



## **APLICAÇÃO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA DESTINADA À APRENDIZAGEM DO ENSINO SUPERIOR SOBRE A TEMÁTICA INOVADORA INDÚSTRIA 4.0 E INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3917

Priscilla Chantal Duarte Silva - priscillachantal@unifei.edu.br  
Universidade Federal de Itajubá

Isabella Carolina Conceição - isabelllacefetmg@gmail.com  
Universidade Federal de Itajubá

Ricardo Luiz Perez Teixeira - ricardo.lui@unifei.edu.br  
Universidade Federal de Itajubá

**Resumo:** *Este trabalho tem como objetivo guiar os professores na pesquisa de temas inovadores, como os possíveis impactos da indústria 4.0 (manufatura avançada) no setor de estampagem da indústria automobilística, por meio da análise dos discursos científicos recentes. Utiliza-se como base metodológica a revisão sistemática da literatura, trazendo uma síntese de toda evidência relevante sobre a temática. Adotou-se como teor metodológico a metodologia PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para análise quantitativa, acerca dos caminhos da manufatura avançada no setor de estampagem automobilística e os principais componentes da manufatura avançada. Os resultados mostram que a produção técnico-científica sobre manufatura avançada e estampagem automotiva ainda é bem recente e pouco desenvolvida. Porém, pode-se ter o entendimento sobre a evolução e implantação do tema, bem como dos novos paradigmas e, consequentemente, novos impactos socioeconômicos decorrentes.*

**Palavras-chave:** *ensino superior; indústria 4.0; inovação; manufatura avançada; revisão sistemática da literatura*



## **APLICAÇÃO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA DESTINADA À APRENDIZAGEM DO ENSINO SUPERIOR SOBRE A TEMÁTICA INOVADORA INDÚSTRIA 4.0 E INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

### **1 INTRODUÇÃO**

A etapa de revisão bibliográfica é essencial para todo trabalho acadêmico. Com ela é possível aproveitar e aplicar diferentes pesquisas, observar eventuais falhas, conhecer recursos necessários, verificar a necessidade de pesquisas adicionais, desenvolver estudos que encubram brechas, formular hipóteses, metodologias inovadoras, entre outros (DOS SANTOS GERMANO, 2021).

O método de revisão sistemática da literatura em conjunto com a recomendação PRISMA (2015), desenvolvida por 29 revisores, inicialmente para ciências médicas, são formas de se trabalhar o aprendizado científico em temas inovadores, com literatura escassa. Apesar do desenvolvimento dessa metodologia estar inicialmente relacionado a uma área específica da ciência, aos poucos ela vem se estendendo para as demais áreas do conhecimento científico como a ciências sociais aplicadas. Nesse contexto, o estudo visa como é possível aplicar essa metodologia no ensino superior para as engenharias. Esta metodologia trata-se de uma síntese científica em que toda a busca da literatura se centra numa questão norteadora.

Na visão de Bettany-Saltikov (2012), a revisão sistemática tem o objetivo de identificar, avaliar e sintetizar evidências de estudos de alta qualidade e relevantes para a literatura específica, avaliando a qualidade desses por meio de critérios específicos e análise de riscos de viés. Vale lembrar que a qualidade dos estudos se orienta no rigor metodológico adotado, bem como a efetiva seleção por avaliação por pares. Além disso, vale lembrar que a metodologia exige um conjunto de critérios no processo de seleção e busca dos estudos nas bases de dados, obrigando o autor a investigar de forma mais criteriosa e robusta o tema de estudo. Com base na revisão sistemática da literatura: escolha do tema e elaboração da questão de pesquisa; estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão de estudos; categorização dos estudos selecionados; análise e interpretação dos resultados; apresentação da revisão e síntese do conhecimento. Para o desenvolvimento e elaboração de um trabalho dessa natureza, seguem-se as seguintes etapas, com base na revisão sistemática da literatura: (i) escolha do tema e elaboração da questão de pesquisa; (ii) estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão de estudos; (iii) categorização dos estudos selecionados; (iv) análise e interpretação dos resultados; (v) apresentação da revisão e síntese do conhecimento.

Uma temática inovadora e relevante para o contexto industrial brasileiro, e que se recomenda a ser trabalhada para o ensino superior pela revisão sistemática da literatura, é relação entre a Indústria 4.0 (I4) e o setor fabril automotivo. Os sistemas de fabricação utilizados na indústria automotiva também têm de enfrentar os desafios do século XXI. Dentre os desafios, Wrobel e Sidzina (2021) destacam: mudanças demográficas na sociedade; a permanente variabilidade dos processos tecnológicos e a crescente complexidade dos produtos; padronização dos processos de fabricação; curta vida operacional dos produtos; alta flexibilidade das linhas de fabricação; implementação de tecnologia da informação e tecnologia de comunicação entre fábricas inteligentes cooperantes; autonomia das linhas de fabricação; capacidade de autocontrole de operação



das linhas; rastreabilidade da qualidade e parâmetros dos produtos manufaturados, e novas propriedades de materiais usados para fabricar os produtos. A I4 viabiliza solução para esses problemas, além disso trazer soluções para a precisão dimensional da forma e parâmetros mecânicos é seu principal objetivo (MILISAVLJEVIC-SYED *et al.*, 2019; WROBEL, 2021).

No contexto atual da I4 ou manufatura avançada, o mundo encontra-se diante de uma nova revolução industrial em curso em um ritmo mais rápido que as anteriores. A protagonista da vez é a internet, recurso que permite a adoção dos chamados sistemas inteligentes, altamente automatizados e com poder decisório com autonomia na interação máquina-máquina e homem-máquina. Ela torna comum a utilização de sistemas ciberfísicos (CPS), internet das coisas (*IoT*), internet dos serviços (*IoS*), robótica, *Big Data*, Armazenamento em nuvem e realidade aumentada (TEIXEIRA *et al.*, 2019; WROBEL & SIDZINA, 2021, TEIXEIRA *et al.* 2021; DA CUNHA, 2021).

O significado e implicações na sociedade pela implantação da indústria 4.0, de uma forma geral, são oriundas de discursos técnicos e científicos. Esses discursos foram propagados inicialmente na Alemanha e, logo depois, nos Estados Unidos da América pela manufatura enxuta e na China pelo *made in China*. Esses discursos traziam a ideia de uma nova indústria/serviços, cujas informações e dados eram interligados de forma mais otimizada, integrativa, segura e confiável, conceitos alinhados com *IoT*, o *Big Data* e o trabalho em nuvem (TEIXEIRA *et al.* 2021). Apesar de não estar diretamente ligado à I4, mas ao tripé da sustentabilidade, ao se otimizar a produção, tem-se um efeito na minimização de diversos resíduos e no consumo energético. O tripé da sustentabilidade aliado à I4 traz consigo conceitos de sustentabilidade na produção, de modo que o lucro é aliado à responsabilidade ambiental e social (DA CUNHA, 2021).

Um novo conceito trazido pela I4 que vem sendo empregado nas estamparias de metais é a otimização da produção com o emprego da *Internet of Production (IoP)*. Na *IoP* tem-se o emprego de sistemas de *IoT* e arduinos (placas de prototipagem eletrônica, geralmente de código aberto), que permitem a atuação remota direta na produção a partir das informações ou variáveis de produção, de acordo com padrões ou metas estabelecidos pela empresa. O objetivo da *IoP* consiste em aumentar a capacidade de fabricação para atender a uma maior eficiência além de contribuir para reduzir custos, melhorar a qualidade e aumentar as margens de lucro nas empresas de manufatura. Porém, essa tecnologia ainda apresenta desafios em sua implementação pela grande quantidade de dados envolvidos no processo e infraestruturas atuais que não são compatíveis com os modelos e sistemas de armazenamento de dados existentes (ANUSHA, 2019; NIEMIETZ *et al.*, 2019).

Tendo em vista a relevância para o aprendizado do tema proposto quanto aos impactos da I4 na indústria automobilística, o presente trabalho procura desenvolver uma análise sobre a difusão da manufatura avançada, suas aplicações e implicações no setor de estampagem da indústria automotiva, por meio de uma revisão sistemática da literatura com o emprego da metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA, 2015).

## 2 METODOLOGIA

A questão norteadora apresentada ao final da introdução foi elaborada a partir da estratégia PI(E)CO, para enquadramento da pesquisa, cujas letras indicam: Problema ou População, Intervenção, Indicação de interesse ou exposição, Comparação/ Procedimento





padrão e Desfechos/resultados esperados. Em um segundo momento, aplicou-se a técnica de questionário a empresas do setor para que se pudesse entender a realidade das fábricas, os discursos sobre a implantação e planejamento de implantação da I4 e tecnologias que já estão sendo empregadas.

## 2.1 Revisão Sistemática da Literatura

A metodologia de revisão sistemática da literatura vai além da atividade usual de produção de uma revisão de literatura como parte de um trabalho de pesquisa acadêmica. Essa modalidade de pesquisa compreende uma série de etapas, considerando todos os registros relevantes quanto à elegibilidade, avaliação de risco de viés, extração de dados e síntese qualitativa dos estudos até possivelmente meta-análises. Tal metodologia possui o objetivo de reunir todas as evidências empíricas que atendam aos critérios de elegibilidade para responder uma pergunta formulada de forma clara, e segue protocolos específicos, métodos sistemáticos e explícitos que são selecionados a partir de uma vasta busca na literatura, sobretudo, em bases de dados confiáveis com uma visão para minimizar o viés para identificar, selecionar e avaliar criticamente muitos estudos originais de um determinado tema para, por fim, resumir os resultados de todos e tirar conclusões (PRISMA, 2015).

As principais características de uma revisão sistemática correspondem a: objetivos claramente definidos; busca sistemática com foco em estudos que atendam aos critérios de elegibilidade; avaliação da qualidade dos estudos incluídos; apresentação sistemática e sínteses das características e conclusões dos estudos incluídos. Por outro lado, a revisão de conveniência não apresenta critérios explícitos sobre como a revisão foi construída, considerando a falta de explicitação de critérios em sua elaboração, essa modalidade de revisão de literatura possui baixo nível de evidência científica. Portanto, quando comparada a revisão de conveniência, a revisão sistemática é considerada como evidência de alta qualidade. Tendo em vista que a tendência da literatura científica produzida anualmente é aumentar a uma taxa exponencial, as revisões sistemáticas se tornam cada vez mais importantes (SILVA *et al.*, 2022).

## 2.2 Metodologia ou protocolo Prisma

A qualidade das revisões publicadas ao redor do mundo é muito variável, podendo gerar muita confusão no momento do desenvolvimento de uma pesquisa de revisão sistemática. Para solucionar este problema, ferramentas têm sido desenvolvidas para auxiliar na verificação dos critérios mínimos de qualidade das revisões de literatura, antes, durante e após publicação (GALVÃO, 2019).

No presente trabalho utilizou-se a metodologia "*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*", comumente conhecida como PRISMA (2015), que trabalha com um *check list*. Este consiste em uma lista de verificação contendo 27 itens e um fluxograma de quatro etapas sobre os critérios de inclusão e exclusão de artigos, que contêm identificação, seleção, elegibilidade e inclusão. Quando devidamente seguidos, garante-se, de tal modo, uma representação efetiva do estado da arte, ao passo que se tem uma avaliação crítica de pesquisas publicadas.

Em termos conceituais do método de pesquisa empregado, o objetivo da recomendação PRISMA é auxiliar os autores a melhorarem a consistência do relato de revisões sistemáticas e meta-análises. Dessa forma, o método PRISMA apresenta-se como um método alternativo que auxilia – de modo sistematizado - na condução de pesquisas bibliográficas que melhor esclareçam temas que ainda possuem vacâncias na ciência a serem exploradas, como os impactos da indústria 4.0 no setor de estampagem





automobilística. Assim, são utilizadas como ponto inicial para comprovação da necessidade de pesquisas adicionais em determinadas áreas. Para tanto, esse estudo será pautado em algumas etapas, conforme recomendação do método, que serão apresentadas: identificação, triagem e elegibilidade.

### 2.3 Questão norteadora

A questão norteadora foi elaborada a partir da estratégia PI(E)CO, para enquadramento da pesquisa, cujas letras indicam: Problema ou População, Intervenção, Indicação de interesse ou exposição, Comparação/ Procedimento padrão e Desfechos/resultados esperados. Dessa forma, orientou-se o estudo por: Problema, a identificação dos possíveis impactos da indústria 4.0 no setor de estampagem automotiva, tendo em vista a restrita literatura na área e o despreparo das organizações brasileiras quanto à implementação das novas tecnologias; Indicação de interesse, verificar de que forma essas tecnologias modificaram os parâmetros da indústria, sobretudo os processos de estampagem do setor automobilístico, considerando os aspectos de fabricação, processamento do aço e montagem. Comparação, estabelecer um comparativo entre os artigos e analisar tecnologias referentes a I4 que vem sendo implementadas no setor de estampagem automotiva; Desfechos/resultados esperados, espera-se depreender quais são os impactos da I4, bem como de que forma os discursos abordam esses impactos. Sendo assim, a estratégia consiste em uma procura nas bases de busca de pesquisa, direcionando a questão para a obtenção descritores que apontem respostas à questão norteadora deste estudo: Quais os impactos da "indústria 4.0" no setor de estampagem da indústria automobilística?

### 2.4 Parâmetros utilizados

A próxima etapa refere-se ao refinamento de dados. Os artigos selecionados, portanto, responderam total ou parcialmente à questão norteadora, foram disponibilizados na íntegra e publicados no período de 2010 a 2021 (os últimos 10 anos). A seleção desse período se deve ao fato de que o desenvolvimento de estudos relacionados à I4, se iniciaram em 2011, o que justifica a falta de literatura acerca do tema anterior a essa data. Todos os artigos da pesquisa bibliográfica foram selecionados a partir de uma análise dos tópicos, contendo como chave de busca, formada pelos descritores sobre a temática da pesquisa, seja no título, resumo ou palavras-chave. As chaves de busca foram: *INDUSTRY 4.0 AND STEEL STAMPING* (em português: INDÚSTRIA 4.0 e ESTAMPAGEM DE AÇO). Os resultados da busca foram combinados utilizando os operadores Booleanos que são palavras que ensinam ao sistema a forma de combinar os termos da pesquisa. A chave de busca (*String* de busca Booleana) foram os termos-chave sobre a temática da pesquisa, seja no título, resumo ou palavras-chave. As chaves de busca foram: *INDUSTRY 4.0 AND STEEL STAMPING*. O operador Booleano *AND* ("E") resulta em um valor restritivo VERDADEIRO, em que todas as palavras-chave de busca são incluídas na pesquisa. No caso dos dois valores de entrada da operação forem "VERDADEIROS", contabiliza-se o artigo nos resultados, caso contrário o resultado é "FALSO" e este não é contabilizado nos resultados.

Selecionaram-se as seguintes bases para consulta: *Web of Science*, *Science Direct* e *IEEE*, conforme critérios de seleção da Tabela 1. A escolha se dá pela abrangência e dimensão das bases indicadas, como no caso da *Science Direct*, bem como à afinidade de estudos, como no caso da *Web of Science* e *IEEE*, que normalmente publica estudos voltados para a área de Engenharia. Posteriormente, iniciou-se a triagem de leitura a partir do título, resumo e palavras-chave, obedecendo a elegibilidade do protocolo para a seleção





dos artigos. E por fim, Avaliação da elegibilidade pela leitura do manuscrito em texto completo.

Tabela 1 - Critério de Seleção para a busca de artigos

CRITÉRIO DE SELEÇÃO	
Base de Pesquisa nos Bancos de Dados	<i>Web of Science, Science Direct e IEEE</i>
Tipo de documento buscado	Artigos publicados
Campo de Busca	Resumo, resultados e conclusão
Palavras-chave	<i>Industry 4.0 e Steel Stamping</i>
Assunto de Busca	<i>Engineering, Materials e Metallurgy</i>
Limite dos resultados	Ano: 2010 a 2021 (do início do ano 2010 a julho de 2021) Tipo de documento: Artigo Linguagem do documento: inglês Área de Estudo: <i>Engineering</i> (Engenharia) Resposta à pergunta-chave: "Quais os impactos da indústria 4.0 no setor de estampagem da indústria automobilística? "

Fonte: Dados do Autor

A amostra da consulta foi determinada a partir dos seguintes critérios de inclusão: 1) artigos científicos com data de publicação entre 2011 e 2021; 2) O idioma utilizado para a seleção foi o inglês, uma vez que se trata de um tema com abrangência mundial; 3) Incluíram-se artigos originais de pesquisa e de revisão, cujo tema respondesse total ou parcialmente à questão norteadora; 4) artigos que contenham no título, resumo ou palavras-chave os termos de busca de acordo com os booleanos lógicos adotados; 5) artigos que discutiam sobre a indústria 4.0 no processo de estampagem; 6) Incluíram-se artigos que abordavam indústria 4.0 e setor automobilístico. Quanto aos critérios de exclusão: 1) excluíram-se estudos que não respondessem à pergunta norteadora; 2) excluíram-se estudos publicados em outras línguas; 3) excluíram-se todos os artigos que não abordavam a temática no setor siderúrgico direcionados para a estampagem.

Posteriormente, fez-se a exclusão dos artigos duplicados. Para levantamento e apresentação dos dados, utilizou-se o PRISMA e, num segundo momento, realizou-se um questionário selecionando empresas atuantes no setor de estamparia automotiva. A Tabela 1 traz um resumo do critério de seleção adotado para a busca de artigos.

A estratégia consiste em uma busca nas bases de busca de pesquisa, direcionando a questão para a obtenção de descritores que apontem respostas à questão norteadora deste estudo centra-se: Quais os impactos da "indústria 4.0" no setor de estampagem da indústria automobilística?

Através do presente trabalho, foi possível observar o que vem sendo desenvolvido na área acadêmica e o que de fato vem sendo aplicado nas indústrias, além das perspectivas futuras.



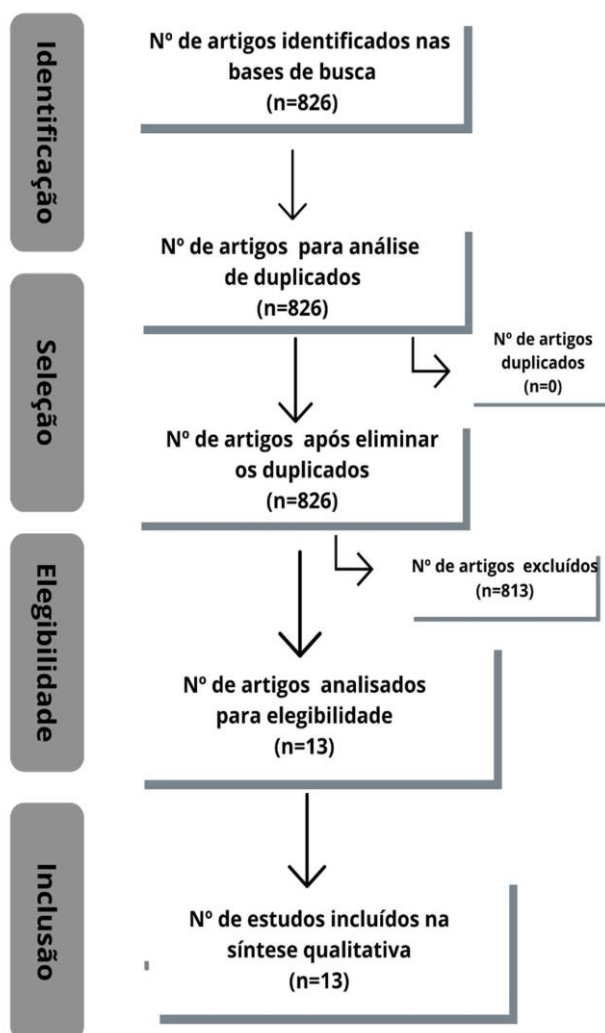
## 2.5 Revisão sistemática da literatura e seleção dos estudos

A partir das buscas que ocorreram nas plataformas de pesquisas de literatura, foram identificados um total de 826 estudos que pautaram o assunto tratado na questão norteadora. Apresentaram-se, ao final, apenas 13 estudos relevantes sobre o tema, que serviram como base para a criação da estrutura do referencial teórico.

Para atender aos critérios de seleção dos potenciais estudos, foi necessário seguir com a remoção das duplicatas. Nesta etapa, não foi encontrado nenhum estudo que atendesse ao critério para ocorrer a extração, como apresentado na Figura 1.

Como pode ser observado a partir da Figura 1 – Fluxograma Prisma, o tema ainda é muito escasso nos estudos. A Figura 2 apresenta o resultado da busca da pergunta-chave para o período de 2010 a 2021 conforme critérios apresentados na Tabela 1.

Figura 1 - Fluxograma Prisma



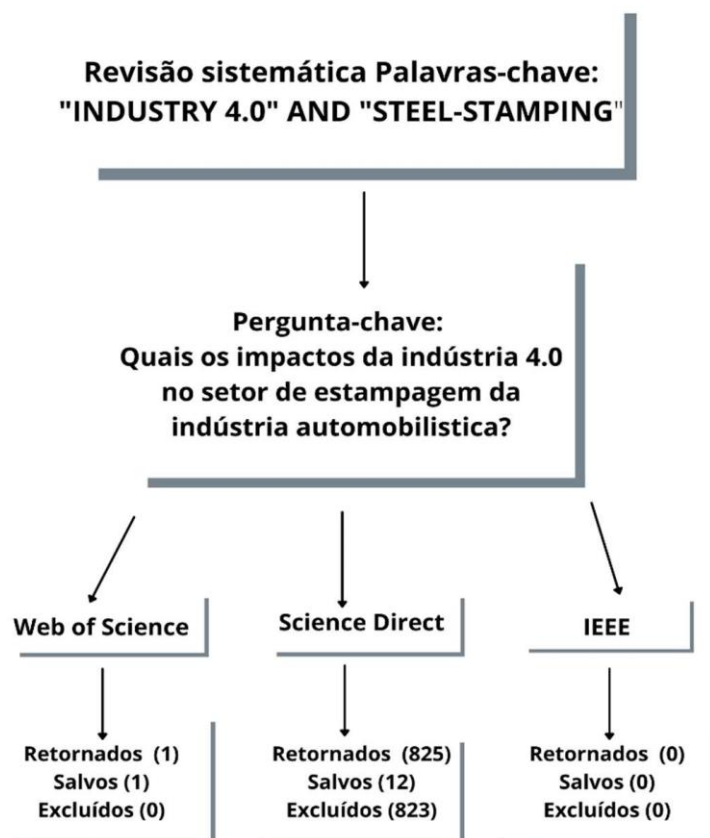
Fonte: Dados dos Autores

Pela Figura 2, tem-se uma maior quantidade de artigos que respondem às palavras-chave e à pergunta-chave (critérios de seleção) da Tabela 2 na base de pesquisa "Science Direct". Foram selecionados 12 artigos que respondem aos critérios de seleção de um total de 825 artigos apresentados pela base de dados citada. Em menor quantidade, encontrou-



se somente 1 artigo na base de dados do "Web of Science", e este respondia aos critérios de seleção. Na base de dados do *IEEE* não foram encontrados artigos que respondessem ao critério de seleção para o período esperado de 2010 a 2021, conforme Tabela 2. Como pode ser observado a partir da Figura 1, o tema é ainda é muito escasso nos estudos, apesar de possuir relevância mundial.

Figura 2- Artigos que responderam à pergunta-chave no período de 2010 a 2021

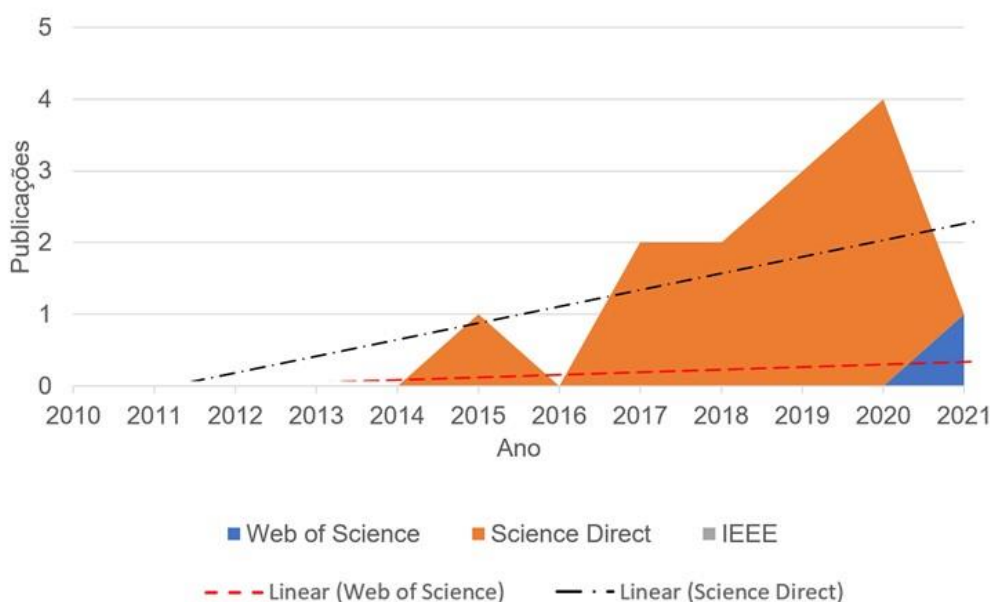


Fonte: Dados dos Autores

A Figura 3 Apresenta a variação dos artigos no período de 2010 a 2021, conforme critérios de seleção da Tabela 1. Pela Tabela 1, tem-se uma tendência de crescimento do interesse na publicação de artigos no tema, com destaque ao ano de 2020-21 com um total de 5 trabalhos publicados (cerca de 40% do total que responde aos critérios de seleção), aqui apresentados pela linha de tendência crescente para a base de dados "Science Direct". A publicação que atende ao critério de seleção do "Web of Science" é relativamente recente, do ano de 2021, não possibilitando realmente apresentar uma linha de tendência verdadeira por apresentar um único dado, porém tem-se um indicativo de que poderá apresentar crescimento no número de publicações nos próximos anos, pois se notou um crescente número de artigos de temática "Industry 4.0" nesta base de pesquisa. Não se encontrou artigos na base de dados do IEEE que respondessem aos critérios de seleção apresentados na Tabela 1, apesar de se encontrar também durante a pesquisa vários artigos sobre o tema "Industry 4.0" nesta base de pesquisa. Na Figura 3 a seguir, podemos observar a distribuição de artigos publicados em cada um dos periódicos por ano.



Figura 3 - Linha do tempo dos artigos que responderam à pergunta-chave no período de 2010 a 2021



Fonte: Dados dos Autores

Para minimizar o risco de viés na coleta de dados, várias chaves de busca foram testadas e os estudos verificados na íntegra para garantir maior eficiência de seleção dos dados. Realizou-se a extração de dados de forma independente pela autora. O risco de viés quanto à qualidade foi considerado analisando-se o processo de seleção das bases, títulos e termos chave, bem como a avaliação do texto na íntegra reportada. Para minimizar o risco de avaliação, a qualidade do estudo foi analisada pelos revisores/orientadores. Um viés a ser considerado é o de seleção e coleta no que concerne à escolha de estudos e números de bases. Contudo, acredita-se que se possa contemplar em pesquisas futuras. Na Tabela 2 podemos observar os artigos salvos através dos critérios de seleção.

O tema deste trabalho é atual e relevante para a engenharia, face ao crescente interesse em publicações, conforme resultados apresentados na Figura 3. Pôde-se perceber a princípio que, através do baixo número de artigos encontrados, tem-se somente 11 artigos que respondem aos critérios da Tabela 2, sendo 10 artigos no *Web of Science* e 1 artigo no *Web of Science*, que o tema ainda é bem recente e pouco desenvolvido. Por fim, os resultados mostram que a produção técnica-científica sobre manufatura avançada e estampagem automotiva ainda é bem recente e pouco desenvolvida.

A Tabela 3 apresenta as palavras mais citadas, juntamente com o número de vezes que foram registradas e o percentual de participação referente ao total de artigos. Como o tema é de abrangência mundial e diversificada, foi encontrado muitas palavras-chaves diferentes nos artigos. A Tabela 3 confirma o destaque evidenciado na nuvem de palavras dos termos "*INDUSTRY 4.0*" e "*STEEL STAMPING*", porém, pode-se notar a falta de termos importantes relacionados ao tema como: "Quarta Revolução Industrial", que é um sinônimo de indústria 4.0 e não foi utilizado por nenhum dos autores, ou dos termos "*Big data*", "*Machine Learn*", "Inteligência Artificial (IA)" e "*IoT*" que são umas das principais tecnologias utilizadas pela indústria 4.0 e cada uma delas foram utilizadas em apenas um dos estudos,



o que poderia resultar numa recuperação de textos mais eficiente, tendo em vista que muitos periódicos apresentam restrições com relação a escolha das palavras-chaves, como por exemplo não utilizar palavras já escolhidas para o título.

Tabela 2 - Artigos salvos através dos critérios de seleção

Base de dados	Artigo	Autores	Ano
Web of Science	Design Study for Automatic Production Line of Sub-Assemblies of New Generation Car Body Structures Compliant with the "Industry 4.0" Concept	Wrobel, I.; Sidzina, M.	2021
Science Direct	Stamping Process Modelling in an Internet of Production	Philipp Niemietza; Jan Pennekamp; Ike Kunze; Daniel Trautha; Klaus Wehrleb; Thomas Bergs	2019
Science Direct	Supporting lightweight design: virtual modeling of hot stamping with tailored properties and warm and hot formed aluminium	Mark Vrolijk; David Lorenz; Harald Porzner; Martin Holecek	2017
Science Direct	Constitutive and fracture models of hot stamped parts with multiphase using digital image correlate technology	Zijian Wang; Fei Xue; Bin Zhu; Yilin Wang; Yisheng Zhang	2018
Science Direct	Determination of the mechanical properties of hot stamped parts from numerical simulations	Hinnerk Hagenaha; Marion Merkleina; Michael Lechnera; Adam Schaub; Stefan Lutza	2015
Science Direct	Automatic trimming machine for valve stem seal	R. Anusha, B.N; Chandrashekar Murthy	2019
Science Direct	Sustainable and smart metal forming manufacturing process	Ankita Awasthi; Kuldeep K. Saxena; Vanya Arun	2020
Science Direct	Design of networked manufacturing systems for Industry 4.0	Ankita Awasthiab; Kuldeep K. Saxena; Vanya Aruna	2019
Science Direct	Reducing the simulation cost on dual-phase steel stamping process	Tiago Gomes; F. J. G. Silva; R.D.S.G. Campilho	2017
Science Direct	Experimental and modelling techniques for hot stamping applications	Zhutao Shao; Jianguo Lin; Mani Ganapathy; Trevor Dean	2018
Science Direct	An interactive simulation-based game of a manufacturing process in heavy industry	Ygor R. Serpa; Matheus B. Nogueira; Herbert Rocha; Daniel V. Macedo; Maria Andreia F. Rodrigues	2020
Science Direct	A Metamodel for the Management of Large Databases: Toward Industry 4.0 in Metal Forming	Anna Soriani; Roberto Gemignani; Matteo Strano	2020
Science Direct	A Fast Approach for Optimization of Hot Stamping Based on Machine Learning of Phase Transformation Kinetics	Thawin Hart-Rawung; Johannes Buhla; Markus Bambacha	2020

Fonte: Dados dos Autores

A relação de publicação por periódicos referentes aos estudos analisados, foram incluídos na Tabela 4, com a intensão de facilitar a busca de novos pesquisadores interessados no tema proposto. Pela Tabela 4, tem-se que o periódico que mais publicou os artigos utilizados para a presente pesquisa foi a revista *Procedia Manufacturing* da editora *Elsevier*, o que corresponde a uma editora de alta divulgação científica, com aporte internacional na divulgação de conhecimentos.



Tabela 3 - Participação percentual das palavras-chave

Palavras-chaves Citadas	Nº de Registros	Percentual de participação %
<i>Hot-stamping</i>	4	7%
<i>industry-4.0</i>	3	5%
<i>22MnB5-Steel</i>	2	3%

Fonte: Dados dos Autores

Tabela 4 - Relação de publicação por periódico

Periódico	Nº de Registros
<i>Procedia CIRP</i>	2
<i>Procedia Manufacturing</i>	6
<i>Entertainment Computing</i>	1
<i>Procedia Engineering</i>	1
<i>Materials Today: Proceedings</i>	2
<i>Sensors</i>	1

Fonte: Dados dos Autores

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As revoluções industriais de fato foram extremamente importantes para evolução da sociedade até os dias atuais. Porém, com o avanço da tecnologia, é importante atentar-se para que elas continuem se desenvolvendo de forma a contribuir com o avanço da sociedade e não gerar mais desigualdade.

Com o desenvolvimento do presente trabalho, pôde-se concluir que a I4 impacta toda cadeia de geração de valor de uma empresa, ela abrange desde a aquisição de matéria prima, planejamento e controle da produção, planejamento de manutenção, logística, despacho, gestão, tomada de decisão a tudo que envolva grandes capacidades de processamento de dados, segurança e confiabilidade da produção. Além disso, tem-se o impacto no cliente que, com a implementação de tais tecnologias, terão soluções cada vez mais personalizadas e com melhores custo-benefício. Para mais, a vida do trabalhador também será impactada e este precisa procurar sempre se atualizar quanto às novas tecnologias que a partir desse momento se desenvolvem em tempo recorde.

Pode-se perceber também que o setor de estampagem automobilística tem avançado na implementação de tecnologias referentes a I4 e soluções como prensas servo, jogos e simulação, *Big data* e *machine learning* já são realidade no chão de fábrica. Tais tecnologias ajudam a indústria automotiva a produzir as peças estampadas com otimização da matéria prima, menor desperdício e consequentemente mais sustentável.

Além disso, constatou-se também que o tema, apesar de ter uma abrangência mundial, ainda é muito pouco desenvolvido. Porém, tem-se uma tendência no aumento de publicações relacionadas ao assunto nos próximos anos.

### AGRADECIMENTOS



Ao Instituto de Ciências Puras e Aplicadas da Universidade Federal de Itajubá e ao Instituto de Engenharias Integradas da Universidade Federal de Itajubá pelo suporte ao desenvolvimento do trabalho.

## REFERÊNCIAS

ANUSHA, R.; MURTHY, BN Chandrashekar. Automatic trimming machine for valve stem seal. **Materials Today: Proceedings**, v. 46, p. 4993-5000, 2021.

AWASTHI, Ankita; SAXENA, Kuldeep K.; ARUN, Vanya. Sustainable and smart metal forming manufacturing process. **Materials Today: Proceedings**, v. 44, p. 2069-2079, 2021.

BETTANY-SALTIKOV, J. **How to do a systematic literature review in nursing: A step-by-step guide**. Berkshire, England: McGraw-Hill Education, 2012.

DA CUNHA, Anderson Gois Marques; ALVES, José Luiz; LEITE, Emanuel Ferreira. Siderurgia 4.0: dimensão inteligente e sustentável. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 37087-37103, 2021.

DE OLIVEIRA, Sabrina Julian et al. Logística reversa: a destinação acertada de baterias de smartphones no Brasil. **Revista de Casos e Consultoria**, v. 12, n. 1, p. e26337-e26337, 2021.

DOS SANTOS GERMANO, Aline Xavier; VILLAS BOAS MELLO, José André. Contribuição das tecnologias da indústria 4.0 para a sustentabilidade: uma revisão sistemática. **Palavra Clave**, v. 11, 2021.

HART-RAWUNG, Thawin; BUHL, Johannes; BAMBACH, Markus. A fast approach for optimization of hot stamping based on machine learning of phase transformation kinetics. **Procedia Manufacturing**, v. 47, p. 707-712, 2020.

MILISAVLJEVIC-SYED, Jelena et al. Design of networked manufacturing systems for Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 81, p. 1016-1021, 2019.

NIEMIETZ, Philipp *et al.* Stamping process modelling in an Internet of Production. **Procedia Manufacturing**, v. 49, p. 61-68, 2020.

PRISMA. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília**, v. 24, n. 2, p. 335-342, 2015.

SERPA, Ygor R. *et al.* An interactive simulation-based game of a manufacturing process in heavy industry. **Entertainment Computing**, v. 34, p. 100343, 2020.

SHAO, Zhutao *et al.* Experimental and modelling techniques for hot stamping applications. **Procedia Manufacturing**, v. 15, p. 6-13, 2018.

SILVA, P. C. D., De OLIVEIRA, L. L. V., TEIXEIRA, R. L. P., BRITO, M. L. D. A., & FILIPPE, A. R. T. M. Executive Functions in Alzheimer's Disease: A Systematic Review. **Journal of Alzheimer's Disease Reports**, v. 6, n. 1, p. 81-99, 2022.



SORIANI, Anna; GEMIGNANI, Roberto; STRANO, Matteo. A Metamodel for the Management of Large Databases: Toward Industry 4.0 in Metal Forming. **Procedia Manufacturing**, v. 47, p. 889-895, 2020.

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez; SILVA, Priscilla Chantal Duarte; DE ARAÚJO BRITO, Max Leandro. Gamificação para o ensino de engenharia no contexto da indústria 4.0: metodologia estratégica para a motivação dos estudantes. **Revista de Casos e Consultoria**, v. 12, n. 1, p. e23964-e23964, 2021.

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez *et al.* Os discursos acerca dos desafios da siderurgia na indústria 4.0 no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 28290-28309, 2019.

VROLIJK, Mark *et al.* Supporting lightweight design: virtual modeling of hot stamping with tailored properties and warm and hot formed aluminium. **Procedia Engineering**, v. 183, p. 336-342, 2017.

WANG, Zijian *et al.* Constitutive and fracture models of hot stamped parts with multiphase using digital image correlate technology. **Procedia Manufacturing**, v. 15, p. 1079-1086, 2018.

WROBEL, Ireneusz; SIDZINA, Marcin. Design Study for Automatic Production Line of a Sub-Assemblies of New Generation Car Body Structures Compliant with the "Industry 4.0" Concept. **Sensors**, v. 21, n. 7, p. 2434, 2021.

## APPLYING SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW INTENDED FOR HIGHER EDUCATION LEARNING ON THE INNOVATIVE SUBJECT OF INDUSTRY 4.0 AND AUTOMOTIVE INDUSTRY

**Abstract:** *This work aims to provide guidance to help teachers raise the possible impacts of industry 4.0 (advanced manufacturing) into the stamping sector of the automotive industry, through the analysis of recent scientific discourses. It is used as methodological basis the systematic literature review, bringing a synthesis of all relevant evidence on the subject. The PRISMA methodology (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) is used as methodological content for quantitative analysis, about the advanced manufacturing pathways into the automotive stamping sector and the main components of advanced manufacturing. The results show that the technical-scientific production about advanced manufacturing and automotive stamping is still very recent and underdeveloped. However, it is possible to understand the evolution and implementation of the theme, as well as new paradigms and, consequently, socioeconomic impacts.*

**Keywords:** *advanced manufacturing, automotive industry, industry 4.0, stamping, sustainability*

