



## Just-in-time: desenho metodológico e tendências

**Marcia Sierdovski, MSc.**

Engenharia de Produção – UTFPR

**Luiz Alberto Pilatti, Dr.**

Engenharia de Produção – UTFPR

**Priscila Rubbo, Dr<sup>a</sup>**

Engenharia de Produção – UTFPR

**João Luiz Kovaleski, Dr.**

Engenharia de Produção – UTFPR

**Jaqueline Fonseca Rodrigues, MSc.**

Engenharia de Produção – UTFPR

**Resumo:** Sobreviver em um mercado altamente competitivo requerem práticas estratégicas que tornem as atividades de produção mais eficaz e a técnica de Just-in-time (JIT) é a maneira de tornar o trabalho produtivo, sem desperdícios e com menor custo. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa é identificar o desenho metodológico e as tendências dos estudos para a técnica de just-in-time. O procedimento metodológico adotado é multicritério Methodi Ordinatio, que identifica o número de citação, ano de publicação e fator de impacto, apresentando os artigos de relevância científica da temática. Os resultados apontam o crescimento dos estudos com maior representatividade de até 29% em 2020. As tendências das temáticas estão direcionadas para a inserção de tecnologia para melhorar o *lead time*, estudos de modelos estatísticos de programação e algoritmos para encontrar o *time* ideal do pedido e estudos nas linhas de montagem, infraestrutura e dos funcionários para definir o melhor tempo e reduzir os custos nas entregas por just-in-time. O método das pesquisas com 74,28% são revisões teóricas que enfatizam os modelos matemáticos e algoritmos que abordam questões múltiplas de como tornar a técnica eficiente e que atenda a necessidade das organizações. O valor do estudo está direcionado para compreensão de como a técnica pode ser abordada no contexto das empresas e contribuir para mudanças e melhorias significativas na entrega, no custo e no desempenho a partir de sua aplicação.

**Palavras-chave:** Just-in-time, Desenho Metodológico, Tendências, Methodi Ordinatio.

## Just-in-time: methodological design and trends

**Abstract:** Surviving in a highly competitive market requires strategic practices that make production activities more effective and the Just-in-time (JIT) technique is the way to make work productive, without waste and at a lower cost. In this sense, the objective of the research is to identify the methodological design and trends of studies for the just-in-time technique. The methodological procedure adopted is Methodi Ordinatio multicriteria, which identifies the number of citations, year of publication and impact factor, presenting the articles of scientific relevance on the subject. The results point to the growth of studies with greater representation of up to 29% in 2020. Thematic trends are directed towards the insertion of technology to improve lead time, studies of statistical programming models and algorithms to find the ideal order time and studies in assembly lines,

infrastructure and employees to define the best time and reduce costs in just-in-time deliveries. The research method with 74.28% are theoretical reviews that emphasize mathematical models and algorithms that address multiple issues of how to make the technique efficient and that meets the needs of organizations. The value of the study is aimed at understanding how the technique can be approached in the context of companies and contributing to significant changes and improvements in delivery, cost and performance from its application.

**Keywords:** Just-in-time, Methodological Design, Trends, Methodi Ordinatio.

## 1. Introdução

Just-in-time (JIT) é uma técnica que tem por função reorganizar o sistema de produção buscando eliminar todo e qualquer desperdício seja de superprodução, espera, estoque, transporte, movimentação, processamento e produto defeituoso com foco no aperfeiçoamento contínuo dos processos de produção, na redução dos estoques e na diminuição dos armazéns de matéria prima (EBRAHTMPOUR; SCHONBERGER, 1984). Eker e Pala (2008) mencionam que as organizações se deparam com questões de dinamismo, escassez de recursos e complexidade e para sobreviver precisam de parâmetros e ferramentas que avaliem minuciosamente seu desempenho com precisão.

Nesse contexto, a metodologia de just-in-time tem por objetivo entregar produtos com zero defeito e qualidade, baixo custo de operação e rapidez na entrega, isso é agregar valor ao produto e serviço, sendo vital para a dinamicidade dos mercados (SINGH; GARG, 2011). Belekoukias et al., (2014) apresentam evidências que os métodos e ferramentas enxutas ajudam as organizações na fabricação para melhorar suas operações e processos, e com as práticas enxutas obtém maior desempenho organizacional, e compreender o sistema enxuto de produção e as estratégias de suas operações, são essenciais para permanência e crescimento no mercado.

Portanto, adotar técnicas de just-in-time é primordial para alcançar melhores resultados, com desempenho superior, sendo eficiente e eficaz em suas atividades no sistema de produção, nesse sentido, o objetivo deste estudo é identificar o desenho metodológico e as tendências dos estudos para a técnica de just-in-time. Desse modo, a pesquisa busca localizar os estudos atuais que tratam sobre a abordagem do método de just-in-time para auxiliar pesquisadores no desenvolvimento futuro de pesquisas e apresentar para as organizações questões práticas da efetividade e do uso da técnica JIT.

O gap identificado é que a técnica de just-in-time pode melhorar as operações das organizações, reduzir custos com estoque e com os armazéns, melhorar o desempenho financeiro e o fluxo de caixa, atender prontamente o cliente e proporcionar o sucesso para as empresas, por meio, da utilização dessa técnica em suas atividades diárias.

Desse modo, utilizar da técnica just-in-time é estar atento a volatilidade do mercado, os riscos de mercadorias no almoxarifado e armazenamento dos produtos, na qual o uso da técnica facilita na hora da manufatura, na eliminação de armazéns e no acompanhamento das demandas do mercado (ZAREIE, 2015).

## 2. Técnica de Just-in-time para o sistema de produção

O just-in-time (JIT) traz um conceito de produção enxuta, sem sobras e sem estoques, na qual é produzido aquilo somente que é consumido, para isso, precisa-se de planejamento e compreensão do processo de produção, estimativa de vendas para evitar erros potenciais e desastrosos no tocante a técnica de just-in-time (HOBSON, 1991). O just-in-time é um sistema planejado e auto-organizado de produção, um método de produção e gestão que

ocorreu no fordismo do século XX e pós-fordismo do século XXI (ALFASI; PORTUGALI, 2004).

Na questão do planejamento da produção para atender as entregas pelo método just-in-time, o ciclo do Plan-Do-Check-Act (PDCA) deve ser adotado para identificar, verificar e implementar melhorias nas atividades, por meio da gestão eficaz e eficiente na preparação das peças para atender no tempo certo a entrega pelo just-in-time (ANI et al., 2018).

Segundo Weng e Fujimura (2010) a eficiência do uso da técnica de produção just-in-time está relacionada com uma programação de produção flexível dinâmica, ambiente de manufatura, disposição de máquinas e equipamentos, tempo de processamento e liberação do produto pelos estágios de produção, tempo de entrega dos produtos. Nesse sentido, Jeong et al., (2016) destaca que o planejamento de produção realizado por sistemas e softwares estatísticos de simulação como Building Information Modeling (BIM) conseguem proporcionar maior certeza e confiança na tomada de decisões das atividades operacionais do processo produtivo adaptando-se melhor às mudanças e a dinâmica de produção.

De acordo com Zareie (2015) para se manter no mercado de fornecimento matéria-prima e de produtos, fabricantes e organizações precisam transformar a linha de produção, de acordo com a necessidade dos usuários, a fim de manter sua posição nos negócios e o just-in-time proporciona isso, ao passo que, auxilia prontamente no atendimento e entrega dos produtos para seus clientes, menor custo de estoque, entrega no tempo combinado e outros benefícios do uso do método pelas empresas. Biswas e Sarker (2020) afirmam que utilizar a técnica de JIT é uma alternativa eficiente para entregar vários produtos e satisfazer a demanda dos clientes.

O método just-in-time auxilia na seleção de fornecedores adequados que cumprem com o acordo realizado, e a avaliação é pautada no desempenho do fornecedor, bem como, no seu relacionamento de longo prazo na cadeia de suprimentos (AKSOY; OZTURK, 2011). Várias organizações utilizam da técnica de just-in-time para entregar matéria-prima e seus produtos na cadeia de suprimentos, e nesse âmbito, buscam junto aos seus fornecedores estabelecer e combinar prazos de entrega pela técnica just-in-time, calculando o *time* ideal para chamar nova entrega pelo respectivo método, considerando no cálculo, interferência do tempo de entrega e transporte, algoritmos de aprendizado de máquinas, contabilizando regressões e precisões no conjunto de dados obtidos do processo produtivo (SINGH; SONI, 2019).

Nesse sentido, Shokoufi e Rezaeian (2020) apontam que a entrega pela técnica just-in-time considera a programação e ociosidade da máquina, tempo de antecipação ou atraso nos processos produtivos, definindo pela Programação Linear Inteira Mista (MILP) os tempos de dias e valores dos parâmetros ideais para a eficiência da técnica. Os objetivos da técnica é melhorar o *time* de entrega e proporcionar menores custos, maior eficiência e atendimento personalizado aos clientes. O uso da técnica reduz estoques de matéria-prima e produtos, zero de defeitos e falhas, gestão da qualidade total, além da diminuição de armazéns, focando, portanto, os estudos para o aperfeiçoamento da técnica pelas empresas.

### **3. Metodologia**

Para atender ao escopo do objetivo da pesquisa os procedimentos metodológicos deste estudo são uma revisão sistemática de literatura realizada no período de 2017 a 2021 nas bases de dados Science Direct, Scopus e Web of Science.

A metodologia adotada para a revisão sistemática de literatura é a técnica de multicritério Methodi Ordinatio, que identifica os artigos com base nos critérios de fator de impacto, número de citação e ano de publicação e relevância científica (PAGANI et al., 2015, 2018).

A Methodi Ordinatio é realizada nesse estudo por meio de 7 etapas, e inicia-se com a definição do escopo de pesquisa, sua seleção, coleta e análise dos artigos científicos com base em critérios de relevância.

Na definição da etapa inicial foram selecionadas as bases, as palavras-chaves e os filtros aplicados na busca dos artigos. A Tabela 1 – relata a etapa dos parâmetros adotados para a pesquisa, definindo à base de dados, palavras-chave e filtros aplicados.

**Tabela 1 – Definição dos parâmetros adotados no estudo**

<b>Base de dados</b>	<b>Palavras-Chaves</b>	<b>Parâmetros de Pesquisa</b>
Science Direct	just-in-time AND just in time AND Production system	Pesquisado por título, somente artigos com delimitação temporal de 2017 a 2021. A busca foi sem operador booleano (*), porque a base não apresenta essa estrutura de busca.
Scopus	"just-in-time*" AND "just in time*" AND "Production system*".	Pesquisa por título do artigo, selecionando artigos e revisões, com delimitação temporal de 2017 a 2021.
Web of Science	"just-in-time*" AND "just in time*" AND "Production system*"	Pesquisa por tópico, somente artigos, com delimitação temporal de 2017 a 2021. A pesquisa foi por tópico, porque ao selecionar por título houver restrição de trabalhos, por isso, ampliado a consulta de busca.

**Fonte: Os autores (2021).**

Na Etapa 2 com a definição das palavras-chaves e a aplicação dos termos de filtro indicados, tem-se o resultado inicial da busca na base de dados. A tabela 2 – apresenta os resultados dessa seleção.

**Tabela 2 – Demonstração dos resultados encontrados nas bases de dados**

<b>Palavras-chave</b>	<b>Science Direct</b>	<b>Scopus</b>	<b>Web of Science</b>
"just-in-time*" AND "just in time*" AND "Production system*"	32	3	54
<b>Resultado total inicial de artigos</b>		<b>89</b>	

**Fonte: Os autores (2021).**

A tabela 2 traz que a base de dados Web of Science é a líder com 54 artigos iniciais advindos para análise em um total de 89 artigos.

Na Etapa 3, os artigos selecionados pelo processo de filtragem serão excluídos de acordo com: artigos duplicados, artigos de conferência, livros e capítulos de livros e artigos que não relacionam a temática. A tabela 3 apresenta a aplicação da filtragem dos artigos.

**Tabela 3 - Filtragem dos artigos por tipos de documentos**

<b>Procedimentos de filtragem</b>	<b>Número de artigos excluídos</b>
Exclusão por duplicata	8
Exclusão por tipo de documento (Excluir artigos de conferência, livros e capítulos)	1
Exclusão por conteúdo (leitura título e resumo)	45
<b>Resultado total final de artigos</b>	<b>35</b>

**Fonte: Os autores (2021).**

A Etapa 4 estabelece a classificação dos jornais no portfólio dos artigos, definindo fator de impacto, número de citações e ano de publicação. O fator de impacto (IF) selecionado para julgar a importância do periódico foi o Journal Citation Reports (JCR), para os periódicos que não apresentaram JCR é utilizado na sequência, CiteScore, Scimago (SJR) e Snipp. O número de citação foi coletado no Google Scholar e para relevância científica, a Equação InOrdinatio da Methodi Ordinatio (PAGANI et al., 2015, 2018).

$$\text{InOrdinatio} = (\text{IF} / 1000) + \alpha^* [10 - (\text{ResearchYear} - \text{PublishYear})] + (\text{Ci})$$

**IF:** Fator de impacto  
**α:** fator de ponderação variável de 1 a 10 sendo atribuído pelo pesquisador em relação a temática  
**Research Year:** ano em que a sua pesquisa foi desenvolvida  
**PublishYear:** ano em que o artigo foi publicado  
**Ci:** é o número de vezes que o artigo foi citado

Na Etapa 5 foi identificado o fator de impacto (IF), ano de publicação e o número de citações (Ci) dos 35 artigos selecionados para a pesquisa de acordo com o JCR e na ausência deste, a segunda medida usada é a Scimago (SJR) e depois a CiteScore, caso não contenha as métricas citadas, o peso atribuído é o valor de zero. As citações foram consultadas no Google Scholar e com a coleta dos dados realizadas foi aplicada a Equação InOrdinatio. A tabela 4 apresenta o portfólio final ordenado de acordo com a relevância.

**Tabela 4 - Aplicação da Equação InOrdinatio**

Artigo	Ano	FI	Ci	InOrdinatio
The Digital Twin: Demonstrating the Potential of Real Time Data Acquisition in Production Systems	2017	1,9	215	275,00190
Fuzzy Mathematical Programming and Self-Adaptive Artificial Fish Swarm Algorithm for Just-in-Time Energy-Aware Flow Shop Scheduling Problem With Outsourcing Option	2020	9,518	32	122,00952
A multiproduct single machine economic production quantity (EPQ) inventory model with discrete delivery order, joint production policy and budget constraints	2020	2,583	21	111,00258
Discrete event-driven model predictive control for real-time work-in-process optimization in serial production systems	2020	5,105	20	110,00511
Multi-temperature simulated annealing for optimizing mixed-blocking permutation flowshop scheduling problems	2021	5,452	7	107,00545
Balancing stochastic U-lines using particle swarm optimization	2019	4,311	26	106,00431
Predictive maintenance system for production lines in manufacturing: A machine learning approach using IoT data in real-time	2021	5,452	2	102,00545
Lab-scale Models of Manufacturing Systems for Testing Real-time Simulation and Production Control Technologies	2021	5,105	1	101,00511
Introduction of a time series machine learning methodology for the application in a production system	2021	3,879	1	101,00388
The effects of applying just-in-time production system on maximizing profitability of small and medium industrial companies in Jordan	2021	5,8	0	100,00580
Digital Twin Based Real-time Production Logistics Synchronization System in a Multi-level Computing Architecture	2021	5,105	0	100,00511
IoT-enabled dynamic lean control mechanism for typical production systems	2019	4,594	20	100,00459
System dynamics modelling of fixed and dynamic Kanban controlled production systems: a supply chain perspective	2021	3	0	100,00300
Productivity enhancement and cycle time reduction in toyota production system through jishuken activity – Case study	2021	1,3	0	100,00130
Research on optimization of setup time for product in the multi-product production system	2021	1,161	0	100,00116

A self-adaptive estimation of distribution algorithm with differential evolution strategy for supermarket location problem	2020	4,774	7	97,00477
Delivery time dynamics in an assemble-to-order inventory and order based production control system	2020	5,134	5	95,00513
A Parallel Gated Recurrent Units (P-GRUs) network for the shifting lateness bottleneck prediction in make-to-order production system	2020	4,135	4	94,00414
Employee involvement for continuous improvement and production repetitiveness: a contingency perspective for achieving organisational outcomes	2020	3,605	2	92,00361
Joint maintenance and just-in-time spare parts provisioning policy for a multi-unit production system	2020	2,583	2	92,00258
Study based on the reduction of lot time by implementing set production and FMS in the traditional batch production system	2020	1,3	1	91,00130
LSTM Soft Sensor Development of Batch Processes With Multivariate Trajectory-Based Ensemble Just-in-Time Learning	2020	3,745	0	90,00375
Exploring the integration between Lean and the Theory of Constraints in Operations Management	2019	2,511	9	89,00251
Transition to a JIT production system through ERP implementation: a case from the automotive industry	2019	4,577	7	87,00458
An imperialist competitive algorithm in mixed-model assembly line sequencing problem to minimise unfinished works	2019	4,2	6	86,00420
An extensive evaluation of CONWIP-card controlled and scheduled start time based production system designs	2019	5,105	4	84,00511
Inventory control with flexible demand: Cyclic case with multiple batch supply and demand processes	2019	5,134	3	83,00513
Mixed-model sequencing problem under capacity and machine idle time constraints in JIT production systems	2018	4,135	10	80,00414
Sequencing assembly lines to facilitate synchronized just-in-time part supply	2019	1,765	0	80,00177
Evaluation of Pull Production Control Strategies Under Uncertainty: An Integrated Fuzzy Ahp-Topsis Approach	2018	3,6	7	77,00360
An analytical approach to improving due-date and lead-time dynamics in production systems	2017	5,105	10	70,00511
Impact of priority sequencing decisions on on-time probability and expected tardiness of orders in make-to-order production systems with external due-dates	2017	4,213	10	70,00421
Resource planning for just-in-time make-to-order environments: A scalable methodology using tabu search	2017	2,5	4	64,00250
A Just-in-Time Inventory Model with Preventive Maintenance and Defect Rate	2017	1,7	2	62,00170
Strategic vehicles import supply chain: a paradigm shift in australian automotive industry	2017	1,3	0	60,00130

Fonte: Os autores (2021).

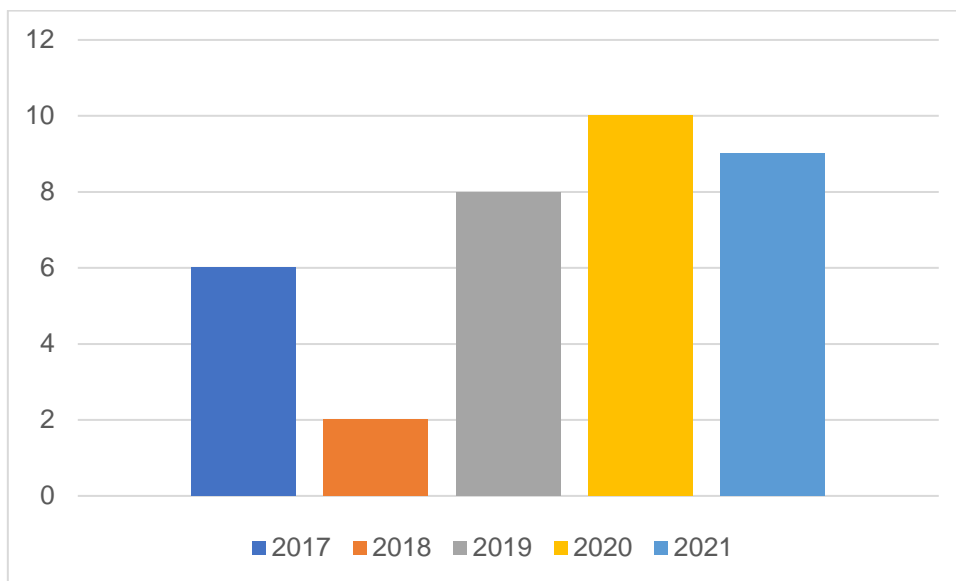
Nas Etapas 6 e 7 foi realizado a busca para o download dos arquivos, para posterior leitura e análise. A análise bibliométrica é realizada por meio da identificação dos autores da rede, principais palavras-chaves e temáticas no mundo dos negócios em relação a técnica just-in-time no sistema de produção. Os dados serão analisados pelo software VOSviewer, pela frequência dos maiores percentuais e pela análise de conteúdo.

#### 4. Resultados e discussões

Nesse tópico, serão apresentados os resultados da revisão sistemática de literatura sobre a técnica de just-in-time. De acordo com o Methodi Ordinatio apresentado na tabela 4 tem-se que os 5 principais estudos sobre a técnica referem-se ao uso de dados digitais em tempo real para a engenharia avançada no sistema de produção, programação matemática para resolução de problemas com a entrega, criação de modelos para estoque de quantidade econômica de produção, controle preditivo para otimização de trabalho em sistema de produção em série, múltiplas simulações de programação de *flowshop* para

resolução de problemas. O gráfico 1 – expõe o crescimento da temática no período de 2017 a 2021.

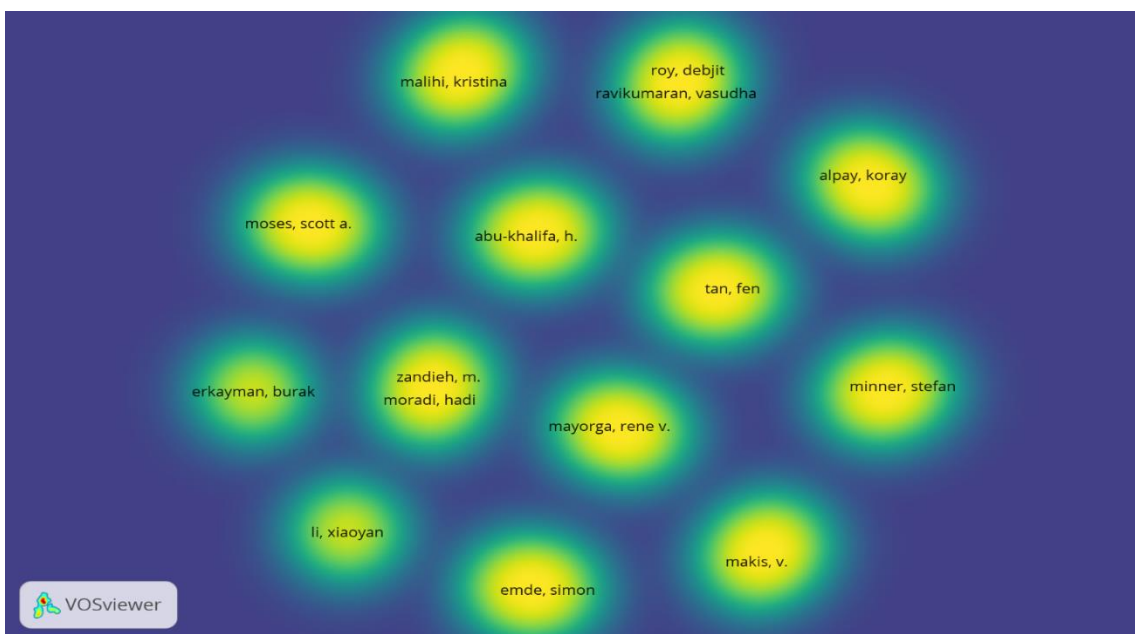
**Gráfico 1 – Evolução da temática de Just-in-time**



Fonte: Os autores (2021).

No gráfico 1 tem-se que o período de maior evolução da temática nos artigos e critérios aplicados no tempo definido foi em 2020 com representatividade de até 29% (n=10). Na sequência com 25,71% (n=9) no ano de 2021, percebe-se, um avanço e a preocupação com a técnica de just-in-time, assim, pode-se inferir que a pandemia causou mudanças nas rotinas de produção e entrega, e ampliar os conhecimentos sobre a visão de just-in-time para driblar as adversidades foi necessário. A figura 1 - demonstra os autores e sua ligações na rede de pesquisadores, elencando os autores com maior força nas pesquisas.

**Figura 1 – Retrato da densidade dos autores na rede**

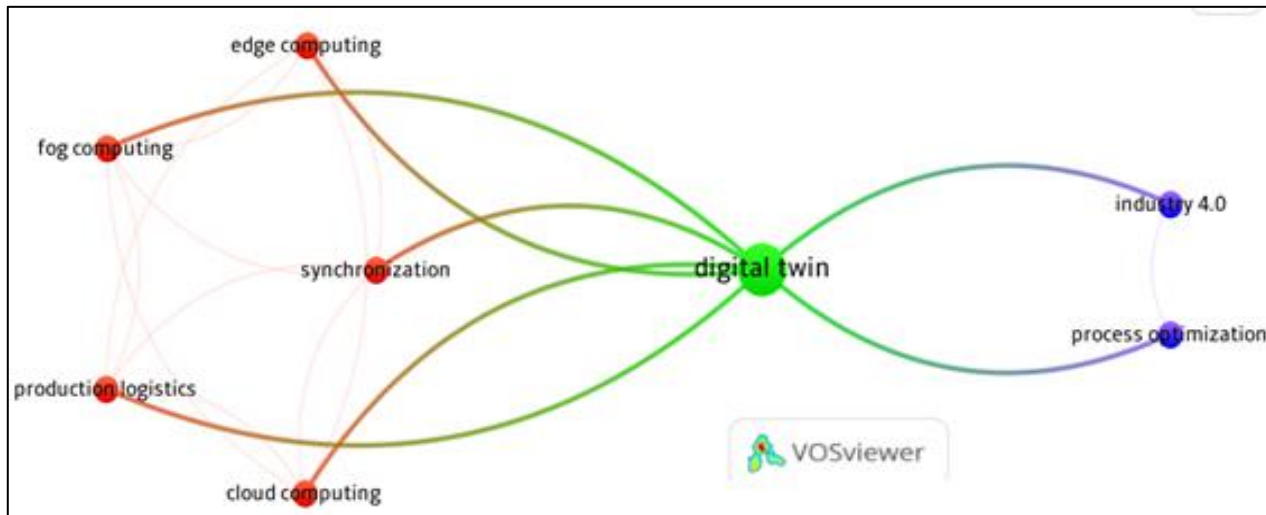


Fonte: Os autores (2021).

Os autores com maior densidade na rede são: Moses, S. A. e Sangplung, W; Zandieh, M. e Moradi, H; Torkabadi, A. M e Mayorga, R. V; Abu-Khalifa, H e Al-Okdeh, S. K; Zhou, B.H.

e Tan, F; Emde, S. e Polten, L; Salari, N e Makis, V; Öner-Közen, M. e Minner, S; Malihi, K. e Shee, H; Roy, D. e Ravikumar, V; Ayvaz, S. e Alpay, K. Com a formação da rede de pesquisadores nota-se grande densidade, na qual os pesquisadores atuam em grupo no desenvolvimento dos estudos. A figura 2 apresenta as palavras-chaves dos artigos formada por clusters com maior força de palavras e repetição no sistema.

**Figura 2 – Formação de clusters das palavras-chaves**



Fonte: Os autores (2021).

A rede de palavras-chaves é formada por 2 clusters com maior força e poder na temática de just-in-time, sendo debatido por assuntos como a tecnologia em favor da técnica e a técnica como resposta aos desafios do sistema de produção. Exemplificando, o clusters 1 aborda questões como computação em nuvem, computação de ponta e de névoa, logística de produção, sincronização por meio de *digital twin* abarcando nesse cluster 2 a indústria 4.0 e a otimização dos processos. Portanto, a ligação entre o cluster 1 e 2 pode revelar que a conexão do que se faz no cluster é mediado pelo desenvolvimento que se alcança, a partir da tecnologia, tem-se a revolução da indústria 4.0 e todos os processos otimizados.

Os links das forças das palavras-chaves estão direcionados para *digital twin*, *lead time*, inteligência artificial, big data, algoritmo de mutação bit a bit, restrição da capacidade, entre outras.

As revistas que mais contribuíram para a divulgação das técnicas de just-in-time foram: o Journal Of Manufacturing Systems com maior representatividade de 11,42%, na sequência Annals Of Operations Research; Computers & Industrial Engineering; Expert Systems With Applications; International Journal Of Production Economics; Materials Today: Proceedings e Uncertain Supply Chain Management todos com frequência de 5,71%. A tabela 5 - identifica a relevância de cada periódico.

**Tabela 5 – Representação e relevância das revistas**

Revista	JCR	Percentual
Advanced Engineering Informatics	5.603	2,85%
Annals Of Operations Research	4.854	5,71%
Asian Academy Of Management Journal	1,300	2,85%
Cogent Engineering	2,500	2,85%
Computers & Industrial Engineering	5.431	5,71%
European Journal Of Operational Research	5.334	2,85%
Expert Systems With Applications	6.954	5,71%



IEEE Access	3.367	2,85%
IEEE Transactions On Fuzzy Systems	12.029	2,85%
International Journal Of Information Systems And Supply Chain Management	1.000	2,85%
International Journal Of Lean Six Sigma	3.329	2,85%
International Journal Of Production Economics	7.885	5,71%
International Journal Of Production Research	8.568	2,85%
International Journal Of Systems Science-Operations & Logistics	0.000	2,85%
Journal Of Ambient Intelligence And Humanized Computing	7.104	2,85%
Journal Of Industrial Engineering And Management-Jiem	0.000	2,85%
Journal Of Intelligent Manufacturing	6.485	2,85%
Journal Of Manufacturing Systems	8.633	11,42%
Journal Of Modelling In Management	3.000	2,85%
Journal Of Scheduling	1.802	2,85%
Materials Today: Proceedings	1.300	5,71%
Microprocessors And Microsystems	1.525	2,85%
Neural Computing & Applications	5.606	2,85%
Procedia Manufacturing	1.900	2,85%
Production Planning & Control	7.044	2,85%
Uncertain Supply Chain Management	5.800	5,71%

Fonte: Os autores (2021).

Os demais jornais contribuíram com média de 2,85% na divulgação dos estudos no período de 2017 a 2021 sobre a temática da técnica de just-in-time.

Na identificação do desenho metodológico dos 35 estudos selecionados na técnica de just-in-time tem-se que 25,71% (n=9) estão alocados em estudos práticos em indústrias de aço e indústrias automobilistas. Os demais estudos são teóricos abrangendo a grande parte com 74,28% (n=26) abordando questões múltiplas e variadas de como tornar a técnica just-in-time eficiente e que atenda a necessidade atual das organizações.

**Quadro 1 – Identificação das temáticas das técnicas de Just-in-time**

<b>Autores</b>	<b>Temática</b>	<b>Assuntos levantados</b>
Nazar e Pillai (2018); Roy e Ravikumaran (2019); Nobil et al., (2020); Shen et al., (2020); Tirkolaee et al., (2020); Zhou e Tan (2020); Lin et al., (2021);	Modelos estatísticos de programação e algoritmos	<p>Programação não linear considerando o número de pedidos, capacidade e restrições de orçamento, com foco em estudos com algoritmo heurístico e genético híbrido para encontrar soluções ideais em um tempo aceitável;</p> <p>Programação linear inteira mista (MILP) <i>multi-objective fuzzy mathematical</i>, técnica de programação (MOFMP) pautada na restrição eletrônica para fornecer soluções ótimas de Pareto;</p> <p>Criação de metaheurística a multiple algoritmo de recozimento simulado de temperatura (MTSA) que ajusta o sistema produtivo de acordo com as restrições de bloqueio, complexidades e falhas;</p> <p>Estudos de diversidade de trajetória multivariada (LSTM) para estratégia de aprendizado just-in-time;</p> <p>Modelo matemático com o objetivo de minimizar o custo total do sistema composto pelo custo operacional e de transporte, por meio, da estratégia eficiente de alimentação de peças pelas entregas JIT a custos baixos;</p> <p>Modelo matemático para encontrar sequências que minimizem a variação da taxa de produção (PRV) satisfazendo a capacidade e zerando as restrições de tempo ocioso da máquina;</p> <p>Desenvolver algoritmos de política (CONWIP) controlada por cartão que visa melhorar a capacidade de resposta e minimizar os níveis de estoques;</p>

		Dinâmica do sistema de montagem sob encomenda (ATO) com ênfase na dinâmica do <i>lead time</i> de entrega máximo razoável (MRL) e capacidade mínima razoável;
Uhlemann et al., (2017); Erkeyman (2018); Chen et al., (2020); Ayvaz e Alpay (2021); Li (2021)	Inserção de tecnologia	<p>Automatização de dados e o desenvolvimento de opções no sistema de planejamento e produção pela transferência de conhecimento via <i>Digital Twin</i> e o aperfeiçoamento da indústria 4.0;</p> <p>Estudos de tecnologias avançadas como sensores, RFID e identificação para em tempo real trazer informações do processo de produção, usando modelos direcionados para evento discreto (e-MPC) para otimização de WIP em tempo real (r-WIP);</p> <p>O tempo preditivo baseado em dados e a internet das coisas (IoT) no sistema de manufatura ajuda identificar e prevenir falhas e se antecipar a erros que possivelmente ocorreriam, e identificando os indicadores de falhas potenciais pode ajudar a prevenir a produção;</p> <p>Manufatura em nuvem abstrata (CM) e internet das coisas (IoT) interligados sistematicamente para habilitar um mecanismo de controle inteligente com vários níveis de adaptabilidade dinâmica;</p> <p>Sistema de ERP em tempo real para auxiliar o gerenciamento just-in-time que pode colocar uma organização empresarial à frente da competição;</p> <p>Preparação do produto pela tecnologia (TCP) para a otimização do tempo de setup.</p>
Duffie et al., (2017); Salari e Makis (2019); Aydoğan et al., (2019); Zhang et al., (2019); Lugaresi et al., (2020); Reddy K et al., (2020); Kumar S et al., (2020); Fang et al., (2020); Beraldin et al., (2020); Hennig et al., (2021); Abu-Khalifa e Al-Okdeh (2021);	Linhas de montagem, infraestrutura e funcionários	<p>Estudos computacionais para balancear a linha de montagem em formato de U e obter maior eficiência do sistema de produção just-in-time com foco na produtividade e qualidade;</p> <p>Melhorar as operações e processos de manufatura, pela aprendizagem das máquinas e conhecimento pautado em dados do fluxo de produção;</p> <p>Técnicas de simulação a partir da disponibilidade de dados e recursos de computação para fazer o planejamento e controle da produção com métodos de entradas em tempo real;</p> <p>Estudos de aperfeiçoamento das ferramentas para reduzir custos do produto e a obsolescência do estoque, gestão dos gargalos, entrega pontual dos pedidos e decisões proativas na linha de montagem;</p> <p>Aprendizagem Lean como manufatura inteligente e ferramentas enxutas;</p> <p>Encontrar o tempo ideal de pedido na modelagem analítica de produção de várias unidades no sistema e o desenvolvimento de manutenção conjunta eficaz e de políticas de pedido;</p> <p>Estudar a abordagem da dinâmica do sistema analisando o desempenho dos sistemas Kanban fixos e dinâmicos em métricas operacionais, pedidos em atraso e sob a incerteza da demanda;</p> <p>Estudos dos movimentos, arranjo inadequado do local de trabalho, estudo de tempo em cada processo; desempenho, tipo de layout e métricas;</p> <p>Just In Time (JIT) e Total Quality Management (TQM) do envolvimento dos funcionários para a melhoria contínua nos resultados organizacionais (qualidade, capacidade de resposta, custo e relações com os funcionários);</p> <p>O planejamento e controle de produção é modelado no qual os <i>leads times</i> planejados e a entrada de trabalho são ajustados periodicamente se o tempo médio se desviar do planejado.</p>

Fonte: Os autores (2021).

Dos 35 artigos analisados identifica-se que os assuntos tratados estão direcionados para as temáticas de inserção de tecnologia para melhorar o *lead time* para o perfeito funcionamento da técnica de just-in-time; estudos de modelos estatísticos de programação e algoritmos para encontrar o *time* ideal do pedido para melhor a eficiência do uso das

entregas pelo método just-in-time; estudos das linhas de montagem e de toda infraestrutura interna e dos funcionários para definir o melhor tempo e reduzir os custos para efetivação das entregas. Além disso, combinar as estratégias fortalece a técnica de just-in-time, porque apresenta dados multivariados sobre o número de pedidos, previsão da demanda, dinâmica dos sistemas, planejamento e controle da produção, dados de fornecedores e outras informações para o processo de tomada de decisão, levando em consideração a técnica just-in-time.

## 5. Conclusões

A pesquisa tem por objetivo identificar o desenho metodológico e as tendências dos estudos para a técnica de just-in-time, nas quais os resultados apontam o crescimento dos estudos na temática no período de 2017 a 2020, com maior representatividade de 29% no ano de 2020. A rede de palavras-chaves é formada por 2 clusters nos quais debatem assuntos como a tecnologia, indústria 4.0, computação em nuvem, software e sistema de ERP, digital *twin*, *lead time*, inteligência artificial, big data, algoritmo e processos otimizados pode contribuir para a técnica do sistema de produção.

As tendências são a inserção de tecnologia para melhorar o lead time, estudos de modelos estatísticos de programação e algoritmos para encontrar o *time* ideal do pedido para ser eficiente nas entregas; e estudos nas linhas de montagem, infraestrutura e dos funcionários para definir o melhor tempo e reduzir os custos nas entregas por just-in-time. O método das pesquisas com 74,28% são revisões teóricas que abordam questões múltiplas de como tornar a técnica eficiente e que atenda a necessidade das organizações.

A limitação do estudo está voltada para a realização somente de uma pesquisa de revisão sistemática de literatura, portanto, expandir estudos na prática, aproximam os estudos teóricos da realidade empresarial. A sugestão é que mais pesquisas práticas sejam realizadas em indústrias abordando o elemento da tecnologia e indústria 4.0, realizando testes de programação e algoritmos diretamente nos processos produtivos das indústrias para que a prática se espalhe e se comprove a importância das ferramentas na técnica de just-in-time.

Por fim, as contribuições do estudo estão direcionadas para a compreensão de como as tendências e o desenho metodológico podem ser abordados no contexto das empresas e contribuir para mudanças e melhorias significativas a partir de suas aplicações no sistema produtivo.

## Referências

- ABU-KHALIFA, H.; AL-OKDEH, S. The effects of applying just-in-time production system on maximizing profitability of small and medium industrial companies in Jordan. **Uncertain Supply Chain Management**, v. 9, n. 2, p. 393-402, 2021.
- AYVAZ, S.; ALPAY, K. Predictive maintenance system for production lines in manufacturing: A machine learning approach using IoT data in real-time. **Expert Systems with Applications**, v. 173, p. 114598, 2021.
- AYDOĞAN, Emel Kızılkaya et al. Balancing stochastic U-lines using particle swarm optimization. *Journal of Intelligent Manufacturing*, v. 30, n. 1, p. 97-111, 2019.
- AKSOY, A.; OZTURK, N. Supplier selection and performance evaluation in just-in-time production environments. **Expert systems with applications**, v. 38, n. 5, p. 6351-6359, 2011.
- ALFASI, N.; PORTUGALI, J. Planning just-in-time versus planning just-in-case. **Cities**, v.21, n.1, p.29-39, 2004.
- ANI, M. N. C.; KAMARUDDIN, S.; AZID, I. A. Analysis of the effective production Kanban size with triggering system for achieving just-in-time (JIT) production. In: **2018 4th International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR)**. IEEE, 2018. p. 316-320.
- BELEKOUKIAS, Ioannis; GARZA-REYES, Jose Arturo; KUMAR, Vikas. The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. **International Journal of production research**, v. 52, n. 18, p. 5346-5366, 2014.
- BERALDIN, A. R.; DANESE, P.; ROMANO, P. Employee involvement for continuous improvement and production repetitiveness: a contingency perspective for achieving organisational outcomes. **Production Planning & Control**, p. 1-17, 2020.
- BISWAS, P.; SARKER, B. Operational planning of supply chains in a production and distribution center with just-in-time delivery. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 13, n. 2, p. 332-351, 2020.

CHEN, W.; LIU, H.; QI, E. Discrete event-driven model predictive control for real-time work-in-process optimization in serial production systems. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 55, p. 132-142, 2020.

DUFFIE, N.; BENDUL, J.; KNOLLMANN, M. An analytical approach to improving due-date and lead-time dynamics in production systems. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 45, p. 273-285, 2017.

EBRAHIMPOUR, M.; SCHONBERGER, R. J. The Japanese just-in-time/total quality control production system: potential for developing countries. **The International Journal of Production Research**, v. 22, n. 3, p. 421-430, 1984.

EKER, M.; PALA, F. The effect of competition, just in time production and total quality management on the use of multiple performance measures: an empirical study. **Journal of Economic and Social Research**, v. 10, n. 1, p. 35-72, 2008.

ERKAYMAN, Burak. Transition to a JIT production system through ERP implementation: a case from the automotive industry. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 17, p. 5467-5477, 2019.

FANG, Weiguang et al. A Parallel Gated Recurrent Units (P-GRUs) network for the shifting lateness bottleneck prediction in make-to-order production system. **Computers & Industrial Engineering**, v. 140, p. 106246, 2020.

HENNIG, M.; et al. Introduction of a time series machine learning methodology for the application in a production system. **Advanced Engineering Informatics**, v. 47, p. 101197, 2021.

HOBSON, J. Towards just-in-time. **Journal of the Society of Dyers and Colourists**, v. 107, n. 9, p. 305-307, 1991.

JEONG, W.; CHANG, S.; SON, J.; & YI, J. S. BIM-integrated construction operation simulation for just-in-time production management. **Sustainability**, v. 8, n. 11, p. 1106, 2016.

KUMAR, S. Ram et al. Productivity enhancement and cycle time reduction in toyota production system through jishuken activity–Case study. **Materials Today: Proceedings**, v. 37, p. 964-966, 2021.

LI, Xiaoyan. Research on optimization of setup time for product in the multi-product production system. **Microprocessors and Microsystems**, v. 80, p. 103618, 2021.

LIN, S. W.; CHENG, C. Y.; POURHEJAZY, P.; & YING, K. C. Multi-temperature simulated annealing for optimizing mixed-blocking permutation flowshop scheduling problems. **Expert Systems with Applications**, v. 165, p. 113837, 2021.

LUGARESÍ, G.; ALBA, V. V.; MATTA, A. Lab-scale models of manufacturing systems for testing real-time simulation and production control technologies. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 58, p. 93-108, 2021.

NAZAR, KP Abdul; PILLAI, V. Madhusudanan. Mixed-model sequencing problem under capacity and machine idle time constraints in JIT production systems. **Computers & Industrial Engineering**, v.118, p.226-236, 2018.

NOBIL, A. H.; SEDIGH, A. H. A.; CÁRDENAS-BARRÓN, L. E. A multiproduct single machine economic production quantity (EPQ) inventory model with discrete delivery order, joint production policy and budget constraints. **Annals of Operations Research**, v. 286, n. 1, p. 265-301, 2020.

REDDY K, Jagan Mohan et al. System dynamics modelling of fixed and dynamic Kanban controlled production systems: a supply chain perspective. **Journal of Modelling in Management**, 2021.

ROY, Debjit; RAVIKUMARAN, Vasudha. An extensive evaluation of CONWIP-card controlled and scheduled start time based production system designs. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 50, p. 119-134, 2019.

SALARI, Nooshin; MAKIS, Viliam. Joint maintenance and just-in-time spare parts provisioning policy for a multi-unit production system. **Annals of Operations Research**, v. 287, n. 1, p. 351-377, 2020.

SINGH, S.; GARG, D. JIT system: concepts, benefits and motivation in Indian industries. **International Journal of Management & Business Studies**, 2011.

SINGH, S.; SONI, U. Predicting order lead time for just in time production system using various machine learning algorithms: A case study. In: **2019 9th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)**. IEEE, 2019. p. 422-425.

SHEN, Feifan et al. LSTM soft sensor development of batch processes with multivariate trajectory-based ensemble just-in-time learning. **IEEE Access**, v. 8, p. 73855-73864, 2020.

SHOKOUFI, K.; REZAEIAN, J. An exact solution approach using a novel concept for single machine preemptive scheduling problem in the just-in-time production system. **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 37, n. 5, p. 215-228, 2020.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. TICs na composição da Methodi Ordinatio: construção de portfólio bibliográfico sobre Modelos de Transferência de Tecnologia. **Ciência da Informação**, v. 47, n. 1, may 2018. ISSN 1518-8353.

TIRKOLAEI, E. B.; GOLLI, A.; WEBER, G-W. Fuzzy mathematical programming and self-adaptive artificial fish swarm algorithm for just-in-time energy-aware flow shop scheduling problem with outsourcing option. **IEEE transactions on fuzzy systems**, v. 28, n. 11, p. 2772-2783, 2020.

UHLEMANN, Thomas H. J. et al. The digital twin: demonstrating the potential of real time data acquisition in production systems. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p. 113-120, 2017.

ZAREIE, A. The role of management accounting in just-in-time production. **International journal of advanced and applied sciences**, v. 2, n. 12, p. 33-36, 2015.

ZHANG, Kai et al. IoT-enabled dynamic lean control mechanism for typical production systems. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, v. 10, n. 3, p. 1009-1023, 2019.

ZHOU, Bing-Hai; TAN, Fen. A self-adaptive estimation of distribution algorithm with differential evolution strategy for supermarket location problem. **Neural Computing and Applications**, v. 32, n. 10, p. 5791-5804, 2020.

WENG, W.; FUJIMURA, S. Distributed-Intelligence Approaches for Weighted Just-in-Time Production. **IEEJ transactions on electrical and electronic engineering**, v. 5, n. 5, p. 560-568, 2010.