

IDENTIFICAÇÃO DE FACILITADORES E BARREIRAS PARA A IMPLANTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0: UMA REVISÃO DA LITERATURA

ALAN GABRIEL LOPES VIANA

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ (UEPA)

VERONICA DE MENEZES NASCIMENTO NAGATA

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ (UEPA)

VITOR WILLIAM BATISTA MARTINS

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ (UEPA)

MARIANA PEREIRA CARNEIRO BARATA

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ (UEPA)

IDENTIFICAÇÃO DE FACILITADORES E BARREIRAS PARA A IMPLANTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0: UMA REVISÃO DA LITERATURA

INTRODUÇÃO

A busca por inovações pela humanidade faz parte de seu processo de busca pelo aprimoramento, seja para otimizar as atividades desempenhadas seja trazendo conforto, velocidade e praticidade que as tecnologias proporcionam. Com isso, a humanidade percorreu um longo caminho de transições tecnológicas e inovadoras até chegar em seu estágio atual de tecnologia.

O primeiro salto inovador foi alcançado pela primeira revolução industrial com o surgimento das máquinas a vapor, ocasionando a aceleração da produção e aumento do volume de produção. A segunda revolução industrial introduz a energia elétrica no meio industrial, modernizando máquinas e equipamentos industriais. A terceira revolução industrial ou revolução digital caracterizada pela produção flexível, automação industrial, nanotecnologia, biotecnologia, mecatrônica, microinformática, telecomunicações, tecnologia da automação (TA) e tecnologia da informação (TI) (QUINTINO et al., 2019).

A quarta e atual revolução industrial é conhecida como Indústria 4.0, caracterizada pela integração digital nas fábricas criando as fábricas inteligentes que possibilitam a comunicação de outras tecnologias com o processo produtivo, extraindo dados e informações que podem ser utilizados para ajustar a produção de forma automática. A Indústria 4.0 possui nove pilares que são: Internet das Coisas (IoT), Cibersegurança, realidade Aumentada (RA), Big Data, Robótica autônoma, Manufatura aditiva, Simulação, Integração de sistemas e Computação em nuvem.

Revisões teóricas sobre a indústria 4.0 já foram conduzidas, com diferentes direcionamentos. Desde a apresentação e discussão de uma lista abrangente de fatores potenciais que influenciam a implementação da I4.0 (HOYER et al., 2020), passando pela identificação das tecnologias atuais relacionadas à I4.0 e o desenvolvimento de uma justificativa para aprimorar a compreensão de suas funções (KLINGENBERG et al., 2021), culminando na definição holística e uma estrutura clara para a I4.0 (RUPP et al., 2021) e no nível de maturidade de implementação da indústria 4.0 (FLAMINI & NALDI, 2022; HAJOARY, 2020). Ainda assim, as duas principais revisões sistemáticas da literatura em I4.0 foram realizadas em 2018. Uma delas, analisou e classificou as principais contribuições da Indústria 4.0 na área de gestão, buscando dar-lhe uma definição única, descobrir as lacunas existentes na literatura e traçar caminhos futuros de pesquisa (PICCAROZZI et al., 2018). A segunda revisão foi o estudo de (KAMBLE et al., 2018), que propuseram uma estrutura para a I4.0 a partir de três componentes críticos, dentre os quais: (i) tecnologias da I4.0; (ii) integração de processos; e (iii) resultados sustentáveis.

Os estudos da literatura realizados até o momento, reforçam a relevância de se pesquisar, revisar e relacionar os facilitadores e barreiras à implementação da Indústria 4.0, à luz da literatura primária, como sendo uma importante contribuição teórica e prática no campo da gestão de operações e estratégica.

A relevância prática desse tema está vinculada ao fato de que esse é um assunto atual e que interessa aos profissionais de gestão que pretendem implementar ou já estão implementando a indústria 4.0. As empresas não conseguem alcançar os resultados esperados na implementação da I4.0 por não entender quais são as barreiras e estratégias que vem com esse novo modelo de negócios (KUMAR, VRAT, SHANKAR, 2020). As empresas compreendem a importância da implementação da I4.0, porém não conseguem ter uma noção precisa de como será feita essa implementação e o que pode auxiliar ou atrasar este processo (NIMAWAT, GIDWANI, 2021). Portanto, o presente estudo busca responder à pergunta: Quais são os facilitadores e barreiras à implantação da indústria 4.0? Como objetivo, pretende-se identificar as barreiras e facilitadores

para a implementação da indústria 4.0. Para tanto, desenvolveu-se uma revisão sistemática da literatura (RSL), classificando as barreiras e facilitadores em categorias previamente evidenciadas nos estudos revisados.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Realizou-se uma revisão sistemática da literatura dividida em 3 etapas: i) extração e limpeza da base (definição das *strings* de busca, definição das bases de dados, realização da busca, definição de termos de exclusão e inclusão, realizada de maio a junho de 2022); ii) Codificação em categorias de interesse (realizada de agosto a novembro de 2022); iii) Análise dos dados (realizada no período de dezembro de 2022 a janeiro de 2023).

Construção da base de dados

Para esta etapa, foi realizada a consulta em duas bases de dados: *Web Of Science* (WOS) e Scopus, selecionadas por serem bases extremamente relevantes, internacionais, multidisciplinares e com uma grande quantidade de periódicos de alto impacto (ZHU E LIU, 2020). Realizou-se 3 consultas às referidas bases, cujas *strings* e quantitativo de artigos retornados são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: *Strings* e resultados das buscas nas bases

Busca	<i>Strings</i>	Resultado WOS	Resultado Scopus
Busca 1	“(("barrier*" AND "industry 4.0 implementation") OR ("limitation*" AND "industry 4.0 implementation") OR ("barrier*" AND "i4.0 implementation") OR ("limitation*" AND "i4.0 implementation"))”	44	34
Busca 2	“(("industry 4.0 implementation barrier*") OR ("industry 4.0 implementation limitation*") OR ("i4.0 implementation barrier*") OR ("i4.0 implementation limitation*")) ”	3	2
Busca 3	“(("barrier*" AND "industry 4.0 implementation") OR ("limitation*" AND "industry 4.0 implementation") OR ("barrier*" AND " i4.0 implementation") OR ("limitation*" AND "i4.0 implementation") OR ("driver*" AND "i4.0 AND implementation") OR ("driver*" AND "industry 4.0 implementation")) ”	44	34
Total		91	70

Fonte: Autores, 2023

Para a seleção dos artigos, foram utilizados critérios de inclusão como: artigos completos e publicados em periódicos que tratam da temática no período de 2018-2022. Sendo excluídos da pesquisa artigos incompletos, que não abordem a temática, fora do período estabelecido, artigos de congressos, artigos de acesso pago. As buscas totalizaram 161 artigos consultados de ambas as bases, extraídos para uma planilha, no qual foram eliminados 111 artigos comuns em ambas as bases, ficando com 50 artigos. Dos 50 artigos, 14 não se obteve acesso através das bases utilizadas, com isso, realizou-se a leitura completa de 36 artigos.

Codificação

Nesta etapa, foi realizada a leitura completa e codificação dos 36 artigos extraindo-se informações específicas tais como: dados para referência, objeto de estudo, pergunta(s) de pesquisa, objetivos da pesquisa, metodologia, setor, resultados, contribuições, limitações, continuidade de pesquisa, barreiras e facilitadores, com base no objetivo do estudo dos artigos e colocados em uma planilha. Foram encontrados 18 artigos que possuem barreiras e dentro desses artigos 5 tratam de facilitadores. Os demais artigos foram excluídos da base, portanto a base consolidada para este estudo ficou com 18 artigos.

Análise dos dados: integração das barreiras e facilitadores

Após a codificação, realizou-se a etapa de integração que se trata da organização das barreiras e facilitadores encontrados nos artigos. Notou-se que tanto as barreiras quanto os facilitadores se repetiam ou possuíam a mesma característica com nomenclaturas diferentes e houve a necessidade de organizá-los de modo que não se repetissem. Foram criadas classificações previamente identificadas na literatura para que fossem agrupadas conforme suas características. As classificações das barreiras foram denominadas de: financeiro (Orzes et al., 2018), tecnológico (Pasi et al., 2021), organizacionais (Kumar et al., 2021), recursos humanos (Pasi et al., 2021), legislação (Orzes et al., 2018), e outros (Pasi et al., 2021) para as barreiras que não tinham identidade com as categorias anteriores. Ainda, há as classificações sugeridas por esse estudo que são os fatores geopolíticos e econômicos, fatores internos e fatores externos. As classificações dos facilitadores foram denominadas de recursos humanos (Szabo et Al.,2020), financeiros (Szabo et Al.,2020), condições de mercado (Szabo et Al.,2020), expectativas da gestão (Szabo et Al.,2020), produtividade e eficiência (Szabo et Al.,2020) e satisfação do cliente (Szabo et Al.,2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise descritiva da base de dados

A base final ficou com 18 artigos conforme o Quadro 2.

Quadro 2: Artigos da base

Autores	Títulos dos artigos
Bakhtari A.R., Kumar V., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.	Industry 4.0 implementation challenges in manufacturing industries: An interpretive structural modelling approach
Bakhtari A.R., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.	Evaluating Industry 4.0 Implementation Challenges Using Interpretive Structural Modeling and Fuzzy Analytic Hierarchy Process
Cordeiro, GA; Ordonez, REC; Ferro, R	THEORETICAL PROPOSAL OF STEPS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE INDUSTRY 4.0 CONCEPT
Demirkesen S., Tezel A.	Investigating major challenges for industry 4.0 adoption among construction companies
Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M.	The impact of Industry 4.0 implementation on supply chains
Ghadimi, P; Donnelly, O; Sar, K; Wang, C; Azadnia, AH	The successful implementation of industry 4.0 in manufacturing: An analysis and prioritization of risks in Irish industry
Goswami M., Daultani Y.	Make-in-India and Industry 4.0: technology readiness of select firms, barriers and socio-technical implications
Herceg I.V., Kuč V., Mijušković V.M., Herceg T.	Challenges and driving forces for industry 4.0 implementation
Karadayi-Usta S.	An Interpretive Structural Analysis for Industry 4.0 Adoption Challenges
Kumar V., Vrat P., Shankar R.	Prioritization of strategies to overcome the barriers in Industry 4.0: a hybrid MCDM approach
Kumar, G; Bakshi, A; Khandelwal, A; Panchal,	Analyzing Industry 4.0 Implementation Barriers in Indian

A; Soni, U	SMEs
Legg, B; Dorfner, B; Leavengood, S; Hansen, E	Industry 4.0 Implementation in US Primary Wood Products Industry
Müller J.M.	Assessing the barriers to Industry 4.0 implementation from a workers' perspective
Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI	What Drives the Implementation of Industry 4.0? The Role of Opportunities and Challenges in the Context of Sustainability
Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B.	The current sustainability scenario of Industry 4.0 enabling technologies in Indian manufacturing industries
Satyro, WC; de Almeida, CMVB; Pinto, MJA; Contador, JC; Giannetti, BF; de Lima, AF; Fragomeni, MA	Industry 4.0 implementation: The relevance of sustainability and the potential social impact in a developing country
Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S	Industry 4.0 implementation in b2b companies: Cross-country empirical evidence on digital transformation in the cee region Analyzing Roadblocks of Industry 4.0 Adoption Using Graph Theory and Matrix Approach

Fonte: Autores, 2023.

Análise das barreiras

As 138 barreiras encontradas, foram agrupadas, com base na literatura, conforme as divisões mencionadas na seção metodológica. No Quadro 3 são apresentadas as barreiras que tem características financeiras e possui um total de 11 barreiras, sendo que 4/11 barreiras possuem mais de 1 citação na literatura e 7/11 possuem apenas 1 citação dentro da literatura.

Quadro 3: Barreiras Financeiras

Número	Barreira	Referência(s)
1	Falta de clareza sobre os benefícios econômicos sobre o investimento	Demirkesen S., Tezel A. (2022); Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Goswami M., Daultani Y. (2021); Legg, B; Dorfner, B; Leavengood, S; Hansen, E (2021); Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021); Ghadimi, P; Donnelly, O; Sar, K; Wang, C; Azadnia, AH (2022)
2	Alto custo de investimento	Bakhtari A.R., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.(2021);Cordeiro, GA; Ordonez, REC; Ferro, R(2019); Demirkesen S., Tezel A.; Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M.(2020); Goswami M., Daultani Y. (2021); Herceg I.V., Kuč V., Mijušković V.M., Herceg T. (2020); Karadayi-Usta S.(2019); Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021); Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018); Satyro, WC; de Almeida, CMVB; Pinto, MJA; Contador, JC; Giannetti, BF; de Lima, AF; Fragomeni, MA(2022)
3	Falta de recursos financeiros	Kumar, G; Bakshi, A; Khandelwal, A; Panchal, A; Soni, U (2021);Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020);
4	Falta de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento	Demirkesen S., Tezel A.(2022); Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Goswami M., Daultani Y. (2021); Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
5	Incerteza do Retorno do Investimento	Bakhtari A.R., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.(2021)
6	Investimento arriscado em tecnologias.	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
7	Alto custo da tecnologia.	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
8	Retorno e lucratividade	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
9	Disponibilidade limitada de recursos financeiros	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
10	Recursos	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)

11	Risco em estimar o lucro/perda financeira	Kumar, G; Bakshi, A; Khandelwal, A; Panchal, A; Soni, U (2021)
----	---	--

Fonte: Autores, 2023.

No Quadro 4 são apresentadas as barreiras que tem sua característica tecnológica e possui um total de 17 barreiras com 5/17 barreiras com mais de 1 citação na literatura e 12/17 barreiras com apenas 1 citação na literatura. No entanto, as barreiras 11 e 12 são mais recentes (ano 2022) e, infere-se que por este fator possuem menos citação.

Quadro 4: Barreiras Tecnológicas

Numeração	Barreira	Referência(s)
1	Baixa segurança e privacidade dos dados digitais	Bakhtari A.R., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.(2021);Cordeiro, GA; Ordonez, REC; Ferro, R(2019); Demirkesen S., Tezel A.(2022); Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Goswami M., Daultani Y. (2021) ; Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021); Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021); Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
2	Infraestrutura de TI baixa	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Goswami M., Daultani Y. (2021); Karadayi-Usta S.(2019);Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021); Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021); Ghadimi, P; Donnelly, O; Sar, K; Wang, C; Azadnia, AH (2022); Kumar, G; Bakshi, A; Khandelwal, A; Panchal, A; Soni, U (2021);Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
3	Internet de baixa qualidade	Cordeiro, GA; Ordonez, REC; Ferro, R(2019); Kumar, G; Bakshi, A; Khandelwal, A; Panchal, A; Soni, U (2021);Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
4	Dificuldades de compatibilidade das máquinas com as tecnologias digitais	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021); Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
5	Sistema de redes complexos	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Goswami M., Daultani Y. (2021)
6	Indisponibilidade do ecossistema de tecnologia.	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
7	Falta de conhecimento da tecnologia	Kumar, G; Bakshi, A; Khandelwal, A; Panchal, A; Soni, U (2021)
8	Falta de compreensão clara de i4.0 tecnologias	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
9	Falta de informação e tecnologias de comunicação	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
10	Risco de perda de informações confidenciais	Kumar, G; Bakshi, A; Khandelwal, A; Panchal, A; Soni, U (2021)
11	Qualidade de dados ruim	Ghadimi, P; Donnelly, O; Sar, K; Wang, C; Azadnia, AH (2022)
12	Incerteza sobre a confiabilidade de sistemas	Ghadimi, P; Donnelly, O; Sar, K; Wang, C; Azadnia, AH (2022)
13	Baixo nível de TI	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
14	Dependência de máquinas	Müller J.M. (2019)
15	Tecnologia inacessível	Kumar, G; Bakshi, A; Khandelwal, A; Panchal, A; Soni, U (2021)
16	Falta de desenvolvimento de tecnologia indígena	Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
17	Falta de integração e compatibilidade de tecnologia	Bakhtari A.R., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.(2021)

Fonte: Autores, 2023.

No Quadro 5 são apresentadas as barreiras organizacionais que apresentam o maior número de barreiras de todas as classes, totalizando 42 barreiras, sendo que as barreiras 1, 2 e 3 possuem mais de 1 citação na base e as demais apenas 1 e, desses que possuem apenas 1 citação, 3 aparecem em 2022.

Quadro 5: Barreiras Organizacionais

Número	Barreira	Referência
1	Modelos de negócios existentes ameaçados	Bakhtari A.R., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.(2021); Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018)
2	Falta de visão e apoio da alta administração	Bakhtari A.R., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.(2021); Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021); Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021); Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021); Müller J.M. (2018)
3	Falta de visão e estratégia digital	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Goswami M., Daultani Y. (2021); Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
4	Falta de coordenação e cooperação dentro da cadeia produtiva	Goswami M., Daultani Y. (2021); Karadayi-Usta S.(2019)
5	Falta de perseverança	Karadayi-Usta S.(2019); Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021);
6	Baixa qualidade e gerenciamento de dados	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Goswami M., Daultani Y. (2021)
7	Desafios dentro da organização	Bakhtari A.R., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.(2021); Herceg I.V., Kuč V., Mijušković V.M., Herceg T. (2020)
8	Mudança Organizacional e de seus Processos	Cordeiro, GA; Ordonez, REC; Ferro, R(2019)
9	Natureza fragmentada e baseada em projetos da indústria	Demirkesen S., Tezel A.(2022)
10	Problemas relacionados com coordenação e colaboração	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020)
11	Falta de cultura digital;	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Goswami M., Daultani Y. (2021)
12	Questões de perfil e complexidade	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020)
13	Indisponibilidade do sistema de serviço baseado em dados.	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
14	Resistência do sistema de gestão de topo	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
15	Falta de conhecimento das tecnologias mais recentes.	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
16	Percepções baixas para a revolução digital.	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
17	Indisponibilidade dos padrões I4.0	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
18	Falta de prontidão para inovação	Karadayi-Usta S.(2019)
19	Baixa maturidade da indústria de manufatura	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
20	Falta de envolvimento e engajamento das partes interessadas	Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
21	Vaguidade na compreensão da Indústria 4.0	Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
22	Falta de cultura organizacional	Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)

23	Falta de competências necessárias dentro da empresa	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
24	Estrutura organizacional inadequada	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
25	Organização inadequada do processo	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
26	Resistência da gerência intermediária	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
27	Falta de pensamento apropriado e comum	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
28	Medo da mudança tecnológica	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
29	Falta de motivação	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
30	Falta de paixão pelo novo tecnologias	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
31	Organizacional e Processo mudança	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
32	Falta de Pesquisa e atividades de desenvolvimento	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
33	Falta de sistema de gestão do conhecimento	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
34	Falta de cultura de melhoria contínua	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
35	Falta cooperação entre os departamentos	Müller J.M. (2018)
36	Falta apoio da alta administração	Müller J.M. (2019)
37	Dificuldade em mudar a cultura organizacional	Satyro, WC; de Almeida, CMVB; Pinto, MJA; Contador, JC; Giannetti, BF; de Lima, AF; Fragomeni, MA(2022)
38	A sustentabilidade é considerada secundária	Satyro, WC; de Almeida, CMVB; Pinto, MJA; Contador, JC; Giannetti, BF; de Lima, AF; Fragomeni, MA(2022)
39	Estrutura organizacional	Müller J.M. (2019)
40	Falta de experiência	Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018)
41	Falta estratégia e objetivo de implementação	Müller J.M. (2018)
42	Falta de planejamento consciente: definindo metas	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)

Fonte: Autores, 2023.

No Quadro 6, são apresentadas as barreiras referentes a recursos humanos dentro da organização, totalizando 29 barreiras com 3 barreiras possuindo mais de 1 citação dentro da base e com 26 barreiras com apenas uma citação dentro da base estudada. Há também as barreiras 10 e 11 que tiveram sua primeira ocorrência em 2022, dessa forma, infere-se que por conta disso elas possuem apenas uma citação.

Quadro 6: Barreiras relacionadas a Recursos Humanos

Número	Barreira	Referência
1	Falta de educação especializada em Indústria 4.0 para os funcionários	Bakhtari A.R., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.(2021); Karadayi-Usta S.(2019); Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021); Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)

2	Falta de Mão de obra qualificada	Bakhtari A.R., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.(2021);Cordeiro, GA; Ordonez, REC; Ferro, R(2019); Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Herceg I.V., Kuč V., Mijušković V.M., Herceg T. (2020); Karadayi-Usta S.(2019); Legg, B; Dorfner, B; Leavengood, S; Hansen, E (2021); Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021); Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020);
3	Resistência dos funcionários	Bakhtari A.R., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.(2021);Cordeiro, GA; Ordonez, REC; Ferro, R(2019); Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Goswami M., Daultani Y. (2021); Herceg I.V., Kuč V., Mijušković V.M., Herceg T. (2020); Karadayi-Usta S. (2019); Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021); Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018); Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020); Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
4	Maior investimento na formação dos colaboradores.	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
5	Mão de obra menos instruída.	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
6	Falta de treinamento formal para os gestores	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
7	Falta de comunicação entre gestão e trabalhadores	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
8	Falta de consultores e instrutores na área	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
9	Falta de oportunidades de trabalho para mão de obra menos qualificada	Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
10	Talento e técnica insuficientes conhecimento (TI)	Ghadimi, P; Donnelly, O; Sar, K; Wang, C; Azadnia, AH (2022)
11	Oposição do empregado	Ghadimi, P; Donnelly, O; Sar, K; Wang, C; Azadnia, AH (2022)
12	Treinamento de TI para funcionários e proprietários	Kumar, G; Bakshi, A; Khandelwal, A; Panchal, A; Soni, U (2021)
13	Medo do emprego	Kumar, G; Bakshi, A; Khandelwal, A; Panchal, A; Soni, U (2021)
14	Tempos de aprendizado mais longos (treinamento de funcionários)	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
15	Falta de habilidades dentro da empresa	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
16	Falta de gerentes com habilidades, competências e experiência apropriadas	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
17	Falta de habilidades interpessoais	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
18	Falta de competências e know-how	Müller J.M. (2018)
19	Falta de capacidades	Müller J.M. (2019)
20	Benefícios pouco claros para os trabalhadores	Müller J.M. (2019)
21	Dificuldade em contratar/treinar pessoas em tecnologia digital	Satyro, WC; de Almeida, CMVB; Pinto, MJA; Contador, JC; Giannetti, BF; de Lima, AF; Fragomeni, MA(2022)
22	Possibilidade de desemprego	Satyro, WC; de Almeida, CMVB; Pinto, MJA; Contador, JC; Giannetti, BF; de Lima, AF; Fragomeni, MA(2022)
23	Requisitos de habilidade aprimorados	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
24	Aceitação do funcionário	Müller J.M. (2018)

25	Alto custo para contratação de mão de obra qualificada.	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
26	Aumento da doença mental	Kumar, G; Bakshi, A; Khandelwal, A; Panchal, A; Soni, U (2021)
27	Falta de empoderamento	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
28	Falta de reconhecimento e sistema de recompensa	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
29	Uso de dados de funcionários e vigilância	Müller J.M. (2019)

Fonte: Autores, 2023.

No Quadro 7 tem-se as barreiras com características legais e jurídicas. Esse quadro possui um total de 6 barreiras com a barreira 1 sendo a única desta classe que possui mais de 1 citação e com as demais possuindo uma citação apenas. Além disso, a barreira 5 possui sua primeira ocorrência em 2022.

Quadro 7: Barreiras Legais

Número	Barreira	Referência
1	Falta de leis regulamentares	Bakhtari A.R., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.(2021); Cordeiro, GA; Ordonez, REC; Ferro, R(2019); Demirkesen S., Tezel A.(2022); Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Goswami M., Daultani Y. (2021); Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
2	Falta de regulamentações legais para gerenciar crime cibernético e roubo de dados	Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
3	Regulamentações ineficazes sobre trabalho e emprego	Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
4	Falta de regulamentos legais para gerenciar propriedade de dados, direitos autorais e preocupações com DPI	Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
5	Questões legais	Ghadimi, P; Donnelly, O; Sar, K; Wang, C; Azadnia, AH (2022)
6	Incerteza jurídica e contratual	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)

Fonte: Autores, 2023.

No Quadro 8 tem-se as barreiras referentes a fatores geopolíticos e econômicos. Esse quadro é composto por 3 barreiras que começaram a ser exploradas em 2021, portanto todas as barreiras possuem apenas 1 citação em cada barreira e com dois autores explorando essas barreiras. Esta classificação de barreiras não foi previamente encontrada na literatura e sim na codificação dos artigos da base.

Quadro 8: Barreiras relacionadas à conjuntura Geopolítica e Econômica

Número	Barreira	Referência
1	Divisão demográfica	Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
2	Cultura nacional e diferença regional	Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
3	Mudança no clima econômico ou política do governo (CEC/GP)	Ghadimi, P; Donnelly, O; Sar, K; Wang, C; Azadnia, AH (2022)

Fonte: Autores, 2023.

No Quadro 9, tem-se as barreiras relacionadas a fatores internos da organização. Nesse quadro tem 8 barreiras com a primeira possuindo mais de 1 citação com sua primeira ocorrência no ano de 2021 e aparecendo novamente em 2022. As 7 barreiras restantes possuem apenas 1 citação dentro da base. Da mesma forma que as barreiras geopolíticas e econômicas, esta classificação de barreiras não foi previamente encontrada na literatura e sim na codificação dos artigos da base.

Quadro 9: Barreiras relacionadas a Fatores internos organizacionais

Número	Barreira	Referência
1	Potencial atraso na fabricação durante a instalação	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021); Ghadimi, P; Donnelly, O; Sar, K; Wang, C; Azadnia, AH (2022)
2	Atrasos no processo de transformação	Karadayi-Usta S.(2019)
3	Flutuação no tamanho da produção	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
4	Falta de perícia	Goswami M., Daultani Y. (2021)
5	Falta de estrutura organizacional flexível	Kumar, G; Bakshi, A; Khandelwal, A; Panchal, A; Soni, U (2021)
6	Perda de flexibilidade	Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018)
7	Falta de vontade de cooperar (no nível da cadeia de suprimentos)	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
8	Problemas de integração e compatibilidade perfeitos	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)

Fonte: Autores, 2023.

No Quadro 10, são apresentadas as barreiras relacionadas a fatores externos. Este quadro possui 6 barreiras, com as barreiras 1 e 2 possuindo 7 e 4 citações, respectivamente. Também, traz as barreiras 4 e 5 recentes na literatura com sua primeira ocorrência em 2022.

Quadro 10: Barreiras relacionadas a Fatores Externos

Número	Barreira	Referência
1	Falta de padrão para implementação de Indústria 4.0	Bakhtari A.R., Waris M.M., Sanin C., Szczerbicki E.(2021);Cordeiro, GA; Ordonez, REC; Ferro, R(2019); Demirkesen S., Tezel A.(2022); Ghadimi, P; Donnelly, O; Sar, K; Wang, C; Azadnia, AH (2022); Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020); Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021); Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018)
2	Falta de apoio governamental	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Goswami M., Daultani Y. (2021); Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021); Kumar, G; Bakshi, A; Khandelwal, A; Panchal, A; Soni, U (2021)
3	Falta de roteiro estratégico claro para a Indústria 4.0	Kumar V., Vrat P., Shankar R. (2021)
4	Incerteza no novo modelo de negócio	Ghadimi, P; Donnelly, O; Sar, K; Wang, C; Azadnia, AH (2022)
5	Falta de certificação	Ghadimi, P; Donnelly, O; Sar, K; Wang, C; Azadnia, AH (2022)
6	Falta de um protocolo de comunicação integrado	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)

Fonte: Autores, 2023.

No Quadro 11 são apresentadas outras barreiras que não se enquadram nas classificações anteriores. Totalizando 10 barreiras, todas com somente 1 citação/cada, sendo que a barreira mais recente desse quadro é a barreira 2, do ano de 2021.

Quadro 11: Barreiras relacionadas a Outros fatores

Número	Barreira	Autor
1	Indisponibilidade de centros de atendimento.	Pasi B.N., Mahajan S.K., Rane S.B. (2021)
2	Transparência	Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018)
3	Problemas de conformidade regulatória	Virmani, N; Salve, UR; Kumar, A; Luthra, S (2021)
4	Acesso e proteção de dados	Müller J.M. (2019)
5	Disponibilidade de dados utilizáveis	Müller J.M. (2019)
6	Abordagem muito orientada a custos	Müller J.M. (2019)

7	Uso de dados de funcionários e vigilância	Müller J.M. (2019)
8	Esforços para a Indústria 4.0 que não são recompensados	Müller J.M. (2019)

Fonte: Autores, 2023.

Das 9 classificações para barreiras apresentadas neste artigo, 7 já existiam previamente na literatura sendo que 2 classificações: fatores geopolíticos e econômicos e Fatores internos foram propostas por esta pesquisa. As classes com maior incidência de barreiras foram as Organizacionais e Recursos Humanos com 42 e 29, respectivamente.

Análise dos facilitadores

Para análise dos facilitadores fez-se uma classificação conforme classificação existente na literatura. No Quadro 12 tem-se os facilitadores financeiros com 3 facilitadores, o primeiro facilitador é o único que possui mais de uma citação, já os facilitadores 2 e 3 possuem apenas 1 citação/cada do mesmo autor, que ocorreu em 2020.

Quadro 12: Facilitadores Financeiros

Número	Facilitadores	Referência
1	Redução de custos	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018); Herceg I.V., Kuč V., Mijušković V.M., Herceg T. (2020); Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
2	Obtenção de benefícios financeiros	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
3	Aumento do ROA (retorno sobre o ativo)	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)

Fonte: Autores, 2023.

No Quadro 13, são apresentados os facilitadores relacionados a recursos humanos, com 7 facilitadores no total. O primeiro facilitador possui 2 citações, vale ressaltar que 6 facilitadores possuem apenas 1 artigo como referência, com exceção do facilitador 7 que possui 2 artigos como referência. Resultando em 1 facilitador com a data de 2018 e 7 de 2020.

Quadro 13: Facilitadores relacionados a Recursos Humanos

Número	Facilitadores	Referência
1	Redução do trabalho repetitivo	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020) ; Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018)
2	Redução do trabalho humano	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
3	Alocação de mão de obra para outras áreas (maior valor agregado)	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
4	Exigida pelos funcionários (para permanecer empregador atraente)	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
5	Lidando com os desafios do mercado de trabalho	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
6	Mudanças no mercado de trabalho	Herceg I.V., Kuč V., Mijušković V.M., Herceg T. (2020)
7	Aumento da escassez de mão de obra	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)

Fonte: Autores, 2023.

No Quadro 14 tem-se os facilitadores referentes às condições de mercado. Esse quadro possui 12 facilitadores, sendo que os 4 primeiros possuem mais de 1 referência e os outros 8 possuem apenas 1 referência. Também é possível notar que há 3 facilitadores que possuem sua primeira ocorrência em 2022, dessa forma, podemos inferir que por esse motivo tenha apenas 1 referência no quadro.

Quadro 14: Facilitadores relacionados às Condições de Mercado

Número	Facilitadores	Referência
1	Mais rápido que os concorrentes	Satyro, WC; de Almeida, CMVB; Pinto, MJA; Contador, JC; Giannetti, BF; de Lima, AF; Fragomeni, MA(2022); Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
2	Necessidades do cliente; Conformidade com as necessidades do cliente	Herceg I.V., Kuč V., Mijušković V.M., Herceg T. (2020); Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
3	Oportunidade de novos modelos de negócios	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Herceg I.V., Kuč V., Mijušković V.M., Herceg T. (2020); Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018)
4	Melhorar a posição no mercado	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020); Satyro, WC; de Almeida, CMVB; Pinto, MJA; Contador, JC; Giannetti, BF; de Lima, AF; Fragomeni, MA(2022)
5	Aumentar a competitividade global da empresa	Satyro, WC; de Almeida, CMVB; Pinto, MJA; Contador, JC; Giannetti, BF; de Lima, AF; Fragomeni, MA(2022)
6	Competição de Mercado	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
7	Acompanhe as tendências do mercado	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
8	Pressão dos concorrentes	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
9	Ser vista como uma empresa preocupada com a responsabilidade ambiental e social	Satyro, WC; de Almeida, CMVB; Pinto, MJA; Contador, JC; Giannetti, BF; de Lima, AF; Fragomeni, MA(2022)
10	Seja visto ou torne-se uma empresa confiável	Satyro, WC; de Almeida, CMVB; Pinto, MJA; Contador, JC; Giannetti, BF; de Lima, AF; Fragomeni, MA(2022)
11	Novas ofertas de valor para maior competitividade	Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018); Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020)
12	Competitividade	Herceg I.V., Kuč V., Mijušković V.M., Herceg T. (2020)

Fonte: Autores, 2023.

No Quadro 15 são apresentados os facilitadores relacionados às expectativas da Gestão, onde possui 6 facilitadores com apenas 1 referência/cada. Também é possível notar que todos os facilitadores dessa classe possuem a mesma referência.

Quadro 15: Facilitadores relacionados às Expectativas da Gestão

Número	Facilitadores	Referência
1	Necessidade de maior controle para a alta administração	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
2	Acompanhamento contínuo do desempenho da empresa	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
3	Medição de desempenho em tempo real	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)

4	Conformidade com as expectativas da gestão	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
5	Garantia do controle total dos processos corporativos	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
6	Transparência	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020)

Fonte: Autores, 2023.

No Quadro 16 são apresentados os facilitadores referentes à produtividade e eficiência, totalizando 12 facilitadores. Desses 12 facilitadores os 4 primeiros possuem mais de 1 referência e os outros 8 possuem apenas 1/cada, com data de 2020.

Quadro 16: Facilitadores relacionados Produtividade e Eficiência

Número	Facilitadores	Referência
1	Alcançar uma produção mais limpa dentro do processo de fabricação	Satyro, WC; de Almeida, CMVB; Pinto, MJA; Contador, JC; Giannetti, BF; de Lima, AF; Fragomeni, MA(2022); Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018)
2	Flexibilidade na produção	Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018) ; Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
3	Maior eficiência de produção	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018); Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020); Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
4	Maior qualidade	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020); Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018)
5	Agilidade	Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020)
6	Redução da taxa de erro	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
7	Melhoria dos prazos de entrega (conformidade com as condições de mercado)	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
8	Garantia de uma operação confiável	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
9	Menos paradas na produção	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
10	Melhorar a qualidade das linhas de produção	Satyro, WC; de Almeida, CMVB; Pinto, MJA; Contador, JC; Giannetti, BF; de Lima, AF; Fragomeni, MA(2022)
11	Balanceamento de carga e redução de estoque	Muller, JM; Kiel, D; Voigt, KI (2018); Ghadge A., Er Kara M., Moradlou H., Goswami M. (2020)
12	melhoria de desempenho	Herceg I.V., Kuč V., Mijušković V.M., Herceg T. (2020)

Fonte: Autores, 2023.

No Quadro 17 tem-se os facilitadores relacionados à satisfação do cliente com 3 facilitadores, sendo que o facilitador 1 possui 2 referências e os demais apenas 1, com todas as referências do ano de 2020.

Quadro 17: Facilitadores relacionados à Satisfação do Cliente

Número	Facilitadores	Referência
1	Demanda Exigida por clientes/parceiros	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020); Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)

2	Melhoria da satisfação do cliente	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)
3	Melhoria da flexibilidade	Szabo R.Z., Herceg I.V., Hanák R., Hortovanyi L., Romanová A., Mocan M., Djuričin D. (2020)

Fonte: Autores, 2023.

Para os facilitadores não foi identificada nenhuma nova classe, com destaques para as classe de Condições de mercado e Produtividade e eficiência com 12 facilitadores/cada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi identificar na literatura barreiras e facilitadores para a implementação da indústria 4.0, pela realização de uma revisão sistemática da literatura. Foram encontrados 18 estudos que contribuíram para essa revisão da literatura, sendo que os 18 artigos contribuíram com a identificação das barreiras e 5/18 artigos com os facilitadores. Ainda, foram encontradas 131 barreiras e 43 facilitadores para implementação da i4.0.

Foi possível identificar as barreiras e facilitadores que as empresas poderão confrontar ao implementarem a Indústria 4.0 em suas organizações. Portanto, esse trabalho tem uma importante contribuição para a disseminação do tema no Brasil, que apareceu de forma tímida com 2/18 publicações na base.

Do ponto de vista teórico contribui com as barreiras e facilitadores com classificações já encontradas na literatura pela adição de duas novas classificações: Fatores geopolíticos e econômicos e Fatores internos à organização, sugeridas por este estudo. Além de sua contribuição teórica, este trabalho permite a contribuição para empresas na forma de um conjunto de elementos (motivações e barreiras) para a implantação da indústria 4.0.

O trabalho tem como limitação o acesso a certos artigos (acesso pago) que poderiam contribuir para a ampliação e/ou ratificação de barreiras e facilitadores à implantação da i4.0. Além da abstração apenas da realização de uma revisão sistemática da literatura, visto que abordagens práticas poderiam ter sido exploradas. Para estudos futuros, recomenda-se a realização de um levantamento das barreiras e facilitadores de forma empírica (país, indústria etc.) como forma de validação deles para diferentes contextos. Ainda, recomenda-se realizar análise quantitativa para verificar o peso de barreiras e facilitadores para a implantação da i4.0.

REFERÊNCIAS

- BAKHTARI, Ahmad Reshad; WARIS, Mohammad Maqbool; SANIN, Cesar; SZCZEBICKI, Edward. Evaluating Industry 4.0 Implementation Challenges Using Interpretive Structural Modeling and Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Cybernetics And Systems*, [S.L.], v. 52, n. 5, p. 350-378, 29 jan. 2021. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01969722.2020.1871226>
- BAKHTARI, Ahmad Reshad; KUMAR, Vineet; WARIS, Mohammad Maqbool; SANIN, Cesar; SZCZEBICKI, Edward. Industry 4.0 Implementation Challenges in Manufacturing Industries: an interpretive structural modelling approach. *Procedia Computer Science*, [S.L.], v. 176, p. 2384-2393, 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.306>
- Cordeiro, G. A., Ordóñez, R. E. C., & Ferro, R. (2019). Theoretical proposal of steps for the implementation of the Industry 4.0 concept. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 166-179.
- DEMIRKESEN, Sevilay; TEZEL, Algan. Investigating major challenges for industry 4.0 adoption among construction companies. *Engineering, Construction And Architectural Management*, [S.L.], p. 1-56, 29 abr. 2021. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/ecam-12-2020-1059>.

- Flamini, M., & Naldi, M. (2022). Maturity of Industry 4.0: A Systematic Literature Review of Assessment Campaigns. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/joitmc8010051>
- GHADGE, Abhijeet; KARA, Merve Er; MORADLOU, Hamid; GOSWAMI, Mohit. The impact of Industry 4.0 implementation on supply chains. *Journal Of Manufacturing Technology Management*, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 669-686, 6 mar. 2020. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/jmtm-10-2019-0368>.
- GHADIMI, Pezhman; DONNELLY, Oisín; SAR, Kubra; WANG, Chao; AZADNIA, Amir Hossein. The successful implementation of industry 4.0 in manufacturing: an analysis and prioritization of risks in the Irish industry. *Technological Forecasting And Social Change*, [S.L.], v. 175, p. 121394, fev. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121394>.
- GOSWAMI, Mohit; DAULTANI, Yash. Make-in-India and Industry 4.0: technology readiness of select firms, barriers and socio-technical implications. *The Tqm Journal*, [S.L.], v. 34, n. 20, p. 1-21, 2 nov. 2021. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/tqm-06-2021-0179>
- Hajoary, P. K. (2020). Industry 4.0 Maturity and Readiness Models: A Systematic Literature Review and Future Framework. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 17(7). <https://doi.org/10.1142/S0219877020300050>
- HERCEG, Iva Vuksanović; KUČ, Vukašin; MIJULKOVIĆ, Veljko M.; HERCEG, Tomislav. Challenges and Driving Forces for Industry 4.0 Implementation. *Sustainability*, [S.L.], v. 12, n. 10, p. 4208, 21 maio 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su12104208>.
- Hoyer, C., Gunawan, I., & Reaiche, C. H. (2020). The Implementation of Industry 4.0 – A Systematic Literature Review of the Key Factors. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 557–578. <https://doi.org/10.1002/sres.2701>
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. A. (2018). Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 408–425. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.05.009>
- KARADAYI-USTA, Saliha. An Interpretive Structural Analysis for Industry 4.0 Adoption Challenges. *Ieee Transactions On Engineering Management*, [S.L.], v. 67, n. 3, p. 973-978, ago. 2020. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/tem.2018.2890443>
- Klingenberg, C. O., Borges, M. A. V., & Antunes Jr, J. A. V. (2021). Industry 4.0 as a data-driven paradigm: a systematic literature review on technologies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(3), 570–592. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2018-0325>
- KUMAR, Veepan; VRAT, Prem; SHANKAR, Ravi. Prioritization of strategies to overcome the barriers in Industry 4.0: a hybrid MCDM approach. *Opsearch*, v. 58, n. 3, p. 711-750, 2021. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s40171-022-00312-1> > Acesso em: 03 nov. 2022.
- KUMAR, Girish; BAKSHI, Arjun; KHANDELWAL, Anurag; PANCHAL, Anuj; SONI, Umang. Analyzing Industry 4.0 Implementation Barriers in Indian SMEs. *Journal Of Industrial Integration And Management*, [S.L.], v. 07, n. 01, p. 153-169, 26 fev. 2021. World Scientific Pub Co Pte Ltd. <http://dx.doi.org/10.1142/s2424862221500020>
- LEGG, Brooklyn; DORFNER, Bettina; LEAVENGOOD, Scott; HANSEN, Eric. Industry 4.0 Implementation in US Primary Wood Products Industry. *Drvna Industrija*, [S.L.], v. 72, n. 2,

- p. 143-153, 7 maio 2021. Faculty of Forestry, University of Zagreb. <http://dx.doi.org/10.5552/drvind.2021.2017>
- MÜLLER, Julian M. Assessing the barriers to Industry 4.0 implementation from a workers' perspective. *Ifac-Papersonline*, [S.L.], v. 52, n. 13, p. 2189-2194, 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.530>.
- MÜLLER, Julian Marius; KIEL, Daniel; VOIGT, Kai-Ingo. What Drives the Implementation of Industry 4.0? The Role of Opportunities and Challenges in the Context of Sustainability. *Sustainability*, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 247, 18 jan. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su10010247>
- NIMAWAT, Dheeraj; GIDWANI, B. D. Identification of cause and effect relationships among barriers of Industry 4.0 using decision-making trial and evaluation laboratory method. *Benchmarking: An International Journal*, 2021.
- PASI, Bhaveshkumar Nandanram; MAHAJAN, Subhash K.; RANE, Santosh B.. The current sustainability scenario of Industry 4.0 enabling technologies in Indian manufacturing industries. *International Journal Of Productivity And Performance Management*, [S.L.], v. 70, n. 5, p. 1017-1048, 1 dez. 2020. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/ijppm-04-2020-0196>
- Piccarozzi, M., Aquilani, B., & Gatti, C. (2018). Industry 4.0 in management studies: A systematic literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/su10103821>
- QUINTINO, L.F.; SILVEIRA, A.M.D.; AGUIAR, F.R.D.; AL., E. Indústria 4.0. Grupo A, 2019. 9788595028531. <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595028531/>. Acesso em: 17 Apr 2022.
- SATYRO, Walter Cardoso; ALMEIDA, Cecília Maria Villas Bôas de; PINTO JUNIOR, Marcos José A.; CONTADOR, José Celso; GIANNETTI, Biagio F.; LIMA, Anderson Ferreira de; FRAGOMENI, Marco Aurelio. Industry 4.0 implementation: the relevance of sustainability and the potential social impact in a developing country. *Journal Of Cleaner Production*, [S.L.], v. 337, p. 130456, fev. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130456>
- SZABO, Roland Zs.; HERCEG, Iva Vuksanović; HANÁK, Robert; HORTOVANYI, Lilla; ROMANOVA, Anita; MOCAN, Marian; DJURIČIN, Dragan. Industry 4.0 Implementation in B2B Companies: cross-country empirical evidence on digital transformation in the cee region. *Sustainability*, [S.L.], v. 12, n. 22, p. 9538, 16 nov. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su12229538>.
- VIRMANI, Naveen; SALVE, Urmi Ravindra; KUMAR, Anil; LUTHRA, Sunil. Analyzing Roadblocks of Industry 4.0 Adoption Using Graph Theory and Matrix Approach. *Ieee Transactions On Engineering Management*, [S.L.], v. 70, n. 2, p. 454-463, fev. 2023. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/tem.2020.3048554>
- ZHU, Junwen; LIU, Weishu. A tale of two databases: The use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, v. 123, n. 1, p. 321-335, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-020-03387-8>.