captar informações cruas, como vídeos, dar a esses dados uma estrutura mínima para possibilitar a mineração de dados e gerar resultados [*insights*] a partir do uso de *analytics*”.

Considerando os pilares da indústria 4.0 apresentados por Mohamed (2018), a companhia se demonstrou compatível com o autor no uso da mineração de dados, com o *machine learning*, e o foco planejado para implementação do *big data* à estrutura de base de

dados em nuvem, condizente com a extração e análise de dados abordada pelo autor. Por outro lado, embora não tenha sido uma tecnologia comumente abordada na revisão literária, a companhia atualmente possui o *data lake* que, segundo Miloslavskaya e Tolstoy (2016), consiste em um repositório de armazenamento capaz de suportar uma vasta quantidade de dados sem comprometer os seus formatos originais.

Conforme relatado pelos entrevistados, não há uma preferência sobre a ordem de tecnologias a serem implementadas. É esclarecido ainda, que: “em algumas tecnologias, temos alguns critérios base para seleção, em outras, não”. Contudo, busca-se realizar uma prova de conceito antes da implementação da tecnologia e os novos projetos passam por um processo de validação. Foi comentado por ambos os entrevistados que em reuniões com outras áreas administrativas, são levantados problemas e dificuldades usuais. Logo após, são elencadas soluções tecnológicas capazes de solucioná-los. Nessa etapa, foi destacado que muitas vezes uma simples mudança processual é capaz de aumentar a eficiência organizacional, sem a necessidade de qualquer investimento adicional em novas tecnologias.

Um resultado que deve ser ressaltado é que se notou que a transformação digital em andamento na organização tem focado atualmente nos produtos internos, tais como processos e definições de banco de dados, em vez do foco no produto final. Ficou nítido que a preocupação atual da liderança da companhia consiste em aplicar as tecnologias digitais para organizar e sistematizar os processos e controles internos, como gestão documental, fluxos de processos, centralização de informações em uma única base de dados, que seja capaz de gerar dados analíticos que agreguem valor à gestão tática da empresa, dentre outros.

Por fim, no que se refere aos desafios da transformação digital encontrados na empresa, os entrevistados apontaram aspectos financeiros, cultura organizacional (principalmente quanto ao *mindset* dos colaboradores), processos burocráticos (incluindo uma infraestrutura de tecnologia da informação que precisa ser remodelada) e a limitação de pessoal capacitado às novas tarefas demandadas. Por exemplo, ao ser questionado sobre os principais desafios, o Entrevistado B argumenta que:

“Dinheiro. Nosso *budget* é até legal, mas há muitas limitações quanto à capacidade humana do time. Se tivéssemos mais pessoas, poderíamos entregar, talvez, até o triplo. Estamos fazendo nossa parte, mas isso está virando um gargalo”.

É válido ressaltar que um desafio comum identificado por ambos os entrevistados é a cultura organizacional. O Entrevistado A menciona que:

“Antes da parte digital, devemos fazer uma transformação cultural, mudar o *mindset* das pessoas que pensam que não vai dar certo Já fomos vistos como o pessoal que cola post-it ...”.

Verificou-se que a mentalidade de cooperação e trabalho em equipe é de fundamental importância para que problemas relevantes sejam identificados e, conseqüentemente, soluções tecnológicas sejam desenvolvidas para saná-los, se o retorno estudado for considerável. Contudo, sem o apoio dos colaboradores de outras áreas, o custo de oportunidade assumido pela organização pode aumentar consideravelmente.

Essas descobertas reforçam os achados de Mohamed (2018) e Zangiacomì *et al.* (2020), que listaram como desafios da implementação da indústria 4.0 os aspectos financeiros iniciais e a dificuldade de encontrar os recursos humanos com habilidades e conhecimentos técnicos necessários para a nova onda de mudanças, tanto internamente nas empresas, quanto no mercado de trabalho. Além do mais, ressalta-se como um dos principais desafios apontados pelos entrevistados as mudanças requeridas na cultura organizacional e mentalidade dos colaboradores. Nesse sentido, os processos burocráticos presentes na empresa acentuam a dificuldade de mudanças de pensamento e ações. Esses resultados fortalecem a importância de se abordar adequadamente os aspectos humanos e organizacionais para garantir uma transformação digital bem sucedida.

5. Considerações finais

O presente estudo teve o objetivo de analisar como uma empresa de manufatura localizada no Brasil tem adaptado seus negócios ao processo de transformação digital (TD), por meio de um estudo de caso. Dessa forma, foram realizadas entrevistas com profissionais de uma empresa de manufatura localizada no Brasil a fim de examinar as práticas e tecnologias utilizadas, barreiras vivenciadas e as motivações em relação à tendência mercadológica da indústria 4.0. Sendo assim, foi possível verificar e confirmar os seguintes pontos: (a) a importância do estudo – uma vez que a abordagem do tema no cenário brasileiro acadêmico e empresarial se mostrou ainda superficial ou pontual; (b) um relativo atraso da ambientação perante as empresas estrangeiras – pois a empresa tem buscado informações externas e *benchmarking* a partir de empresas no exterior; (c) as maiores dificuldades e barreiras encontradas para a transição e implementação das tecnologias digitais – o caso demonstrou que aspectos financeiros, humanos e organizacionais devem ser tomados com cuidado durante a transformação digital; (d) práticas e avanços já realizados, motivações e perspectiva futura – exemplos de tecnologias implementadas, mudanças e práticas organizacionais, motivação de mercado, entre outros.

Como principais resultados é possível mencionar a necessidade clara de transição e mudanças para a indústria 4.0 devido à tendência de mercado; evidências da implementação e

adoção de tecnologias como internet das coisas, computação em nuvem, inteligência artificial e *data mining*; as práticas e mudanças no ambiente organizacional decorrentes da TD tais como a criação de novas áreas dedicadas à transformação digital, estímulo à inovação e comunicação aberta, realização de *workshops*, eventos e treinamentos, colaboração com parceiros externos e *benchmarking*; e, por fim, a existência de barreiras como conhecimento das tecnologias, infraestrutura e *budget*, apoio da liderança e, em destaque, a cultura organizacional e mudança de *mindset* dos colaboradores e da empresa como um todo. Dessa forma, o estudo de caso apresentado demonstrou que a adaptação a essa nova onda tecnológica precisa ser bem estruturada e planejada, principalmente, em empresas onde a cultura organizacional é primariamente tradicional e burocrática.

Considerando o cenário apresentado e resultados encontrados, a pesquisa traz contribuições relevantes para a comunidade acadêmica, principalmente, por abordar um tópico ainda pouco explorado no contexto brasileiro e adicionar evidências à literatura. Desse modo, além de agregar aos estudos existentes, pode proporcionar maior espaço para novas pesquisas, análises e levantar mais indagações e perspectivas, podendo ser utilizado como base para futuras expansões no tema.

Quanto às implicações gerenciais, o estudo demonstra aos gestores que o mercado está exigindo a transformação digital das companhias, sendo fundamental o investimento na área de novas tecnologias e implementação de ferramentas e abordagens para otimização de recursos, como o *design thinking*. Além disso, para que a empresa alcance sucesso no processo, a administração deve se atentar não apenas ao fator tecnológico, mas também a adaptação da cultura e ambiente organizacional, auxiliando na mudança de cultura e quaisquer outras barreiras que envolvam os colaboradores. É importante que a transformação digital seja impulsionada não somente por criações de áreas e disponibilidade de orçamentos, mas que haja um investimento no desenvolvimento de conhecimentos e competências dos recursos humanos – seja por meio de bolsas para qualificação, investimento em laboratórios de inovação ou cursos e *workshops* sobre a temática.

Os gestores devem abordar essa necessidade de priorização da conscientização e desenvolvimento dos colaboradores, estimulando um ambiente favorável à criatividade, inovação, aberto a *feedbacks* e envolvendo os funcionários no processo de transformação digital. À vista disso, é prudente avaliar os processos e produtos que podem ser impactados pela transformação digital como um todo, entender profundamente sua relevância e ouvir atentamente aos colaboradores, pois entender quem está envolvido ativamente pode ser crucial para que o investimento tenha um retorno efetivo e as mudanças sejam feitas de maneira

compensatória e otimizada. Considerando a urgência em que as empresas tradicionais se encontram atualmente em se ambientarem, não será suficiente se atentar apenas superficialmente a esses quesitos.

Por fim, embora a análise realizada resulte em contribuições teóricas e práticas, é válido ressaltar que o estudo apresenta limitações relacionadas à abrangência territorial, ao número de entrevistados e à quantidade de casos. Logo, recomenda-se que o estudo seja expandido para outros países originando comparações e reconhecimento de padrões entre os mesmos - principalmente considerando índices de desenvolvimento. Além disso, o estudo focou apenas em uma empresa de manufatura, assim, sugere-se que um número maior de companhias e diferentes setores industriais sejam analisados, visto que pode haver certas variações entre segmentos e culturas.

Referências

- AYDOS, Thiago F.; FERREIRA, Joao CE. RFID-based system for Lean Manufacturing in the context of Internet of Things. In: **2016 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)**. IEEE, 2016. p. 1140-1145.
- AZUMA, Ronald T. **A survey of augmented reality**. Virtual and Augmented Reality. Massachusetts Institute of Technology, v. 6, p. 355-385, 1997.
- BAGHERI, Behrad *et al.* **Cyber-physical systems architecture for self-aware machines in industry 4.0 environment**. IFAC-PapersOnLine, v. 48, n. 3, p. 1622-1627, 2015.
- BATCHELOR, Ray. **Henry Ford, Mass Production, Modernism, and Design**. Manchester University Press, p.152, 1992.
- BRINTRUP, A.; RANASINGHE D.; MCFARLANE, D. RFID opportunity analysis for leaner manufacturing. **International Journal of Production Research**, v. 48, n.9, p. 2745-2764, 2010.
- BROWN, M.; PATADIA, S.; DUA, S. **CompTIA RFID+ Certification**, Mc Graw Hill, United States of America, 2007
- BURMEISTER, Christian; LÜTTGENS, Dirk; PILLER, Frank T. Business Model Innovation for Industrie 4.0: Why the 'Industrial Internet' Mandates a New Perspective on Innovation. **Die Unternehmung**, v. 2, 2016.
- COELHO, Pedro Miguel Nogueira. *Rumo à Indústria 4.0. 2016. Dissertação de mestrado* – Universidade de Coimbra, Portugal, 2016.
- DALENOGARE, Lucas Santos *et al.* The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **International Journal of Production Economics**, v. 204, p. 383-394, 2018.
- DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype?[industry forum]. **IEEE Industrial electronics magazine**, v.8, n.2, p. 56-58, 2014.
- DE SOUSA JABBOUR, Ana Beatriz Lopes *et al.* Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations. **Annals of Operations Research**, v. 270, n. 1-2, p. 273-286, 2018
- EREVELLES, S.; FUKAWA, N.; SWAYNE, L. Big Data consumer analytics and the transformation of marketing. **Journal of Business Research**, v 69, p. 897-904, 2016.
- EROL, Selim *et al.* Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production. **Procedia CiRp**, v. 54, n. 1, p. 13-18, 2016.
- EVANS, Dave. A Internet das Coisas - Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo. Cisco (IBSG), 2011. Disponível em:

https://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iiot_ibsg_0411final.pdf.

Acesso em: 03 out. 2019.

FAYYAD, Usame M. *et al.* **Advances in Knowledge Discovery and Data Mining**. AAAI Press: The Mit Press, 1996.

FOSSO WAMBA, Samuel *et al.* How 'big data' can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. **International Journal of Production Economics**, v. 165, p. 234-246, 2015.

FRANK, Alejandro Germán; DALENOGARE, Lucas Santos; AYALA, Néstor Fabián. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**, v. 210, p. 15-26, 2019.

FRAGA-LAMAS, Paula *et al.* A review on industrial augmented reality systems for the industry 4.0 shipyard. **Ieee Access**, v. 6, p. 13358-13375, 2018.

GALEGADE, Gustavo Perri *et al.* Internet das coisas aplicada a negócios-um estudo bibliométrico. **JISTEM- Journal of Information Systems and Technology Management**, v. 13, n. 3, p. 423-438, 2016.

GANDOMI, Amir; HAIDER, Murtaza. Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. **International Journal of Information Management**, v. 35, n. 2, p. 137-144, 2015.

GREENFIELD, Adam. **Everyware: The dawning age of ubiquitous computing**. New Riders, 2010.

HAHNEL, Dirk *et al.* Mapping and localization with RFID technology. In: **IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2004. Proceedings. ICRA '04. 2004. IEEE, 2004**. p. 1015-1020.

HAN, Jiawei; PEI, Jian; KAMBER, Micheline. **Data mining: concepts and techniques**. Elsevier, 2011.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: **2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)**. IEEE, 2016. p. 3928-3937.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group. **Acatech, München**, p. 19-26, 2013.

KAMBLE, Sachin S.; GUNASEKARAN, Angappa; GAWANKAR, Shradha A. Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 117, p. 408-425, 2018.

KUSTERS, Dennis; PRAB, Nicolina; GLOY, Yves-Simon. Textile Learning Factory 4.0—Preparing Germany's Textile Industry for the Digital Future. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p. 214-221, 2017.

LANEY, Doug. 3D data management: Controlling data volume, velocity and variety. **META Group Research Note**, v. 6, n. 70, p. 1, 2001.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P.; MARQUES, Arlete Simille. **Sistemas de informação gerenciais**. Pearson Education, 2004.

LEE, Jay *et al.* Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems. **Manufacturing letters**, v. 18, p. 20-23, 2018.

LU, Yang. Blockchain and the related issues: a review of current research topics. **Journal of Management Analytics**, v. 5, n. 4, p. 231-255, 2018.

MA, J. Y.; CHOI, J. S. The Virtuality and Reality of Augmented Reality. **Journal of Multimedia**, v. 2, n. 1, p. 32-37, 2007.

MALHOTRA, Naresh; BIRKS, David. An Applied Approach. **European Edition**, 2003.

MENDES, C.; FRANZ, B. S.; CAMPOS, M. M. Estudos de caso da indústria 4.0 aplicados em uma empresa automobilística. **POSGERE. São Paulo**, v. 1, p. 15-25, 2017.

MILOSLAVSKAYA, Natalia; TOLSTOY, Alexander. Big data, fast data and data lake concepts. **Procedia Computer Science**, v. 88, n. 300-305, p. 63, 2016.

MOHAMED, Mamad. Challenges and benefits of Industry 4.0: an overview. **International Journal of Supply and Operations Management**, v. 5, n. 3, p. 256-265, 2018.

MOSTERMAN, Pieter J.; ZANDER, Justyna. Industry 4.0 as a cyber-physical system study. **Software & Systems Modeling**, v. 15, n. 1, p. 17-29, 2016.

- NGUYEN, Giang *et al.* Machine Learning and Deep Learning frameworks and libraries for large-scale data mining: a survey. **Artificial Intelligence Review**, v. 52, n. 1, p. 77-124, 2019.
- OKS, S. J. *et al.* An application map for industrial cyber-physical systems. In: **Industrial internet of things**. Springer, Cham, 2017.
- RÜBMANN, Michael *et al.* Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. **Boston Consulting Group**, v. 9, n. 1, p. 54-89, 2015.
- SANTOS, Beatrice Paiva *et al.* Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.
- SANTOS, D. O. FREITAS, E. B. A Internet das Coisas e o Big Data inovando os negócios. **REFAS: Revista FATEC Zona Sul**, v. 3, n. 1, p. 4, 2016.
- SARVARI, Peiman Alipour *et al.* Technology roadmap for Industry 4.0. In: **Industry 4.0: Managing the digital transformation**. Springer, Cham, 2018. p. 95-103.
- SCHALLMO, Daniel; WILLIAMS, Christopher A.; BOARDMAN, Luke. Digital transformation of business models—Best practice, enablers, and roadmap. **International Journal of Innovation Management**, v. 21, n. 08, p. 1740014, 2017
- SCHUH, Günther *et al.* Hypotheses for a Theory of Production in the Context of Industrie 4.0. **Advances in production technology**, p. 11-23, 2015.
- SHAFIQ, S. I.; SANIN, C.; SZCZERBICKI, E.; TORO, C. Virtual engineering object/virtual engineering process: a specialized form of cyber physical system for Industrie 4.0. **Procedia Computer Science**, v.60, p.1146-1155, 2015
- THIEDE, Sebastian; JURASCHEK, Max; HERRMANN, Christoph. Implementing cyber-physical production systems in learning factories. **Procedia Cirp**, v. 54, p. 7-12, 2016.
- TUPA, Jiri; SIMOTA, Jan; STEINER, Frantisek. Aspects of risk management implementation for Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 1223-1230, 2017.
- VEILE, Johannes W. *et al.* Lessons learned from Industry 4.0 implementation in the German manufacturing industry. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2019.
- VERHOEF, Peter; KOOGÉ, Edwin; WALK, Natasha. **Creating value with big data analytics: Making smarter marketing decisions**. Routledge, 2016.
- VENKATESH, A. Computers and other interactive technologies for the home. **Communications of the ACM**, v. 39, n. 12, 1996.
- YAMADA, Viviane Yukari; MARTINS, Luís Marcelo. Indústria 4.0: um comparativo da indústria brasileira perante o mundo. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, 2019, 34.esp.: 95-109.
- YIM, Sang-Hoon; LEE, Jong-hyuk; SONG, Young-woo. Display apparatus capable of controlling light transmittance and method of manufacturing the same. U.S. Patent n. 9,709,844, 18 jul. 2017.
- YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Tradução de Daniel Grassi. 2. ed. São Paulo: Editora Bookman, v. 2, 2003. 200 p.
- ZAKI, M.; MEIRA JR.W. **Data mining and analysis: fundamental concepts and algorithms**. New York: Cambridge University Press, 2014.
- ZANGIACOMI, A.; PESSOT, E.; FORNASIERO, R.; BERTETTI, M.; SACCO, M. Moving towards digitalization: a multiple case study in manufacturing. **Production Planning & Control**, v. 31, n. 2–3, p.143–157, 2020.

APÊNDICE A - Roteiro de entrevista

Data:

Prezados (as),

Ressaltamos que a identidade da empresa e dos respondentes será preservada. A anotação dos dados abaixo servirá apenas para controle interno dos pesquisadores.

Esta pesquisa tem o objetivo de analisar como empresas localizadas no Brasil tem adaptado seus negócios à transformação digital.

Por transformação digital, nos referimos ao processo no qual as empresas têm incorporado tecnologias da indústria 4.0 (internet das coisas, big data, impressora 3D, computação em nuvem, inteligência artificial, sensores, aplicativos etc.) aos seus negócios para melhorar o desempenho de suas atividades e produtos.

A – Informações sobre os respondentes

- Nome do respondente:
- Cargo e departamento:
- Tempo de atuação na empresa:
- Nível de relação com as decisões de novas tecnologias:
- E-mail:

B – Informações sobre a empresa

- Nome da empresa:
- Número aprox. de funcionários:
- Número de unidades e localização:
- Segmento e principais produtos:
- A empresa atende o mercado externo? Quais países?

Questões

- 1) A empresa se vê sob a perspectiva de adaptação para a indústria 4.0/transformação digital? Por quê? Como ela tem reagido às mudanças tecnológicas?
- 2) Quais inovações tecnológicas da indústria 4.0 têm sido incorporadas aos negócios da empresa? Já existe algum novo produto ou projeto incorporando as novas tecnologias? Explique. (Ex.: internet das coisas, big data, impressora 3D, aplicativos, computação em nuvem, inteligência artificial, sensores, etc.)
- 3) A adaptação à transformação digital tem alterado o modelo de negócio da empresa? (Ex.: incorporação de serviços)
- 4) Quais as principais motivações e estímulos para adoção das novas tecnologias da indústria 4.0?
- 5) Existe um critério base para a seleção das tecnologias viáveis e estudo de seus impactos? É realizado um planejamento da implementação tecnológica?
- 6) Há uma preferência sobre a ordem de tecnologias a serem implementadas? Alguma tecnologia tem sido priorizada?
- 7) Quais têm sido as maiores dificuldades e barreiras encontradas no processo de transformação digital e implementação das novas tecnologias?
- 8) A empresa já tem notado benefícios decorrentes do seu processo de transformação digital? Se sim, quais resultados podem ser destacados? Se não, quais são os benefícios esperados?
- 9) Como é feita a comunicação interna da empresa a respeito de transições tecnológicas? Como elas são recebidas pelos funcionários/usuários internos da empresa?
- 10) Qual o nível de compreensão dos funcionários perante as possíveis mudanças referentes à transformação digital/indústria 4.0 na empresa?
- 11) Quais informações e recursos são necessários para apoiar a transformação digital? (Ex.: recursos humanos, infraestrutura, capital, mudança cultural, etc.)
- 12) Há alguma relação entre as escolhas de quais novas tecnologias serão implementadas e políticas públicas ou incentivos para a transformação?
- 13) Em sua opinião, como o setor da empresa está se posicionando mediante o cenário de inovação constante da indústria 4.0?