

<https://doi.org/10.34632/gestaoedesenvolvimento.2023.12763>

Data de receção: 31/03/2023

Data de aceitação: 02/05/2023

A Indústria 4.0 como Vantagem Competitiva no Setor Automóvel

Industry 4.0 as a Competitive Advantage in the Automotive Sector

Mariana Pais¹ orcid.org/0000-0002-0953-6405

Clotilde Passos² orcid.org/0000-0002-2924-0484

Resumo: A implementação de ferramentas da Indústria 4.0 no setor automobilístico tem sido uma necessidade sentida por todas as organizações do setor. Neste sentido efetua-se um estudo de caso com uma abordagem qualitativa, com o objetivo de avaliar em que medida as tecnologias da Indústria 4.0 constituem uma vantagem competitiva no setor automóvel. Para a recolha de dados foram realizadas seis entrevistas a colaboradores da empresa Stellantis Mangualde, responsáveis pela implementação do projeto INDTECH 4.0. Os dados recolhidos, foram sujeitos a uma análise de conteúdo e explanados com a revisão de literatura.

A recolha de dados permitiu identificar as tecnologias da Indústria 4.0 implementadas, a Robótica Avançada – robôs nas secções de ferragem, pintura e montagem, o Big Data e a Internet das coisas (IdC). Os resultados permitiram concluir que as vantagens mais evidentes foram: a produção com menor esforço; redução de custos e tempo de produção; aumento do volume de produção;

¹ Mestranda em Gestão Aplicada na Universidade Católica Portuguesa – Viseu. E-mail: marianapais17@hotmail.com

² Doutorada em Gestão. Universidade Católica Portuguesa – Instituto de Gestão e das Organizações de Saúde. E-mail: clotilde.passos@gmail.com

melhoria no desempenho industrial; eliminação de operações do processo produtivo prejudiciais à saúde dos operadores; melhoria das condições de trabalho e o aumento da motivação dos colaboradores, fatores que constituem vantagens competitivas e contribuem para uma maior competitividade da empresa. A adoção de tecnologia para a gestão do Big Data resultou num profundo contributo para o controlo de operações e o suporte da tomada de decisão. O estudo fornece informações úteis aos gestores do sector e contribui para o avanço do conhecimento da temática.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Tecnologias da Indústria 4.0, Competitividade das Organizações, Vantagem Competitiva, Gestão da informação do Setor Automóvel

***Abstract:** The implementation of Industry 4.0 in the automotive sector has been a need felt by all organisations in the sector. In this sense, a case study is carried out with a qualitative approach, with the aim of assessing the extent to which Industry 4.0 technologies constitute a competitive advantage in the automotive sector. For data collection six interviews were conducted with employees of the company Stellantis Mangualde, responsible for implementing the INDTECH 4.0 project. The collected data were subjected to a content analysis and explained with the literature review.*

Data collection allowed the identification of the implemented Industry 4.0 technologies, advanced Robotics - robots in the hardware, painting and assembly sections, Big Data and Internet of Things (IoT). The results allowed us to conclude that the most obvious advantages were: production with less effort; reduction of costs and production time; increase in production volume; improvement in industrial performance; elimination of operations in the production process that are harmful to the operators' health; improvement in working conditions and an increase in employee motivation, factors that constitute competitive advantages and contribute to the company's competitiveness. The adoption of technology for managing Big Data resulted in a profound contribution to controlling operations and supporting decision-making. The study provides useful information to

managers in the sector and contributes to the advancement of knowledge on the subject.

Keywords: Industry 4.0, Industry 4.0 Technologies, Competitiveness of Organisations, Competitive Advantage, Information Management in the Automotive Sector

INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0, tem alicerces, objetivos e fundamentos muito próprios e tem vindo a ser utilizada em massa por empresas de vários ramos, nomeadamente do ramo automobilístico. Nos últimos anos, a expressão Indústria 4.0 tem vindo a ter um reconhecimento cada vez maior (Nichols, 2022). Também tem sido cada vez mais evidente que os desenvolvimentos técnicos e a adoção de tecnologias pelas organizações as ajudam a destacar-se no mercado, pela redução de custos e melhoria de qualidade dos seus produtos (Bigliardi et al., 2020; Kagermann et al., 2013). Borges (2019) refere que a indústria automóvel deve estar sempre em melhoria contínua, para que ao melhorar a eficiência das suas operações possa adquirir alguma vantagem competitiva. Como referem Violante e Andrade (2022), a Indústria 4.0 está a gerar efeitos profundos na forma como as organizações produzem resultados, com o auxílio da tecnologia. No mesmo sentido também Voisin et al. (2018), afirmam que a Indústria automóvel investe em novas tecnologias e automatizações para conseguir ser competitiva em termos de tempo e de qualidade. A transformação digital representa um grande programa de mudança e um enorme desafio organizacional (Ponsignon et al., 2019).

Assim, surge a questão que norteou o desenvolvimento deste estudo: “como é que a utilização das tecnologias da Indústria 4.0 pode constituir uma vantagem competitiva no sector automóvel?”.

Como objetivo principal estabeleceu-se avaliar se as tecnologias da Indústria 4.0 constituem uma vantagem competitiva no setor automóvel, nomeadamente na empresa Stellantis SA. – Mangualde, objeto de estudo de caso único para este estudo e como objetivos específicos, identificar quais as tecnologias da Indústria 4.0 que foram implementadas e conhecer quais foram as vantagens mais evidentes. A análise dos dados

teve por base entrevistas realizadas a seis colaboradores da empresa Stellantis em Mangualde, ao responsável pelo departamento de Performance Industrial e Inovação, à encarregada do projeto INDTECH 4.0, ao gestor do projeto da secção da ferragem, ao gestor do projeto da secção de pintura, ao gestor do projeto da secção da montagem e ao informático responsável pelo projeto em causa.

Apesar do tema ser alvo de crescentes investigações, ainda não existem muitos estudos de caso que avaliem as tecnologias da Indústria 4.0 como vantagens competitivas, nesse sentido, este estudo visa contribuir para o avanço do conhecimento sobre a utilização de tecnologias da Indústria 4.0 como vantagem competitiva, em particular na empresa objeto do presente estudo de caso e fornecer informação útil aos gestores e administradores das empresas do sector e deixar em aberto futuras investigações sobre o tema.

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1. Indústria 4.0

A Indústria 4.0 é uma das etapas resultante do progresso tecnológico que tem vindo a evoluir consecutivamente. A era industrial teve início no século XVIII quando se deu a mudança de uma sociedade agrícola para uma sociedade industrial, que, atualmente, numa perspetiva histórica, designamos por Indústria 1.0. A Indústria 1.0 ficou conhecida pela utilização de fábricas mecânicas, para produção alicerçadas em energia hídrica e a vapor (Lu, 2017).

Em meados do século XIX ocorreu nova etapa de progresso da indústria, marcada pela utilização do petróleo, eletricidade e pela produção em massa. Durante este progresso emergiram os primeiros conceitos de gestão para o aumento de eficiência na área da produção, que tiveram origem no “Principio de Gestão Científica” de Taylor (Bigliardi et al., 2020). Também, durante a Segunda Guerra Mundial, o matemático inglês Alan Turing trilha caminho para o estudo do que viria a ser um dos ramos científicos dos “Sistemas de Informação” mais relevantes para a comunidade científica (Rodrigues & Andrade, 2021), e

com contribuições fundamentais para o desenvolvimento da Inteligência Artificial.

A terceira revolução industrial teve, assim, origem no século XX com o uso de eletrônica e tecnologia da informação para que a produção fosse automatizada, o que provocou uma digitalização estendida (Bigliardi et al., 2020). Nas duas últimas décadas, as mudanças passaram a ocorrer a um ritmo mais acelerado, o que permitiu um grande salto produtivo para a robótica, simulações, impressoras 3D e analytics. A esta evolução chamou-se de 4.^a Revolução Industrial, ou Indústria 4.0. que insere permanentemente a tecnologia na gestão e administração empresarial. A Indústria 4.0 pode ser interpretada como a combinação gradual do fabrico tradicional e práticas industriais de ponta que permitem exercer controle sobre toda a cadeia de valor do ciclo de vida de produtos e serviços (Buer et al., 2018, citado por Ghobakhloo & Fathi, 2020). Foi a digitalização de alguns processos que impulsionou a Indústria 4.0. Esta envolve a utilização de tecnologia de informação e comunicação avançada, que permite aumentar o grau de automatização já existente e digitalizar todo o processo industrial produtivo (Bigliardi et al., 2020).

A Indústria 4.0, foi inicialmente identificada pelo economista Klaus Schwab (Violante & Andrade, 2022), surgiu na Alemanha em 2011, ligada à aplicação da Internet das Coisas (IoS), foi difundida pelo Conselho do Governo Alemão e visa, maior eficiência e produtividade através da utilização dos processos produtivos inteligentes, criação de valor e competitividade industrial, tendo como principais pilares a computação, automação e conectividade (Bigliardi et al., 2020). Nos Estados Unidos da América, emergiram projetos semelhantes, como por exemplo a “Internet Industrial” (Annunziata & Evans, 2012). A China não ficou atrás e desenvolveu o plano “Made in China 2025” (Tong & Lim, 2016).

Alguns dos fundamentos da Indústria 4.0 são o *online*, ou tempo real dos procedimentos, que é fundamental para minimizar erros no processo produtivo, a descentralização dos processos decisórios, visto que, algumas das suas ferramentas podem tomar decisões básicas e, claro, programadas, e a possibilidade de tornar o processo produtivo virtual,

através da simulação e visualização de como é que as estratégias funcionarão na prática (Bigliardi et al., 2020).

A digitalização mencionada anteriormente pode ser feita através de diferentes tecnologias, e tem como finalidade otimizar as etapas do processo produtivo, agregar valor à produção, reduzir custos e otimizar tempo e recursos humano (Bigliardi et al., 2020). A transformação digital, é amplamente vista como um programa de mudança organizacional importante, de alto risco que está a torna-se uma influência crescente nas iniciativas e atividades de nível estratégico em todas as empresas e constitui uma função com alto potencial para apoiar o esforço de digitalização de uma organização (Ponsignon et al., 2019).

A Indústria 4.0 compreende nove classificações de tecnologias: Computação em nuvem; Big Data; Cibersegurança; Internet das Coisas (IdC); Realidade Aumentada/virtual; Simulação; Fabrico aditivo (impressão 3D); Robótica e Integração de sistemas. A transição para a Indústria 4.0 requer a integração organizacional de muitas destas tecnologias modernas baseadas em Tecnologias de Informação (TI) e a digitalização total das cadeias de valor (Ghobakhloo & Fathi, 2020).

A transformação digital e digitalização de uma organização pode ser realizada por meio do Cyber-Physical Systems, Internet of Services, Análise do Big Data, pela Computação em nuvem, Aprendizagem das máquinas, Robótica avançada, Realidade Aumentada, Fabricação Aditiva e da Cibersegurança (Boichuk, 2020).

O Cyber-Physical Systems (CPS), pode ser descrito, como um conjunto de sensores, microprocessadores e outros componentes que formam o núcleo tecnológico da Indústria 4.0 e que possibilitam a transferência de dados em tempo real (Bigliardi et al., 2020; Müller et al., 2018). Estes instrumentos permitem que as máquinas inteligentes (robôs) troquem informações de forma independente, fomentar ações e controlarem-se uns aos outros de forma autónoma (Kagermann et al., 2013).

A Internet das Coisas é um conceito que diz respeito à recolha de dados que é realizada através de uma rede de sensores para um computador em rede ou conexões sem fios sem ter de haver intervenção direta do ser humano (Gubbi et al., 2013). É através da IdC que o Cyber-

Physical Systems interage e assessora com os humanos em tempo real. Já a Internet of Services foca-se na utilização constante da internet para criar valor por meio da materialização do produto como serviço (Ghobakhloo, 2018).

O Big Data caracteriza-se por ser um conjunto de inúmeros dados e informação, que ao sofrerem um tratamento mais ao menos sofisticado podem auxiliar a tomada de decisão de forma a que as empresas alcancem o sucesso. Tal como o Big Data a Computação em nuvem permite que os seus utilizadores acedam às informações, no entanto a computação permite ainda que os colaboradores independentemente do lugar geográfico em que se encontrem acedam a essa mesma informação (Boichuk, 2020).

Aprendizagem de máquinas, consiste num conjunto de técnicas de computação que possibilitam a extração de conhecimento para a tomada de decisões com base numa vasta e agregada base de dados que pode ser alcançada a qualquer momento na organização em que o colaborador se encontrar (Boichuk, 2020).

A Robótica avançada tem como suporte tecnologias e soluções inovadoras associadas normalmente a robôs industriais, com uma capacidade de inteligência elevada que utilizam uma enorme variedade de tecnologias (Boichuk, 2020). A Robótica e softwares de simulação são ferramentas da Inteligência Artificial (IA), que estão de forma quase impercetível, presentes no dia-a-dia tanto no plano pessoal como organizacional, influenciando a forma como a economia, o mercado de trabalho, as plataformas sociais e os sujeitos interagem entre si (Harari, 2018). Segundo Haenlein e Kaplan, (2019) a IA é a capacidade que um sistema tem para corretamente interpretar dados, aprender com esses mesmos dados e usar essa aprendizagem para mimetizar tarefas ou processos específicos semelhantes ao conhecimento humano.

Existe ainda uma tecnologia que beneficia a indústria onde seja usada, uma vez que, descreve, planeia e monitoriza operações em tempo real, diagnostica falhas e tenta combatê-las, como também aplica tratamentos específicos tanto a produtos como a processos industriais, a Realidade Aumentada (Doshi et al., 2017).

Quanto à Fabricação Aditiva, ou impressão 3D é conhecida por ser um método de fabricação que derrete camadas finas de pó e adiciona à camada derretida uma camada de metal ou de plástico, tendo por base o computer-aided design (Sarvankar & Yewale, 2019).

Por fim temos a Cibersegurança, que é muito relevante nos dias de hoje, é uma das tecnologias principais da Indústria 4.0, que possibilita a segurança de dados importantes e confidenciais (Boichuk, 2020).

Segundo Kagermann et al. (2013), o desenvolvimento da tecnologia traz consigo vantagens como, por exemplo, a diminuição dos custos de produção, dos erros cometidos por humanos, maior otimização do tempo e pessoas, diminuição do tempo de produção e o aumento de rendimentos. A introdução de tecnologias da Indústria 4.0 nos processos produtivos, faz com que a indústria que os utilize possa cumprir prazos de entrega mais curtos, torna ainda esse mesmo processo mais eficiente e automatizado. Devido ao facto de os processos produtivos serem automatizados, estes vão garantir que o produto final tenha qualidade e valor acrescidos e que tenha sido menos dispendioso produzi-lo (Nichols, 2022). A Indústria 4.0, não trouxe só benefícios em termos de custos ou em termos de qualidade, trouxe também vantagens ambientais e sociais (Kagermann et al., 2013). Porém nem tudo são vantagens, a Indústria 4.0 tem também desvantagens que são a diminuição da procura por mão-de-obra pouco qualificada, o que pode levar ao aumento das desigualdades sociais, aumento de burocracia, entre outros.

O conceito de Indústria 4.0 está a ser aplicado em áreas como a da logística, automobilística e ainda na área da agricultura (Bigliardi et al., 2020), pelo facto, de a automatização, a digitalização e a conexão entre as máquinas, os colaboradores e os sistemas serem os meios, que no futuro iram levar à criação de uma fábrica inteligente (Hermann et al., 2016).

Segundo Beier et al. (2020), é perceptível que a Indústria 4.0 permite compilar os objetivos de desenvolvimento sustentável com a persistente transformação tecnológica no progresso industrial, todavia se este alinhamento não for realizado aquando da sua implementação pode vir a revelar-se uma ameaça. Conclui-se então que os fatores sociais, técnicos,

tecnológicos, económicos, ambientais e jurídicos devem ser minimizados (Miśkiewicz, 2019).

Com a evolução da Indústria 4.0 e das suas aplicações, os modelos de negócios tiveram também que acompanhar o progresso de introdução de novas tecnologias. Por esse motivo as organizações industriais encontram-se num ambiente extremamente competitivo, no qual existem imensas inovações tecnológicas, introduzidas num curto espaço de tempo. Para garantir a sobrevivência destas organizações é imperativo que estas automatizem e otimizem os seus processos produtivos (Bigliardi et al., 2020).

1.2. Competitividade das organizações

A competitividade de uma organização é o resultado de ser capaz de desenvolver e manter vantagens competitivas diferentes das dos concorrentes (Szabó et al., 2021). A gestão da competitividade de uma empresa é feita através das escolhas que esta faz (Chikán & Czako 2009). Estas escolhas são fundamentais em dois conjuntos de fatores: o primeiro é composto pelos recursos e pelas capacidades que a organização detém ao seu dispor e o segundo é constituído pelo valor do sistema, da filosofia e da abordagem dessa mesma organização (Chikán & Czako 2009). A empresa tem de gerar mais valor para os clientes do que as suas concorrentes, utilizando os seus recursos de forma eficiente e inovadora (Wolff et al., 2007).

A vantagem competitiva é o foco da literatura de gestão estratégica e é uma ferramenta fulcral quando nos referimos ao processo de criação de competitividade para todos os tipos de negócios. O resultado do processo referido, ou seja, quando é identificada a vantagem competitiva de uma organização, esta deve ter por base o seu funcionamento e desenvolvimento a longo prazo. Para que tal aconteça devem estudar-se vários componentes como a eficiência, o dinamismo e a flexibilidade. No entanto, se tivermos em atenção a literatura científica das organizações e da gestão, apercebemo-nos que a capacidade de criar uma vantagem competitiva está relacionada com a prática que a organização tem de se distinguir dos seus concorrentes, principalmente na criação de ligações únicas com o meio ambiente (Porter, 2008; Rao, 2016).

É cada vez mais explícito que a capacidade de criar uma vantagem competitiva está interligada com o pensamento estratégico e ousado (Chakravorti, 2010). A vantagem competitiva é a capacidade de a organização desenvolver e controlar a utilização dos seus recursos e habilidades, que lhe iram permitir conceber e definir estratégias para aperfeiçoar a sua performance e eficiência (Barney & Hesterly, 2006).

As habilidades de identificar, ajustar e desenvolver competências únicas no interior de uma organização são importantes, se forem conjugadas com a técnica de mobilizar os recursos e as habilidades fundamentais vindas do exterior (Adamik, 2016). Segundo o mesmo autor, para que o descrito, anteriormente, se consiga realizar é necessário que se controlem três atividades essenciais: a especialização dinâmica, a conectividade e a criação de potencial nos negócios. Assim, o sucesso da organização será alcançado se se realizarem negócios globais e se utilizem estruturas tecnológicas (Kiron & Shockley, 2011).

De forma a aumentar a eficiência das suas operações e criar vantagens competitivas na era da Indústria 4.0, as organizações devem seguir três passos: identificar, reconhecer e atender às condições exigidas (Adamik, 2016). Neste sentido, o conceito de Indústria 4.0, impôs a necessidade de gerar um ambiente em que o mundo digital surgisse ligado ao mundo físico. É ainda notório o crescimento de aspetos técnicos e tecnológicos, como por exemplo os ciber físicos, a robotização e a digitalização (Boichuk, 2020). Para além do referido geraram-se oportunidades, de forma a que, a produção dos produtos fosse informatizada, a utilização de processamento de dados dinâmico e novas tecnologias designando-se, assim, de fábricas inteligentes (Adamik & Nowicki, 2018). Porém, com a rápida evolução do mercado, todas estas vantagens competitivas, criadas pela implementação da Indústria 4.0, serão facilmente ultrapassadas pelos concorrentes.

Como podemos observar nos últimos tempos, devido à pandemia covid-19, as organizações sentiram a necessidade de criar novos métodos e utilizar novas ferramentas de forma a manterem-se competitivas (Backes et al., 2020). Por novos métodos e novas ferramentas, entenda-se ferramentas digitais e soluções tecnológicas (Backes et al., 2020). Para que uma empresa seja bem-sucedida na

escolha da sua vantagem competitiva deve ter em conta o tipo de estratégia que será mais adequado analisando a mesma e o seu contexto externo (Desarbo et al., 2005).

2. METODOLOGIA

O presente trabalho, quanto à sua natureza configura um estudo de caso único segundo uma metodologia qualitativa. Tem como objetivo geral, avaliar se as tecnologias da Indústria 4.0 constituem uma vantagem competitiva no setor automóvel e como objetivos específicos, identificar quais as tecnologias da Indústria 4.0 que foram implementadas, e conhecer as vantagens mais evidentes da sua aplicação. Pode ser classificado como um trabalho descritivo, exploratório e transversal, abordagem considerada adequada quando o tema é emergente e ainda pouco estudado (Sampieri et al., 2014). A escolha da abordagem qualitativa deveu-se às características dos objetivos e ao nível de complexidade que implicou a recolha de dados. Optou-se pela execução de um estudo de caso único, para que se torne compreensível o caso apresentado através da particularização (Stake, 1999). Nesta investigação o estudo de caso único demonstra ser adequado aquando da realização de uma investigação experimental que estuda um fenómeno atual e no contexto do quotidiano (Yin, 2009).

Os dados foram recolhidos por meio de entrevistas efetuadas aos colaboradores do departamento da Performance Industrial e Inovação da empresa Stellantis Mangualde, que se realizaram entre o dia 17 e 23 de dezembro de 2021. Foram realizadas seis entrevistas via *online* a colaboradores da empresa Stellantis Mangualde, foi entrevistada a responsável pelo departamento da Performance industrial e Inovação, a encarregada do projeto INDTECH 4.0, o gestor do projeto da secção da ferragem, o gestor do projeto da secção da pintura, o gestor do projeto da secção da montagem e o informático do projeto em causa, aos quais foi atribuído um código, segundo a tabela 1, para facilitar a análise de conteúdo. As entrevistas tiveram por base dois guiões pré-preparados, um destinado aos responsáveis pela implementação do projeto e outro aos engenheiros do projeto. No total, os guiões eram formados por nove perguntas abertas, que visavam dar resposta ao objetivo geral e aos

específicos. As perguntas dividiram-se, de forma a conseguir abordar na prática tanto a temática das ferramentas da Indústria 4.0 como a competitividade organizacional.

Os dados recolhidos foram sujeitos a uma análise de conteúdo, relacionando-os com os conceitos explanados na revisão de literatura. Para apresentação dos resultados foi adotado o método proposto por Miles & Huberman (1994) citado por Batista et al. (2017) de redução dos dados, (focalização, simplificação e transformação dos dados originais em sumários organizados), apresentação e conclusão/verificação. O recurso à análise de conteúdo é uma técnica bastante utilizada nas investigações qualitativas na área da administração (Mozzato & Grzybovski, 2011).

Tabela 1 Codificação dos entrevistados

Responsável pelo departamento de Performance industrial e Inovação	C1
Encarregada do projeto INDTECH 4.0	C2
Gestor do projeto da secção da ferragem	C3
Gestor do projeto da secção da pintura	C4
Gestor do projeto da secção da montagem	C5
Informático responsável pelo projeto em causa.	C6

3. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A entrevista foi dividida em quatro fases procurando responder às questões levantadas pelo objetivo geral e pelos objetivos específicos. O perfil sociodemográfico dos entrevistados contém parâmetros tais como: género, idade, formação, cargo que desempenham e os anos que trabalham na Empresa; de forma a efetuar a caracterização sociodemográfica da amostra.

Relativamente ao género (33,33%) dos entrevistados são do género feminino e (66,67%) são do género masculino. A média das idades dos colaboradores entrevistados é de 48 anos e todos têm como formação a

licenciatura. Os cargos que os mesmos desempenham são: responsável pelo departamento da Performance Industrial e Inovação, encarregada do projeto INDTECH 4.0, gestor do projeto na secção de Ferragem, Pintura e Montagem e informático do projeto. Todos os colaboradores trabalham na Empresa Stellantis em Mangualde, em média, há mais de 22 anos, conforme dados apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização da amostra

Designação	Género	Idade	Formação	Cargo que desempenha	Anos que trabalha na Empresa
C1	Feminino	47	Licenciatura	Responsável pelo departamento da Performance Industrial e Inovação	24
C2	Feminino	48	Licenciatura	Encarregada do projeto INDTECH 4.0	21
C3	Masculino	50	Licenciatura	Gestor do projeto da secção da Ferragem	20
C4	Masculino	51	Licenciatura	Gestor do projeto da secção da Pintura	23
C5	Masculino	45	Licenciatura	Gestor do projeto da secção da Montagem	22
C6	Masculino	44	Licenciatura	Informático do projeto	19

Como já referido, a opção pelo método de estudo de caso único, prende-se com o facto de a empresa em causa ter desenvolvido um projeto que envolve a implementação de tecnologias de Indústria 4.0, sendo pertinente que se relate a história da empresa e que se clarifiquem algumas informações sobre o projeto e os seus resultados, no sentido de gerar informação útil para gestores deste e de outros setores e contribuir para o avanço do conhecimento sobre a temática em estudo.

A empresa Stellantis em Mangualde, foi fundada em 1962, a sua atividade é a indústria automóvel e pertence ao Grupo Stellantis que se destaca por ser considerado líder em termos de mobilidade global. Em fevereiro de 1964, o centro de produção de Mangualde começou por produzir o modelo 2CV, que marcou a história da empresa até à data. A

mais recente implementação que fizeram foi a implementação do projeto “INDTECH 4.0 – Novas tecnologias para fabricação inteligente”, teve início em março de 2018 e veio revolucionar o processo de produção da empresa. Projeto este que tem como objetivo geral implementar tecnologias inovadoras no contexto da Indústria 4.0, tendo o auxílio de vários parceiros tanto empresariais como centros de investigação, como por exemplo a Motofil Robotics, a RARI, a Neadvance, a FEUP, a UBI, entre outras entidades. De referir, que para a concretização/iniciação deste projeto, houve a implementação de diferentes robôs ao longo da linha de produção que está dividida em seis setores: Ferragem, Pintura, Montagem, Qualidade, Logística e Zona Picking. No entanto apenas as secções da Ferragem, Pintura e Montagem foram alvo da implementação de tecnologias da Indústria 4.0, ou seja, tem postos que são ocupados por robôs apesar de o projeto em causa ainda estar numa fase inicial.

As perguntas efetuadas aos diferentes colaboradores da empresa divergiram, uma vez que, dependeu da área do conhecimento e atuação de cada entrevistado.

Para dar resposta aos objetivos específicos do presente estudo, tentou perceber-se como é que a empresa procedeu à implementação de tecnologias da Indústria 4.0, quais foram as tecnologias implementadas e quais os principais efeitos da sua aplicação na competitividade da empresa.

A análise às entrevistas foi feita de acordo com a técnica de análise de conteúdo, do tipo temático e frequência (Amado, 2000). Para esse fim, foi feita a transcrição das entrevistas, seguida da sua leitura integral.

Tabela 3 - Implementação da Indústria 4.0

Como surgiu a ideia de implementar a IA e por consequência a indústria 4.0?	“O objetivo da implementação da indústria 4.0 é a redução de custos, quanto maior é o nível de automatização menor é o custo com a mão de obra.” C1, C3, C5 e C6
	“A necessidade de implementar este projeto surge como forma de nos manter competitivos, porque se não robotizamos algumas operações deixamos de ser competitivos a nível mundial.” C2 e C4

Com este projeto a empresa pôde ter vantagens, tais como redução de custos, aumento da performance industrial, maior volume de produção, eliminação de operações que prejudicam a saúde dos colaboradores, nomeadamente na secção de pintura e montagem, redução do timing de produção e a possibilidade de tratar um grande volume de dados com a utilização do Big Data (C1, C2 e C6). Esta última vantagem referida pelo informático do projeto (C6) está a revolucionar a gestão de dados da empresa Stellantis Mangualde, na medida em que permite, por exemplo, antever avarias e aceder remotamente à informação, para intervir, se necessário.

Na tabela 3 podemos verificar que as duas ideias principais, apresentadas, diferem em alguns aspetos. Os colaboradores quando confrontados com a pergunta acerca de como surgiu a ideia da implementação de tecnologias da indústria 4.0, seguiram duas linhas de pensamento, uma foca-se nos custos e outra na competitividade, o que vem ao encontro do descrito na literatura por (Backes et al., 2020; Bigliardi et al., 2020; Kagermann et al., 2013), que afirmam ser necessário criar novos métodos e utilizar novas ferramentas de forma a que as empresas se mantenham competitivas no mercado e de Voisin et al. (2018) que são de opinião que a Indústria automóvel investe em novas tecnologias e automatizações para conseguir ser competitiva em termos de tempo e de qualidade. Vai também ao encontro dos resultados obtidos no estudo de (Stachová et al. 2019), que referem que a implementação da Indústria 4.0 para além de gerar valor e ajudar na integração dos funcionários é também um estimulante para a empresa manter a sua competitividade.

Tabela 4 – Tecnologias da Indústria 4.0 implementadas

Quais foram as tecnologias implementadas com o projeto INDTECH 4.0?	“Nas secções de produção foi a robótica avançada - robôs, e as tecnologias complementares foram o Big Data e a IdC” C1, C2 e C6
---	--

De acordo com o responsável pelo departamento de Performance Industrial e Inovação da empresa, do encarregado do projeto INDTECH 4.0 e do Informático do projeto, as tecnologias implementadas foram a Robótica avançada – robôs, nas secções de ferragem, pintura e montagem, o Big-Data para o acesso e tratamento da informação e IdC.

Tabela 5 - Dificuldades na implementação da Indústria 4.0

Quais as maiores dificuldades na implementação do projeto?	“A dificuldade principal foi termos que adaptar os equipamentos existentes no mercado às nossas necessidades em específico.” C1, C3 e C5
	“Uma das principais dificuldades foi conseguir mudar os paradigmas e os colaboradores entenderem esta mudança.” “Outra dificuldade é o facto de se ter atingido um nível muito grande de robotização e de não ser tão fácil evoluir a partir de agora, devido ao custo dos equipamentos.” C2, C4 e C6

Uma das principais dificuldades que surgiram ao implementar o projeto foi o facto de terem que adaptar os equipamentos já existentes no mercado às suas necessidades, para isso contaram com o auxílio das entidades que cooperam diretamente com a empresa na implementação do projeto. No entanto como podemos verificar na tabela 5, também existiram outras dificuldades tais como, a dificuldade de compreensão por parte de alguns colaboradores à mudança e a dificuldade de robotizar mais a linha de produção no futuro.

Tabela 6 - Como conseguiram superar as dificuldades sentidas

Como conseguiram superar as dificuldades? Que estratégias utilizaram?	“Superamos esta dificuldade através da procura de entidades que trabalhem connosco para que possamos desenvolver algo que satisfaça a nossa necessidade.” C1, C4, C5 e C6
	“De forma a controlar isso tentamos procurar informações acerca de apoios dados por parte do Governo porque não podemos ficar para trás, temos que continuar a evoluir.” C1 e C2

As estratégias utilizadas para ultrapassar as dificuldades nomeadas, foi o desenvolvimento de parcerias com algumas entidades, como por exemplo universidades, como a FEUP, a UBI e empresas especializadas nas tecnologias da Indústria 4.0, como a Motofil Robotics, a RARI, a Neadvance, de forma a que se conseguisse chegar ao “robô” ideal e que satisfizesse as necessidades das diferentes secções de produção. Recorreram também a financiamentos do Governo como é o caso do apoio financeiro da União Europeia (FEDER) que apoiou a empresa em 5.323.429,11 € (C1, C2).

Tabela 7 - Evoluções resultantes da implementação da Indústria 4.0

Quais as evoluções sentidas decorrentes da implementação do projeto INDTECH 4.0?	“As vantagens são imensas para além da redução de custos, pode-se produzir com um menor esforço, aumentar a performance industrial e diminuir os custos inerentes.” C1 C4 C5 C6 “Uma das vantagens deste projeto é o facto de eliminar operações do processo produtivo que podem prejudicar os colaboradores em termos de saúde.” C2 C3
--	--

Relativamente às evoluções sentidas pelos entrevistados, decorrentes da implementação do projeto, estes demonstraram que existiu uma diminuição de custos associado a uma melhoria das condições de trabalho por parte dos colaboradores da linha de produção, que executavam tarefas repetitivas. Esta é uma conclusão, também corroborada por Kusmin et al. (2018) que no seu estudo concluíram que a introdução de robôs veio eliminar algumas tarefas pesadas e repetitivas, promovendo a motivação e a satisfação no emprego.

Tabela 8 - As máquinas conseguem substituir os humanos?

Sentem que as máquinas conseguem substituir a 100% o ser humano?	“Relativamente ao facto de as máquinas substituírem 100% os humanos isso não é possível principalmente na tarefa de verificar a qualidade dos produtos.” C3, C4 e C5
	“Na tarefa que as máquinas executam, elas substituem a 100% o ser humano, toda a interface humana foi eliminada nessas operações.” C1, C3, C4 e C6

Quanto ao facto de os robôs implementados substituírem a 100% os colaboradores, C1, C3, C4 e C6 concordaram com a afirmação. Na secção da Ferragem, o gestor do projeto, entende que os robôs (IA) conseguem substituir o ser humano nas tarefas que estes desempenham, assim como C4 gestor da secção da Pintura. Já na secção de Montagem, C5 o gestor do projeto não concorda com a afirmação, uma vez que, nesta secção é extremamente difícil automatizar as operações. Por essa razão na secção da Montagem é imperativo que os robôs detenham visão artificial (neste momento tem visão 3D), porque na maior parte das vezes os carros quando passam pelos robôs não se encontram sempre na mesma posição, nem são sempre do mesmo modelo.

Tabela 9 - A competitividade no setor automóvel

O setor automóvel é um setor competitivo?	“Claramente que nos destacamos no setor e aumentámos a nossa competitividade, uma vez que conseguimos produzir mais quantidade com menos recursos. O setor automóvel é um setor extremamente competitivo.” C1, C2
	“A indústria automóvel é uma indústria muito evolutiva, é logico que todas as empresas e nós em particular tenhamos que estar em constante evolução. Ainda mais este projeto que nos permite estar num patamar de igualdade com todos os outros players industriais do ramo automóvel.” C2 e C6

Apesar da implementação de ferramentas da Indústria 4.0 ter provocado mudanças na empresa, esta representa uma necessidade do ramo automóvel que está sempre em evolução, opinião esta que foi unânime entre todos os entrevistados. Para que a Stellantis Mangualde se mantenha competitiva precisa de robotizar algumas operações do processo produtivo (C2). Nesse sentido procuraram atualizar-se o mais possível para que se conseguisse produzir mais com menos recursos e em menor tempo.

Tabela 10 - Soluções para avarias

Quando um robô avaria como solucionam o problema?	<p>“Se as máquinas avariarem existe o modo degradado (produção manual) que não respeita o tempo de ciclo que a operação iria demorar, no entanto as operações podem ser executadas por um colaborador de forma que não se perca mais tempo, porém vamos sempre apresentar perda de produção.” C3, C4 e C5</p> <hr/> <p>“Normalmente a manutenção quer preventiva quer as reparações de avarias são feitas com recursos da fábrica. No entanto se pudermos resolver essas pequenas disfuncionalidades no tempo de ciclo (3 minutos), não se perde nada, afetaram-se recursos da empresa.” C3 e C6</p>
---	--

Interessou perceber se é frequente os robôs avariarem, pelo facto de estes funcionarem durante três turnos. Os gestores de cada secção C3, C4 e C5, responderam que tinham um plano de manutenção preventiva que se encontra num programa de manutenção que está relacionado e utiliza os conceitos da IdC (são apenas pequenos equipamentos) e Armazenamento em nuvem, mas (os sistemas de manutenção ainda não se encontram interligados com a IA) C6. Essas manutenções são executadas no período de descanso dos colaboradores, que por esse mesmo motivo permitem prevenir algum tipo de avarias e economizar tempo C3, C4 e C5. Existem planos de manutenção inseridos num programa da fábrica intitulado de “compas” que permite ao técnico de manutenção perceber o que tem que fazer e quais as peças que tem de utilizar. Ainda assim existem três

equipas de manutenção, uma por cada turno, caso seja necessário realizar algum procedimento, C1, C3, C4 e C5.

No entanto como os robôs trabalham muitas horas, acabam por avariar ainda que se faça manutenção preventiva, dado isto foi importante perceber quais seriam os procedimentos que se deveriam adotar. O procedimento seguido é: 1.º passo; verificam qual a avaria do robô e se esta implicar mudança de peças, a linha de produção é parada para efetuar a manutenção, 2.º passo; apurar se a reparação será efetuada no tempo de ciclo, caso contrário é acionado o modo degradado (produção manual) C4. Neste aspeto Barros e Passos, (2021) consideram necessário a implementação e utilização de ferramentas SMED que possam agilizar o processo produtivo.

Tabela 1 - Layoff

O facto de deterem indústria 4.0 ao vosso dispor ajudou-vos no período em que os trabalhadores passaram a estar em layoff?	“Não porque nesse período encerramos a fábrica.” C1, C2, C3, C4 e C5
	“Graças à indústria 4.0 consigo estar ligado aos servidores da fábrica e consigo trabalhar a partir de casa, tenho acesso a um programa SAP que dá para todas as fábricas do mundo. Consigo ver se tenho peças para fazer manutenção de alguma máquina.” C6

No que diz respeito ao período de layoff que atravessamos devido à pandemia por Covid-19, os entrevistados explicaram que não sentiram qualquer vantagem da instalação de tecnologias da Indústria 4.0 neste período, uma vez que, encerraram a fábrica. Contudo, quando reiniciaram a produção, fizeram-se sentir por parte dos colaboradores que necessitaram de ficar em confinamento algumas vantagens, como por exemplo a monitorização das máquinas à distância, consulta dos stocks através de programas existentes e acesso aos documentos necessários devido à implementação do Big Data (C6). Segundo Strange e Zucchella (2017) a introdução de tecnologias mais avançadas começaram por ser adotadas por grandes empresas, visto que neste momento já não implicam um investimento tão grande, quanto o necessário aquando do seu surgimento, e houve uma melhoria

significante na sua confiabilidade. O que vem ao encontro da linha de pensamento de Oliveira & Ferreira (2021), que referem que as empresas, no período da pandemia por covid-19, tiveram que se adaptar ao novo contexto que emergiu, alinhando-se ao ambiente de negócios, dinâmico e altamente competitivo.

CONCLUSÃO

A implementação das tecnologias da Indústria 4.0 são uma realidade e necessidade por parte das empresas automobilísticas.

O presente estudo deu resposta ao objetivo geral e aos específicos, visto que, pela análise das respostas às entrevistas efetuadas, podemos concluir que o projeto INDTECH 4.0, desenvolvido na Stellantis Mangualde, que consiste na implementação de tecnologias da Indústria 4.0, surgiu da necessidade da empresa reduzir custos de produção e de se manter competitiva a nível mundial.

As tecnologias da Indústria 4.0, implementadas foram os robôs, na linha de produção, especificamente na secção de ferragens, pintura e montagem o Big Data e a IdC. As vantagens mais evidentes, referidas pelos entrevistados, foram a produção com menor esforço, a redução de custos e tempo de produção, aumento da produção e do desempenho industrial, eliminação de operações do processo produtivo prejudiciais à saúde dos operadores, melhoria das condições de trabalho e o aumento da motivação dos colaboradores, resultados que vão ao encontro de outros estudos, nomeadamente de (Backes et al., 2020; Bigliardi et al., 2020; Kagermann et al., 2013; Voisin et al., 2018).

A implementação do Big Data, permitiu o controlo da informação à distância em tempo real, a vigilância remota das operações e a fundamentação da tomada de decisão. As maiores dificuldades sentidas na implementação do projeto foram a adaptação dos equipamentos às necessidades da empresa e ao elevado nível de robotização e fazer entender a mudança de paradigma aos colaboradores.

No setor automóvel a competitividade é notável e a Stellantis Mangualde, antes da implementação do projeto INDTECH 4.0, já utilizava métodos e ferramentas que visam a otimização da produção

como Lean, SMED e os 5S que reduzem o tempo das operações da produção.

O estudo apresenta limitações por se tratar de um estudo de caso único com apenas seis entrevistas o que dificulta a generalização das conclusões, no entanto constitui um significativo contributo para a reflexão e evolução do conhecimento do tema explanado. Esta exposição pode fornecer informações uteis aos gestores do setor e a outros, no que diz respeito à utilização de tecnologias da Indústria 4.0 como vantagem competitiva nas organizações do sector automóvel.

Pôde ainda concluir-se que as tecnologias da Indústria 4.0 têm uma importância significativa no desenvolvimento e agilização do processo produtivo e na competitividade da organização em estudo, o desenvolvimento realizado em termos de gestão de informação permitiu um melhor desempenho por parte dos robôs e, a automatização das operações que revolucionou o processo produtivo em termos de tempo, custos e qualidade.

Para a realização de futuros estudos sugerem-se estudos de caso múltiplos, com maior número de entrevistas, para se obterem dados e conclusões mais robustos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamik, A. & Nowicki, M. (2018). Preparedness of companies for digital transformation and creating a competitive advantage in the age of Industry 4.0. *Proceedings of the 12th International Conference on Business Excellence2018*. 3, 10-24.
<https://doi.org/10.2478/picbe-2018-0003>
- Amado, J. (2000). A Técnica de Análise de Conteúdo. *Revista Referência*, 5, 53–63.
- Annunziata, M. & Evans, P. C. (2012). Industrial internet: Pushing the boundaries of minds and machines. *General Electric*. 26.
- Backes, D., Arias, M., Storopoli, J., & Ramos, H. (2020). Os efeitos da pandemia de Covid-19 sobre as organizações: um olhar para o futuro. *Revista Ibero Americana de Estratégia (RIAE)*, 19(4).
<https://doi.org/10.5585/riae.v19i4.18987>

- Barney, J. & Hesterly, W. (2006). *Strategic management and competitive advantage. Concepts and cases*. Pearson Education.
- Barros, F. & Passos, C. (2021). Implementação do SMED em ambiente LEAN. *Gestão e Desenvolvimento*. 29, 31-59. <https://doi.org/10.34632/gestaoedesenvolvimento.2021.9780>
- Batista, E.C., de Matos, L.A.L. & Nascimento, A.B. (2017). A entrevista como técnica de investigação na pesquisa qualitativa. *Revista Interdisciplinar Científica Aplicada*. 11(3), 23-28. <https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/rica/artic le/view/17910>
- Beier, G. U., Ullrich, A., Niehoff, S., Reißig, M. & Habich, M. (2020). Industry 4.0: How it is defined from a sociotechnical perspective and how much sustainability it includes: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 259, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120856>
- Bigliardi, B. B., Bottani, E. & Casella, G. (2020). Enabling technologies, application areas and impact of industry 4.0: A bibliographic analysis. *Procedia Manufacturing*. 42, 322-326. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.086>
- Boichuk, N. (2020). Identification and evaluation of industry 4.0 solutions in the automotive industry – a case study. *Scientific papers of silesian university of technology organization and management*. 147, 54-64. <http://dx.doi.org/10.29119/1641-3466.2020.147.4>
- Borges, A. (2019). *Ações de Melhoria para o controlo da Qualidade e Desempenho na Indústria Automóvel*. (Dissertação de mestrado, Universidade de Coimbra). Repositório da Universidade de Coimbra. <http://hdl.handle.net/10316/86476>
- Chakravorti, B. (2010). Finding competitive advantage in adversity. *Harvard Business Review*. 88, 102-108.
- Chikán, A., & Czakó, E., (2009). Vállalati versenyképesség válsághelyzetben. Versenyképesség Kutató Kozpont.
- Desarbo, W. S., Di Benedetto, C. A., Song, M., & Sinha, I. (2005). Revisiting the miles and snow strategic framework: Uncovering interrelationships between strategic types, capabilities, environmental

- uncertainty, and firm performance. *Strategic Management Journal*, 26(1), 47–74.
<https://doi.org/10.1002/smj.431>
- Doshi, A. S., Smith, R.T., Thomas, B.H. & Bouras, C. (2017). Use of projector based augmented reality to improve manual spot-welding precision and accuracy for automotive manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 89, 1279-1293. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9164-5>
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology*. 29, 910-936.
<https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- Ghobakhloo, M., & Fathi, M. (2020). Corporate survival in Industry 4.0 era: the enabling role of leandigitized manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(1), 1–30.
<https://doi.org/10.1108/JMTM-11-2018-0417>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. & Palaniswami, M. (2013). Internet of Thing (IoT): a vision, architectural elements and future directions. *Future Generation Computer Systems*. 29, 1645-1660.
<https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5–14.
<https://doi.org/10.1177/0008125619864925>
- Harari, Y. N. (2018). 21 Lições para o Século XXI (7ª ed.). Elsinore.
- Hermann, M. P., Pentek, T. & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. *Proceedings of 49th Hawaii International Conference on System Sciences HICSS*. 3928-3937.
- Kagermann, H. W., Wahlster, W. & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0*. Communication Promoters Group of the Industry - Science Research.
- Kiron, D. & Shockley R. (2011). Creating Business Value with Analytics MIT. *Sloan Management Review*. 53, 57-63.

- Kusmin, K. L., Tammets, K. & Ley, T. (2018). University-industry Interoperability Framework for Developing the Future Competences of Industry 4.0. *Interaction Design and Architecture(s) Journal*. 38, 28-45.
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*. 6, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>
- Miśkiewicz, R. (2019). Industry 4.0 in Poland - Selected aspects of its implementation. *Organization and Management Series*. 403-413. <http://dx.doi.org/10.29119/1641-3466.2019.136.31>
- Mozzato, A., & Grzybovski, D., (2011). Análise de Conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: Potencial e Desafios. *Revista de Administração Contemporânea*. 15, 731-747. <https://doi.org/10.1590/S1415-65552011000400010>
- Müller, J.M., Kiel, D., and Voigt, K.I. (2018). What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. *Sustainability*. 10, 247-271. <https://doi.org/10.3390/su10010247>
- Nichols, A. W. (2022). Implementing ISO 9001:2015 : a practical guide to busting myths surrounding quality management systems. IT Governance Publishing.
- Oliveira, A. & Ferreira, A. (2021). As principais tipologias estratégicas: uma revisão da literatura. *Gestão e Desenvolvimento*. 29, 159-176. <https://doi.org/10.34632/gestaoedesenvolvimento.2021.9788>
- Porter, M.E. (2008). Competitive advantage. creating and sustaining superior performance. *The Free Press*.
- PSA Groupe. (08 de Maio de 2018). O Centro de Mangualde do Groupe PSA na vanguarda da 4ª Revolução Industrial: Projeto INDTECH 4.0 em execução!:
<https://site.groupe-psa.com/mangualde/pt-pt/atualidades/atividade/centro-de-mangualde-do-groupe-psa-na-vanguardia-4a-revolucao-industrial-projeto-indtech-4-0-em-execucao/>
- PSA Groupe. (2018). Projeto INDTECH 4.0: <https://site.groupe-psa.com/mangualde/pt-pt/o-futuro/projetos/indtech-4-0/>

- Ponsignon, F., Kleinhans, S., & Bressolles, G. (2019). The contribution of quality management to an organisation's digital transformation: a qualitative study. *Total Quality Management and Business Excellence*, 30(sup1), S17–S34.
<https://doi.org/10.1080/14783363.2019.1665770>
- Rao, C.B. (2016). *Competitive strategy. A contemporary Retake*. Leader Crest Academy. *Notion Press*.
- Rodrigues, B., & Andrade, A. (2021). O potencial da inteligência artificial para o desenvolvimento e competitividade das empresas: uma scoping review. *Gestão e Desenvolvimento*, (29), 381-422.
<https://doi.org/10.34632/gestaoedesenvolvimento.2021.10038>
- Sampieri, R., Collado, C., & Lucio, P. (2014). *Metodologia de La Investigacion* (6ª ed.). McGraw-Hill
- Sarvankar, S.G. & Yewale, S.N. (2019). Additive Manufacturing in Automobile Industry. *International Journal of Research in Aeronautical and Mechanical Engineering*. 7(4), 1-10.
- Stake, R. (1999). Investigación con estudio de casos.
- Strange, R., & Zucchella, A. (2017). Industry 4.0, global value chains and international business. *Multinational Business Review*, 25(3), 174-184. <https://doi.org/10.1108/MBR-05-2017-0028>
- Szabo, E., Bajkai-Toth, K., Rudnak, I. & Magda, R. (2021). The role of human resource in organizational performance in the automotive industry. *Journal of Management*, 37, 1648-7974.
<http://doi.org/10.38104/vadyba.2021.1.02>
- Tong, S., & Lim, W. (2016). Made in China 2025: A Grand Industrial Ambition., Singapore: East Asian Institute. *National University of Singapore*.
- Violante, A., & Andrade, A., (2022). O Potencial da Inteligência Artificial na Gestão. *Revista Gestão e Desenvolvimento*, 30 (2022), 439-479.
<https://doi.org/10.34632/gestaoedesenvolvimento.2022.11627>
- Voisin, A., Laloix, T., Iung, B. & Romagne, E. (2018). Predictive Maintenance and part quality control from joint product-process-machine requirements: Application to a machine tool. *Procedia Manuf.* 16, 147–154.

<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.166>

Wolff, F., Schmitt, K., Hochfeld, C. (2007). *Competitiveness, innovation and sustainability - clarifying the concepts and their interrelations*. ÖkoInstitute

Yin, Y., Stecke, K. & Li, D. (2017). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*. 56, 848-861.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1403664>

Yin, R. K. (2009). *Case study research: design and methods*. (4th ed.). Los Angeles: Sage.

Creative Commons Attribution License | This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.