

# DIMINUIR CUSTOS E MAXIMIZAR A EFICIÊNCIA NO PROCESSO LOGÍSTICO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MODELOS OPERACIONAIS

Luis Felipe Figueira (FATEC-AM)

[luis.figueira@fatec.sp.gov.br](mailto:luis.figueira@fatec.sp.gov.br)

FABIO PEREIRA DE QUEIROZ (ORIENTADOR/FATEC-AM)

[fabio.queiroz4@fatec.sp.gov.br](mailto:fabio.queiroz4@fatec.sp.gov.br)

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar os diferentes modelos de produção com a finalidade de identificar aquele que possui maior eficiência com o menor custo possível através da utilização de conceitos logísticos. Tendo isso posto, foi realizado um levantamento teórico sobre a logística, sua evolução, seus principais processos e os principais sistemas de produção existentes. A metodologia utilizada foi revisão de literatura, onde foram consultados diferentes autores para que se tornasse possível a análise e o entendimento para então chegar nas conclusões desejadas. As pesquisas realizadas foram qualitativas e quantitativas através de dados coletados de artigos e livros. Tendo o estudo sido realizado, foi possível identificar que o sistema que possui maior retorno financeiro e que entrega maior eficiência é o sistema puxado, esse sistema é composto por uma produção baseada na demanda, possui baixo estoque entre processos e consegue garantir o atendimento da demanda sem acúmulo de estoques.

**PALAVRAS-CHAVE:** Processos logísticos. Sistemas de produção.

## ABSTRACT

*This study aimed to analyze the different production models in order to identify the one that presents the greatest efficiency at the lowest possible cost through the use of logistical concepts. That said, a theoretical survey was carried out on logistics, its evolution, its main processes and the main existing production systems. The methodology used was a literature review, where several authors were consulted so that the analysis and understanding became possible and then the desired conclusions could be reached. The research carried out was qualitative through data collected in articles and books. After carrying out the study, it was possible to identify that the system that has the highest financial return and that delivers greater efficiency is the pull system, this system is composed of demand-based production, has low inventory between processes and is able to guarantee the fulfillment of demand. no stock.*

**Keywords:** Logistical processes. Production systems.

## 1. INTRODUÇÃO

O surgimento da logística não contém data registrada, sabe-se que algumas técnicas foram usadas em campanhas de guerras. Por exemplo, as tropas de Alexandre, o Grande (310 a. C.), eram estrategicamente organizadas e nada faltava aos soldados. Mantimentos, munições, água, tudo era perfeitamente distribuído a todos os locais de guerra.

Desse modo, surgiram durante a história diversos mecanismos que auxiliaram a humanidade a solucionar diversos tipos de problemas. Todavia, é interessante observar que os conceitos de logística existiam apenas de forma subjetiva, isto é, não foram descobertos ou inventados naquela época e eram utilizados sem serem reconhecidos como tal. A cada ano, os conceitos de técnicas e os de área foram sendo aperfeiçoados e aprimorados.

A Segunda Guerra Mundial – conflito que teve suas origens no final da década de 30 – foi um grande divisor de águas para o estudo da logística, foi durante este período que tivemos o surgimento da logística como ciência, uma vez que a guerra necessitava não apenas de atitudes rápidas, como de mantimentos e outros recursos no momento e nos locais necessários.

Destaca-se neste estudo os avanços surgidos a partir de 1945 no pós-guerra com destaque especial ao Japão que encontrou diante das dificuldades uma forma de igualar seu nível produtivo ao da Europa e Estados Unidos.

Neste cenário conturbado, A Toyota Motor Co., líder japonesa na fabricação de automóveis, despontou com um desempenho inigualável. Segundo Ohno (1997) o Sistema Toyota de Produção evoluiu da necessidade. Certas restrições no mercado exigiram a produção de pequenas quantidades de muitas variedades sob condições de baixa demanda, um destino que a indústria japonesa enfrentou no período do pós-guerra. Estas restrições serviram como um critério para testar se os fabricantes de carros japoneses poderiam se estabelecer e sobreviver competindo com os sistemas de produção e de vendas em massa já estabelecidos na Europa e nos Estados Unidos.

Por outro lado, no ocidente os americanos estavam produzindo em larga escala, e contavam ainda com um sistema muito eficaz de produção, Ohno (1997, p. 11) diz que “Durante décadas os Estados Unidos da América baixaram custos produzindo em massa um menor número de tipos de carros”. Existia então um modelo efetivo de produtividade, porém não para os Japoneses que não possuíam a mesma disponibilidade de recursos.

Através da base introdutória apresentada, esse estudo trabalha com a hipótese de que dentre os meios existentes de produção em massa, existe aquele que possui maior atratividade, ou seja, aquele que consegue maximizar a quantidade produzida com os recursos disponíveis sendo limitados através do uso de recursos e conceitos da logística. Além disso, considerando o menor custo possível, aplicando metodologias de diminuição de custos.

Tendo sido feitas as considerações a respeito deste trabalho, salienta-se que a temática desenvolvida é de interesse do autor, levando em conta que está atrelado a área de estudo e de interesse de aprendizado acadêmico e profissional dele.

## 2. EMBASAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados os conceitos sobre a Logística, sua evolução, seus principais processos e os sistemas de produção.

## 2.1 Logística

As operações logísticas iniciaram na Grécia Antiga, através das atividades militares com o intuito de abastecimento das tropas, com insumos diversos, armamentos e medicamentos, nas quantidades e momento adequados. Muito se discute sobre a origem da Logística, entretanto, sabemos que ela é exercida desde os primórdios da humanidade, quando o homem ainda “habitava” cavernas.

Para Ballou (1999) “Logística é o processo de planejamento do fluxo de materiais, objetivando a entrega das necessidades na qualidade desejada no tempo certo, otimizando recursos e aumentando a qualidade nos serviços”.

São itens chaves da logística: Transporte, processamentos de pedidos e a gestão de estoques; assim como as atividades de apoio como a armazenagem, manuseio de materiais e embalagens e tendo com objetivo de todo processo logístico o consumidor final. Segundo Ballou (2006) o papel da logística é entregar produtos e serviços certos, disponibilizá-los aos clientes na quantidade correta, quando e onde eles preferirem, nas formas e condições almejadas e ao menor custo possível para a empresa.

Fica evidente, portanto, que as atividades e a aplicação da logística são fundamentais para o atendimento da demanda mundial, principalmente por alimentos, mas também de outros produtos diversos. Segundo Glávio (2012) o tema logística hoje é vital para as empresas à medida que otimiza recursos e aumenta a qualidade, o que significa, gastar menos com resultados melhores.

## 2.2 A evolução da logística

A logística foi se transformando conforme as necessidades das empresas e de seus consumidores, estando presente em todas as operações que envolvem a movimentação de produtos e materiais no mundo.

O seu estudo vem se tornando imprescindível na medida em que está se tornando uma das áreas mais instigantes e desafiadoras na administração moderna. Essa busca pelas melhores práticas logísticas tem como objetivo integrar todas as atividades presentes na cadeia de abastecimento, a fim de atender as exigências dos consumidores, assim como, permitir ganhos para as empresas.

O mercado global proporcionou aos grandes produtores a capacidade de comércio de diversos commodities a longas distâncias, onde a produção era concentrada em locais que favoreciam o seu plantio, não mais perto de onde iria ser consumido, isso porque a barreira antes existente já não apresentava mais problemas, a eficiência dos processos de transporte possibilitou o envio desses produtos a lugares distantes e com vantagens econômicas.

Além disso, os produtos necessários que eram escassos, passaram a ser importados com relativo custo-benefício. Esse processo de intercâmbio segue o princípio da vantagem comparativa. A vantagem comparativa explica que o fim da atividade econômica deve ser de aumentar aquilo que se é entendido como riqueza do país, desse modo, aquilo que se é custoso para uma determinada localidade pode ser mais barata para outra, havendo assim o intercâmbio econômico, onde o mesmo produto pode ter preços completamente diferentes dependendo do local e condições ao qual foi submetido no processo produtivo.

Segundo Krugman e Obstfeld (2007) de acordo com a lei da vantagem comparativa, mesmo que um país fosse menos eficiente que outro na produção de ambos os bens (ou seja, tivesse desvantagem absoluta em relação ao outro país), ainda assim haveria possibilidade de ganhos com o comércio internacional. Um país possui uma vantagem comparativa na produção

de um bem se o custo de oportunidade da produção desse bem em relação aos demais é mais baixo nesse país do que em outros.

Assim sendo, a logística foi inserida nas indústrias para facilitar esse processo de troca de mercadorias e produtos, ao passo de tornar cada vez mais fácil esse processo logístico e econômico.

## 2.3 Processos logísticos

Pode-se dizer que a logística é o produto de um conjunto de atividades e processos que devem ser administrados de maneira contínua e eficaz para que uma empresa possa cumprir seus metas no prazo, sendo importante que a empresa a inclua e a considere em seu planejamento estratégico. Entender os processos logísticos e administrá-los de forma eficaz facilitará as operações da empresa. Conseqüentemente haverá impactos positivos significativos nos custos e, conseqüentemente, na competitividade da empresa.

De acordo com Bulgacov (2006) fica claro que a logística é um processo e, portanto, é caracterizado por fases principais que são constituídas em conformidade com a origem e o destino dos fluxos, seguindo uma sequência de atividades nas quais precisam ser entendidas como funções específicas e interligadas. As empresas precisam identificar e compreender cada etapa de seus processos para melhor administrá-los.

### 2.3.1 Planejamento

Segundo Novaes (2001, p. 35) “Logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo [...]”. Sendo assim, a logística trabalha basicamente nas áreas de suprimento com o abastecimento das matérias-primas e recursos para a produção; No apoio a manufatura administrando os fluxos de mercadorias e produtos semiacabados na indústria; E na distribuição, onde o papel da logística é deslocar os produtos acabados até o consumidor final.

É responsabilidade da gerência logística o planejamento das decisões estratégicas dentro da gestão da cadeia de abastecimento. Segundo Ballou (1993) o planejamento é considerar o nível de serviço a ser oferecido ao cliente, determinar a quantidade e a localização de todos os tipos de instalações necessárias para a execução do processo logístico, definir fluxo e infraestrutura de recursos e instalações de toda rede logística, isto é, definir o fluxo dos produtos desde a origem até os pontos de destino.

Sob a visão de Christopher (2009) a gestão de operações logísticas busca a racionalização do fluxo de produtos, facilitando uma utilização mais eficiente dos recursos logísticos e tem como objetivo alcançar a eficácia operacional, buscar a maior eficiência logística, minimizar custos e investimentos de capital necessários a toda rede.

Segundo Bowersox (2010) a previsão da demanda é uma atividade crítica da operação logística, pois conduz o planejamento e a coordenação de sistemas de informação logística, que podem ser em quantidade ou valor, pode ser total, por item, por cliente, por grupo de cliente, etc. Afetam a programação da produção e a compra de suprimentos da organização e também outros setores da organização com marketing, finanças, produção, vendas, etc.

Para Ballou (2006) o planejamento logístico busca responder a perguntas que são constantes no ramo como: o quê, quando e como. Essas perguntas se desenvolvem em três níveis que são conhecidos como níveis: estratégico, tático e operacional, em que se diferem entre si apenas pelo horizonte temporal do planejamento, onde o estratégico é considerado de

longo prazo, o tático tem um tempo intermediário e o operacional é um processo decisório de curto prazo com decisões tomadas diariamente.

### 2.3.2 Armazenagem

Os estoques em uma companhia tradicional, na maioria das vezes são tidos como algo necessário e indispensável ao andamento regular de suas atividades. Segundo Dias (2010, p. 189) “A dimensão e as características de materiais e produtos podem exigir desde a instalação de uma simples prateleira até complexos sistemas de armações, caixas e gavetas”. Entretanto, em muitos casos, estes estoques vêm a onerar a empresa de diversas maneiras como: no custo de armazenagem, de controles diversos, na deterioração e etc., vindo a desempenhar um papel que não é o dele. O verdadeiro papel do estoque dentro da logística e dos processos é de oferecer condições para que a empresa possa vender os produtos e entregá-los na data e hora marcada, estas métricas são dependentes da estratégia utilizada pelas empresas.

Para Chopra e Meindl (2003), os estoques desempenham papel crucial na capacidade da cadeia de suprimento em apoiar a estratégia competitiva da empresa. Se a estratégia competitiva da companhia exige um alto nível de responsividade, a companhia pode utilizar o estoque como ferramenta para alcançá-la, disponibilizando grandes quantidades de estoques próximas ao cliente. Por outro lado, a empresa pode também utilizar o estoque para se tornar mais eficiente, reduzindo-o e conseqüentemente baixando seus custos.

Conforme Wanke (2000, p.177) “A definição de uma política de estoques depende de definições claras para quatro questões: (1) quanto pedir, (2) quando pedir, (3) quanto manter em estoques de segurança e (4) onde localizar.” Para se chegar a resposta para essas questões serão necessárias diversas análises, relativas ao valor do produto, a capacidade de previsão de sua demanda e as necessidades dos consumidores em termos de prazos de entrega e disponibilidade dos produtos.

### 2.3.3 Movimentação

A movimentação de materiais tem como premissa controlar e gerenciar a recepção de materiais, fornecimento, devoluções, transferências e quaisquer operações de entrada e saída de mercadorias.

A movimentação de materiais é relativa ao movimento de produtos e materiais num pequeno espaço físico dentro de uma empresa ou armazém. Segundo Bowersox, Closs (2001) Essa função logística tem o objetivo de agilizar os processos de movimentação dos materiais dentro das empresas, desde a entrada das mercadorias passando pelo processo de produção até a expedição aos clientes.

Acrescenta ainda Faria (2005) que a logística interna abrange todas as atividades de apoio logístico, atende todo o fluxo de materiais e componentes na manufatura dos produtos em processo, considerando a integração financeira, o serviço ao cliente e os processos internos. É preciso que haja um alinhamento perfeito entre estes processos, dentre os quais é possível citar o recebimento, estocagem, armazenagem e expedição.

## 2.4 Sistemas de produção

Os sistemas de produção são formados por subsistemas que são relacionados entre si, uma vez que, conforme Erdmann (2007), a produção é entendida como o produto de uma atividade proveniente de um conjunto de atribuições ou de esforços empregados. Em outras palavras, pode-se dizer que são partes que, funcionando conforme um conjunto de regras, atuam

sobre as entradas, processando algo e transformando em saídas, de acordo com os objetivos que foram estabelecidos.

Para Roman (2011), o sistema produtivo ocorre através de uma sucessão de inter-relações que se desenrolam por meio de um conjunto variável de processos e operações que possibilitam a elaboração de um determinado produto, seja ele um bem ou um serviço. Sendo assim, enxergá-lo de forma isolada pode ter como consequência a perda de produtividade e de competitividade.

Segundo Lustosa *et al.* (2008) o planejamento e controle das atividades produtivas de uma empresa se torna cada vez mais necessário à medida que o desenvolvimento industrial se desencadeia, tornando possível que as empresas se mantenham competitivas no mercado que exige cada vez mais qualidade, cumprimento de prazos e organização. Os autores concordam que o crescimento rápido seguido da falta de planejamento pode gerar problemas organizacionais como gargalos produtivos, atrasos em entregas e dimensionamento inadequado da infraestrutura.

### 2.4.1 Sistema de produção empurrado

Produção empurrada, do inglês “*push-system*” é um processo produtivo planejado baseado em uma previsão da demanda, onde cada processo produz uma determinada quantidade independente do consumo do processo seguinte.

Figura 1 - Sistema de produção empurrado



Fonte: VOITTO (2019).

Esse tipo de produção é caracterizado por produzir, estocar e só então vender o estoque aos clientes. Ela é recomendada para empresas que precisam de quantidade de produtos, que não têm interferência de sazonalidade, como a indústria de bebidas, por exemplo. Para manter o processo de produção empurrada, é necessário grande eficiência dos gestores, pois se houver superprodução será necessário estocar os produtos e se a produção for menor do que o consumo haverá insatisfação no fornecimento.

O grande problema desse sistema é o custo envolvido para manter os grandes estoques entre os processos. Faria e Robles (2004) descrevem os Custos de Armazenagem como os gastos com o abrigo de produtos, consolidação, transferência e agrupamento. Para os autores os custos de armazenagem também incluem os custos de venda de um produto em certo mercado através da entrada e saída de um determinado armazém, mais os custos fixos das instalações (aluguéis, taxas etc.). De acordo com Lambert (1998), o custo de manutenção do inventário envolve os custos de serviços de inventário (seguros e impostos sobre estoque), custos de riscos de inventário (perda e roubo) e custos de capital (medido pelo custo de oportunidade do investimento do estoque). Desse modo, podemos observar que os itens produzidos em grande escala, trazem consigo muitos encargos que são agregados e somados aos custos totais de estoques, sendo assim, a depreciação e o custo de manutenção de estoques são muito maiores.

## 2.4.2 Sistema de produção puxado

Essa metodologia de produção desenvolvida pelos japoneses, se tornou amplamente utilizado nas Indústrias, esse sistema determina que a quantidade planejada de produção seja decorrente das previsões de demanda e pelos estoques disponíveis; O produto é então produzido sequencialmente desde o processo um até o estágio final, extinguindo a existência de estoques entre eles. No sistema puxado, o processo final retira as quantidades necessárias do processo precedente num determinado momento, e este procedimento é repetido na ordem inversa passando por todos os processos anteriores.

Figura 2 - Sistema de produção puxado



Fonte: VOITTO (2019).

Esse processo surgiu da necessidade de produzir com redução de desperdícios, a base desse sistema é o *Just-in-time*. Segundo Ohno (1997, p.13) o termo *Just-in-time* significa que “[...]Em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem quando são necessários e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero”.

Desse modo, podemos observar que para ser bem aplicado, deve se levar em consideração um bom modelo de gestão empresarial, não sendo possível utilizar métodos convencionais de administração.

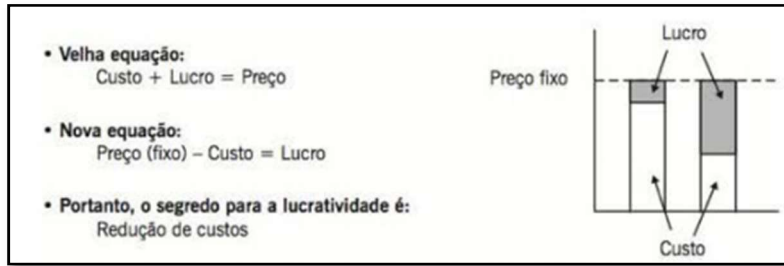
A produção *lean*, também conhecida como o sistema Toyota de produção, representa fazer mais com menos, isto é, menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos maquinaria, menos material, e ao mesmo tempo dar aos clientes aquilo que é desejado. De acordo com Dennis (2008, p.32):

“O sistema Toyota ataca desperdício de forma implacável, através do envolvimento de membros de equipe em atividades de melhoria padronizadas e compartilhadas. Um ciclo virtuoso se instala: quanto mais os membros de equipe se envolvem, mais sucesso eles têm. Quanto mais sucesso eles têm, maiores são as recompensas intrínsecas e extrínsecas, o que, por sua vez, estimula maior envolvimento.”.

Esse sistema produtivo entende a forma de se produzir lucros de uma forma diferente, a velha equação de custos compreendia o preço como sendo a soma do custo e do lucro, obtendo assim o preço final. Esse sistema revolucionário compreendeu o preço como sendo fixo, subtraindo desse valor o custo, obtendo-se assim o lucro, desse modo, o preço não é repassado ao consumidor para se garantir o lucro desejado, e sim, os custos são diminuídos, conforme explica Dennis (2008, p.32) o modelo antigo “[...]determinava o custo baseado nos princípios da contabilidade de custos, e uma margem de lucro comum para a área era acrescentada. O preço era passado para o consumidor que, com quase toda certeza, pagava”.

Dennis explicou os números dos diferentes sistemas da seguinte forma:

Figura 3 - A meta é a redução de custos



Fonte: Dennis (2008).

Desse modo, implica-se no novo modelo de obtenção de lucros a premissa de que para se aumentar os ganhos obtidos os custos obrigatoriamente têm de diminuir, conforme observado por Ohno (1997, p. 16):

“Na Toyota, como em todas as indústrias manufatureiras, o lucro só pode ser obtido com a redução de custos. Quando aplicamos o princípio de custos, preço de venda = lucro + custo real, fazemos o consumidor responsável por todo o custo. Este princípio não tem lugar na atual indústria automotiva competitiva.”

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de um estudo de caso computacional simulado realizado em uma indústria gráfica onde foram comparados quatro sistemas de produção, foi possível identificar dados quantitativos sobre o desempenho destes sob diversas condições de demanda. Foram objetos de estudos os sistemas: Real, que representa o modelo atual da empresa estudada, o sistema empurrado, o sistema puxado e o híbrido, também nomeado no estudo como *Constant Work in Process (CONWIP)* que representa a mescla entre puxado e empurrado.

No estudo original foram levantados diversos indicativos, entretanto, limita-se nesta análise os cenários de: Estoques médios de produtos acabados, quantidade de estoque em processo e tempo de ciclo.

O primeiro cenário de análise reflete as condições atuais do sistema real em relação à previsão e confirmação de demanda, representando nas tabelas subsequentes a demanda atual. O segundo cenário representa a demanda alta, onde mantém-se a previsão do sistema real e propõe-se aumento de 30% na demanda confirmada. O terceiro cenário representa a demanda baixa, onde mantém-se a previsão do sistema real e propõe-se redução de 30% na demanda confirmada. Observando que em todos os cenários o aumento foi considerado igualitário para os três tipos de produtos.

Na tabela 1 estão contidas as informações sobre a demanda prevista para o último ano da empresa em estudo (2015) para os três produtos. Observando que os dados para os três cenários no quesito demanda prevista são os mesmos, houve alteração apenas na demanda confirmada conforme representado na tabela 2.

Tabela 1 - Demandas anuais previstas para os três cenários

Produto	Demanda atual	Demanda alta	Demanda baixa
P1	658.000 apostilas 55 pedidos ao ano	658.000 apostilas 55 pedidos ao ano	658.000 apostilas 55 pedidos ao ano
P2	34.000 apostilas 34 pedidos ao ano	34.000 apostilas 34 pedidos ao ano	34.000 apostilas 34 pedidos ao ano
P3	112.000 apostilas 28 pedidos ao ano	112.000 apostilas 28 pedidos ao ano	112.000 apostilas 28 pedidos ao ano

Fonte: Adaptada de Pinheiro (2016).



A tabela 2 apresenta na coluna demanda atual os dados do fechamento de pedidos anuais baseados no último ano da empresa (2015), e também os dados para a demanda alta acrescidos em aproximadamente 30% e para a demanda baixa diminuídos em aproximadamente 30%.

Tabela 2 - Demandas anuais confirmadas para os três cenários

Produto	Demanda atual	Demanda alta $\cong +30\%$	Demanda baixa $\cong -30\%$
P1	552.000 apostilas 46 pedidos ao ano	720.000 apostilas 60 pedidos ao ano	396.000 apostilas 33 pedidos ao ano
P2	28.000 apostilas 28 pedidos ao ano	35.000 apostilas 35 pedidos ao ano	20.000 apostilas 20 pedidos ao ano
P3	160.000 apostilas 40 pedidos ao ano	208.000 apostilas 52 pedidos ao ano	112.000 apostilas 28 pedidos ao ano

Fonte: Adaptada de Pinheiro (2016).

O primeiro indicativo analisado foi o de estoques médios de produtos acabados, sendo o desempenho desejável na saída do sistema que sejam os menores possíveis, desde que suficientes para atender a demanda confirmada, isto é, acompanhem a demanda sem sobras ou desperdícios que podem gerar custos adicionais.

Tabela 3 – Indicação de melhor desempenho entre os sistemas no quesito estoques médios de produtos acabados para os três produtos e para a soma deles

Estoques médios de produtos acabados												
Produtos	Demanda atual				Demanda alta				Demanda baixa			
	Sist. Real	Sist. Emp.	Sist. Pux.	Sist. Híb.	Sist. Real	Sist. Emp.	Sist. Pux.	Sist. Híb.	Sist. Real	Sist. Emp.	Sist. Pux.	Sist. Híb.
P1			X				X					X
P2			X				X					X
P3			X				X					X
TODOS			X				X					X

Fonte: Adaptado de Pinheiro (2016).

O segundo indicativo contido na tabela 4 permite identificar o sistema que obteve o melhor desempenho no *Work in Process (WIP)* ou quantidade de estoque em processo, nos quatro modelos estudados, conforme a demanda é variada, para a soma dos três produtos.

Tabela 4 - Indicação de melhor desempenho entre os sistemas no quesito estoques de materiais em processo para os três produtos e para a soma deles

Estoques de materiais em processo												
Produtos	Demanda atual				Demanda alta				Demanda baixa			
	Sist. Real	Sist. Emp.	Sist. Pux.	Sist. Híb.	Sist. Real	Sist. Emp.	Sist. Pux.	Sist. Híb.	Sist. Real	Sist. Emp.	Sist. Pux.	Sist. Híb.
P1			X				X		X			
P2			X	X				X	X			X
P3				X				X				X
TODOS			X					X	X			

Fonte: Adaptado de Pinheiro (2016).

Na tabela 5 é possível identificar o sistema que obteve melhor desempenho no quesito tempo de ciclo para todos os produtos objetos de análise baseado na condição de demanda ao qual foram submetidos no processo simulado.

Tabela 5 - Indicação de melhor desempenho entre os sistemas no quesito tempo de ciclo para os três tipos de produtos

Produtos	Tempo de ciclo											
	Demanda atual				Demanda alta				Demanda baixa			
	Sist. Real	Sist. Emp.	Sist. Pux.	Sist. Híb.	Sist. Real	Sist. Emp.	Sist. Pux.	Sist. Híb.	Sist. Real	Sist. Emp.	Sist. Pux.	Sist. Híb.
P1			X				X			X	X	
P2			X				X				X	
P3			X				X				X	

Fonte: Adaptado de Pinheiro (2016).

O primeiro indicador analisado trás dados sobre os estoques médios de produtos acabados remanescentes ao final do processo, sendo o objetivo principal que seja o menor possível para não gerar custos adicionais. O sistema que despontou com melhor desempenho foi de produção puxada, onde em todas as condições de demanda obteve melhor atendimento sem acúmulo de estoques.

Para o indicador que mede os estoques de materiais em processo conclui-se que o melhor desempenho é atribuído ao sistema que representa a programação híbrida da produção, baseada no conceito de *Constant Work In Process (CONWIP)*, levando em conta que manteve seus níveis de estoque em processo estáveis e menores que dos demais sistemas, chegando a ser mínimos para alguns produtos.

O último indicador analisado foi o tempo de ciclo, onde o modelo que representa a programação puxada da produção obteve novamente o melhor desempenho, visto que apresentou tempos de ciclo sincronizados com o *tack time*, evidenciando que a produção acompanha a evolução da demanda. Todavia, é importante ressaltar que, em casos de baixa demanda, pode ocorrer ociosidade nos recursos produtivos e em casos de alta demanda pode ocorrer sobrecarga na sua utilização.

Através dos dados evidenciados nas tabelas acima, é notório que de maneira geral, o sistema que representa a programação puxada de produção obteve melhor desempenho, considerando que atingiu o objetivo de manter os estoques baixos, porém, garantindo o atendimento à demanda quase que em sua totalidade.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, o presente trabalho teve como objetivo final trazer o conhecimento sobre o modelo de produção que possui o menor custo atrelado a maior eficiência nos processos logísticos.

A realização deste trabalho contemplou o estudo de diversas fontes bibliográficas tornando possível visualizar com clareza as partes fundamentais deste, sendo elas: Custos e processos logísticos.

A partir das informações encontradas, foi possível comparar três dos principais modelos existentes de produção, e, ainda, o modelo atual da empresa objeto de estudo, denominado neste trabalho como sistema real. Foram analisados os acúmulos de estoques no final da produção, os estoques entre processos e os tempos de ciclos.

Através da análise dos modelos de produção foi possível concluir que o sistema híbrido apresentou o melhor desempenho em relação aos níveis de materiais em processo, para todas as demandas simuladas, todavia foi falho no atendimento a demanda devido aos grandes tempos de ciclos. O sistema real e o sistema empurrado obtiveram os piores resultados quanto aos níveis de estoques em processo, além de apresentarem falhas no atendimento à demanda e tempos de ciclo muito altos. Finalmente, o sistema de produção puxado, obteve o melhor desempenho para atendimento à demanda, tempo de ciclo sincronizado com a demanda e estoque de materiais em processo moderado.

Nesta investigação, importantes conceitos foram evidenciados, onde fica claro através das condições exploradas que a chave para o aumento na lucratividade está necessariamente atrelada a capacidade de uma empresa em diminuir os custos de seus processos, tornando assim possível responder a questão estabelecida neste estudo, que entre os sistemas de produção existentes, aquele com maior atratividade, que consegue maximizar a quantidade produzida baseado na demanda com os recursos disponíveis sendo limitados através do uso de recursos e conceitos da logística é o sistema de produção puxado.

## 5. REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/Logística Empresarial.** – 5.ed. –Porto Alegre/SC: Bookman, 2006.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: Transportes, administração de materiais, distribuição física.** São Paulo: Atlas, 1993.

BOWERSOX, D. J. COOPER M. CLOSS, J. D. **Gestão logística de cadeias de suprimentos.** São Paulo: Bookman, 2001.

BOWERSOX, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento.** São Paulo: Atlas, 2010.

BULGACOV, Sergio. **Manual de gestão empresarial.** 2ed. São Paulo: Atlas, 2006.

CHOPRA, S. MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação.** São Paulo. Prentice Hall, 2003.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor.** 2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos.** São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo.** – 2.ed. – Porto Alegre: Bookman, 2008

ERDMANN, R. H. **Administração da Produção: planejamento, programação e controle.** Florianópolis/SC: Papa-livro, 2007.

FARIA, A. C. **Gestão de custos logísticos.** São Paulo: Atlas, 2005.

FARIA, A. C., ROBLES, L. T., BIO, S. R. **Custos Logísticos: discussão sob uma ótica diferenciada.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 11., 2004, Porto Seguro. Anais. Porto Seguro: Associação Brasileira de Custos, 2004.

FLEURY, P. F; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística empresarial: uma perspectiva brasileira.** São Paulo: Atlas, 2000.

KRUGMAN, P. R. OBSTFELD, M. **Economia Internacional.** 6. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2005.

LAMBERT, D. M. **Strategic logistics management.** 3. ed. EUA. Irwin/McGraw-Hill, 1998.

LUSTOSA, L., MESQUITA, M.A., QUELHAS, O., OLIVEIRA, R. **Planejamento e controle da Produção.** Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2008.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação.** Rio de Janeiro: Campus, 2001.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala.** – 1.ed. – Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAURA, Glávio. **Fundamentos da logística.** Paraná: Instituto Federal, 2012.

PINHEIRO, N. M. G. **Avaliação de desempenho da produção puxada, empurrada e híbrida através de modelo de simulação: um estudo de caso em indústria gráfica.** 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba/PR, 2016.

ROMAN, D. **Estudo sobre os fatores de competitividade organizacional e seu impacto nas condições operacionais.** 2011. 175 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-graduação em Administração, Centro Sócio-Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

VOITTO. **Produção puxada e empurrada; entenda a diferença.** 08 de Janeiro de 2019. Il. color. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/producao-puxada-e-empurrada>. Acesso em: 22 mai. 2021