



IMPACTO DA INDÚSTRIA 4.0 EM UMA EMPRESA VIDREIRA AUTOMOTIVA

MATHEUS SANTOS RODRIGUES DA SILVA ROSA - matheus.srs.rosa@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - GUARATINGUETÁ-FEG

VAGNER BATISTA RIBEIRO - vagner.ribeiro@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

JORGE MUNIZ JR. – jorge.muniz@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - GUARATINGUETÁ-FEG

ÁREA: 1. ENGENHARIA DE OPERAÇÕES E PROCESSOS DA PRODUÇÃO
SUBÁREA: 1.1 - GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO E OPERAÇÕES

RESUMO: A INDÚSTRIA 4.0 (I4.0) SURGE COMO UM MEIO PARA QUE AS ORGANIZAÇÕES NA MANUFATURA POSSAM SUPERAR OS DESAFIOS EXISTENTES EM MERCADOS MAIS GLOBALIZADOS, COM EXPECTATIVAS DE MELHORIAS EM PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA OPERACIONAL POR MEIO DOS AVANÇOS TECNOLÓGICOS. A IMPLEMENTAÇÃO DA I4.0 DEMANDA A SUPERAÇÃO DIVERSAS BARREIRAS, COMO RESISTÊNCIA À MUDANÇA, FALTA DE PADRÕES TECNOLÓGICOS, CUSTOS ELEVADOS E PREOCUPAÇÕES COM SEGURANÇA. ESTE TRABALHO VISA DISCUTIR O IMPACTO DA I4.0 EM UMA EMPRESA REPRESENTATIVA DO SETOR VIDREIRO AUTOMOTIVO, ESTUDANDO COMO A IMPLEMENTAÇÃO DA I4.0 IMPACTA NAS LINHAS DE PRODUÇÃO, NAS FUNÇÕES E TAREFAS, E NO GERENCIAMENTO ORGANIZACIONAL. A PESQUISA, QUALITATIVA, É GUIADA UM QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO, APLICADO EM ENTREVISTAS COM GESTORES LIGADOS DIRETAMENTE À IMPLEMENTAÇÃO DA I4.0. FOI POSSÍVEL IDENTIFICAR QUE UM DOS GRANDES DESAFIOS O ENVOLVIMENTO DAS PESSOAS, SENDO CITADAS BARREIRAS SOCIAIS, EDUCACIONAIS E DE ENGAJAMENTO DE FUNCIONÁRIOS, ENFATIZANDO A IMPORTÂNCIA DO TREINAMENTO E DO DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES. POR PARTE DA GESTÃO, IDENTIFICOU-SE COMO FUNDAMENTAL UMA GESTÃO ADAPTATIVA. EM NÍVEL ORGANIZACIONAL DESTACA-SE A NECESSIDADE DE SE ESTABELECE PARCERIAS ENTRE EMPRESAS, FORNECEDORES E INSTITUIÇÕES DE PESQUISA.

PALAVRAS-CHAVES: INDÚSTRIA 4.0; SETOR VIDREIRO; INDÚSTRIA AUTOMOTIVA; DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.

1. INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 (I4.0) surge como um meio para que as organizações na manufatura possam superar os desafios existentes em mercados mais globalizados, com expectativas de melhorias em produtividade e eficiência operacional, baseado em tecnologias como Sistemas Ciberfísicos, Internet das Coisas (IoT), *Cloud Computing*, *Big Data*, Robôs Autônomos e *Cyber Security* (WAGIRE; RATHORE; JAIN, 2019).

A I4.0 não se trata apenas de aplicação de tecnologias, mas também de conceitos, como de otimização conjunta de sistemas sociais e técnicos trabalhando de forma integrada para cumprir os objetivos e metas da organização (SONY; NAIK, 2020). Assim, além dos objetivos e metas, a integração e colaboração humana com tecnologia e sistemas, em vários contextos, emerge como um aspecto importante das pesquisas que envolvem I4.0. (IVANOV et al., 2021).

Requisitos de conhecimento e habilidades dos funcionários podem mudar, necessitando se tornarem ainda mais especializados (SARTORI et al., 2022; OZTEMEL; GURSEV, 2020). Portanto, há uma clara necessidade de desenvolver uma estrutura que apoie a adoção da I4.0 considerando aspectos de tecnologia, organização e recursos humanos (NÚÑEZ-MERINO et al., 2020).

Este trabalho tem como objetivo discutir a implementação da I4.0 em uma empresa representativa do setor vidreiro automotivo, identificando seus impactos nas linhas de produção, nas funções e tarefas, e no gerenciamento organizacional. A empresa em questão oferece um ambiente favorável para o estudo proposto, com sistema produtivo complexo e atualmente dependente do conhecimento tácito de seus operadores. Possui programa de implementação I4.0 em andamento, com tecnologias relacionadas implantadas, e experiência nos desafios de adaptação relacionados aos aspectos organizacionais e do trabalho. O procedimento metodológico do trabalho, considera a aplicação de questionário semiestruturado em entrevistas com gestores ligados diretamente à implementação da I4.0, para análise dos impactos da I4.0 na organização, trabalhadores e gerentes.

A Seção 2 apresenta sua fundamentação teórica, considerando a literatura do tema I4.0. A seção 3 descreve o procedimento metodológico adotado na pesquisa. Na seção 4 são apresentados os resultados que embasam as conclusões, apresentadas na Seção 5.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Indústria 4.0

A implementação da I4.0 implica em uma maior interconectividade de pessoas, objetos e sistemas por meio da troca de dados em tempo real (BRETTEL et al., 2014). Sistemas Ciber-Físicos (CPS) possibilitam sistemas de produção modulares e flexíveis, para uma fabricação em larga escala de produtos altamente personalizados (KAGERMANN et al., 2013; LIAO et al., 2017), resultando em um nível superior de automação, troca de informações entre recursos produtivos tecnológicos, maior controle e integração dos processos de produção (Weyer et al., 2015).

Baseada na digitalização, automação e interconexão, a I4.0 representa um paradigma de mudança que se apresenta como uma próxima revolução industrial (LIAO et al., 2017). Seu objetivo é interligar recursos, informações, objetos e seres humanos na criação de valor industrial (KAGERMANN et al., 2013).

A I4.0 contribui para estruturas descentralizadas e simples em sistemas grandes e complexos, enquanto procura módulos pequenos e facilmente integrados com menor complexidade (EROL et al., 2016). No entanto, a compreensão da relação entre essas tecnologias e a melhoria do desempenho operacional ainda apresenta evidências contraditórias na literatura (SANDERS et al., 2016), motivando novas pesquisas relacionadas. Assim, a I4.0 cria diversas oportunidades para as organizações, que enfrentam também vários desafios decorrentes do seu processo de implementação e adaptação (HECKLAU et al., 2016).

Em termos de desafios técnicos e econômicos, as crescentes expectativas dos clientes em relação à personalização e flexibilidade transformaram os modelos de negócios, resultando em mercados mais voláteis e heterogêneos (GJELDUM et al., 2016). Isso levou ao estabelecimento de colaborações e alianças estratégicas ao longo das cadeias de valor, aumentando a complexidade da gestão (EROL et al., 2016). Além disso, o investimento de capital necessário para implementar a I4.0 é significativo, tornando-a menos atraente para fabricantes em países emergentes (SANDERS et al., 2016).

Em termos de barreiras Organizacionais, algumas organizações podem ter uma cultura resistente à mudança, o que pode dificultar a aceitação de novas tecnologias (LOHMER; LASCH, 2020). Outro obstáculo reconhecido é a incerteza que as pessoas enfrentam ao adotar ferramentas e a preocupação com as possíveis falhas que podem surgir (VENKATESH, 2021; WANG et al., 2021).

As tecnologias I4.0 exigem aprendizagem, partilha de conhecimento e maior capacidade de absorção para a obtenção de seus benefícios (MANESH et al., 2021; FENG et al., 2017). Nesse ponto, a Gestão do Conhecimento aparece como fundamental nesse processo, atuando para mitigar a perda de conhecimento durante a sua implementação (SARTORI et al., 2022; OZTEMEL; GURSEV, 2020), apoiando a criação de conhecimento (ABUBAKAR et al., 2019) e auxiliando na tomada de decisões (NÚÑEZ-MERINO et al., 2020).

2.2 Implementação da Indústria 4.0

A adoção de novas tecnologias requer a adaptação dos sistemas existentes (TELES, 2018). As oportunidades relacionadas com a tecnologia estão associadas à compreensão de como as tecnologias podem influenciar na obtenção de melhor desempenho produtivo e na criação de conhecimento favorável à inovação (CASSIA et al., 2020; NÚÑEZ-MERINO et al., 2020). Além dos desafios técnicos, a implementação da I4.0 é descrita na literatura abrangendo preocupações organizacionais e sociais (KIEL et al., 2017; THOBEN et al., 2017).

A I4.0 abrange tecnologias como Inteligência Artificial (IA), robótica, impressão 3D e Internet das Coisas (IoT) (MACEDO, 2016). Um dos pilares da I4.0 é a implementação de processos robotizados, os quais aprendem com as atividades realizadas, utilizando o conceito de IA. A incorporação da robótica na indústria oferece amplas e significativas vantagens, tornando as fábricas mais autônomas e produtivas (TELES, 2018).

O aumento da produtividade em um sistema de produção implica em uma utilização mais eficiente de funcionários, máquinas, energia, matéria-prima, entre outros recursos (MÜLLER et al., 2018). O desenvolvimento industrial sustentável se relaciona com a implementação adequada da I4.0, de forma a integrar pessoas e recursos tecnológicos à capacidade produtiva existente, para atingir os objetivos organizacionais e produtivos do negócio (MCCARTHY, 2022).

Em termos de gestão, é possível destacar que a I4.0 pode gerar a oportunidade de um melhor entendimento sobre como facilitar e promover a criação e o compartilhamento de conhecimento entre os trabalhadores (MANESH et al., 2021; SARTORI et al., 2022), ajudando a compreender melhor as sinergias e as vantagens da implementação de tecnologias da I4.0 em ambientes de manufatura, onde as melhorias são altamente baseadas em práticas de envolvimento dos funcionários (TORTORELLA, 2021).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3.1 Coleta de dados

Um Questionário Semiestruturado, conforme proposto por Muniz, Moschetto e Wintersberger (2023), foi usado para direcionar a entrevista com gestores de uma empresa fabricante de vidros automotivos do estado de São Paulo, com questões relacionadas com a implementação da I4.0 e seus impactos nas linhas de produção, nas funções e tarefas, e no gerenciamento organizacional, que compreendem em nível organizacional: (O1) principais desafios e oportunidades para a organização a partir da I4.0; (O2) de que forma enfrentar os desafios/abraçar as oportunidades; (O3) nível de ‘prontidão digital’; (O4) como trabalhadores e seus representantes estão envolvidos; (O5) participação das pessoas na tomada de decisão relacionada; (O6) mudanças na estrutura da organização; (O7) mudança nos objetivos de desempenho de operações existentes; (O8) mudança nos processos operacionais; (O9) novas formas de melhoria contínua e garantia de qualidade. Em nível de trabalhadores/pessoas (operacional), no que envolve competências e (re)qualificação dos profissionais: (T1) como afeta os trabalhadores e suas tarefas; (T2) os níveis de tomada de decisão e autonomia do trabalhador; (T3) as qualificações atuais dos trabalhadores e as mudanças no local de trabalho; (T4) os desafios potenciais em termos de habilidades do trabalhador; (T5) a participação dos trabalhadores no processo de inovação digital; (T6) como a voz dos colaboradores é levada em consideração.

A empresa explorada possui aproximadamente 600 funcionários e processo de produção complexo, com variações e alterações constantes nas demandas de produção e forte demanda do conhecimento tácito dos trabalhadores. A planta opera três fornos que suportam várias linhas de diferentes produtos de vidro automotivo para a maioria das marcas fabricantes de automóveis. Dois gestores, com formação em engenharia mecânica e de produção, especializados em áreas de tecnologia e elevada experiência nos processos e tecnologias da empresa, responsáveis diretos pela implementação do programa I4.0 foram entrevistados.

3.2 Análise dos dados

As respostas completas foram analisadas seguindo a técnica de Análise de Conteúdo, por Bardin (2011), em três fases fundamentais, considerando: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados - a inferência e a interpretação.

4. RESULTADOS

4.1 Nível organizacional

4.1.1 Principais desafios e oportunidades a partir da I4.0

Dentre os desafios para a organização, o principal deles é a perspectiva dos trabalhadores. Mostra-se necessário indicar as inovações e novas tecnologias como colaboradora e não e não como elementos de substituição da força de trabalho humana. A tecnologia facilita os trabalhos cotidianos do dia a dia, e a aplicação de projetos envolvendo RPA (*Robot Process Automation*), conceito que visa automatizar tarefas repetitivas e manuais por meio da utilização de robôs de *software*, é um exemplo na empresa.

A empresa reconhece a importância das novas tecnologias a médio e longo prazo, pois os ganhos muitas das vezes não imediatos para a empresa. A aplicação das tecnologias da I4.0 aumentam a competitividade da empresa e um grande trunfo para engajamento dos trabalhadores seria uma possível redução nas rotinas de trabalho, dando mais tempo útil de trabalho aos seus colaboradores.

“A tecnologia veio para humanizar a população”. (Entrevistado 1)

A mudança na mentalidade dos trabalhadores pode ser dividida em três desafios. O primeiro seria para os gestores, onde é necessário entender a melhor forma de fazer a gestão de mudança na adaptação da organização e dos colaboradores. A diferença de gerações pode demandar ações diferentes, visto que gerações mais antigas, por exemplo, podem ter mais dificuldades em absorver alguns tipos de novos conhecimentos e se adaptarem às mudanças. O segundo desafio seria ligado à gestão do conhecimento, pois as pessoas têm que buscar o conhecimento para conseguir se adaptar, e ter ao menos um domínio básico das ferramentas necessárias para essa nova realidade, do conhecimento tecnológico. O terceiro desafio para a empresa seria o custo, pois para se adaptar às novas tecnologias é necessário na maioria das vezes um investimento, então sempre é preciso provar para a empresa que é um investimento rentável.

“As pessoas precisam buscar o conhecimento para poder se adaptar a essa nova realidade. Com o conhecimento tecnológico, elas poderão ter as ferramentas necessárias para poder se adaptar a uma I4.0.” (Entrevistado 2)

4.1.2 Prontidão digital e gestão dos desafios e oportunidades

A organização vem desenvolvendo uma série de atividades para enfrentar os novos desafios tecnológicos. A principal delas seria a criação de um comitê interno, com a política ligada ao desenvolvimento de novos projetos voltados à I4.0. Globalmente, a empresa vem apresentando algumas políticas de incentivo, como por exemplo a criação recente de uma *Digital Week*, onde diversos colaboradores podem trocar experiências sobre a I4.0 em sua planta, apresentar seus projetos desenvolvidos e mostrar benefícios da I4.0.

A empresa tem um responsável global por novas tecnologias, e a partir disso as estratégias e prioridades são definidas de acordo com cada local, seja para o desenvolvimento de novos produtos, na automação de processos, entre outros. Além disso, a empresa possui uma iniciativa voltada a projetos de digitalização que se aplicam a toda a organização, e não só ao processo produtivo, mas também em todos os processos que fazem parte do sistema da empresa.

“A digital week vem colaborando para destacar e mostrar os benefícios trazidos pelos projetos ligados ao tema da I4.0.” (Entrevistado 1)

“A iniciativa de digitalização se aplica a toda a organização. Não só no processo produtivo, mas também em todos os processos que fazem parte do sistema da empresa.” (Entrevistado 2)

4.1.3 Nível de ‘prontidão digital’

A empresa e as pessoas envolvidas no processo de transformação tecnológica buscam atingir um nível de maturidade alto. O termo ‘prontidão digital’ não é um termo usado na empresa, pois a mesma ainda se encontra no início do processo de maturação, sendo o tema da I4.0 ainda recente internamente, mas com foco no desenvolvimento de projetos de implementação de novas tecnologias. A empresa se encontra em uma fase de transição e em um estágio inicial da mudança. Possui poucos processos digitalizados (usa muito papel), e um baixo uso de aplicativos e softwares que poderiam ser mais explorados.

“Eu diria que está no início do processo de maturação, é um tema que começou a ser mais falado na empresa no último ano” (Entrevistado 1)

“Em uma escala de 1 a 10, a empresa estaria em um nível 4 de prontidão digital.” (Entrevistado 2)

4.1.4 O envolvimento dos trabalhadores no desenvolvimento e implantação da I4.0

A criação do comitê interno para tratar sobre projetos relacionados à implementação das novas tecnologias ajuda a incentivar outros setores da empresa a se interessar cada vez mais por estas novas tecnologias.

Toda a iniciativa para novos projetos era anteriormente feita de forma independente, muitas vezes partindo de uma pessoa apenas, que ficava responsável por tudo. Posteriormente, incentivou-se a participação de todos, por meio de um time multifuncional, onde todo o processo de implementação passa por várias pessoas, desde a ideia, até a execução e padronização, assim tornando possível criar uma sistemática para facilitar a continuidade da implementação posteriormente. A criação do comitê interno que faz a gestão mensal das iniciativas, onde são levantadas as necessidades, são passadas ao corpo técnico para estudar as possíveis soluções, analisando a eficiência, o custo, e tudo que abrange sua aplicação. Além disso, a equipe atua em constante benchmarking com as outras plantas no mundo.

“Agora temos um time multidisciplinar, e todo o processo de implementação passa por várias pessoas, visando criar uma sistemática para facilitar a adoção das novas tecnologias.” (Entrevistado 1)

4.1.5 A tomada de decisão de nível superior

A tomada de decisão com relação a investimentos vem da direção, com projetos que precisam desses recursos. Porém com relação às mudanças tecnológicas, todos têm participação ativa, seja para propor ideias ou executá-las e implementá-las. O time multifuncional ajuda avaliar o impacto que o projeto vai trazer, se é no processo, se é no produto, ou qualquer outro impacto que seja.

Sendo assim participam da tomada de decisão todo o time e todos os trabalhadores que se propõe a participar, porém como em toda equipe tem uma liderança principal. Neste caso o diretor de desenvolvimento que lidera as reuniões e as tomadas de decisão, principalmente quando envolve investimentos.

“Participam da tomada de decisão todo o time, mas o diretor de desenvolvimento que lidera as reuniões e as tomadas de decisão.” (Entrevistado 1)

“A tomada de decisão é mais limitada a alguns níveis de gestão, como coordenadores, gerentes e diretores.” (Entrevistado 2)

4.1.6 Mudanças na estrutura da organização

Com relação a estrutura, não houve muitas mudanças significativas além da criação do comitê, o que se mostra importante, pois agora há uma estrutura mais bem definida com esta equipe, porém ainda não há um setor destinado somente a este tipo de tema. Cada um segue com sua função anterior, porém agora todos fazem parte do comitê que toma as decisões. Por outro lado, individualmente falando, foram mencionadas algumas mudanças, como por exemplo uma promoção de cargo, resultado do destaque obtido devido com os projetos que envolvem a implementação das novas tecnologias.

“Uma das mudanças seria uma busca maior por profissionais que estejam cada vez mais adaptados a essa mudança proporcionada pela era digital, em especial quem está ligado à engenharia.” (Entrevistado 2)

4.1.7 Mudança nos objetivos de desempenho

A I4.0 não afeta diretamente os objetivos de desempenho, porém impacta na melhoria no desempenho do processo, melhoria nos indicadores (qualidade do produto, velocidade da linha, redução de paradas e etc). Dessa forma, indiretamente nota-se um certo impacto, pois as metas dependem diretamente de melhorias no processo, e as novas tecnologias vem para auxiliar nesse objetivo e facilitar de certa forma as melhorias na empresa. Entretanto, o desempenho da empresa no geral ainda é medido pelos indicadores de produção, e dessa forma ainda não há nenhuma métrica de desempenho estipulada para digitalização ou implementação dessas novas tecnologias.

“Não tem ainda nenhuma métrica de desempenho estipulada para digitalizar 20, 30 ou 40% por exemplo” (Entrevistado 2)

4.1.8 Mudanças nos processos operacionais

Mudanças relevantes são exemplificadas por meio de projetos desenvolvidos recentemente. Dentre as principais mudanças, destaca-se o suporte a produção como uma delas, pois os projetos desenvolvidos com o auxílio da tecnologia estão otimizando cada vez mais este suporte. Exemplo disto é um projeto que visa, com o auxílio da tecnologia, determinar os melhores parâmetros a serem utilizados em um determinado processo. Anteriormente, este tipo de tomada de decisão era feito pela operação, e se necessário, havia o suporte da Engenharia.

“Com as novas tecnologias os principais impactos estão sendo a previsão de situações e a rapidez na reação aos problemas” (Entrevistado 1)

4.1.9 Impacto da I4.0 na melhoria contínua e garantia de qualidade

Dentre os principais impactos da I4.0, estão a previsão de situações e o ‘plano de reação’, que seriam instruções para como reagir a determinadas situações. Novamente são usados alguns projetos para exemplificar a resposta. Um dos exemplos seria um projeto ligado a melhoria de qualidade do produto, por meio de um banco de dados extenso, que envolve a coleta de dados durante 12 meses, agora será possível prever em que momento o produto será perdido em determinado processo, podendo evitar isso por meio do ajuste de parâmetros, com o auxílio da tecnologia. Assim, não só a qualidade do produto está sendo afetada, como também a fluência da linha e o volume de produção consequentemente.

Com relação a qualidade, é fundamental entregar ao cliente valor agregado ao produto, e para que isso possa ser garantido, muitas vezes o processo, e os *gates* de qualidade, podem ser melhorados com soluções tecnológicas, como por exemplo na detecção de defeitos por meio de câmeras.

“Nossos principais clientes são as montadoras, então a qualidade percebida no momento para eles é aquilo que você evita de problema. (Entrevistado 2)

4.2 Nível do trabalhador (operacional)

4.2.1 Impacto da I4.0 nos trabalhadores e suas tarefas

O impacto será positivo, tendo em vista que o operador poderá se dedicar mais a tarefas mais importantes e reduzir o tempo subutilizado. Isto se torna possível quando eles são tirados de tarefas rotineiras que anteriormente tomavam um tempo maior do que deveriam, e isso só é possível com o auxílio da tecnologia. Além disso, a I4.0 não impacta apenas em uma parcela dos trabalhadores, pois por meio da aplicação de RPA, muitas tarefas de escritório também podem ser otimizadas, fazendo com que os resultados cresçam também no corpo técnico e em outras áreas, e não apenas na produção.

“O operador terá mais tempo para cuidar de outras coisas mais importantes, como a qualidade do produto.” (Entrevistado 1)

4.2.2 Impacto na tomada de decisão e na autonomia do trabalhador

Com a aplicação destas novas tecnologias, o tipo de tomada de decisão a nível operacional também muda, pois antes uma informação ou um parâmetro de processo que

poderia ser subjetivo, a partir de agora é algo pré determinado pela tecnologia que foi alimentada com uma base de dados extensa e mais precisa. Com isto, a operação pode passar a ter que tomar outros tipos de decisões mais importantes, e principalmente, terá mais tempo para pensar em novas ideias de melhoria e inovação.

“Vai diminuir a tomada de decisão com relação a decisões que podem impactar negativamente o processo.” (Entrevistado 1)

4.2.3 Habilidades e qualificações dos trabalhadores no cenário de mudança

As habilidades e qualificações atuais ainda não são tão consistentes com as mudanças, pois muitos ainda têm certa dificuldade de adaptação com novas tecnologias. Também é citado como exemplo, a mudança recente de ferramentas utilizadas, onde o *PowerBi* vem ganhando cada vez mais espaço, e de certa forma substituindo o Excel, que anteriormente era predominante, o que vem exigindo uma adaptação dos colaboradores com a nova ferramenta.

No momento existe um *gap* considerável entre a situação atual dos trabalhadores e a necessidade para a implementação da I4.0. Assim, se faz necessário que os trabalhadores estejam cada vez mais familiarizados com as tecnologias para mitigar isto.

“Os trabalhadores precisam estar mais familiarizados com as tecnologias para diminuir este gap, e para isso, ele precisa de formação técnica.” (Entrevistado 2)

4.2.4 Potenciais desafios nas habilidades dos trabalhadores

Um dos principais desafios, é a mudança de *mindset* por parte dos colaboradores, deixar de criar alguns “bloqueios populares” a determinadas mudanças, e enxergá-las como uma oportunidade, e não como um problema. Outro desafio seria o conhecimento técnico, visto que o conhecimento de lógica de programação, por exemplo, será algo necessário em um futuro próximo, junto com o aprendizado constante das novas ferramentas.

“O conhecimento de programação é como era o conhecimento da língua inglesa anteriormente. O que antes era um diferencial, se tornou básico, e a programação segue a mesma tendência.” (Entrevistado 1)

4.2.5 Participação dos colaboradores nas tomadas de decisão

Ainda não há uma sistemática definida, mas uma das premissas é o engajamento dos colaboradores para que a aplicação do projeto seja bem-sucedida. Os colaboradores participam de maneira indireta, ajudando na iniciativa das ideias, e na parte de envolvê-los, capacitando a usar as novas ferramentas. Então por parte do corpo técnico e dos gestores,

torna-se necessário tentar diminuir o desequilíbrio existente. Uma forma de fazer isso, são por meio de iniciativas que a empresa vem adotando para digitalizar alguns processos, substituindo o uso de papel por checklists digitais, por meio do uso de tablets e smartphones.

“Acaba sendo um ciclo: quanto mais resultados aparecerem, mais os trabalhadores serão incentivados a participarem e terem mais ideias de inovação.” (Entrevistado 1)

4.2.6 Impacto dos colaboradores na implementação da I4.0

A voz dos colaboradores é levada em consideração para estudar a viabilidade dos projetos e para a inserção de novas ideias. Sempre o corpo técnico parte do princípio de que toda ideia é válida para avaliação inicial, e deixa isso claro para que todos os colaboradores se sintam à vontade. Além disso, eles podem se sentir engajados cada vez mais, facilitando a implementação das tecnologias da I4.0.

“As tecnologias vão facilitar o trabalho das pessoas, mas a necessidade vem para melhorar o sistema. A I4.0 vai atender a necessidade da empresa.” (Entrevistado 2)

5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo discutir o impacto da I4.0 em uma empresa do setor vidreiro automotivo, identificando seus impactos nas linhas de produção, nas funções e tarefas, e no gerenciamento organizacional. Os resultados destacam desafios como o envolvimento das pessoas, sendo citadas barreiras sociais, educacionais e de engajamento de funcionários, enfatizando a importância do treinamento e do desenvolvimento de habilidades. Por parte da gestão, identificou-se como fundamental uma gestão adaptativa. Em nível organizacional destaca-se a necessidade de se estabelecer parcerias entre empresas, fornecedores e instituições de pesquisa.

Destacam-se ainda entre desafios: a mudança de mentalidade relacionada a resistência para adotar novas tecnologias; o papel Gestão do Conhecimento no desenvolvimento de novas competências, o custo de implementação da I4.0. Lohmer e Lasch (2020), mencionam que algumas organizações podem ter uma cultura resistente à mudança, o que pode dificultar a aceitação de novas tecnologias. Essas resistências podem estar relacionadas com a falta de transparência, conhecimento, falta de gestão e definições sobre os processos de colaboração, entre outros. Além disso, segundo Weyer et al. (2015), embora a I4.0 permita uma gestão mais inteligente de recursos e processos de produção, um maior nível de automação não levará a menos interação humana ou instalações de produção sem trabalhadores. Se torna necessário capacitar os trabalhadores e fazer com que eles compreendam cada vez mais o

processo de implementação da I4.0. Segundo Ivanov et al. (2021), a integração e colaboração humana com tecnologia e sistemas, aparece como um aspecto cada vez mais importante nas pesquisas que envolvem o tema.

Destacam-se também algumas oportunidades com a I4.0, entre elas, a possibilidade de obtenção de melhoria na eficiência e produtividade; o aumento de competitividade; e, a possibilidade de aumento de eficiência no uso de materiais e consumo de energia.

A empresa se mostra no caminho para adotar de forma adequada a I4.0 por meio da integração vertical. A implementação com este tipo de integração pode levar a um aumento na disponibilidade de recursos, eficiência em uso de materiais, consumo de energia e processos de resíduos, resultando em reduções de custos e aumentos de produtividade (MÜLLER et al., 2018). Considerando o nível de ‘prontidão digital’ da empresa, ou, “nível de maturidade” para a adoção das novas tecnologias, identificou-se que mesmo em fases de maturidade inicial para a adoção da I4.0, o aspecto motivacional das pessoas para o esperado engajamento pode ser obtido por meio da atuação da direção para a conscientização e orientação das pessoas ao engajamento das pessoas na adoção das tecnologias. A implementação da I4.0 é descrita na literatura abrangendo preocupações organizacionais e sociais (KIEL et al., 2017; THOBEN et al., 2017), por isso é fundamental entender o impacto que isto causa nos trabalhadores.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se a análise qualitativa dos elementos verificados nesse trabalho em diferentes contextos produtivos onde ocorre a implementação da I4.0, assim como a sua aplicação para amostras ampliadas de gestores produtivos ou em outras funções de liderança organizacional. A aplicação de instrumentos quantitativos para avaliação e comparação dos impactos da I4.0 também pode gerar orientações para empresas no processo de transformação tecnológica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), código de financeiro 001, e CAPES-PRINT88887.310463/2018-00; e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) sob número de financiamento 2021/10944-2.

REFERÊNCIAS

ABUBAKAR, A. M. Knowledge management, decision-making style and organizational performance. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 4, n. 2, p. 104-114, 2019.

BARDIN, L. **Content analysis**. São Paulo: Edições, v. 70, n. 279, 978-8562938047, 2011.

BRETTEL, M. *et al.* How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 perspective. **International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering**, v. 8, n. 1, p. 37–44, 2014.

CASSIA, A. R. *et al.* Systematic literature review for the development of a conceptual model on the relationship between knowledge sharing, information technology infrastructure and innovative capability. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 32, n. 7, p. 801-821, 2020.

EROL, S. *et al.* **Strategic guidance towards Industry 4.0: a three-stage process model.** Proceedings of International Conference on Competitive Manufacturing (COMA16), Stellenbosch, South Africa, 2016.

FENG, S. C. *et al.* Toward knowledge management for smart manufacturing. **Journal of Computing and Information Science in Engineering**, v.17, n. 3, p. 1-40, 2017.

GJELDUM, N *et al.* Transfer of model of innovative smart factory to Croatian economy using lean learning factory. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 158–163, 2016.

HECKLAU, F *et al.* Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. 2016. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 1–6.

IVANOV, D. *et al.* Researchers' Perspectives on Industry 4.0: Multi-Disciplinary Analysis and Opportunities for Operations Management. **International Journal of Production Research**, v. 59, n. 7, p. 2055–2078, 2021.

KAGERMANN, H *et al.* **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Securing the future of German manufacturing industry.** Final report of the Industrie 4.0 Working Group, Forschungsunion, 2013.

KIEL, D. *et al.* Sustainable industrial value creation: benefits and challenges of industry 4.0. **International Journal of Innovation Management**, v. 21, n. 8, 2017.

LIAO, Y. Past, Present and Future of Industry 4.0: A Systematic Literature Review and Research Agenda Proposal. 2017. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 12, p. 3609–3629.

LOHMER, J.; LASCH, R. Blockchain in operations management and manufacturing: Potential and barriers. **Computers & Industrial Engineering**, v. 149, p. 106789, 2020.

- MACEDO, D. A. **A quarta revolução industrial**. 2016. Disponível em: <http://www.gazetadigital.com.br/conteudo/show/secao/60/materia/467815/t/aquartarevolucao-industrial>. Acesso em: 02 Set. 2023.
- MANESH, M. F. *et al.* Knowledge management in the fourth industrial revolution: mapping the literature and scoping future avenues. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 68, n. 1, p. 289-300, 2021.
- MCCARTHY, J. **What is Artificial Intelligence?** 2022. Disponível em: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/whatisai.html> . Acesso em: 3 Out. 2023.
- MUNIZ JR., J.; Moschetto, G.P.; Wintersberger, D. Industry 4.0 at brazilian modular consortium: work, process and knowledge in engine supply chain. **Production**, v. 33, p. e20220074.
- NÚÑEZ-MERINO, M. *et al.* Information and digital technologies of industry 4.0 and lean supply chain management: a systematic literature review. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 16, p. 5034-5061, 2020.
- MÜLLER, J.M. *et al.* What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. **Sustainability**, v. 10, n. 1, 2018.
- OZTEMEL, E. *et al.* Literature review of industry 4.0 and related technologies. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 31, n. 1, p. 127-182, 2020.
- SANDERS, A. *et al.* Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 9, n. 3, p. 811, 2016.
- SARTORI, J. T. D. *et al.* Organizational knowledge management in the context of supply chain 4.0: a systematic literature review and conceptual model proposal. **Knowledge and Process Management**, v. 29, n. 2, p. 147-161, 2022.
- SONY, M., *et al.* Ten Lessons for Managers While Implementing Industry 4.0. **IEEE Engineering Management Review**, v. 47, n. 2, p. 45, 2019.
- TELES, J. **Indústria 4.0: tudo que você precisa saber sobre a Quarta Revolução Industrial**. 2018. Disponível em: <https://engeteles.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 13 Set. 2023.

THOBEN, K.D. *et al.* ‘Industrie 4.0’ and smart manufacturing: a review of research issues and application examples. **International Journal of Automation Technology**, v. 11, n. 1, p. 4-16, 2017.

TORTORELLA, G *et al.* The mediating effect of employees’ involvement on the relationship between Industry 4.0 and operational performance improvement. 2021. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 32, n. 1-2, p. 119-133, 2021.

VENKATESH, V. Adoption and use of AI tools: A research agenda grounded in UTAUT. **Annals of Operations Research**, v. 308, p. 641–652, 2021.

WANG, Y. *et al.* Understanding the implications of artificial intelligence on field service operations: A case study of BT. **Production Planning & Control**, v. 33, n. 16, p. 1591-1607, 2021.

WAGIRE, A. A. *et al.* Analysis and Synthesis of Industry 4.0 Research Landscape: Using Latent Semantic Analysis Approach. 2019. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 31, n. 1, p. 31–51.

WEYER, S. *et al.* Towards Industry 4.0: Standardization as the Crucial Challenge for Highly Modular, Multi-Vendor Production Systems. **IFAC-PapersOnLine**, v. 48, p. 579-584, 2015.