
Desafios, facilitadores e impactos na implementação e a manutenção do CONWIP como mecanismo de controle de fluxo de produção

Challenges, facilitators and impacts on implementing and maintaining CONWIP as a production flow control mechanism.

RESUMO

O controle do estoque em processo representa um desafio significativo nas indústrias, principalmente quando tem-se desconexão entre os equipamentos, presença de diferentes tipos de máquinas e das variações de velocidade entre os recursos. Observa-se que o Constant Work-In-Process (CONWIP) é um sistema promissor para a gestão da produção nesse contexto. No entanto, a implementação e manutenção deste sistema são tarefas desafiadoras. Assim, este estudo tem como objetivo identificar, por meio da análise de relatos da literatura, impactos e facilitadores associados à implementação e manutenção do CONWIP como mecanismo coordenador de ordens de produção. A abordagem adotada inclui uma revisão bibliográfica para identificar elementos de análise com base na literatura existente. Dentre os resultados obtidos destaca-se a relação de aspectos importantes a serem observados durante a implementação e manutenção do CONWIP, proporcionando insights valiosos para gestores interessados em adotar este sistema como mecanismo de coordenação de fluxo de produção.

PalavrasChave: CONWIP, coordenação de fluxo de produção, impactos, implementação, manutenção.

ABSTRACT

The control of work-in-process in the manufacturing process represents a significant challenge in industries, especially when there are a disconnect between equipment, the presence of different types of machines, and variations in speed among resources. This is the context that Constant Work-In-Process (CONWIP) is a promising system for production management. However, implementing and maintaining this system represent challenging tasks. This study aims to identify the impacts and facilitators associated with the implementation and maintenance of CONWIP as a coordinating mechanism for production orders, through the analysis of literature reports. The adopted approach includes a bibliographic review to identify analytical elements based on existing literature. Among the obtained results, a list of important aspects to be observed during the implementation and maintenance of CONWIP stands out, providing valuable insights for managers interested in adopting this system as a production flow coordination mechanism.

Keywords: CONWIP, production flow coordination, impacts, implementation, maintenance.

Introdução

A gestão empresarial que impulsionou o crescimento das grandes organizações enfrenta desafios significativos diante das transformações estruturais das últimas duas décadas. As estratégias tradicionais tornaram-se menos eficazes, dada a rápida evolução tecnológica. Segundo Fiuza et al., diversos setores industriais enfrentam desafios relacionados à inovação, à competição internacional e à complexidade regulatória, comprometendo a rentabilidade.

Os estoques são importantes para garantir o atendimento da demanda e a capacidade de fornecimento das operações internas e externas das empresas. Segundo Ballou (2006) e Martins (2006), a gestão e o controle de estoques são fatores críticos para a sobrevivência das organizações, pois permitem que a empresa tenha condições de atender seus clientes de forma eficiente. Dessa forma, a gestão de estoques inclui uma série de ações que visam verificar se os estoques estão sendo corretamente utilizados, bem localizados em relação aos setores que deles utilizam, manuseados de forma adequada e controlados de maneira eficaz.

Para Womack e Jones (1998), o tipo de produção puxada baseia-se em evitar o acúmulo de estoques, partindo de uma premissa de que o processo precedente não deve produzir um bem ou serviço antes que o cliente solicite.

Existem algumas metodologias de controle de estoque em processo que podem ser aplicadas com o objetivo de evitar estoques ao longo da produção. CONWIP, Kanban, FIFO, POLCA, entre outras, têm o objetivo de controlar o estoque em processo e melhorar a eficiência do sistema produtivo. Cada uma dessas ferramentas tem características e benefícios específicos que se adequam a diferentes tipos de processos e situações.

Assim, a escolha da ferramenta mais adequada para cada situação depende do tipo de processo, do nível de complexidade, das metas e objetivos da empresa. Além disso, a combinação de diferentes ferramentas pode ser uma estratégia eficaz para controlar o estoque em processo e melhorar a eficiência do sistema produtivo.

Fernandes e Godinho Filho (2007) listaram algumas formas de controle de ordens de produção, que também se aplicam a WIP, são elas: sistema de controle MaxMin; sistema CONWIP; sistema Kanban; sistema DBR: drum (tambor), buffer (pulmão), rope (corda); sistema DEWIP (decentralized work in process); sistema LOOR (load oriented order release); sistema POLCA (paired-cell overlapping loops of cards with authorization); entre outros.

Dentre eles, destaca-se o sistema CONWIP. Este sistema se propõe a manter uma certa quantidade de estoque em processo (WIP) com base na capacidade dos gargalos, buscando a sua otimização para evitar excesso de estoques e perdas de capacidade (HOPP; SPEARMAN, 2013).

Em função das iniciativas cada vez mais frequentes do uso do CONWIP como sistema de controle de estoque em processo em ambientes produtivos que apresentam desconexão entre os equipamentos, presença de diferentes tipos de máquinas e das variações de velocidade entre os recursos

da indústria, este estudo tem como objetivo identificar, por meio da análise de relatos da literatura, impactos, desafios e facilitadores associados à implementação e manutenção do CONWIP como mecanismo coordenador de ordens de produção.

Fundamentação teórica

CONWIP significa “Constant Work In Process” e foi apresentado como um sistema alternativo de controle de estoque ao Kanban, proposto por Spearman e Hopp no ano de 1990. A principal diferença é que o CONWIP não é associado a uma peça e sim a uma determinada quantidade, sendo que uma saída do sistema gera uma necessidade de entrada no mesmo, estabilizando o número de lotes no sistema (HOPP; SPEARMAN, 2013).

Em termos de mecanismo de funcionamento os autores sugerem a seguinte dinâmica:

- A última estação sinaliza à primeira estação que o trabalho está terminado (é responsabilidade da primeira estação produzir o produto certo, sem urgência);
- Sempre que o número de lotes estiver abaixo do pré-determinado, um novo trabalho será iniciado na primeira estação;
- O CONWIP apenas controla o número de lotes no sistema - as estações individuais não são controladas;
- No sistema CONWIP os cartões são anônimos, não existe cartão associado a um produto/ peça, somente com uma determinada quantidade.

Hopp e Spearman (2013, p. 222) descrevem uma relação existente entre WIP, o Lead Times de Produção e a taxa de saída de produto.

“O nível crítico de WIP (W_0) da linha é aquela em que, dado um valor de R_b (Taxa do Gargalo) e T_0 (tempo bruto de processamento), e sem variabilidade, a produção alcança a produção efetiva máxima (ou seja, R_b) com o cycle time mínimo (T_0). Mostramos a seguir o nível crítico de WIP, que é definido pela taxa do gargalo e pelo tempo bruto de processamento pela seguinte relação: $W_0 = R_b * T_0$ ”.

- R_b é a quantidade de peças ou trabalhos realizados por uma unidade de tempo. Para tanto, faz-se necessário conhecer o fluxo produtivo e identificar os gargalos, pois é exatamente até esse ponto que será calculada a quantidade de estoque necessária para deixar o sistema abastecido.

- T_0 é definida como o tempo bruto de processamento da linha, sendo a somatória dos tempos médios de processo de longo prazo de cada estação de trabalho da linha de produção. Como alternativa, pode-se definir o tempo bruto de processamento como o tempo médio que um trabalho leva para atravessar uma linha livre (de maneira que não tenha que aguardar nenhum trabalho a sua frente).

Assim, os conceitos de Lei de Little e a Lei da Variabilidade são necessárias a serem compreendidas para melhor implementação do CONWIP.

A Lei de Little trata-se da relação existente entre o WIP, o cycle time (CT) e a produtividade (TH). Esta lei preconiza que qualquer nível de WIP é igual ao cycle time multiplicado pela produtividade ($WIP=TH \times CT$). Assim, no CONWIP verifica-se que a produtividade aumenta conforme aumenta o WIP até o limite da capacidade do gargalo (R_b). Após este limite, tem-se apenas o aumento da quantidade de WIP. Quanto ao lead time ou cycle time ele se mantém enquanto o estoque em processo é inferior a este limite, após isto o CT só aumenta proporcional a quantidade de WIP no sistema.

Assim, fica evidente que para que seja aproveitado o máximo da produtividade do sistema precisa-se calcular a quantidade de estoque necessário para aproveitar o máximo da capacidade sem aumentar o lead time de processo.

Para que os benefícios potenciais do uso do CONWIP sejam possíveis de serem alcançados, se faz necessário compreender aspectos relacionados a implementação e manutenção deste sistema. Assim, este estudo se propõe a apresentar os impactos do uso do CONWIP, bem como apontar desafios e facilitares durante a implementação e manutenção deste sistema.

Metodologia

Utilizando a classificação de Turrioni e Mello (2011), pode-se classificar a pesquisa realizada neste trabalho como pesquisa bibliográfica. Ela é uma análise crítica e sintética de fontes documentais, como livros, artigos e teses, sobre um tema específico. Seu objetivo é reunir e interpretar conhecimentos já existentes na literatura, proporcionando uma base teórica robusta. Essa abordagem contribui para a contextualização do problema, identificação de lacunas no conhecimento e fundamentação teórica, sendo essencial para construir uma visão abrangente do estado atual do tema e orientar investigações futuras. A pesquisa bibliográfica focou na seleção de artigos que mostravam a aplicação do CONWIP no chão de fábrica.

Em relação às informações relativas ao controle de produção e ao CONWIP, buscou-se as referências em livros de referência sobre os temas, bem como, em artigos científicos, de modo especial os que tratavam de implantação ou manutenção do sistema CONWIP, combinando no CAPES, Google Acadêmico, SCOPUS, entre outros, os termos: "CONWIP", "produção enxuta", e "fluxo de produção" (em português e em inglês). A seleção dos artigos para a pesquisa se baseou na relevância, atualidade e qualidade metodológica das publicações encontradas.

Para análise dos relatos encontrados buscou-se sumarizar a contribuição de cada artigo através das Tabela 1, evidenciando o impacto da implementação do CONWIP, relatos acerca dos facilitadores e desafios na

implementação, e os desafios na manutenção do sistema. Estes referenciais serviram de base para a construção do produto tecnológico gerado.

Para evidenciar a utilização dessa ferramenta nos diversos segmentos industriais, foi feita uma pesquisa identificando estes aspectos nos diversos relatos da literatura.

Pesquisa Periódicos CAPES

No processo de seleção de artigos, foram considerados os seguintes critérios:

- Palavra Pesquisada: CONWIP
- Assuntos Pesquisados: CONWIP
- Publicação de 2019 até 2023

Desse filtro resultaram um total de 23 artigos, dos quais apenas 8 foram considerado aplicação dessa ferramenta em chão de fábrica, sendo assim passível avaliar os impactos da aplicação dessa ferramenta.

Pesquisa no Google Acadêmicos

No processo de seleção de artigos, foram considerados os seguintes critérios:

- Palavra Pesquisada: CONWIP
- Publicação de 2019 até 2023

Desse filtro resultaram um total de 52 artigos, dos quais apenas 2 foram considerado aplicação dessa ferramenta em chão de fábrica, sendo assim passível avaliar os impactos da aplicação dessa ferramenta.

Pesquisa na SCOPUS

No processo de seleção de artigos, foram considerados os seguintes filtros:

- (TITLE-ABS-KEY(CONWIP))
- (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI"))
- (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Production Control") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "CONWIP") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Constant Work In Process")
- Publicação de 2019 até 2023

Desse filtro resultaram um total de 22 artigos, dos quais apenas 7 foram considerado aplicação dessa ferramenta em chão de fábrica, sendo assim passível avaliar os impactos da aplicação dessa ferramenta.

Pesquisa no Engineering Village

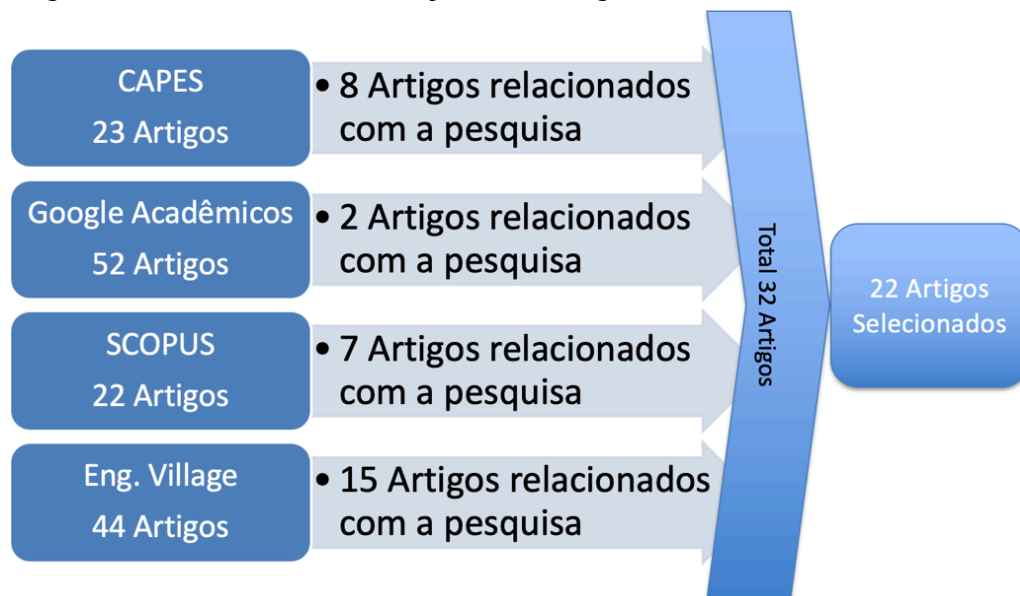
No processo de seleção de artigos, foram considerados os seguintes critérios:

- Palavra Pesquisada: CONWIP
- Artigos de Conferência
- Artigos de Imprensa
- Artigos de Jornal
- Publicação de 2019 até 2023

Desse filtro resultaram um total de 44 artigos, dos quais apenas 15 foram considerados de aplicação deste sistema em chão de fábrica, sendo assim passível avaliar os impactos da aplicação do mesmo.

Ao final foram selecionados 32 artigos, que após avaliação final, que resultou na eliminação por duplicidade nas fontes pesquisadas, ou por focarem em outras frentes como softwares ou simulações computacionais, resultaram em 22 artigos que puderam contribuir com informações ligadas a aplicação do CONWIP. Segue na Figura 2 um resumo da pesquisa.

Figura 02 – Resumo da Seleção dos Artigos



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Análise e discussão

O ambiente industrial de fábricas que não rodam em linha, é caracterizado pela presença de uma série de etapas e processos que precisam ser cuidadosamente controlados e monitorados para garantir a qualidade e a segurança dos produtos fabricados.

A produção geralmente envolve a preparação de lotes com quantidades específicas de matérias-primas. A quantidade de matérias-primas utilizadas em cada lote deve ser precisa e monitorada cuidadosamente, a fim de garantir a qualidade e consistência do produto final. Além disso, cada etapa do processo deve ser cuidadosamente controlada e monitorada para garantir que as especificações de qualidade sejam atendidas.

A complexidade do controle do estoque em processo pode ser ainda maior quando se considera a variedade de produtos fabricados. Isso pode levar a uma grande variedade de estoques em processo, o que pode dificultar ainda mais o controle do fluxo produtivo e aumentar a probabilidade de erros e falhas de qualidade.

Em resumo, a indústria é um ambiente altamente complexo que exige um controle rigoroso de cada etapa do processo produtivo e do estoque em processo. A adoção de ferramentas e técnicas de controle do estoque em processo pode ser fundamental para garantir a qualidade e a segurança dos medicamentos fabricados e para aumentar a eficiência e a produtividade da empresa.

Segundo Teixeira et al. (2020) a utilização do CONWIP traz alguns impactos no resultado da produção, mas também necessita de alguns cuidados na implementação. Os autores relatam que a implementação do sistema CONWIP resultou na redução do lead time de produção, estoque em processo e ainda permitiu a melhora nas eficiências dos equipamentos.

Machado et al. (2021) descreve a implementação do sistema CONWIP em uma linha de produção de medicamentos sólidos orais. Eles relatam que o sistema CONWIP permitiu um melhor controle do estoque em processo, redução de desperdícios e melhoria do fluxo de produção.

Deleersnyder et al. (2020) apresentam um estudo de caso sobre a integração de um sistema de controle de fluxo pull em linhas de embalagem de comprimidos em uma indústria farmacêutica. Os autores descrevem como o sistema CONWIP foi usado para controlar o fluxo de produtos e garantir uma produção contínua, reduzindo os estoques em processo.

Já Santos et al. (2021) apresentam uma proposta de aplicação do sistema CONWIP em uma linha de produção. O autor descreve como o CONWIP pôde ser útil para controlar o estoque em processo, reduzir o tempo de ciclo e aumentar a produtividade.

Lopes et al. (2021) descreve o sistema CONWIP como uma ferramenta para controlar o estoque em processo, que tem como resultado desse controle a melhoria a eficiência da produção.

Além dos impactos, podemos observar desafios e facilitadores na utilização do CONWIP. Para Rana e Singh (2021), os principais desafios são o comprometimento dos funcionários no entendimento do CONWIP e na sua utilização no dia a dia, outro ponto observado pelos autores como desafio foi o envolvimento da alta gestão da empresa nesse processo de implementação.

Também foi percebido por Wang, Wang e Zhou (2019), que a mudança de cultura organizacional é um grande desafio na implementação do CONWIP. O autor decorre também que a adequação dessa ferramenta a realidade da industrial é um desafio, mas o grande facilitador é a gestão visual da fábrica, tendo um dimensionamento claro da quantidade calculada de WIP na fábrica.

Outro grande desafio é a manutenção do sistema CONWIP na fábrica. Segundo Gao, Zhang e Xu (2018), para manutenção desse sistema há a necessidade de atualizações assim que a demanda sofre grandes alterações ou o layout industrial sofre alterações. Também há a necessidade de treinamentos para as equipes envolvidas nesse processo.

Segundo Chen, Gao e Wang (2018), o grande desafio para a manutenção do sistema CONWIP é a necessidade do monitoramento constante no chão de fábrica, pois é na produção onde acontece o cumprimento do dimensionamento do WIP.

Para Shahriari, Ghazanfari e Shokri (2018), a manutenção do sistema de CONWIP se dá com o treinamento constante das equipes, que estarão operacionalizando o CONWIP no dia a dia da fabricação e com a reparametrização do sistema, pois o mesmo necessita de constantes atualizações.

Com base nessa seleção de artigos, foram selecionados os seguintes pontos para avaliação:

- Segmento Industrial: Avaliar em quais os tipos de indústrias foram aplicados a ferramenta do CONWIP.
- Impactos: Quais foram os principais impactos percebidos com a aplicação dessa ferramenta no processo produtivo, aspectos esses que podem ser qualitativos ou quantitativos.
- Desafios para a Implementação: Capturar nos artigos quais foram os obstáculos encontrados ao longo dessa caminhada na implementação do CONWIP.
- Facilitadores para a Implementação: Capturar quais foram as aplicações que ajudaram a consolidar essa ferramenta na produção.

- Desafios para Mudança: Observar quais foram os principais desafios para consolidar o CONWIP e perpetuar essa ferramenta na produção.

Na Tabela 1 é demonstrado de forma resumida os pontos avaliados em cada um dos vinte e dois artigos selecionados.

Tabela 1: Análise do impacto, elementos desafiadores e facilitadores para a implementação e desafios para a manutenção do CONWIP segundo os relatos da literatura.

Autores	Segmento Industrial	Impactos	Desafios de Implementação	Facilitadores para Implementação	Desafios para a Manutenção
Liberopoulos e Dallery (2000)	Automotivo	Redução do tempo de espera do lote	Não Relatado	Não Relatado	Manter equipe treinada
		Aumento da Taxa de Produção			Complexidade do Sistema CONWIP
Souza, Freitas e Agostinho (2002)	Não Relatado	Melhoria significativa de eficiência de máquina	Não Relatado	Comunicação clara na produção	Não Relatado
		Melhoria significativa da organização da fábrica			
Buzacott e Shanthikumar (2009)	Não Relatado	Aumento da Taxa de Produção	Complexidade de implementação do Sistema CONWIP	Comunicação clara na produção	Complexidade do Sistema CONWIP
		Melhoria significativa da organização da fábrica			
		Redução do Lead Time			
Braglia e Frosolini e Gabbrielli e Zammori (2011)	Alimentos	Redução do Lead Time	Complexidade de implementação do Sistema CONWIP	Após a implementação, fácil manutenção	Necessidade de atualização constante do sistema
		Redução dos WIPs			
		Melhoria significativa de eficiência de máquina	Capacitação da Equipe	Comunicação clara na produção	Necessidade de treinamento para atualização da equipe
		Redução no tempo de espera			
Farnoush e Wiktorsson (2013)	Automotivo	Redução do Lead Time	Escolha correta do modelo de planejamento	Não Relatado	Necessidade de atualização constante do sistema

		Redução dos WIPs	Sincronizar as diversas etapas produtivas		Necessidade de treinamento para atualização da equipe
		Aumento da Taxa de Produção			
Riezebos at al. (2013)	Não Relatado	Redução do Lead Time	Mudança de Cultura	Não Relatado	Resistência à Mudança
		Redução dos WIPs	Capacitação da Equipe		
		Melhoria significativa de eficiência de máquina			
Leaven, Wang, Coley e Udoka (2017)	Indústria de Óleo (Lubrificantes)	Redução do Lead Time	Complexidade de implementação do Sistema CONWIP	Padronização dos processos dentro da produção	Necessidade de treinamento para atualização da equipe
		Aumento da Taxa de Produção			Resistência à Mudança
Arbulu e Ramachandra (2019)	Petróleo e Gás	Redução dos WIPs	Complexidade de implementação do Sistema CONWIP	Comunicação clara na produção	Necessidade de treinamento para atualização da equipe
		Redução do Lead Time		Uso da tecnologia para automação	Resistência à Mudança
				Padronização dos processos dentro da produção	Complexidade do Sistema CONWIP
Yang, Hung e Huang (2019)	Fábrica de Bicicletas	Redução dos WIPs	Definir estratégia de produção	Padronização dos processos dentro da produção	Complexidade do Sistema CONWIP
		Redução do Lead Time			
		Aumento da Taxa de Produção			
		Melhoria significativa no nível de serviço			

Olaitan, Alfnes, Vatn e Strandhagen (2019)	Moveleira	Melhoria significativa de eficiência de máquina	Complexidade de implementação do Sistema CONWIP	Padronização dos processos dentro da produção	Complexidade do Sistema CONWIP
		Aumento da Taxa de Produção	Complexidade do Fluxo Produtivo		
Olaitan, Alfnes, Vatn e Strandhagen (2019)	Moveleira	Melhoria significativa na qualidade do produto	Complexidade do Fluxo Produtivo	Padronização dos processos dentro da produção	Complexidade do Sistema CONWIP
		Redução do Lead Time			
		Aumento da Taxa de Produção			
Roy e Ravikumaran (2019)	Não relatado	Melhoria significativa da organização da fábrica	Complexidade de implementação do Sistema CONWIP	Após a implementação, fácil manutenção	Garantir ordens emitidas no fluxo produtivo
		Redução do Lead Time			Resistência à Mudança
		Redução dos WIPs			
		Aumento da Taxa de Produção			
Salazar, Chavez, Tuesta e Merino (2019)	Metalmeccânico	Redução do Lead Time	Mudança de Cultura	Comunicação clara na produção	Complexidade do Sistema CONWIP
		Redução dos WIPs	Capacitação da Equipe	Padronização dos processos dentro da produção	Resistência à Mudança
		Aumento da Taxa de Produção			
Xanthopoulos, Chnitidis e Koulouriotis (2019)	Não Relatado	Redução do Lead Time	Complexidade de implementação do Sistema CONWIP	Uso da tecnologia para automação	Resistência à Mudança
		Aumento da Taxa de Produção			
		Melhoria significativa da organização da fábrica			

Liberopoulos et al. (2020)	Não relatado	Não relatado	Gerenciar Custos	Uso da tecnologia para automação	Necessidade de treinamento para atualização da equipe
			Determinar a Capacidade		
			Definir estratégia de produção	Padronização dos processos dentro da produção	Resistência à Mudança
			Complexidade de implementação do Sistema CONWIP		
Molenda, Mezger, Oechsle, Koller e Döpfer (2020)	Não relatado	Redução do Lead Time	Complexidade de implementação do Sistema CONWIP	Não relatado	Não relatado
Jaegler, Jaegler, Mhada, Trentesaux e Burlat (2021)	Não relatado	Melhoria significativa da organização da fábrica	Não relatado	Padronização dos processos dentro da produção	Necessidade de treinamento para atualização da equipe
		Redução dos Custos Industriais			
		Aumento da flexibilidade e resiliência dos sistemas em relação à demanda			
		Melhoria significativa no nível de serviço			
Almanei, Oleghe, Afy-Shararah e Salonitis (2022)	Embalagens	Melhoria significativa da organização da fábrica	Complexidade de implementação do Sistema CONWIP	Uso da tecnologia para automação	Complexidade do Sistema CONWIP
		Aumento da Taxa de Produção		Padronização dos processos dentro da produção	

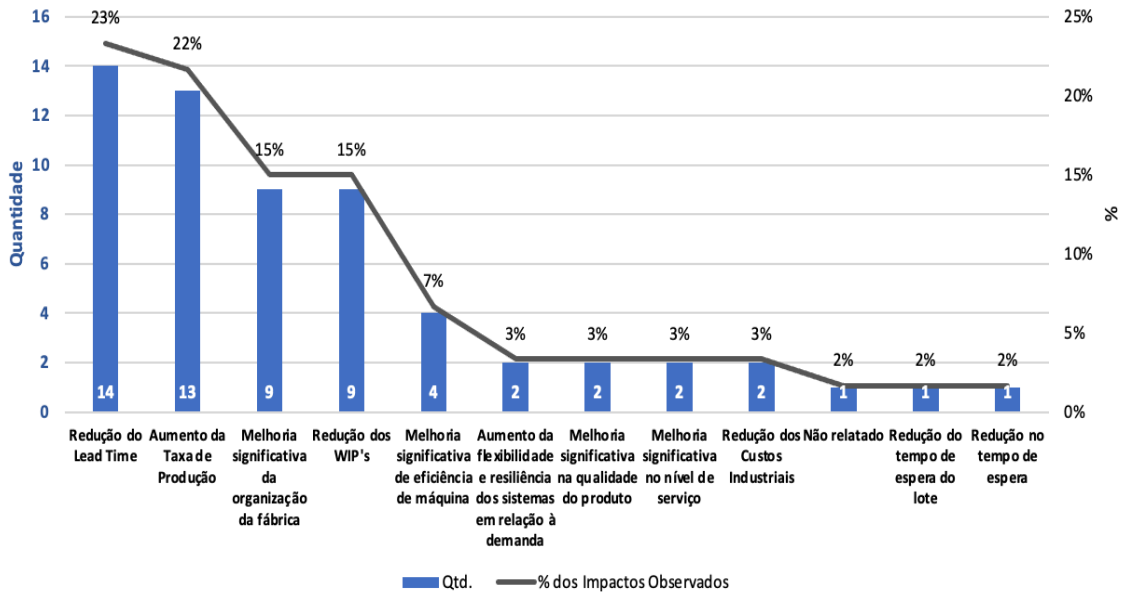
Diaz, García, Santivañez e Castañeda (2022)	Metalurgia	Redução do Lead Time	Capacitação da Equipe	Comunicação clara na produção	Resistência à Mudança
		Redução dos WIPs			
		Aumento da Taxa de Produção			
		Melhoria significativa da organização da fábrica			
Paraschos, Xanthopoulos, Koulinas e Koulouriotis (2022)	Não Relatado	Melhoria significativa da organização da fábrica	Complexidade de implementação do Sistema CONWIP	Uso da tecnologia para automação	Necessidade de treinamento para atualização da equipe
		Redução dos Custos Industriais		Resistência à Mudança	
		Melhoria significativa na qualidade do produto		Padronização dos processos dentro da produção	Complexidade do Sistema CONWIP
		Aumento da flexibilidade e resiliência dos sistemas em relação à demanda			
Tošanović at al. (2022)	Alimentos	Redução do Lead Time	Complexidade de implementação do Sistema CONWIP	Comunicação clara na produção	Necessidade de treinamento para atualização da equipe
		Aumento da Taxa de Produção			Resistência à Mudança
		Melhoria significativa da organização da fábrica			
Dessevre, Lamothe, Pellerin, Ben Ali, Baptiste e Pomponne (2023)	Derma Cosméticos	Redução dos WIPs	Capacitação da Equipe	Comunicação clara na produção	Resistência à Mudança
			Complexidade do Fluxo Produtivo		
			Determinar a Capacidade	Padronização dos processos dentro da produção	

			Complexidade de implementação do Sistema CONWIP		
--	--	--	---	--	--

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

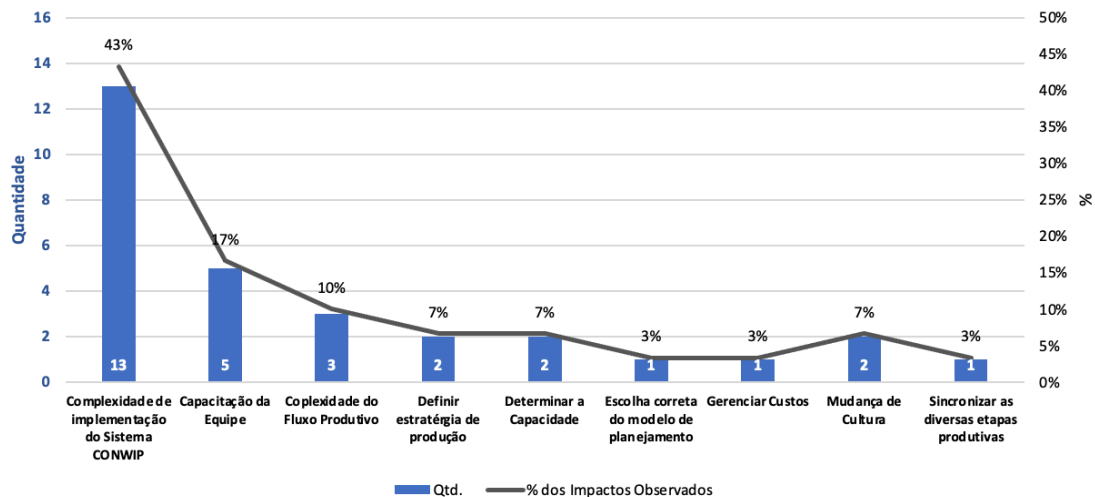
Após a avaliação dos artigos, pode ser observado, de maneira resumida os pontos avaliados nos gráficos (Gráfico 01, Gráfico 02, Gráfico 03 e Gráfico 04), em que se pode perceber, de acordo com os diversos autores, os impactos e mudanças ocorridas com a implementação do CONWIP:

Gráfico 01 – Principais Impactos na Implementação do CONWIP



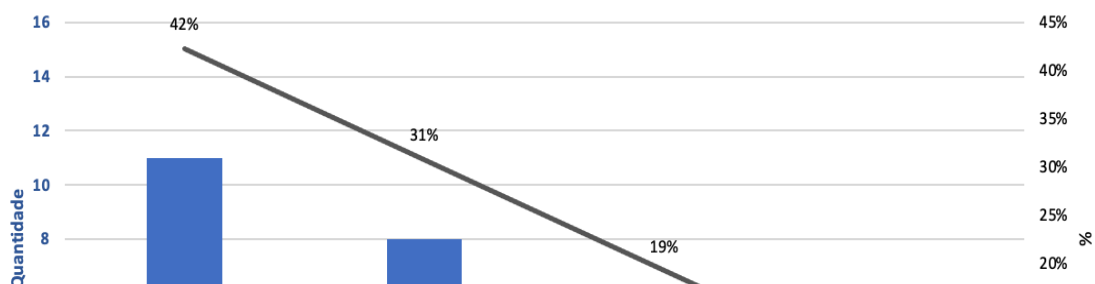
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Gráfico 02 – Principais Desafios de Implementação



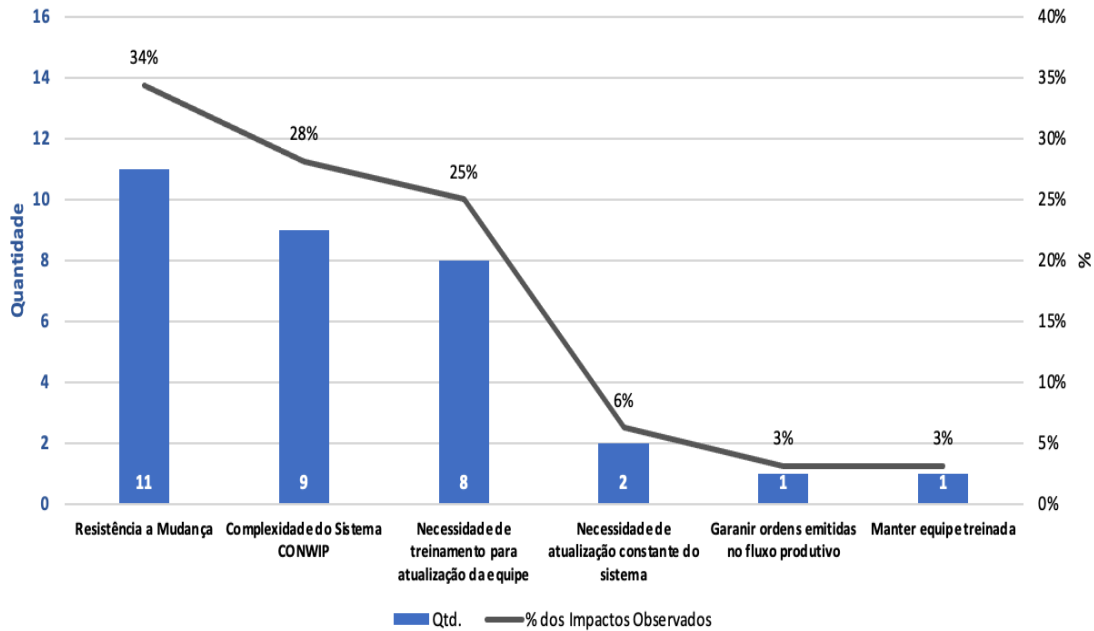
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Gráfico 03 – Principais Facilitadores para Implementação



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Gráfico 04 – Principais Desafios para Mudança



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Conclusões

A implementação do Constant Work-In-Process (CONWIP) representa um avanço significativo na gestão da produção, embora seja uma tarefa desafiadora, como evidenciando nos resultados da seleção dos artigos. Segue as principais contribuições e orientações percebidas nos artigos selecionados na pesquisa.

Os principais impactos positivos da implementação do CONWIP incluem a notável redução do Lead Time, o que implica em processos mais rápidos e eficientes. A diminuição do tempo necessário para a conclusão de atividades é fundamental para atender às demandas do mercado de forma ágil, proporcionando vantagens competitivas às empresas. Além disso, observou-se um aumento significativo na Taxa de Produção como resultado direto da implementação do CONWIP. Essa melhoria destaca a capacidade do sistema em otimizar o fluxo de trabalho, maximizando a produção sem comprometer a qualidade dos produtos.

Entretanto, a revisão bibliográfica também evidenciou desafios cruciais associados à implementação do CONWIP. A Complexidade de Implementação do Sistema CONWIP surge como um desafio principal, exigindo uma abordagem estratégica para superar obstáculos técnicos e garantir uma transição suave. A superação dessa complexidade é crucial para

assegurar uma implementação bem-sucedida e para otimizar os benefícios do sistema. Outro desafio significativo é a Capacitação da Equipe, indicando a importância de investir em treinamento e desenvolvimento para garantir que os colaboradores compreendam e estejam aptos a operar efetivamente sob o novo sistema. A resistência à mudança é comum em processos de implementação, sendo vital abordar questões de capacitação para alinhar a equipe com a nova metodologia.

Os facilitadores destacados na revisão bibliográfica são cruciais para mitigar esses desafios. A Padronização dos Processos na Produção emerge como um facilitador principal, proporcionando consistência e estrutura aos procedimentos operacionais. A implementação do CONWIP se beneficia significativamente de processos padronizados, simplificando a adaptação e reduzindo a resistência à mudança. A Comunicação Clara na Produção é outro facilitador chave. A clareza nas informações contribui para uma compreensão abrangente do sistema, promovendo a cooperação e a aceitação.

Em suma, a mudança para o CONWIP, embora promissora, não está isenta de desafios substanciais. A resistência à mudança e a complexidade do sistema são barreiras a serem superadas, requerendo estratégias específicas para garantir uma transição eficiente. No entanto, ao focar nos facilitadores identificados, como a padronização dos processos e a comunicação clara, é possível atenuar esses desafios e otimizar os benefícios da implementação.

Esta pesquisa destaca a importância de uma abordagem cuidadosa e integrada na adoção do CONWIP, enfatizando não apenas os benefícios tangíveis, mas também a necessidade de enfrentar desafios inerentes. Ao compreender os impactos, desafios e facilitadores associados ao CONWIP, as organizações podem formular estratégias mais eficazes para uma implementação bem-sucedida, melhorando assim a eficiência e a competitividade no cenário industrial.

Referências

- Almanei, M., Oleghe, O., Afy-Shararah, M., & Salonitis, K. (2022). Implementing Pull Manufacturing in Make-To-Order Environments. *In Advances in Manufacturing Technology XXXV*.
- Arbulo, R., & Ramachandra, S. (2019). Effective Supply Flow Control: An Oil And Gas Capital Project Case Study. *In Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference, November 2019, Abu Dhabi, UAE*.
- Ballou, R. H. (2006). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial*. Porto Alegre: Bookman.
- Braglia, M., Frosolini, M., Gabbrielli, R., & Zammori, F. (2011). CONWIP card setting in a flow-shop system with a batch production machine. *International Journal of Industrial Engineering Computations, 10(2)*.

- Buzacott, J., & Shanthikumar, J. (2009). A General Approach for Coordinating Production in Multiple-Cell Manufacturing Systems. *Production and Operations Management, 1*, 34-52.
- Chen, S., Gao, L., & Wang, X. (2018). Application of the CONWIP system to the production process of solid pharmaceuticals. *Journal of Industrial and Production Engineering, 35*(4), 197-206.
- Deleersnyder, B. (2020). Integration of a pull flow control system for the pharmaceutical tablet packing lines. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 90*, 111-120.
- Dessevre, G., Lamothe, J., Pellerin, R., Ben Ali, M., Baptiste, P., & Pomponne, V. (2023). Comparison of pull management policies for a divergent process with DDMRP buffers: an industrial case study. *International Journal of Production Research, 61*(2), 1-21.
- Diaz, D. E. A., García, Y. S., Santivañez, G. Q., & Castañeda, E. (2022). Optimization Model to Increase the Productive Flow, Applying SLP, 5s and Kanban-Conwip Hybrid System in Companies of the Metalworking Sector. In *8th International Conference on Information Management (ICIM), Cambridge, United Kingdom, 2022* (pp. 186-190).
- Farnoush, A., & Wiktorsson, M. (2013). POLCA and CONWIP performance in a divergent production line: an automotive case study. *J. Manag. Control., 24*, 159-186.
- Fernandes, F. C. F., & Godinho Filho, M. (2007). Sistemas de coordenação de ordens: revisão, classificação, funcionamento e aplicabilidade. *G&P: Gestão e Produção, 17*(4), 701-716.
- Fiuza, E. P. S., & Lisboa, M. B. (2021). Bens Credenciais de Mercado: Um Estudo Econométrico da Indústria Farmacêutica Brasileira. Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <https://ftpacad.fgv.br/files/1034.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2023.
- Gao, H., Zhang, J., & Xu, X. (2018). Study on the Application of CONWIP in the Pharmaceutical Industry. *Production Planning & Control, 29*(6), 479-487.
- Gutti-Salazar, C. E., Segura-Chavez, F., Maradiegue-Tuesta, F., & Alvarez-Merino, J. C. (2019). Kanban-CONWIP Hybrid Model for Improving Productivity of an Electrostatic Coating Process. In *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Macao, China, 2019* (pp. 1295-1299).
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2013). *A Ciência da Fábrica*. Porto Alegre: Bookman.
- Jaegler, Y., Jaegler, A., Mhada, F. Z., Trentesaux, D., & Burlat, P. (2021). A new methodological support for control and optimization of manufacturing systems in the context of product customization. *Journal of Industrial and Production Engineering, 38*, 1-15.

Leaven, L., Wang, S., Coley, L., & Udoka, S. (2017). Achieving optimal safety inventory levels for oil companies using the CONWIP approach. *International Journal of Supply Chain Management*, 6, 17-21.

Liberopoulos, G. (2020). Comparison of optimal buffer allocation in flow lines under installation buffer, echelon buffer, and CONWIP policies. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 32(2), 297-365.

Liberopoulos, G., & Dallery, Y. (2000). A unified framework for pull control mechanisms in multi-stage manufacturing systems. *Annals of Operations Research*, 93, 325-355.

Lopes, C. E. S. (2021). Application of the CONWIP methodology in the production of solid dosage forms in a pharmaceutical industry: a case study. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 13(5), 112-120.

Machado, C. J. (2021). Implementation of CONWIP in the production of solid oral forms in a pharmaceutical industry. *Research, Society and Development*, 10(4).

Martins, P. G., & Alt, P. R. C. (2006). *Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais*. São Paulo: Saraiva.

Molenda, P., Mezger, T., Oechsle, O., Koller, J., & Döpfer, F. (2020). Backlog-Sequencing: A Comparison between Workload Control and ConWIP using a simulation approach. *Procedia CIRP*, 93, 664-669.

Olaitan, O., Alfnes, E., Vatn, J., & Strandhagen, J. O. (2019). CONWIP implementation in a system with cross-trained teams. *International Journal of Production Research*, 57(1), 1-14.

Paraschos, P., Xanthopoulos, A., Koulinas, G. K., & Koulouriotis, D. (2022). Machine learning integrated design and operation management for resilient circular manufacturing systems. *Computers & Industrial Engineering*, 167.

Rana, N., & Singh, V. (2021). Improvement of Production Process by Implementation of CONWIP in Pharmaceutical Industry. *International Journal of Applied Engineering Research*, 16(6), 795-801.

Riezebos, J. (2013). Shop floor planning and control in team-based work processes. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(2), 51-56.

Roy, D., & Ravikumar, V. (2019). An extensive evaluation of CONWIP-card controlled and scheduled start time based production system designs. *Journal of Manufacturing Systems*, 50, 119-134.

Santos, G. (2021). Proposal for the application of the CONWIP production control system in a pharmaceutical industry. *Research, Society and Development*, 10(3).

Shahriari, M., Ghazanfari, M., & Shokri, A. (2018). The impact of CONWIP on throughput time and quality in a pharmaceutical factory. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 97(5-8), 2467-2476.

Souza, F., Freitas, R., & Agostinho, O. (2002). A interdependência entre sistemas de controle de produção e critérios de alocação de capacidades. *Gestão & Produção*, 9(2), 215-234.

Teixeira, R. C. (2020). Implementation of CONWIP system in a pharmaceutical industry: a case study. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 13(3), 425-438.

Tošanović, N., & Štefanić, N. (2022). Influence of Bottleneck on Productivity of Production Processes Controlled by Different Pull Control Mechanisms. *Applied Sciences*, 12(3), 1395.

Turrioni, J. B., & Mello, C. (2011). *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção*. Itabaja: Unifei.

Wang, C., Wang, J., & Zhou, J. (2019). Application of CONWIP in the production of the API in the pharmaceutical industry. *Journal of Manufacturing Systems*, 50, 62-71.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1998). *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. Rio de Janeiro: Campus.

Xanthopoulos, A. S., Chnitidis, G., & Koulouriotis, D. E. (2019). Reinforcement learning-based adaptive production control of pull manufacturing systems. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 36(5), 313-323.

Yang, T., Hung, Y.-H., & Huang, K.-C. (2019). A simulation study on CONWIP system design for bicycle chain manufacturing. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 2477-2481.