Indústria 4.0: Uma revisão sistemática da literatura e suas principais oportunidades de pesquisa.

Vinicius Sprada Maia

William Alves Maia

A indústria 4.0 ou a Quarta Revolução Industrial mira a informatização dos processos, criando uma empresa independente e inteligente. A independência refere-se à sua autogestão  por meio de tecnologias  imersivas e com inteligência artificial.  Portanto, ela é caracterizada pela integração da manufatura inteligente nos meios de produção, compreendida por uma variedade de tecnologias como Internet das coisas, Cyber-Security, Manufatura Aditiva, Realidade Aumentada e Integração de Sistemas. Em função da sua importância no meio industrial, que busca constantemente manter a sua competitividade, acompanhando as tendências do mercado, esse tema tem ganhado destaque nos meios acadêmico e industrial.  Observa-se que as publicações sobre o tema se evidenciaram a partir de 2016 e, devido à crescente importância e consequente interesse, faz-se necessário compreender a amplitude das investigações, visando identificar os temas ainda pouco esclarecidos. Portanto, o objetivo do trabalho é identificar as oportunidades de pesquisa neste tema. Para isso, apresenta uma revisão sistemática da literatura, identificando os principais meios de publicação. Três palavras-chaves foram submetidas à três bancos de dados: Web Of Science, Science Direct e Scopus, resultando em centenas de títulos publicados em diversas plataformas científicas. Esse trabalho, primeiramente, limita-se às análises de artigos em inglês publicados até 2019, revisados por pares, na área de engenharia. Uma seleção qualitativa prossegue filtrando revistas avaliadas com fator de impacto superiores à 2,5. A seleção de trabalhos avança qualitativamente com a leitura de títulos e resumos para aplicação de outros critérios de exclusão como: artigos que apenas citam “indústria 4.0” em palavras-chaves e referências ou como exemplo no texto bem como trabalhos duplicados na lista. Entre os resultados, este estudo apresenta uma seleção de artigos publicados nas melhores revistas e uma análise em três partes: caracterização das pesquisas sobre o tema, análise de frequência e então as tendências mais relevantes de pesquisa.

# Introdução

Indústria, por definição, é a parte da economia responsável pela produção de bens de consumo altamente mecanizados e automatizados. Desde seu início a indústria vem passando por mudanças que são responsáveis por alterações de paradigma e que, de alguma forma, provocam mudanças na sociedade em que vivemos, estas mudanças são chamadas de “Revoluções Industriais”, caracterizadas como: (Freeman and Louçã, 2002)

* 1ª Revolução Industrial: Teve início pela criação das ferrovias e do motor a vapor, responsável pela mecanização dos meios de produção.
* 2ª Revolução Industrial: Responsável pela intensificação do uso de energia elétrica e implementação de linhas de montagem nos meios de produção, tornando a produção em massa uma realidade.
* 3ª Revolução Industrial: Também chamada de “Revolução Digital”, foi a revolução responsável pela origem de computadores mainframe, computadores pessoais, a Internet e pela criação dos semicondutores.

 A Quarta Revolução Industrial é  caracterizada pela digitalização dos meios de produção através da utilização de tecnologias responsáveis por integrar o físico com o sistêmico e pela crescente automação dos processos que os envolvem. (Santos et al., 2017) No futuro espera-se que estes meios de produção sejam modularizados e descentralizados para permitir que o produto controle o sistema produtivo, e não o contrário, a ponto de, por exemplo, permitir a customização de produtos em uma linha de produção sem prejuízo à produtividade em larga escala que uma fábrica automatizada é capaz de proporcionar (Lasi et al., 2014). Comparado aos sistemas convencionais, a indústria 4.0 tem uma influência significativa no ambiente de produção, permitindo planejamento e controle em tempo real. (Sanders et al., 2016)

Sendo assim, a quarta revolução ajuda a promover o aumento da competitividade através do uso de equipamentos inteligentes, sendo o principal recurso necessário para sua implementação a integração digital de ponta-a-ponta, atingindo a conexão de toda a cadeia de valor (Stock and Seliger, 2016). Na indústria 4.0 a conexão, principalmente entre IoT (*Internet Of the Things*) e CPS (*Cyber Physical System*), possibilita o desenvolvimento de sistemas e a geração de informações. Essa conexão é possível através de uma combinação de tecnologias tanto de softwares como de comunicação. (Bahrin et al., 2016)

A IoT é um sistema que combina inteligência independente e autônoma, análise preditiva avançada e colaboração máquina-humano para melhorar a produtividade, eficiência e confiabilidade. Possibilita a detecção e o acionamento em tempo real, de modo que a operação remota de atividades, fabricação e colaboração eficiente entre as partes interessadas sejam facilitadas.  (Yang et al., 2017)

Já sistemas cyber-físicos - também conhecidos como CPSs - são mecanismos controlados ou monitorados por algoritmos intrinsecamente integrados com a Internet e seus usuários. Nesse tipo de sistema, o físico e o sistêmico estão profundamente interligados, cada um operando em diferentes escalas temporais e espaciais, exibindo múltiplos e distintos modos comportamentais e interagindo entre si dependendo do contexto da situação.

Além da IoT e CPS, outras tecnologias são abordadas dentro da Indústria 4.0 com funções distintas, que colaboram para o avanço da nova revolução. Alguns outros exemplos são: *Big Data -* que suporta a coleta de dados em tempo real de diversas fontes e promove outras análises abrangentes - Simulação e Prototipagem, Manufatura Aditiva, Realidade Aumentada, Sistemas Robóticos, Segurança Cibernética, entre outras.

 As pesquisas em torno dos temas e tecnologias abordadas na industria 4.0 tiveram um salto exponencial a partir do ano de 2016. Com isso também aumentou o número de trabalhos de revisão sistemática a fim de levantar o estado da arte do tema. Entre os trabalhos similares mais recentes, (Dohale and Kumar, 2018) utilizam metodologia sistemática selecionando trabalhos publicados entre Janeiro de 2017 e Junho de 2018 em duas bases de dados (Web Of Science e ProQuest) analisando, numa lista de 24 trabalhos, as principais contribuições de pesquisa dentro do tema. Em (Liao et al., 2017), a revisão é mais abrangente, apesar de considerar trabalhos apenas até 2016, visto que a maioria dos trabalhos publicados sobre este tema apareceram após essa data. Quatro perguntas foram esclarecidas: Quais são Quatro perguntas foram esclarecidas: Quais são as principais características da Indústria 4.0; quem está trabalhando com indústria 4,0, onde e quando;  quais são as principais direções e os atuais esforços de pesquisa e quais são os atuais campos de aplicação da indústria 4.0. Outros trabalhos recentes de revisão sistemática da literatura podem ser encontrados na Tabela 1.

Trabalhos recentes de revisão sistemática sobre Indústria 4.0 e suas contribuições.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  | Autores | Contribuição |
|  |  |  | https://doi.org/10.1/j.compind.2017.04 | Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics |

O objetivo deste trabalho, portanto, é revisar e analisar o progresso acadêmico da quarta revolução industrial de maneira ampla e sistemática contemplando trabalhos até 2019, selecionando as melhores revisões com critérios qualitativos diferentes dos utilizados em trabalhos anteriores, excluindo trabalhos publicados com  avaliação de fator de impacto (Journal Citation Reports) inferiores a 2,5. A seleção de trabalhos também é feita qualitativamente com a leitura de títulos e resumos para aplicação de outros critérios de exclusão, análises e caracterizações do estado da arte da Indústria 4.0.

# Metodologia

blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla

## Seleção da base de dados

blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla

## Critérios de Inclusão e Exclusão

blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla

### FILTROS QUALITATIVOS

blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla

### FILTROS QUANTITATIVOS

blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla

# Results

blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla  blablabla

# Conclusion

The conclusion should reinforce the major claims or interpretation in a way that is not mere summary. The writer should try to indicate the significance of the major claim/interpretation beyond the scope of the paper but within the parameters of the field. The writer might also present complications the study illustrates or suggest further research the study indicates is necessary.

# References

Bahrin, M.A.K., Othman, M.F., Azli, N.H.N., Talib, M.F., 2016. Industry 4.0: a review on industrial automation and robotic. Jurnal Teknologi 78, 137–143.

Dohale, V., Kumar, S., 2018. A Review of Literature of Industry 4.0, in: National Convention of IIIE and International Conference.

Freeman, C., Louçã, F., 2002. The Fourth Kondratiev Wave: The Great Depression and the Age of Oil Automobiles, Motorization, and Mass Production, in: As Time Goes By. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0199251053.003.0008>

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., Hoffmann, M., 2014. Industrie 4.0. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 56, 261–264. <https://doi.org/10.1007/s11576-014-0424-4>

Liao, Y., Deschamps, F., de Freitas Rocha Loures, E., Ramos, L.F.P., 2017. Past present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal. International Journal of Production Research 55, 3609–3629. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>

Sanders, A., Elangeswaran, C., Wulfsberg, J., 2016. Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. Journal of Industrial Engineering and Management 9, 811. <https://doi.org/10.3926/jiem.1940>

Santos, K., Loures, E., Piechnicki, F., Canciglieri, O., 2017. Opportunities Assessment of Product Development Process in Industry 4.0. Procedia Manufacturing 11, 1358–1365. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.265>

Stock, T., Seliger, G., 2016. Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. Procedia CIRP 40, 536–541. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>

Yang, C., Lan, S., Shen, W., Huang, G.Q., Wang, X., Lin, T., 2017. Towards product customization and personalization in IoT-enabled cloud manufacturing. Cluster Computing 20, 1717–1730. <https://doi.org/10.1007/s10586-017-0767-x>