



ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01 a 03
de dezembro 2021

Impacto do Kanban na Gestão Industrial: Revisão de Literatura

Alexandre Zammar
DEPE – IFSC

João Luiz Kovaleski
PPGEP – UTFPR- PG

Resumo: O presente trabalho busca relacionar a importância da ferramenta Kanban com a Gestão Industrial, que através de uma revisão sistemática de literatura, utilizando-se do Methodi InOrdinatio, restaram 40 artigos científicos extraídos das três principais bases científicas, Scopus, Web of Science e Science Direct. Ao analisá-los, encontraram-se aplicações relacionadas ao nível estratégico, tático e operacional. Estas aplicações propiciam a criação de vantagens competitivas à medida que dão maior eficiência aos processos internos, sejam eles operacionais, táticos ou estratégicos. Encontraram-se ainda todo tipo de aplicação do Kanban, desde o cartão físico quanto o eletrônico, e até mesmo Kanbans autônomos, que comandam processos por meio de IoT. São muitas as aplicações e finalidades utilizadas, fato que demonstra a robustez da ferramenta, se concretizando como importante aplicação da Manufatura Enxuta ou Filosofia Toyota de produção. Que quando aliada a mais ferramentas enxutas, os resultados se mostram ainda mais eficientes, como por exemplo a utilização em processos hospitalares ou de distribuição de medicamentos, entregando processos altamente seguros e controláveis, demonstrando a vantagem de sua utilização.

Palavras-chave: Kanban, Gestão Industrial, Methodi InOrdinatio.

Kanban's Impact on Industrial Management: Literature Review

Abstract: The present work seeks to relate the importance of the Kanban tool with Industrial Management, which, through a systematic literature review, using the Methodi InOrdinatio, left 40 scientific articles extracted from the three main scientific bases, Scopus, Web of Science and Science Direct. Upon analyzing them, applications related to the strategic, tactical and operational level were found. These applications provide the creation of competitive advantages as they make internal processes more efficient, whether operational, tactical or strategic. All kinds of Kanban applications were also found from physical and electronic cards and even autonomous Kanbans, which command processes through IoT. There are many applications and purposes used, a fact that demonstrates the robustness of the tool, becoming an important application of Lean Manufacturing or Toyota Philosophy of production. That when combined with more lean tools, the results are even more efficient, such as the use in hospital processes or drug distribution, delivering highly safe and controllable processes, demonstrating the advantage of its use.

Keywords: Kanban, Industrial Management, Methodi InOrdinatio.

1. Introdução

Muitos processos produtivos sofrem alterações frequentemente, alterações em partes ou em todo o processo, mudanças no tempo de processamento dos materiais, variação da taxa de produção ou demanda e alterações nos produtos e nos mercados.

Na Filosofia Lean Manufacturing, uma das ferramentas aplicadas na indústria como meio de aprimoramento da produção é o uso do Kanban, seja físico com cartões ou eletrônico, e-Kanban, sendo aplicado em uma linha de produção ou no processo produtivo como um todo, buscando aperfeiçoar e sincronizar os recursos necessários para o processamento de um produto, de forma a atender e equilibrar os recursos dentro do processo.

O kanban conforme Slack et al. (2018), é a operacionalização do controle puxado e em japonês significa cartão ou sinal, que visa controlar a transferência de itens entre os postos de trabalho em uma operação. Na grande maioria das vezes é um cartão disparado do estágio cliente para solicitar ressurgimento ao seu posto fornecedor a enviar mais itens.

Tubino (2015), afirma que o Kanban tem a finalidade de substituir as ordens de produção, de montagem, de compra ou de movimentação, constando as informações indispensáveis específicas para as operações em que é aplicado.

Neste contexto, o objeto desta pesquisa é a realização de uma revisão de literatura afim de conhecer as aplicações que têm sido utilizadas e descritas sobre o Kanban na literatura mundial, com foco no auxílio à gestão industrial.

Conhecer estas publicações científicas tratadas na literatura se torna fundamental pela academia, a fim de transferir conhecimento e competitividade, municiando as empresas de novas aplicações para a ferramenta, através de uma revisão sistemática dos artigos científicos que tratam do tema, buscando identificar as principais contribuições disponíveis na literatura.

2. Revisão de Literatura

2.1 Gestão Industrial

A Gestão Industrial é um conjunto vasto de atividades que buscam dotar a empresa de competitividade em seu ramo de atuação. Deste modo, exige do gestor vasto conhecimento em técnicas e ferramentas para auxiliá-lo neste processo complexo. Pois, tantas são as habilidades exigidas para se ter efetividade na tomada de decisão, então estando instrumentalizado se tornará um pouco assertivo todo este processo.

O papel do gestor industrial compreende a busca pela realização da missão organizacional, que se dará através do alcance de objetivos consistentes e apropriados. Ainda, a formulação de estratégias envolve determinar cursos de ação apropriados para alcançar objetivos e isto inclui atividades como análise, planejamento e seleção de estratégias que aumentam as chances de que os objetivos sejam alcançados (PINHO, 2010).

Cada nível de estratégia irá exigir tomada de decisões apropriadas, em cada patamar de atuação, sendo decisões estratégicas, decisões de negócios ou táticas e decisões funcionais ou operacionais.

Assim, cada nível dentro do planejamento estratégico irá exigir ferramentas, técnicas ou filosofias que possibilitem sua realização da forma mais eficiente possível.

2.2 Sistema Toyota de Produção

Shingo (2007) explica que muitos termos próprios do Sistema Toyota de Produção têm sido utilizados como se fossem de uso comum e isso tem causado confusões e mal-entendidos.

Neste sentido, Liker e Meier (2007) afirmam que o Modelo Toyota tornou-se um best seller além das expectativas e sabiam que pessoas que interessavam pela manufatura enxuta e a difundiam para além do chão de fábrica, encontrariam saberes interessantes.

Isso talvez possa explicar a afirmação de Shingo (2007). Liker e Meier (2007) afirmam ainda que quando da publicação do livro Modelo Toyota, muitos leitores mostravam certa reverência à Toyota, e não queriam mais largar o livro, encorajados a melhorar seus negócios e suas próprias vidas.

Shingo (2007) relata a busca incessante da Toyota pelo combate aos desperdícios que de forma alguma geram valor agregado aos clientes: Defeitos; Excesso de produção ou Superprodução; Espera; Transporte; Movimentação; Processamento inapropriado; Estoque.

2.3 Kanban

Shingo (2007) relata que por volta do ano 1960 ao encontrar casualmente com Taichi Ohno na fábrica da Toyota, teve seu primeiro contato com a ideia de um sistema Kanban para controlar o ponto de pedido em relação ao nível de estoque. De forma que Shingo tinha experiência com operações em ferrovias em que tabuletas com furos previamente estabelecidos.

Shingo e Ohno acabaram descobrindo que o uso do Kanban permite extrema simplificação do trabalho e autonomia aos funcionários do chão de fábrica, e ainda, muita flexibilidade como resposta às mudanças e ainda, velocidade no fluxo de informações.

Liker e Meier (2007) afirmam que Kanban é um método de comunicação que pode ser simbolizado por um cartão, uma caixa contenedora, um carro contenedor ou mesmo um espaço vazio, com a mensagem estou pronto para mais, enviada do cliente ao fornecedor.

3. Procedimentos Metodológicos

O presente estudo se concentrou em uma revisão sistemática de literatura, sendo baseada em três das principais bases de dados disponíveis, com o intuito de se obter os artigos que tratam especificamente do tema ferramentas de gestão da inovação.

Para o desenvolvimento da pesquisa em uma primeira etapa, foi realizada uma revisão sistemática de literatura, através da busca com os termos “Kanban” AND “industrial management” em qualquer campo dos artigos, dentro das bases Scopus, Web of Science e Science Direct.

Os artigos considerados estavam compreendidos entre cinco anos, de 2016 a 2021, para serem obtidas aplicações mais atuais da ferramenta em relação a gestão industrial. Foram encontrados 17 resultados na base Scopus, 48 resultados na base Science Direct e nenhum resultado na base Web of Science. De posse de todos os artigos selecionados, foi realizado o descarte de artigos em duplicidade e os que não apresentaram aderência ao tema proposto por esta pesquisa, restando 40 trabalhos ao final.

Numa segunda etapa, os artigos selecionados foram classificados utilizando-se da metodologia InOrdinatio (PAGANI E KOVALESKI et al. 2015), que leva em consideração o fator de impacto do periódico em que o artigo está disponível através da busca no site InCites, o ano de publicação do artigo e número de citações recebida por cada um, utilizando-se da fórmula conforme segue:

$$\text{InOrdinatio} = \left(\frac{\text{IF}}{1000} \right) + \alpha * [10 - (\text{Research Year} - \text{Publish Year})] + \left(\sum \text{Ci} \right)$$

Fonte: Pagani et al. (2015).

A letra " α " utilizada na fórmula compreende o peso que se pretende atribuir ao ano de publicação, que pode variar entre 1 e 10, que para esta pesquisa foi adotado o peso 10 por se tratar de fator importante a data de publicação do artigo.

Após classificados, os artigos foram tabulados de forma a se obter as principais informações de cada artigo, sendo possível analisar e discutir os resultados encontrados.

4. Análise e Discussão de Resultados

A partir da metodologia proposta, os artigos classificados são apresentados em uma tabela com as principais contribuições, a classificação dos artigos obedecendo o ranqueamento da metodologia InOrdinatio, local de realização dos estudos e as principais aplicações do Kanban encontradas com foco na Gestão Industrial.

Tabela 1: Classificação InOrdinatio dos artigos científicos.

Rank	Artigo	FI	Ano	Ci	InOrdinatio	País
1	Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on	1,01	2017	966	1056,001	Suíça
2	Lean implementation frameworks: the challenges for SMEs	0,73	2017	94	184,00073	Reino Unido
3	A meta-analytic study of the impact of Lean Production on	1,01	2019	72	182,00101	Espanha
4	Supply chain risk management and operational performance: The enabling role of supply chain integration	2,379	2020	51	171,00238	Paquistão, Emirados Árabes, Dinamarca
5	The-factors-influencing-the-success-of-on-going	2,659	2020	41	161,00266	Portugal
6	Hybrides Projektmanagement	0,15	2021	30	160,00015	Alemanha
7	Intelligent sustainable supplier selection using multi-agent technology:	1,47	2019	48	158,00147	Irlanda, China e USA
8	Mathematical and analytical approach for the management of	1,89	2019	44	154,00189	Coréia do Sul
9	Effect of lean tools to control external environment risks of construction	1,356	2017	51	141,00136	Malásia
10	Transition of organizational roles in Agile transformation process: A grounded theory approach	2,45	2017	50	140,00245	Espanha
11	Remanufacturing configuration in complex supply chains	2,58	2021	1	131,00258	Espanha e Itália
12	Lean supply chain management and performance relationships: what has been done and what is left to do	1,19	2021	0	130,00119	Espanha
13	Prerequisites for the Implementation of Industry 4.0 in Manufacturing	0,52	2021	0	130,00052	Canadá
14	Organizational knowledge in the I4.0 using BPMN: a case study	0,34	2021	0	130,00034	Portugal
15	Logistics reorganization and management of the ambulatory pharmacy of a	0,55	2020	5	125,00055	Portugal
16	Application of system dynamics for analysis of performance of manufacturing systems	2,111	2019	12	122,00211	Suécia
17	The-Data-Driven-Process-Improvement-Cycle--Using-Digitaliza	0,332	2018	22	122,00033	Noruega
18	TPM-implementation-and-maintenance-strategic-plan---a case study	0,515	2020	1	121,00052	Portugal
19	Implementation of Lean Methodologies in the Management of Consumable Materials in the Maintenance Workshops of an Industrial Company	0,52	2019	10	120,00052	Portugal
20	RFID in Manufacturing: An Implementation Case in the SEPT Learning	0,52	2020	0	120,00052	Canadá
21	Performance indicator selection for operating room supply chains: An	0,93	2019	9	119,00093	Bélgica
22	Reviewing the use of the theory of inventive problem solving (TRIZ) in	1,89	2017	28	118,00189	Marrocos e França
23	Success-factors-and-performance-outcomes-of-health Requirements for a methodology for the assessment and selection of	1,815	2018	18	118,00182	EUA
24	Improving The Order Fulfilment Process At A Metalwork Company	0,73	2019	8	118,00073	Alemanha
25	Improving The Order Fulfilment Process At A Metalwork Company	0,52	2019	8	118,00052	Portugal
26	Function framework for describing digital technologies	1,82	2018	17	117,00182	Alemanha
27	Digitalized milk-run system for a learning factory assembly line	0,516	2019	5	115,00052	Áustria

28	Improving In-Plant Logistics Flow by Physical and Digital Pathways	0,52	2019	4	114,00052	Portugal
29	Extended Value Stream Mapping Method: Harmonizing Information Flows for	0	2019	4	114	Alemanha
30	Setting bin quantities for 2-Bin Kanban systems (version 3)	2,58	2019	3	113,00258	EUA
31	Lean-pull strategy for order scheduling problem in a multi-site	1,47	2018	10	110,00147	Taiwan
32	Production flow control through the use of reinforcement learning	0,52	2019	0	110,00052	Portugal
33	Scheduling policies in flexible Bernoulli lines with dedicated finite buffers	2,11	2018	5	105,00211	Coréia do Sul, USA
34	Legend and Future Horizon of Lean Concept and Technology	0,52	2017	15	105,00052	Itália
35	Extended Value Stream Mapping Method: Harmonizing Information Flows for	0,73	2018	3	103,00073	Alemanha
36	Card-based delivery date promising in high-variety manufacturing	2,379	2016	19	99,002379	Holanda, Reino Unido e EUA
37	Modularization in material flow simulation for managing Assessment of students' lean competencies with the help of behavior video	0,52	2017	9	99,00052	Itália, Alemanha
38	Supplier-Development-Success-Factors-In-Indian-Manufacturing Practices	0,73	2016	15	95,00073	Alemanha
39	Gauges Manufacture Process Planning Automated Control System at an Industrial Enterprise	0	2017	4	94	Índia
40		0,32	2017	3	93,00032	Rússia

Fonte: Autoria própria (2021).

A classificação e análise dos artigos, os resultados encontrados passam a ser discutidos e separados pelos níveis decisórios: Estratégico, Tático e Operacional da Gestão Industrial.

4.1 Nível Estratégico

Abreu-Ledón et al. (2018), através de uma revisão de literatura destacam a relação entre Manufatura Enxuta e desempenho empresarial. O estudo analisa os dados de 30 artigos publicados de 2000 a 2016, com o objetivo de desenvolver um instrumento para medir o grau de implementação Lean na manufatura, Herzog e Tonchia (2014) identificaram 24 variáveis que agruparam em 8 áreas: 1. O conceito de valor e clientes; 2. VSM; 3. Fluxo puxado / kanban; 4. Eliminação de resíduos; 5. Manutenção produtiva; 6. Just-in-time; 7. Envolvimento dos funcionários; e 8. Fornecedores enxutos. Práticas de implementação de Lean de fabricação significativamente correlacionado com atuação no desempenho empresarial.

Munir et al. (2020) propuseram uma modelagem de equação estrutural baseada em covariância, acoplamento do sistema com os principais fornecedores (por exemplo, estoque gerenciado pelo fornecedor, Just in Time, Kanban, reposição contínua).

Estabelecendo assim o caráter estratégico das ferramentas Lean para a indústria.

Sarkar (2019), propõe um modelo matemático para a produção em várias fases com um sistema Kanban descentralizado para vários produtos e demanda estocástica para cada produto. A nova descoberta foi que o custo total foi minimizado globalmente, quando a taxa de defeito aleatório era uma distribuição triangular, enquanto na literatura, era com uma distribuição beta quando o sistema de produção era apenas multi estágio, mas não multi ciclo.

Jovanovic' et al. (2017), realizou um estudo de caso para identificar como os papéis organizacionais tradicionais são transformados em papéis ágeis, através da utilização do Kanban tradicional nos processos. De forma que ao entregar agilidade aos papéis organizacionais, modificarão as estratégias de planejamento e de ação de uma indústria.

Garcia-Buendia et al. (2021), realizaram uma revisão sistemática de literatura para analisar o sistema kanban projetado e implementado para alcançar a excelência no atendimento ao cliente Six Sigma. Tornando possível a logística integrada.

Genest e Gamache (2020), em sua revisão de literatura realizada em Quebec, descobrem que existe a preocupação com pequenas e médias empresas não estarem na era 4.0 das indústrias. O Kanban é de acordo com os autores, uma das 15 variáveis que podem ter um impacto direto na atuação geral e resultado das indústrias.

Castro et al. (2020), através de um estudo de caso entregam como contribuição para o conhecimento, uma novidade em termos de artigos científicos publicados por se tratar de um serviço implantado na distribuição de medicamentos a pacientes em casa, principalmente com doenças oncológicas. Vários métodos do Lean Thinking foram utilizados, como por exemplo, Sistema Kanban e Armazém Avançado para técnicas de otimização e nivelamento de gerenciamento de estoque.

Já Buer et al. (2018), realizaram uma revisão de literatura sobre o Kanban tradicional, e-kanban, kanban autônomo e Kanban com auto otimização. Propuseram um modelo de avaliação, no nível 4 de auto otimização, o estado ganha nota 4 em todos os requisitos: coleção, análise, compartilhamento, otimização e feedback. Desta forma, demonstram os passos para a digitalização de processos afim de atingir o nível de Indústria 4.0, clareando todos os passos.

Moons et al. (2019) em seu trabalho desenvolvido na Bélgica, intitulado: “Performance indicator selection for operating room supply chains: An application of ANP” propuseram um Framework que apresenta uma estrutura de medição de desempenho logístico rigorosamente definida para avaliar a eficiência dos processos logísticos nas salas de operação. O Processo de Rede Analítica (ANP) é utilizado como uma técnica popular de tomada de decisão multicritério (MCDM) para fornecer modelos de apoio à decisão. Usam um modelo de cartão Balanced Score Card (BSC) e baseiam-se em trabalhos que avaliam inovações de logística hospitalar, como cartões Kanban, tecnologia RFID ou veículos guiados automatizados (AGVs).

Hoellthaler et al. (2020) na Alemanha, desenvolveram o estudo: “Function framework for describing digital technologies in the context of lean production” em que desenvolveram um Framework funcional baseado em IoT guiando o sistema Kanban para a logística reversa.

Hambacha et al. (2016) na Alemanha desenvolveram o estudo de caso “Assessment of students' lean competencies with the help of behavior vídeo analysis – Are good students better problem solvers?”. A avaliação do sucesso de aprendizagem mostra que os grupos de alunos alcançam um bom e muito bom desenvolvimento de competências nos módulos de aula “balanceamento de linha”, “kanban” e “resolução sistemática de problemas”. Mas por outro lado, os alunos com um resultado ruim no exame alcançam, no entanto, um grau de desenvolvimento de competências comparativamente bom.

Em seu estudo desenvolvido na Índia, Chavhan et al. (2017) intitulado “Supplier Development Success Factors In Indian Manufacturing Practices” baseia-se em uma revisão de literatura, em que entregam programas de desenvolvimento de fornecedores, que impactam na estratégia de indústrias.

Syreyshchikova et al. (2017) desenvolveram na Rússia um estudo de caso intitulado “Gauges Manufacture Process Planning Automated Control System at an Industrial Enterprise”. Afirmam que os resultados da automação do processo de normalização de estoque utilizam o Kanban Eletrônico para a criação e introdução do relatório e instruções para os usuários.

4.2 Nível Tático

Já em nível tático de tomada de decisão, serão apresentados os trabalhos, seus locais de realizações e suas entregas como contribuições às aplicações encontradas.

Já na Malásia, Ansah et al. (2017) realizaram uma revisão de literatura e entrevista semi-estruturada, intitulada como “Effect of lean tools to control external environment risks of construction”. Como resultados da estrutura indicaram que as ferramentas enxutas mais eficazes foram engenharia simultânea, sistema de último planejador e reuniões diárias com prioridades. Enquanto isso, descobriu-se que as ferramentas enxutas menos influenciadas são as metas SMART com prioridade.

Na Suécia, Fetene Adane et al. (2019), realizaram uma simulação intitulada "Application of system dynamics for analysis of performance of manufacturing systems". Basearam seu estudo no trabalho “Manufatura a aplicação do sistema dinâmico SD usada por para avaliar o desempenho da manufatura em um sistema baseado em Kanban”.

Já Ben Moussa et al. (2017), no Marrocos e França realizaram um experimento aplicado “Reviewing the use of the theory of inventive problem solving (TRIZ) in green supply chain problems”. O experimento usou os dois meta-métodos TRIZ clássicos e mais maduros proposto por G. Altshuller, com ARIZ 85A para analisar a situação e formular o problema em um sistema TRIZ clássico de contradições formato. Neste experimento, se referem ao Kanban físico de cartão, ou seja, o Kanban clássico.

Busert e Fay (2019), desenvolveram na Alemanha um Framework intitulado “Extended Value Stream Mapping Method: Harmonizing Information Flows for the Control of Production Processes”. Neste trabalho, para PCP, a qualidade da informação (QI) é um fator crucial. Para garantir QI suficiente para um PPC eficiente, um procedimento de seis estágios é apresentado para harmonizar a informação que flui através do Kanban.

Thürer et al. (2016), pesquisadores da Holanda, Reino Unido e EUA desenvolveram uma simulação denominada “Card-based delivery date promising in high-variety manufacturing with order release control”. O potencial de COBACABANA como um conceito integrado que combina a gestão de pedidos do cliente e a ordem de controle para melhorar a atuação e a estimativa de tempo de processamento pode ser simplificada, o que mais facilita a implementação da prática de COBACABANA.

Gaspari et al. (2017), propuseram um modelo e aplicaram em um estudo de caso na Itália e Alemanha o trabalho “Modularization in material flow simulation for managing production releases in remanufacturing”. A cooperação de modularização, arquitetura orientada ao produto e controle de fluxo em nível de módulo - através do Module_Kanban - representa, para sistemas de remanufatura, gestão de diferentes políticas de controle de produção.

Albrecht et al. (2021) em seu trabalho realizado na Alemanha, “Hybrides Projektmanagement” propõem um Framework de distribuição de tarefas de trabalho via Kanban como metodologia ágil de gestão de projetos.

4.3 Nível Operacional

No nível operacional de tomada de decisão, onde normalmente são mais comuns encontrar as aplicações do Kanban, serão apresentados os trabalhos, seus locais de realizações e suas entregas como contribuições às aplicações encontradas.

Na Suíça, Hofmann e Rüschi (2017), desenvolveram o estudo “Industry 4.0 enabling manufacturing competitiveness: Delivery performance improvement based on theory of constraints”. Sistemas ciberfísicos, IoT, Internet de Serviços, Fábrica Inteligente formam o conceito de Indústria 4.0. Máquinas irão se comunicar diretamente e transferir materiais uns com os outros, usando o JIT / JIS e o Kanban.

O RFID Kanban da L-Mobile permite visibilidade de todos os processos com um sistema Kanban por meio do uso da tecnologia RFID e inicia o fornecimento automaticamente.

No Reino Unido AlManei et al. (2017), desenvolveram um Framework “Lean implementation frameworks: the challenges for SMEs”. Provavelmente, o primeiro roteiro apresentado foi

proposto por Shingo, identificou quinze ferramentas e técnicas enxutas, como o SMED, Poke Yoke, Kanban, entre outras a serem implementadas.

Tam et al. (2020) em Portugal “The factors influencing the success of on-going agile software development projects” aplicaram um modelo que consiste em cinco fatores pessoais, sendo o sucesso medido em termos de custo, tempo e satisfação do cliente.

Ghadimi et al. (2019) na Irlanda, China e Estados Unidos propuseram uma nova abordagem de sistema “Intelligent sustainable supplier selection using multi-agent technology: Theory and application for Industry 4.0 supply chains”. Apresentaram vários Cenários da Indústria 4.0 das cinco características Kanban definidas e uma abordagem de sistemas Multi-Agente (MASs

Dominguez et al. (2021) na Espanha e Itália realizaram um estudo de caso e proposta de modelo “Remanufacturing configuration in complex supply chains”. Destacam o impacto da política de Kanban para o sistema de remanufatura na dinâmica de ciclo fechado.

Salvadorinho e Teixeira (2021) em Portugal realizaram um estudo de caso “Organizational knowledge in the I4.0 using BPMN: a case study”. Propuseram o Business Process Management 2 para transferir conhecimento mais rápido.

Pinto et al. (2020), em Portugal realizaram um estudo de caso “TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study”. Remodelaram a gestão de estoque com melhorias na aplicação do Kanban, reduzindo de 30% no tempo necessário para reparos.

Pombal et al. (2019) em Portugal, desenvolveram um estudo de caso “Implementation of Lean Methodologies in the Management of Consumable Materials in the Maintenance Workshops of an Industrial Company”. Reformulação do Kanban.

Centea et al. (2020) no Canadá, realizaram uma revisão de literatura “RFID in Manufacturing: An Implementation Case in the SEPT Learning Factory”. Apresentam a utilização do kanban e e-kanban junto com RFID para Indústria 4.0.

Falasca e Kros (2018) nos Estados Unidos desenvolveram a pesquisa “Success factors and performance outcomes of healthcare industrial vending systems: An empirical analysis”. Desenvolveram um instrumento de pesquisa que foi utilizado para investigar os construtos de interesse.

Hoellthaler et al. (2019) desenvolveram na Alemanha um Framework “Requirements for a methodology for the assessment and selection of technologies of digitalization for lean production systems”. Tecnologias maduras são, por exemplo, um Kanban implementado digitalmente (iBin) ou Smart-Watches, que apoiam o método Kanban, reduzindo informações necessárias em uma fração de segundo.

Dias et al. (2019) em Portugal, realizaram uma Investigação-ação “Improving The Order Fulfilment Process At A Metalwork Company”. Orçamentos complexos e simultâneos em menor tempo; redução de 25% no tempo necessário para essa tarefa. Também a criação de uma ferramenta de PCP e de indicadores para avaliação de desempenho.

Gotthardt et al. (2019) na Áustria, desenvolveram um sistema “Digitalized milk-run system for a learning factory assembly line”. Neste sistema Milk Run digitalizado, utilizam o RFID e o Kanban para determinar e controlar o tamanho de lote.

Tellini et al. (2019) em Portugal, desenvolveram um software e aplicaram resultando neste estudo “Improving In-Plant Logistics Flow by Physical and Digital Pathways”. Resultados, o primeiro é a forma como o MRS era usado e o segundo é considerado com a otimização manual.

Kanet e Wells (2019) nos Estados Unidos realizaram uma revisão de literatura “Setting bin quantities for 2-Bin Kanban systems (version 3)”. Forneceram uma análise completa de

Kanban de 2 categorias e derivaram uma expressão de forma fechada simples para o tamanho de caixa de custo total mínimo sujeito a um nível de serviço ao cliente especificado e estenderam para o caso de n-caixas iguais, $n > 2$.

Katayama (2017) na Itália, desenvolveu uma revisão de literatura “Legend and Future Horizon of Lean Concept and Technology”. Conclui que sistema KANBAN para visualizar operações de gargalo inventado por Taiichi Ohno tem um parâmetro importante, o número de KANBAN.

5. Conclusões

De posse dessa vasta quantidade de artigos científicos analisados e descritos, pode-se ter a consciência de que são aplicados diversos tipos de Kanban em todos os níveis decisórios das indústrias, cada qual com suas especificidades e exigências, e ainda, com propósitos mais variados possíveis.

O presente trabalho buscou relacionar a importância da ferramenta Kanban com a Gestão Industrial, utilizando-se do *Methodi InOrdinatio* e ao analisá-los, encontraram-se aplicações relacionadas aos três níveis de tomada de decisões: nível estratégico, tático e operacional. Estas aplicações propiciam a criação de vantagens competitivas à medida que dão maior eficiência aos processos internos, sejam eles operacionais, táticos ou estratégicos.

No nível operacional, foram encontradas 15 aplicações, 7 no nível tático e 13 no nível estratégico, encontraram-se ainda todo tipo de aplicação do Kanban, desde o cartão físico quanto o eletrônico, e até mesmo Kanbans autônomos, que comandam processos por meio de IoT. São muitas as aplicações e finalidades utilizadas, fato que demonstra a robustez da ferramenta, se concretizando como importante aplicação da Manufatura Enxuta ou Filosofia Toyota de produção. Que quando aliada a mais ferramentas enxutas, os resultados se mostram ainda mais eficientes, como por exemplo a utilização em processos hospitalares ou de distribuição de medicamentos, entregando processos altamente seguros e controláveis, demonstrando a vantagem de sua utilização.

Referências

- ABREU-LEDÓN, R., LUJÁN-GARCÍA, D.E., GARRIDO-VEGA, P. and ESCOBAR-PÉREZ, B. A meta-analytic study of the impact of Lean Production on business performance. **International Journal of Production Economics**. Vol. 200, pp. 83-102, 2018.
- ALMANEI, M., SALONITIS, K., XU, Y. Lean Implementation Frameworks: The Challenges for SMEs. **Procedia CIRP**. Vol. 63, p. 750-755, 2017.
- ANSAH, R.H., SOROOSHIAN, S. Effect of lean tools to control external environment risks of construction projects. **Sustainable Cities and Society**. Vol. 32, p. 348-356, 2017.
- BEN MOUSSA, F.Z., RASOVSKA, I., DUBOIS, S., DE GUIO, R., BENMOUSSA, R. Reviewing the use of the theory of inventive problem solving (TRIZ) in green supply chain problems. **Journal of Cleaner Production**. Vol. 142, p. 2677-2692, 2017.
- BRANDL, F.J., ROIDER, N., HEHL, M., REINHART, G. Selecting practices in complex technical planning projects: A pathway for tailoring agile project management into the manufacturing industry. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**. Vol. 33, p. 293-305, 2021.
- BUER, S.-V., FRAGAPANE, G.I., STRANDHAGEN, J.O. The Data-Driven Process Improvement Cycle: Using Digitalization for Continuous Improvement. **IFAC-PapersOnLine**. Vol. 51(11), p. 1035-1040, 2018.

BUSERT, T., FAY, A. Extended Value Stream Mapping Method: Harmonizing Information Flows for the Control of Production Processes. **IFAC-PapersOnLine**. Vol. 52(13), pp. 54-59, 2019.

CASTRO, C., PEREIRA, T., SÁ, J.C., SANTOS, G. Logistics reorganization and management of the ambulatory pharmacy of a local health unit in Portugal. **Evaluation and Program Planning**. Vol. 80, p. 101801, 2020.

CENEA, D., SINGH, I., BOER, J. RFID in Manufacturing: An Implementation Case in the SEPT Learning Factory. **Procedia Manufacturing**. Vol. 51, p. 543-548, 2020.

CHAVHAN, R., MAHAJAN, D., JOSHI SARANG, P. Supplier Development Success Factors In Indian Manufacturing Practices. **Materials Today: Proceedings**. Vol. 5(2, Part 1), p. 4078-4096, 2018.

COSTA, D., MARTINS, M., MARTINS, S., TEIXEIRA, E., BASTOS, A., CUNHA, A., VARELA, L. Analysis of production activity control mechanisms for industry 4.0. **International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics**. Vol. 2019(5), p. 194-205, 2019.

DIAS, J.A., FERREIRA, L.P., SÁ, J.C., RIBEIRO, M.T., SILVA, F.J.G. Improving The Order Fulfilment Process At A Metalwork Company. **Procedia Manufacturing**. Vol. 41, p. 1031-1038, 2019.

DOMBROWSKI, U., KRENKEL, P., WULLBRANDT, J. Strategic Positioning of Production within the Generic Competitive Strategies. **Procedia CIRP**. Vol. 72, p. 1196-1201, 2018.

DOMINGUEZ, R., CANNELLA, S., FRAMINAN, J.M. Remanufacturing configuration in complex supply chains. **Omega**. Vol. 101, p. 102268, 2021.

FALASCA, M., KROS, J.F. Success factors and performance outcomes of healthcare industrial vending systems: An empirical analysis. **Technological Forecasting and Social Change**. Vol. 126, pp. 41-52, 2018.

FETENE ADANE, T., BIANCHI, M.F., ARCHENTI, A., NICOLESCU, M. Application of system dynamics for analysis of performance of manufacturing systems. **Journal of Manufacturing Systems**. Vol. 53, pp. 212-233, 2019.

GALATI, F., BIGLIARDI, B. Industry 4.0: Emerging themes and future research avenues using a text mining approach. **Computers in Industry**. Vol. 109, p. 100-113, 2019.

GAMACHE ING., S., ABDULNOUR ING., G. Dynamic Manufacturing Cells and SME Network: Key Success Factors. **IFAC-PapersOnLine**. Vol. 49(12), p. 851-856, 2016.

GARCIA-BUENDIA, N., MOYANO-FUENTES, J., MAQUEIRA-MARÍN, J.M. Lean supply chain management and performance relationships: what has been done and what is left to do. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**. Vol. 32, p. 405-423, 2021.

GENEST, M.C., GAMACHE, S. Prerequisites for the Implementation of Industry 4.0 in Manufacturing SMEs. **Procedia Manufacturing**. Vol. 51, p. 1215-1220, 2020.

GHADIMI, P., WANG, C., LIM, M.K., HEAVEY, C. Intelligent sustainable supplier selection using multi-agent technology: Theory and application for Industry 4.0 supply chains. **Computers & Industrial Engineering**. Vol. 127, p. 588-600, 2019.

GOTTHARDT, S., HULLA, M., EDER, M., KARRE, H., RAMSAUER, C. Digitalized milk-run system for a learning factory assembly line. **Procedia Manufacturing**. Vol. 31, p. 175-179, 2019.

HOELLTHALER, G., BRAUNREUTHER, S., REINHART, G. Requirements for a methodology for the assessment and selection of technologies of digitalization for lean production systems. **Procedia CIRP**. Vol. 79, p. 198-203, 2019.

HOELLTHALER, G., MEISTER, F., BRAUNREUTHER, S., REINHART, G. Function framework for describing digital technologies in the context of lean production. **Procedia CIRP**. Vol. 88, p. 167-172, 2020.

JOVANOVIĆ, M., MAS, A., MESQUIDA, A.-L., LALIĆ, B. Transition of organizational roles in Agile transformation process: A grounded theory approach. **Journal of Systems and Software**. Vol. 133, p. 174-194, 2017.

KATAYAMA, H. Legend and Future Horizon of Lean Concept and Technology. **Procedia Manufacturing**. Vol. 11, p. 1093-1101, 2017.

KUO, T.-C., HSU, N.-Y., LI, T.Y., CHAO, C.-J. Industry 4.0 enabling manufacturing competitiveness: Delivery performance improvement based on theory of constraints. **Journal of Manufacturing Systems**. Vol. 60, p. 152-161, 2021.

LIKER, J. K., MEIER, D. **O Modelo Toyota** - Manual de Aplicação. Edição 1. Porto Alegre. Editora Bookman, 2007.

LIN, M.-L., OH, E.-T., LIU, R.-J., HSU, P.-K. An Intermediary's Learning Business System: A Case Study of Gore-Tex. **Long Range Planning**. Vol. 49(3), p. 377-392, 2016.

MAAROF, M.G., MAHMUD, F. A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. **Procedia Economics and Finance**. Vol. 35, p. 522-531, 2016.

MOONS, K., WAEYENBERGH, G., PINTELON, L., TIMMERMANS, P., DE RIDDER, D. Performance indicator selection for operating room supply chains: An application of ANP. **Operations Research for Health Care**. Vol. 23, p. 100229, 2019.

MOONS, K., WAEYENBERGH, G., PINTELON, L. Measuring the logistics performance of internal hospital supply chains – A literature study. **Omega**. Vol. 82, p. 205-217, 2019.

MUNIR, M., JAJJA, M.S.S., CHATHA, K.A., FAROOQ, S. Supply chain risk management and operational performance: The enabling role of supply chain integration. **International Journal of Production Economics**. Vol. 227, p. 107667, 2020.

NIEHUES, M., SELLMAIER, P., STEINHAEUSSER, T., REINHART, G. Adaptive Job-Shop Control Using Resource Accounts. **Procedia CIRP**. Vol. 57, p. 351-356, 2016.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico**: conceitos, metodologia e práticas - 23. ed. - São Paulo, Editora Atlas, 2007.

PARK, K., LI, J., FENG, S.C. Scheduling policies in flexible Bernoulli lines with dedicated finite buffers. **Journal of Manufacturing Systems**. Vol. 48, pp. 33-48, 2018.

PINTO, G., SILVA, F.J.G., BAPTISTA, A., FERNANDES, N.O., CASAIS, R., CARVALHO, C. TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study. **Procedia Manufacturing**. Vol. 51, p. 1423-1430, 2020.

- SALONITIS, K., TSINOPOULOS, C. Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector. **Procedia CIRP**. Vol. 57, p. 189-194, 2016.
- SALVADORINHO, J., TEIXEIRA, L. Organizational knowledge in the I4.0 using BPMN: a case study. **Procedia Computer Science**. Vol. 181, p. 981-988, 2021.
- SARKAR, B., GANGULY, B., SARKAR, M., PAREEK, S. Effect of variable transportation and carbon emission in a three-echelon supply chain model. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**. Vol. 91, p. 112-128, 2016.
- SARKAR, B. Mathematical and analytical approach for the management of defective items in a multi-stage production system. **Journal of Cleaner Production**. Vol. 218, p. 896-919, 2019.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção - Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre. Editora Bookman, 2007.
- SLACK, N., BRANDON-JONES, A., JOHNSTON, R. **Administração da produção**. – 8. edição. - São Paulo, Editora Atlas, 2020.
- TAM, C., da COSTA MOURA, E.J., OLIVEIRA, T., VARAJÃO, J. The factors influencing the success of on-going agile software development projects. **International Journal of Project Management**. Vol. 38(3), p. 165-176, 2020.
- TAYYAB, M., SARKAR, B. Optimal batch quantity in a cleaner multi-stage lean production system with random defective rate. **Journal of Cleaner Production**. Vol. 139, p. 922-934, 2016.
- TELLINI, T., SILVA, F.J.G., PEREIRA, T., MORGADO, L., CAMPILHO, R., FERREIRA, L.P. Improving In-Plant Logistics Flow by Physical and Digital Pathways. **Procedia Manufacturing**. Vol. 38, p. 965-974, 2019.
- TEZEL, A., KOSKELA, L., TZORTZOPOULOS, P. Visual management in production management: A literature synthesis. **Journal of Manufacturing Technology Management**. Vol. 27(6), p. 766-799, 2016.
- TUBINO, D. F. **Manufatura enxuta como estratégia de produção: a chave para a produtividade industrial / Dalvio Ferrari Tubino** – São Paulo: Atlas, 2015.
- WANG, P.-S., YANG, T., YU, L.-C. Lean-pull strategy for order scheduling problem in a multi-site semiconductor crystal ingot-pulling manufacturing company. **Computers & Industrial Engineering**. Vol. 125, p. 545-562, 2018.
- YELENEVA, J.Y., PROSVIRINA, M.E., YELENEV, K.S., ANDREEV, V.N. Quality of Enterprise Management During Ramp-Up Preparation and Launch: Concept and Evaluation Method. **Procedia CIRP**. Vol. 51, p. 13-18, 2016.