

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JOÃO MARCOS LINARES

A relação entre o pensamento de maximização da utilização de recursos e produção puxada: um estudo de caso em profundidade

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre profissional em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Moacir Godinho Filho

SÃO CARLOS-SP

2024

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

A ser elaborada na versão final do trabalho.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato João Marcos Linares, realizada em 09/05/2024.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Moacir Godinho Filho (UFSCar)

Prof. Dr. Gilberto Miller Devos Ganga (UFSCar)

Prof. Dr. Kleber Francisco Esposto (USP)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela realização desse objetivo.

A Emilly, minha esposa, companheira e mãe de nossos filhos Pedro e Alice. Obrigado pelo apoio, paciência e compreensão em todos os momentos.

Ao professor Dr. Moacir Godinho Filho pela orientação, direcionamento e toda contribuição para esta dissertação de mestrado.

Aos professores Dr. Gilberto Miller Devós Ganga e Dr. Kleber Francisco Esposto pelas valiosas recomendações para esta dissertação de mestrado.

Aos profissionais entrevistados na empresa estudada por possibilitar e fornecer as informações necessárias que contribuíram para o desenvolvimento dessa dissertação de mestrado.

Aos meus colegas, funcionários e professores do programa de pós graduação profissional em engenharia de produção da UFSCar.

RESUMO

O setor gráfico brasileiro é estratégico e importante que possibilita a disseminação de informação e melhoria na educação brasileira. Todavia é carente de pesquisas científicas em relação a metodologia e filosofia do *Lean Manufacturing*. O objetivo desse trabalho é avaliar a relação entre o pensamento de maximização da utilização de recursos, que contrasta com a filosofia do pensamento enxuto. Do ponto de vista conceitual e teórico, foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática que apresentou as dificuldades e quais abordagens há na literatura referente a implantação de produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda. Do ponto de vista empírico, realizou-se um estudo de caso em profundidade em uma empresa do setor gráfico brasileiro para entender os motivos e dificuldades que os líderes tomadores de decisão possuem em alterar uma mentalidade com foco em eficiência para uma mentalidade com foco em redução de desperdício, sendo a principal problematização na qual essa dissertação busca descobrir. Para responder as questões elaboradas na parte empírica, a pesquisa apresentou duas proposições de como as empresas devem buscar reavaliar suas estratégias e indicadores de eficiência e a implementação das práticas do Lean Manufacturing oferecem uma estrutura sólida para enfrentar os desafios organizacionais inerentes à mudança de mentalidade de eficiência em organizações.

Palavras-Chave: *Lean Manufacturing*; *Quick Response Manufacturing*; Produção Puxada; Taxa Ocupação; Eficiência.

ABSTRACT

The Brazilian graphics sector is strategic and important, enabling the dissemination of information and improvement in Brazilian education. However, there is a lack of scientific research regarding the methodology and philosophy of Lean Manufacturing. The objective of this work is to evaluate the relationship between the thinking of maximizing the use of resources, which contrasts with the philosophy of lean thinking. From a conceptual and theoretical point of view, a systematic bibliographic review was carried out that presented the difficulties and what approaches there are in the literature regarding the implementation of pull production in environments with a high variety of products and high seasonality of demand. From an empirical point of view, an in-depth case study was carried out in a company in the Brazilian graphics sector to understand the reasons and difficulties that decision-making leaders have in changing a mentality focused on efficiency to a mentality focused on reduction of waste, being the main problematization in which this dissertation seeks to discover. To answer the questions elaborated in the empirical part, the research presented two propositions on how companies should seek to reevaluate their strategies and efficiency indicators and the implementation of Lean Manufacturing practices offer a solid structure to face the organizational challenges inherent to changing the mentality of efficiency in organizations.

Key-words: Lean Manufacturing; Quick Response Manufacturing; Pull Production; Occupancy Tax; Efficiency.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Produção Empurrada..... | 26 |
| Figura 2 – Produção Puxada..... | 27 |
| Figura 3 – Modelo para condução da revisão bibliográfica sistemática – RBS Roadmap. | 32 |
| Figura 4 – Fluxograma da Revisão Bibliográfica..... | 34 |
| Figura 5 – Sistema CONWIP | 43 |
| Figura 6 – Etapas da pesquisa do estudo de caso | 60 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Dificuldades para implantação de produção puxada..... | 38 |
| Quadro 2 – Abordagens para implantação de produção puxada..... | 51 |
| Quadro 3 – Compilação de Dificuldades e Abordagens para implantação de produção puxada | 55 |
| Quadro 4 – Compilação de entrevistados..... | 64 |
| Quadro 5 – Resultados – Razões para Mentalidade Baseada na Eficiência..... | 72 |
| Quadro 6 – Resultados – Dificuldades para mudar Mentalidade de Eficiência..... | 79 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 PROBLEMATIZAÇÃO..... | 13 |
| 1.2 QUESTÕES E OBJETIVOS DE PESQUISA | 15 |
| 1.3 VISÃO GERAL DO MÉTODO DE PESQUISA | 16 |
| 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO | 17 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO BÁSICO | 19 |
| 2.1 <i>LEAN MANUFACTURING</i> E SUAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS | 19 |
| 2.2 O <i>QUICK RESPONSE MANUFACTURING</i> (QRM) | 21 |
| 2.3 PRODUÇÃO EMPURRADA X PRODUÇÃO PUXADA | 24 |
| 3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA | 31 |
| 3.1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS..... | 31 |
| 3.2 MÉTODO DE PESQUISA..... | 32 |
| 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 34 |
| 3.3.1 Dificuldades para implantação de produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda | 34 |
| 3.3.2 Abordagens para a implantação de produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda | 38 |
| 3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 53 |
| 4 ESTUDO DE CASO | 57 |
| 4.1 INTRODUÇÃO..... | 57 |
| 4.2 MÉTODO DE PESQUISA..... | 57 |
| 4.2.1 Definição da questão de pesquisa para o estudo de caso | 60 |
| 4.2.2 Seleção de caso: objeto de estudo | 61 |
| 4.2.3 Protocolo do estudo de caso | 62 |
| 4.2.4 Coleta de dados | 63 |
| 4.2.5 Análise de dados | 64 |
| 5 RESULTADOS | 67 |
| 5.1 PORQUE OS LÍDERES E/OU TOMADORES DE DECISÃO TÊM UMA MENTALIDADE DE EFICIÊNCIA, VISANDO MANTER MÁQUINAS E PESSOAS OCUPADAS PRÓXIMO A SUA CAPACIDADE MÁXIMA?..... | 67 |
| 5.2 QUAIS AS DIFICULDADES QUE TAIS GESTORES TÊM PARA ALTERAR UMA MENTALIDADE DE EFICIÊNCIA?..... | 72 |

| | |
|---|----|
| 6 DISCUSSÕES | 81 |
| 6.1 DESAFIOS DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL: UM CONTRASTE COM OS PRINCÍPIOS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> E <i>QUIC RESPONSE MANUFACTURING</i> | 81 |
| 6.2 SUPERANDO DESAFIOS: ABORDAGENS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> E <i>QUICK RESPONSE MANUFACTURING</i> PARA TRANSFORMAR A MENTALIDADE ORGANIZACIONAL | 83 |
| 7 CONCLUSÃO | 87 |
| 7.1 IMPLICAÇÃO TEÓRICA..... | 88 |
| 7.2 IMPLICAÇÃO GERENCIAL..... | 89 |
| 7.3 LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS | 89 |
| 8 REFERENCIAL | 91 |
| APÊNDICE A – PROTOCOLO DO ESTUDO DE CASO | 95 |
| APÊNDICE B – PRODUTO TECNOLÓGICO | 99 |

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo expõe uma visão geral sobre os elementos que compõem este Trabalho Final de Curso. É apresentado a problematização, os objetivos e as questões de pesquisa, uma visão geral do método de pesquisa e pôr fim a estrutura geral na qual a pesquisa é fundamentada.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

O setor gráfico brasileiro é um segmento importante e estratégico no cenário atual do país, devido principalmente a sua função de disseminação à informação de forma independente e coerente com as necessidades e anseios do país. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias Gráficas (ABIGRAF, 2023), o setor gráfico possibilita melhorar a educação brasileira principalmente no ensino básico e fundamental, setores esses com carência em um país em desenvolvimento, através da entrega com qualidade de produtos de escrita, cadernos e agendas para milhões de estudantes. Esse setor desempenha um papel fundamental em todos os setores de educação, além do mais estudar e desenvolver conhecimentos para a sociedade em relação a esse tipo de indústria é mais do que necessário para o país ter uma indústria competitiva em relação a seus pares internacionais.

Foi evidenciado por meio da revisão bibliográfica sistemática que o setor gráfico, tanto brasileiro quanto mundial, é carente de pesquisas qualitativas e quantitativas em relação a metodologia e filosofia do *Lean Manufacturing*. Portanto é necessário desenvolver estudos que possam ser compartilhados com outros pesquisadores para buscar cada vez mais referências teóricas e empíricas que estão diretamente relacionadas ao setor gráfico e em especial ao setor brasileiro.

Vale ressaltar que especificamente a empresa estudada que é o objeto de estudo dessa pesquisa está passando por uma implantação de *Lean Manufacturing* em seus processos há alguns anos e se deparou com diversas dificuldades para implantar produção puxada em suas linhas de produção, principalmente porque está inserida em um ambiente de produção com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda, devido ao fator principal conhecido como volta às aulas que ocorre anualmente concentrando seu faturamento em poucos meses do ano.

Abordar tal fenômeno significa investigar duas problemáticas da empresa estudada. Primeiramente precisa-se entender quais as dificuldades que outras empresas com as mesmas características têm na implementação da produção puxada, ou seja, empresa que possuem alta

variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda. Além disso necessita-se saber quais possíveis soluções existem disponíveis para tais dificuldades. Essa primeira problemática se refere muito mais a uma questão técnica/operacional, uma vez que as ferramentas utilizadas para a produção puxada (notoriamente o sistema *kanban*) não são adequadas para ambientes com alta variedade de produtos e sazonalidade (MONDEN, 1983; SPEARMAN, WOODRUFF e HOPP, 1990; KRISHNAMURTHY e SURI, 2009; TOMASEVIC et al., 2021; BECERRA et al., 2019). Diante disso, a presente pesquisa pretende primeiramente levantar as principais dificuldades encontradas e quais abordagens há na literatura referente a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda.

A segunda problemática refere-se mais a questão de mentalidade da gerência na aplicação da produção puxada. A literatura mostra que uma das principais dificuldades para a implantação de produção puxada nas empresas é a tradicional mentalidade de eficiência que ainda está arraigada nos líderes tomadores de decisão. De forma geral, as ações tomadas diariamente por parte dos gestores e os indicadores de produtividade e produção estão diretamente voltadas para aumento de eficiência de equipamentos, funcionários e estações de trabalho, que vai na contra mão de se produzir apenas o necessário, consonante à demanda, a base dos princípios enxutos(LIKER, 2004). Também uma abordagem complementar ao *Lean Manufacturing*, denominada *Quick Response Manufacturing* (SURI, 2010) advoga contra a mentalidade voltada unicamente em eficiência.

A presente pesquisa pretende abordar ambas as correntes de investigação. Primeiramente na parte teórica serão revisadas as principais dificuldades encontradas e quais abordagens há na literatura referente a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda. Na parte empírica foi desenvolvido um estudo de caso com o intuito de entender os motivos e dificuldades que os líderes tomadores de decisão dessa empresa possuem em alterar uma mentalidade com foco em eficiência para uma mentalidade com foco em redução de desperdício, sendo a principal problematização na qual esse Trabalho Final de Curso busca compreender.

O objeto de estudo da parte empírica dessa pesquisa é uma indústria gráfica responsável pela produção de diversos itens do ramo de papelaria, destacando-se pela fabricação de agendas e produtos para casa e escritório, principalmente cadernos. A empresa é uma das líderes no mercado brasileiro, tem uma história de mais de 90 anos e possui milhares de clientes ativos em todo o Brasil e alguns clientes internacionais. Possui um sólido departamento de vendas que atende a grande maioria de municípios de todo o Brasil, contando com equipe interna e vários representantes de vendas espalhados pelos estados brasileiros. Além do mercado interno, a

empresa a ser estudada também exporta diversos tipos de produtos fabricados em sua planta no Brasil, com destaque para a América Latina.

Além dos produtos fabricados no Brasil, diversos itens do ramo de papelaria como canetas, lápis, borrachas, lousas, giz de cera, etc., são importados do mercado asiático e vendido no Brasil. É uma multinacional e seu controle acionário se localiza nos Estados Unidos da América. Além disso, conta com uma cadeia de suprimentos bem estabelecida, sendo um ponto forte no alcance de clientes e fornecedores. Dessa forma, pode-se afirmar que as vendas sazonais ocorrem não por falta de clientes e pedidos ao longo do ano, mas ocorre devido a uma característica de mercado, ocorrendo muita concentração devido ao evento anual de voltas às aulas que no Brasil ocorre entre os meses de janeiro e fevereiro.

1.2 QUESTÕES E OBJETIVOS DE PESQUISA

Este Trabalho de Final de Curso tem como objetivo primeiramente estudar as principais dificuldades encontradas e quais abordagens há na literatura referente a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda. Após isso, o presente trabalho também investigará motivos e as dificuldades que levam os líderes tomadores de decisão de uma empresa gráfica a permanecer com uma mentalidade de busca incessante de eficiência, mesmo sabendo que através de pesquisa científica, cases de sucesso, benchmarking de boas práticas e exemplos de sucesso realizados por parte de outras empresas, a mentalidade de redução de desperdícios e atendimento de valor ao cliente possibilita ganhos em termos financeiros muito maiores que continuar com uma mentalidade de eficiência. Em outras palavras, a presente pesquisa visa responder as seguintes questões de pesquisa:

Q1) Quais as principais dificuldades encontradas e quais abordagens há na literatura referente a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda

Q2) Porque os líderes e/ou tomadores de decisão têm uma mentalidade de eficiência, visando manter máquinas e pessoas ocupadas próximo a sua capacidade máxima?

Q3) Quais as dificuldades que tais gestores tem para alterar uma mentalidade de eficiência para uma mentalidade enxuta?

1.3 VISÃO GERAL DO MÉTODO DE PESQUISA

A primeira parte da pesquisa envolverá uma revisão da literatura, com objetivo de levantar as dificuldades encontradas para a implantação de produção puxada e quais referente a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda. Há diversos ambientes de produção que dificultam a implantação de produção puxada, e este estudo precisa inicialmente entender o que a literatura acadêmica possui de informações detalhadas e precisas em relação ao tema.

Para atingir os objetivos empíricos desse projeto de pesquisa, é proposto um estudo de caso envolvendo uma empresa do setor gráfico brasileiro através de uma pesquisa qualitativa com intuito de descobrir a visão dos vários níveis de gestão da empresa, principalmente os cargos de líderes tomadores de decisão, em relação a alta utilização de seus recursos de fabricação, contrapondo a ter uma mentalidade mais voltada para a redução de desperdício.

A abordagem qualitativa tem como ênfase a perspectiva do indivíduo que está sendo estudado, focando nos processos do objetivo de estudo e é composta por algumas características como subjetividade na interpretação dos indivíduos entrevistados, contexto do ambiente de pesquisa, abordagem não estruturada, múltiplas fontes, proximidade com o fenômeno estudado e importância da realidade organizacional (BRYMAN, 2015).

O método de pesquisa é um estudo de caso único, na qual a interação do pesquisador e o objeto de estudo será por meio de entrevistas, observações e consulta a documentos. O fenômeno será estudado em seu ambiente natural e a teoria e conclusões geradas a partir da compreensão obtida através da observação da prática real com a presença passada do pesquisador conforme proposto por Voss, Tsiriktsis e Frohlich (2002).

É realizado um protocolo com uma estrutura bem definida para o estudo de caso único, estabelecendo passo a passo conforme proposto por Voss, Johnson e Godsell (2016) e Stuart et al. (2002). Esses passos iniciam-se na definição da questão de pesquisa, a seleção do objeto de estudo, o protocolo do estudo de caso, a coleta de dados, a análise de dados e por último apresentação dos resultados.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi estruturado em sete capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução sobre o tema de pesquisa; o segundo capítulo apresenta o referencial teórico sobre o tema estudado, mostrando o conceito sobre *Lean Manufacturing*, suas principais ferramentas e a definição do *Quick Response Manufacturing*; o terceiro capítulo é uma revisão bibliográfica sistemática da literatura com objetivo de compreender as dificuldades para implantação de produção puxada e quais as abordagens que há na literatura referente a este tema; o quarto capítulo é desenvolvido o estudo de caso, dividido no método de pesquisa, no objeto de estudo, no protocolo do estudo de caso, na coleta e análise de dados; o quinto capítulo os resultados alcançados com intuito de responder as questões de pesquisa do presente projeto de pesquisa; o sexto capítulo as discussões e apresentação das proposições elaboradas através dos resultados alcançados; o sétimo capítulo uma conclusão e por último as referências bibliográficas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO BÁSICO

Este capítulo está organizado em 3 seções. Diante dos objetivos do presente trabalho se faz necessário primeiramente apresentar modelos de gestão sobre a mentalidade da eficiência. No caso o *Lean Manufacturing* e o *Quick Response Manufacturing*. Dessa forma, a primeira seção descreve e conceitualiza o *Lean Manufacturing*, seus princípios e suas principais ferramentas. A segunda seção apresenta o *Quick Response Manufacturing e seus princípios*. A terceira seção dá um foco especial a uma ferramenta vital do *Lean Manufacturing* para se conseguir um fluxo enxuto: a produção puxada. Essa seção também traz um comparativo entre produção empurrada e produção puxada, exemplificando através de figuras uma comparação entre ambas as formas de produção

2.1 LEAN MANUFACTURING E SUAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS

O *Lean Manufacturing* tem como objetivo a redução de desperdícios e a busca sistemática na melhoria de produtividade e ser *lean* ou enxuto é geralmente entendida como uma filosofia de gestão. A origem do *Lean Manufacturing* vem do sistema Toyota de Produção (STP) e esse termo foi amplamente difundido por Womack, Jones e Roos (1992) no livro "A Máquina que Mudou o Mundo". Ainda segundo esses autores, a empresa Toyota após a Segunda Guerra Mundial, na qual sem capital para manter altos níveis de estoques, foi obrigada a buscar máxima eficiência de seu processo com poucos recursos. Dessa forma foi desenvolvido um sistema de produção baseado em princípios que buscam a redução de estoques, a eliminação de desperdícios e a busca contínua de melhorias em todos os processos.

Ainda de acordo com Womack, Jones e Roos (1992) o *Lean Manufacturing* pode ser definido como uma abordagem operacional e estratégica que visa sistematicamente reduzir desperdícios continuamente, engajando todas as partes da organização através da entrega de valor aos clientes. Engajamento nesse caso pode ser entendido como o alto envolvimento e suporte ativo da gerência e diretoria e a plena participação por parte dos operadores e nenhuma resistência para alcançar os benefícios que a filosofia *Lean* pode trazer.

Segundo Liker (2004), após a Segunda Guerra Mundial a Toyota comparando com a Ford e GM estava em uma condição muito precária e diferente. As montadoras americanas usavam a produção em massa e economia de escala para produzir muitas partes quanto possível e mais baratas quanto possível. Em contrapartida a Toyota estava localizada no mercado japonês, muito menor que o americano e precisava produzir uma variedade de veículos na

mesma linha de montagem. Dessa forma foi necessário ter alta flexibilidade em suas linhas de montagem. Esse cenário ajudou a Toyota a buscar alta qualidade, melhorar a resposta ao consumidor, melhorar a produtividade e melhorar a utilização dos equipamentos e espaço utilizado. Dessa forma a Toyota focou em eliminar desperdícios de tempo e material em todos os seus processos de produção.

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de manufatura que diminui significativamente o tempo entre o pedido de um cliente e a entrega de um produto ou bem de serviço, eliminando fontes de desperdícios. A eliminação de desperdícios precisa de um entendimento claro entre o que é o desperdício em si e o que é valor para a organização e clientes.

Ainda segundo Liker (2004) o Sistema Toyota de Produção é mais do que uma implantação de técnicas e ferramentas. É uma filosofia que é muito dependente das pessoas. Esse sistema foi dividido em 14 princípios, a saber:

1. Basear suas decisões gerenciais em uma filosofia de longo prazo, ao invés de metas financeiras de curto prazo;
2. Criar fluxo de processo contínuo para mostrar os problemas existentes;
3. Usar sistema puxado para evitar superprodução;
4. Nivelar sua carga de trabalho;
5. Criar uma cultura de parar para resolver os problemas. Qualidade em primeiro lugar;
6. Padronizar tarefas é a base para melhoria contínua e empoderamento dos empregados;
7. Usar controle visual para não esconder os problemas;
8. Usar somente confiança, testar antes de implantar tecnologia;
9. Promova líderes que entendam o trabalho, vivam a filosofia e ensine os outros;
10. Desenvolva pessoas e times excepcionais que sigam a filosofia da companhia;
11. Respeite seus parceiros e fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar;
12. Vá e veja você mesmo para entender a situação atual;
13. Tome decisões devagar por consenso, considerando todas as opções. Implemente as decisões rapidamente;
14. Torne uma organização de aprendizado através de reflexões e melhoria contínua (*Kaizen*).

De acordo com esses princípios *Lean*, há 7 tipos de desperdícios que precisam ser minimizados para reduzir custos: superprodução, espera, transporte desnecessário, excesso de processamento, estoque desnecessário, movimentação desnecessária e defeitos ou retrabalhos (LIKER, 2004). Para minimizar esses desperdícios, o *Lean Manufacturing* utiliza-se do

conceito de peça única que tem como objetivo e ênfase na produção entre as operações sem causar interrupções e perdas de matéria prima.

Além desses conceitos, há muitas técnicas e ferramentas para minimizar os desperdícios como *Just in time*, produção puxada, *takt time*, nivelamento de produção, a célula de trabalho, 5S, TPM, etc.

2.2 O *QUICK RESPONSE MANUFACTURING* (QRM)

Há uma desconexão entre manter uma alta utilização de recursos e baixar os níveis de WIP, que é um dos principais objetivos em ter o sistema de produção controlado por produção puxada ou *kanban* (SURI, 2010; LIKER, 2004). Suri (2010) informa que muitas técnicas e ferramentas do *Lean Manufacturing*, como exemplo o *takt time* e o *kanban*, são projetados para reduzir ou eliminar a variabilidade nas tarefas e operações para criar um fluxo contínuo de valor. Essas ferramentas são muito efetivas para ambientes com grandes volumes de produção, mas pode não ser a melhor estratégia para ambientes com baixo volume, alta variedade ou produtos personalizados. Para Suri (2010), há dois tipos de variabilidade:

1. Variabilidade disfuncional – exemplos erros de produção, sistemas ineficazes, retrabalho, alteração de prioridades e datas e entrega, demandas agregadas devido a interfaces mal planejadas entre vendas e clientes, etc.
2. Variabilidade estratégica – é o tipo que a organização usa para ter sua vantagem competitiva no mercado a qual está inserida, como exemplos a capacidade de lidar com mudanças inesperadas na demanda oferecendo uma grande opção aos clientes e oferecendo produtos personalizados

Suri (2010) deixa claro que as empresas não devem eliminar a variabilidade estratégica, principalmente se for a base de sua vantagem competitiva. Utilizando a abordagem do *Quick Response Manufacturing*, a variabilidade estratégica não deve ser eliminada, mas explorada da melhor forma possível, projetando organizações e os sistemas de suporte para lidar efetivamente com essa variabilidade atendendo bem o mercado consumidor. Uma crença tradicional dos gestores é que todos os funcionários precisam trabalhar mais rápido, com mais dedicação e por mais horas a fim de realizar os trabalhos em menos tempo. O QRM tem como um dos princípios encontrar maneiras novas e diferentes para concluir um trabalho com foco principal na minimização do tempo de espera.

O autor propõe a seguinte métrica no QRM, que é o *Manufacturing Critical-path Time* (MCT) que pode ser traduzido como tempo de caminho crítico de fabricação. O MCT é a

quantidade de tempo calendário desde que um pedido é criado até a geração da primeira peça entregue ao cliente. A abordagem proposta pelo QRM é muito simples e singular em sua estratégia, fazer da redução do MCT a principal medida de desempenho em toda a organização e de todos os seus fornecedores. De fato, Suri (2010) mostra que muitos departamentos internos e fornecedores externos tendem a aumentar seus prazos de entrega para que seus indicadores de entrega no prazo pareçam ser boas, e em vez de ajudar a reduzir o MCT, fazem o contrário aumentando significativamente o *lead time* total de entrega. A meta principal da organização precisa ser o MCT da célula de fabricação e em seguida o objetivo deve ser continuar reduzindo o seu valor.

Suri (2010) mostra que a demanda de produção é imprevisível, subindo e descendo a cada semana, e a estratégia de manter os recursos ocupados exigirá a necessidade de ter um *backlog*. Todavia o mais prejudicado é o cliente final, pois é esse que está no *backlog* aguardando entrega de um produto ou serviço. Dessa forma, as empresas para maximizar a utilização de seus recursos, faz os clientes esperarem um longo tempo. Concluindo, a estratégia baseada em custo de alta utilização da capacidade requer a necessidade de um *backlog* e isso é o oposto de ser responsivo a seus clientes. Historicamente o custeio baseado na divisão de tarefas foi proposto e funcionou muito bem com o fordismo e atualmente é um sistema com muitas deficiências porque diferente de Henry Ford que projetou um sistema para fazer o mesmo produto repetidamente com muita pouca variedade. Nos dias atuais a variedade de produtos e produtos personalizados aumentou muito e é necessário encontrar uma nova estrutura que mantenha a empresa competitiva nesse ambiente desafiador. Suri (2010) apresenta a necessidade de realizar quatro alterações nas empresas para ter uma resposta rápida para uma demanda variável:

1. Alterar o layout de fábrica do modelo funcional para o celular;
2. Do controle de cima para baixo para um controle de equipe autogerenciável;
3. De funcionários especializados para uma força de trabalho altamente treinada em diversos tipos de trabalho;
4. Alterar metas de eficiência e utilização de recursos para metas que visam a redução do MCT.

Essa pesquisa irá priorizar a quarta necessidade descrita acima, que é ter metas de redução de MCT. Para Suri (2010) se um funcionário está sendo medido na eficiência e utilização de sua máquina, qual é o incentivo para reservar um tempo para reuniões de equipe, treinamento operacional ou realizar uma melhoria? Pelo contrário, o operador irá focar suas ações em fabricar produtos e manter a máquina o máximo possível ocupado. Enquanto o valor

do MCT for baixo e continuar caindo, a administração não precisa se preocupar em quem está operando o equipamento ou se sua equipe está gastando muito tempo em reunião ou se o equipamento está ficando muito ocioso. O autor informa que muitas células de fabricação são definidas pelo *takt time*, dificultando a flexibilidade e com supervisores e gerentes realizando micro gerenciamento nas operações medindo os operadores com métricas de utilização e eficiência.

De forma geral, há uma crença que para obter produção rapidamente é necessário manter máquinas e pessoas ocupadas o tempo todo, derivando da abordagem baseada em custos, que leva a administração a maximizar a utilização de recursos a fim de minimizar o número de recursos necessários. Segundo o autor a dedicação de recursos pode representar um problema quando a administração utiliza a mentalidade tradicional baseada em custos, porque os recursos podem não ser necessariamente utilizados o tempo todo. Deve-se avaliar o custo do sistema total e qual é o retorno que é esperado obter do sistema. Não deve ser avaliado a utilização dos equipamentos. Isto é, é necessário avaliar a viabilidade da célula como um todo. Se for viável financeiramente, deve-se ir em frente e implementá-lo sem a necessidade de micro gerenciamento da utilização de recursos com base em métricas de gerenciamento tradicionais.

Suri (2010) apresenta uma armadilha da alta administração, perguntando como poderia ser ruim insistir em alta utilização. Ele responde que à medida que é aumentado a utilização dos recursos, é criada fila de espera cada vez maiores para os trabalhos, sendo o oposto de resposta rápida que as empresas estão buscando. Um outro princípio do QRM apresentado é a necessidade de planejar estrategicamente a capacidade ociosa de uma empresa, e o carregamento planejado dos recursos deve ser mantido abaixo de 85% ou mesmo abaixo de 75% em muitos casos. A necessidade de ter uma capacidade sobressalente é devido a variabilidade que todos os processos possuem e estão inseridos. A variabilidade, como exemplos, pode ser uma demanda variar muito de semana a semana ou até mesmo de dias a dias, os trabalhos podem durar mais tempo que o esperado, um setup demorar muito mais que o planejado, uma matéria prima não chegar a tempo, problemas de qualidade, retrabalho, entre outras.

É necessário investir em mais capacidade ociosa para ambientes com muita variabilidade, pois a ociosidade permite que os funcionários recebam treinamentos adequados, melhorias são realizadas no processo, estudo e projetos para redução de setup, etc. Vale ressaltar que esse investimento em capacidade ociosa não significa compra de equipamentos ou adicionar pessoas nos processos por exemplo. Pode ser melhorias de redução de setup, redução de tempo de operação, reduzir retrabalhos, não produzir para estoque e reduzir absenteísmo por

exemplo. Quando a operação está em alta utilização, ou seja, com muito pouco tempo ocioso, um pequeno investimento em capacidade ociosa resulta em uma grande redução no tempo de fluxo.

Outra crença do método tradicional de produção que para reduzir os prazos de entrega, é necessário melhorar as eficiências do processo. Na verdade, o autor mostra o contrário, que melhoria de eficiência resulta em longos prazos de entrega. Ele informa que o conceito de eficiência não é ruim, mas sim a medida de eficiência usada que resulta em comportamentos disfuncionais. Geralmente a fórmula para cálculo de eficiência é a divisão entre o tempo total de horas disponíveis e tempo total de horas pagas. Essa fórmula reforça em muito a produção em lotes grandes. A métrica correta deve ser a redução do MCT a principal medida de desempenho da corporação.

Suri (2010) mostra que os tamanhos de lote na maioria das empresas são grandes demais e a razão para isso é que eles foram derivados usando regras de custeio que não incorporam nenhuma dinâmica do sistema. E em termos de custeio, é necessário superar obstáculos, pois quando ocorre a redução de lotes, o custo padrão por peça irá aumentar. Há duas ações a se fazer nesse caso, primeiro trabalhar para reduzir o tempo de setup e segundo reexaminar a sobrecarga alocada as partes da célula de trabalho. O MCT mais curto significa que os custos indiretos relacionados as peças devem ser muito menores.

2.3 PRODUÇÃO EMPURRADA X PRODUÇÃO PUXADA

Segundo Moura (1989), os objetivos de uma produção puxada são:

1. Minimizar o inventário em processo;
2. Minimizar a flutuação de estoque em processo de modo a simplificar o seu controle;
3. Reduzir o lead time de produção;
4. Evitar a transmissão de volume de produção de um processo posterior a um processo anterior;
5. Elevar o nível de controle da fábrica através de descentralização, dando aos operadores e supervisores um papel de controle de produção e de estoque;
6. Reagir mais rapidamente à mudança da demanda e reduzir os defeitos.

De acordo com Liker (2004) um dos princípios do *Lean Manufacturing*, especificamente o terceiro princípio, trata-se de usar sistemas "puxados" de produção para evitar a superprodução. Importante definir o real significado de superprodução, que se trata de produzir mais do que o necessário ou antes do que o necessário em um determinado momento.

Segundo Taiichi Ohno (LIKER, 2004) quanto mais estoque uma empresa possui, menos provável é que tenha o que precisa.

O princípio da puxada de produção contrasta com a produção empurrada. Nas empresas em geral, tanto produtos físicos ou serviços são frequentemente empurrados para o mercado, podendo ser vendido de forma imediata ou levar muito tempo para ser adquirido pelo consumidor. O mercado em geral tenta vender esse tipo de produto e o resultado é um grande estoque que fica parado, utilizando recursos financeiros mal empregados.

No modelo Toyota de Produção, puxar é o estado da arte da produção, ou seja, entregar ao cliente o que ele precisa, quando ele quer e na quantidade desejada. Há muitas ferramentas e formas de transformar uma produção em massa caracterizada pela produção empurrada em produção puxada e o melhor exemplo é o uso de supermercados, que se bem administrados geram uma melhoria significativa no fluxo de produção. O uso de supermercados reduz significativamente a quantidade de estoques intermediários, mas você continua com um estoque controlado, e em vez de empurrar esse material para o “*buffer*” com base em uma programação de produção definida por previsão de vendas, é meramente observado o que o cliente está precisando e o item é repostado antes que acabe.

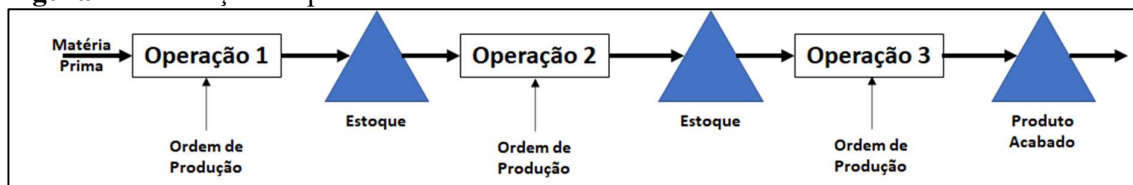
Dessa forma é correto afirmar que o Sistema Toyota de Produção não possui estoque zero, mas sim estoques controlados ao longo de todo o processo produtivo, fazendo com que os materiais em processo sigam um fluxo padrão pré-determinado. Também é correto afirmar que esses estoques controlados somente são possíveis devido à produção puxada que controla cada etapa do processo produtivo a quantidade exata a ser processada. Os estoques intermediários são repostos utilizando-se o sistema puxado.

Em contraste com a produção puxada, as empresas que possuem um sistema baseado na produção em massa e conseqüentemente na produção empurrada possibilitam que seus departamentos trabalhem com um pensamento de empurrar toda a produção para a próxima estação de trabalho. Dessa forma, os departamentos ou equipamentos tentarão minimizar os números de *setups*. Como resultado, um determinado equipamento tentará produzir todos os itens de maior volume logo no início da semana e como cada equipamento estará fazendo o mesmo não há coordenação real entre eles. Com o tempo estoques intermediários ou amortecedores são criados entre os equipamentos. Desta forma, cada equipamento trabalhando de forma independente, há a produção empurrada e criação de material em estoque (LIKER, 2004).

Para uma melhor compreensão do sistema puxado de produção é importante conceituar o que é produção empurrada. Esta, tem como princípio a produção em grandes lotes na qual

gera diversos problemas de desperdícios na manufatura em geral, tais como geração de gargalos, altos níveis de estoque intermediários ou *work in process* (WIP) e grandes estoques de matéria prima e produtos acabados. Esse tipo de produção utiliza-se do conceito para satisfazer a economia de escala. Todavia, devido às incertezas internas como quebras, defeitos, atrasos que aumentam desconexão entre o que está sendo produzido e o que está sendo consumido internamente e as incertezas de mercado e mudanças rápidas nas necessidades do mercado consumidor, a produção em massa corre o risco de empurrar produtos ao mercado para uma demanda que não existe mais e, portanto, terminar com estoques que não serão consumidos pelo amplo mercado consumidor. A Figura 1 apresenta um esquema de uma produção empurrada. Cada operação do sistema produtivo recebe ordens de produção separadamente, e conforme cada ciclo de produção que a operação possui, vão gerando estoques intermediários (WIP) sem ter uma conexão com a operação seguinte. Dessa forma estoques são gerados pois é difícil ter controle sob um sistema com essas características.

Figura 1 – Produção Empurrada



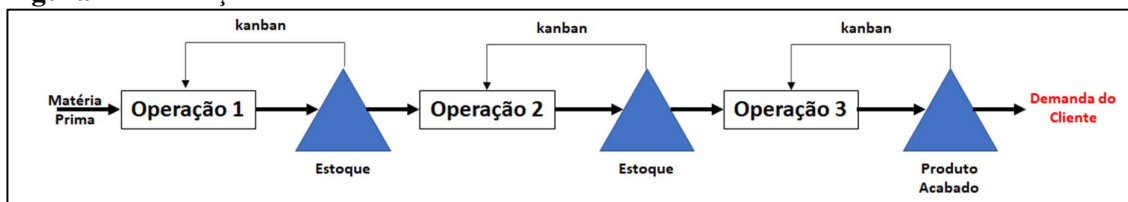
Fonte: o autor

A produção em massa convencional de produtos em grandes lotes apresenta e gera diversos problemas na manufatura já conhecidos, como geração de gargalos ao longo da produção, altos níveis de estoques intermediários (WIP) e grandes estoques de matéria prima e produtos acabados. Por outro lado, ter pequenos lotes de produção reduz espaço utilizado por estoques, reduz a necessidade de capital e permite uma rápida resposta as necessidades do mercado através da produção puxada. Além disso reduz a superprodução ou produção em excesso, a espera e ociosidade em produzir o volume apropriado para o próximo processo. Reduzir o WIP é necessário para reduzir o tempo de ciclo, desperdícios e movimentações que não agregam valor.

A produção em massa utiliza-se do conceito de produção empurrada para satisfazer a economia de escala. Todavia devido as incertezas de mercado e mudanças rápidas nas necessidades do mercado consumidor, a produção em massa corre o risco de empurrar produtos ao mercado para uma demanda que não existe mais e, portanto, terminar com estoques que não serão consumidos pelos consumidores.

A Figura 2 apresenta um modelo de produção puxada. Nesse modelo os produtos são puxados pelas necessidades do mercado, através de uma demanda definida pelos clientes, ao contrário de ser empurrado para o consumidor através de superprodução e às custas de altos estoques em todas as etapas do ciclo de produção. Na produção puxada uma atividade inicia e puxa suas predecessoras com objetivo de reduzir tempo de ciclo. Atividades que iniciam sem ser solicitadas são consideradas desperdícios de superprodução. Segundo Spearman, Woodruff e Hopp (1990) o sistema puxado não programa a primeira estação de trabalho, ele autoriza a produção a partir da última estação de trabalho. Segundo Leonardo et al. (2017a), a “puxada” ocorre através de um *kanban*, que é uma palavra japonesa que significa sinal. Esse foi o modelo desenvolvido pela Toyota para controlar a manufatura. Os cartões *kanban* são usados como um meio de informação e comunicação e sua principal função serve para controlar os níveis de estoques intermediários. Esse sistema permite manter os estoques mais baixos possíveis sem comprometer o fluxo de produção. Quando o WIP da operação posterior está baixo, o cartão *kanban* permite iniciar a produção da operação anterior. O *kanban* também pode ser definido como um mecanismo de controle do fluxo de material, controlando a quantidade e o tempo de produção. Vale ressaltar que a quantidade de cartões define a quantidade de WIP dentro do processo produtivo (SPEARMAN; WOODRUFF; HOPP, 1990).

Figura 2 – Produção Puxada



Fonte: o autor

Dessa forma, ter um sistema de produção puxada possibilita o processo ter pequenos lotes de produção, consequentemente reduzindo espaço utilizado por estoques, reduzindo a necessidade de capital e permitindo uma rápida resposta às necessidades de demanda do mercado. Além disso, reduz a superprodução ou produção em excesso e a espera e ociosidade em produzir o volume apropriado para o próximo processo. Reduzir o WIP é necessário para reduzir o tempo de ciclo, desperdícios e movimentações que não agregam valor.

Segundo Moura (1989) *kanban* é uma palavra japonesa que tem o significado de cartão, registro visível ou placa e se espalhou pelo mundo durante a década de 80. *Kanban* não é o *just-in-time*, inventário zero ou só pode ser utilizado em fornecedores. É um sistema de puxar as

necessidades de materiais, peças e produtos em um ambiente bem sincronizado de produção visando obter o máximo de flexibilidade com a redução de *lead time*, expondo os problemas de produtividade no chão de fábrica e requerendo o engajamento e envolvimento de todos na solução. Além disso, o *kanban* é um sistema de controle no chão de fábrica porque transmite informações da produção aos postos de trabalho interligados. A tradução de *kanban* é registro visível de controle de produção e ele geralmente é visto na forma de um cartão, entretanto pode ser qualquer sinal.

É importante termos em mente alguns aspectos sobre o sistema *kanban*. Primeiro o *kanban* não é inventário zero e é uma miopia introduzi-lo com o objetivo de não ter problemas, ou seja, os problemas de programação e controle da produção desaparecerão, mas surgirão outros tipos de problemas que precisam ser eliminados as suas causas e não deve culpar o *kanban* por esses problemas (MOURA, 1989). Segundo o tamanho do inventário é o tamanho da incapacidade da empresa de resolver os problemas. O *kanban* proporciona uma maior flexibilidade, simplicidade, visibilidade e controle visual e um dos objetivos do sistema *kanban* é mostrar onde você tem problemas, tais como setup, gargalos, qualidade, manutenção, layout, etc.

Moura (1989) faz uma citação muito inteligente sobre esse tema: “se compararmos a manufatura com o corpo humano, o departamento de controle de produção tem a função do cérebro e o *kanban* age como o sistema nervoso. Se uma pessoa tiver problemas de coordenação motora ou de reflexos, ela corre o risco de se ferir ou ficar doente. Na corporação não importa o quanto o cérebro seja excelente, a corporação tem saúde se não tiver boas funções nervosas”.

Segundo Picchi (2021), o sistema empurrado é aquele que a empresa processa grandes lotes de produção, na maioria das vezes no máximo de sua capacidade através de uma previsão de demanda. Além disso, não leva em conta variações reais dos processos seguintes. Vale ressaltar que o sistema empurrado tenta “adivinhar” qual será a demanda e quanto será vendido de cada tipo específico de produto e libera ordens de produção em grandes lotes referente aquelas quantidades esperadas. Isso faz com que ocorra a geração de grandes estoques de produtos acabados que venderam menos que a previsão e a ocorrência da perda de vendas de produtos que faltaram produzir.

Picchi (2021) enfatiza que o sistema empurrado tem uma cultura de geração de estoques, de produtos acabados, em processo ou matéria-prima, gerando de fato desperdícios adicionais. Cada vez mais, sistemas puxados são implantados e utilizados nas empresas dos mais diversos ramos de atividade. Segundo Picchi (2021) o uso desse sistema possibilita melhorar a

flexibilidade, dando uma resposta cada vez mais rápida para os mercados consumidores que estão muito imprevisíveis e incertos.

Muitas empresas estão revisando como organizar sua produção em momentos incertos, e Picchi (2021) levanta essa questão em como se organizar: tenho uma visão tradicional através de um sistema empurrando tentando se proteger com grandes lotes e mais estoques ou reforçando o conceito de um sistema puxado? O Sistema puxado se ajusta às variações de demanda, ficando próximo daquilo que os clientes desejam e ressalta que variações bruscas no mercado também afetam as empresas que adotam a filosofia de produção puxada, mas estas possuem uma capacidade muito grande para se adaptar a essas mudanças repentinas.

Segundo Moura (1989) o sistema de empurrar caracteriza-se como o sistema tradicional conhecido que faz a programação de produção. Conforme as peças são processadas de acordo com o programa, elas são empurradas para o próximo processo independentemente de serem ou não necessárias naquele momento e empurrar pressupõe que a previsão de vendas está correta e toda a empresa opera achando que está correta e vai dar certo. Já o sistema puxado, conforme as peças são necessárias por um posto de trabalho, elas são requisitadas e conduzidas (puxadas) até este posto de trabalho. A puxada parte do princípio de somente produzir quando houver vendas e toda a empresa cria condições para reduzir o ciclo de manufatura.

Em termos de manufatura, empurrar significa processar antes de um pedido, isto é, em antecipação a uma necessidade (MOURA, 1989). Já puxar significa não processar até a solicitação, ou seja, sob pedido. Os objetivos básicos de um sistema puxado são minimizar o inventário.

3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Este capítulo tem como objetivo responder à questão 1 do presente trabalho. O capítulo inicia com a introdução e objetivos, depois é apresentado o método de pesquisa, seus resultados e discussões e por último considerações finais.

3.1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Este estudo inicia-se no levantamento das dificuldades encontradas para a implantação de produção puxada e quais abordagens há na literatura referente a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda. Academicamente é importante realizar essa revisão bibliográfica sistemática porque é necessário encontrar através de diversos artigos publicados nas principais bases de pesquisa o que há na literatura referente ao estado da arte de produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda. O objetivo desse capítulo é entender por que há diversos ambientes de produção que dificultam a implantação de produção puxada, e é preciso antes de mais nada entender o que a literatura acadêmica possui de informações detalhadas e precisas em relação ao tema.

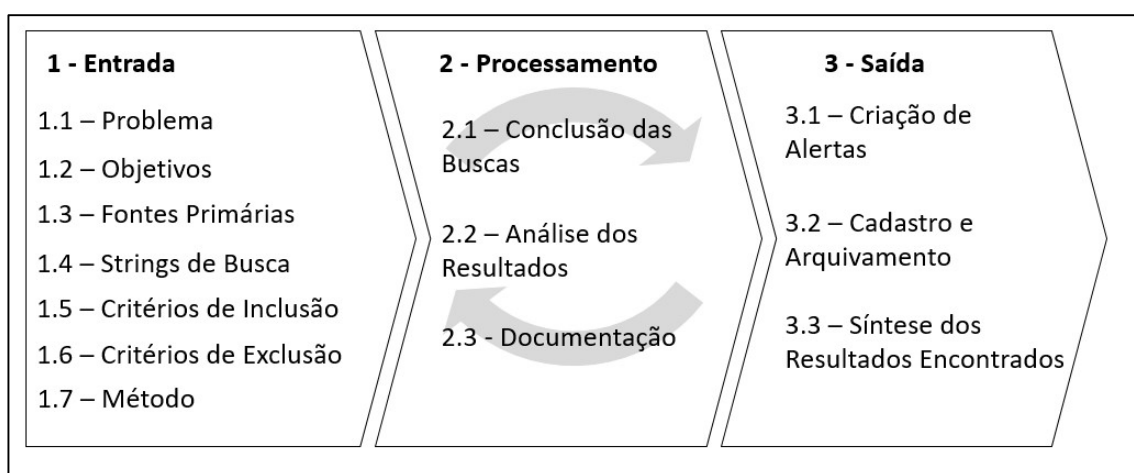
3.2 MÉTODO DE PESQUISA

Para responder essas questões, o estudo propõe uma revisão bibliográfica sistemática (RBS) que tem como base a sistemática desenvolvida por Conforto, Amaral e Silva (2011) na qual apresentam um roteiro para a elaboração de uma RBS na área de gestão de operações contribuindo para sistematizar e criar um procedimento para revisão sistemática da literatura. Os autores informam que a RBS é um método científico e sistemático para a busca e análise detalhada de artigos em uma determinada área da ciência a ser estudada. Importante destacar que a RBS é o primeiro passo para qualquer pesquisa científica e tem um caráter exploratório na busca e levantamento de dados (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011). Uma RBS bem elaborada, utilizando método científico permite que outros pesquisadores utilizem os dados e resultados de forma confiável na qual permite reutilizar dados já finalizados e estudados. O método de Conforto, Amaral e Silva (2011) segue uma estratégia para realizar buscas de artigos através da repetição de ciclos contínuos até encontrar o que o pesquisador deseja e tem como

objetivo principal, permitindo compilar dados, desenvolver hipóteses, encontrar o melhor método de pesquisa para o problema a ser estudado.

Conforto, Amaral e Silva (2011) definem o processo de RBS em 3 fases: entrada, processamento e saída conforme mostrados na figura 3. Na fase de entrada, parte-se do problema a ser estudado que nesse caso é levantar quais dificuldades mencionadas na literatura para a implantação de produção puxada e quais abordagens há na literatura referente a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda.

Figura 3 - Modelo para condução da revisão bibliográfica sistemática – RBS Roadmap



Fonte: Adaptado de Conforto, Amaral e Silva (2011)

A partir desse problema, a próxima etapa é identificar o objetivo de buscar na literatura artigos que colaboram para responder essas perguntas, que no caso dessa dissertação é levantar dados sobre dificuldades e abordagens existentes na literatura para implantação de produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda. Outro objetivo é utilizar a RBS para identificar lacunas na teoria existente, possibilitando identificar as pesquisas que já foram realizadas no assunto e o que falta pesquisar (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011).

As fontes primárias foram as bases de dados *Scopus* e *Web of Science*. As *strings* de busca foram definidas de acordo com palavras chave referente ao tema, o problema a ser pesquisado e o ramo da empresa estudada que está inserida nesse ambiente de alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda. Depois foram agrupadas em categorias para facilitar as buscas nas bases conforme descrito abaixo:

- Sistema Lean: *Lean, Lean Manufacturing, Lean Production, Lean Production System e Lean Thinking, Pull Production e Pull System*
- Sazonalidade e Sistemas de Produção: *Unstable Demand, Demand Variability, Demand Uncertainty, High Variety, Make to Order e Engineering to Order*

As *strings* de busca foram construídas da seguinte forma: ("*lean*" OR "*lean manufacturing*" OR "*lean production*" OR "*lean production system*" OR "*lean thinking*" OR "*pull production*" OR "*pull system*") AND ("*unstable demand*" OR "*demand variability*" OR "*demand uncertainty*" OR "*high variety*" OR "*make to order*" OR "*engineering to order*").

Os critérios de inclusão utilizados na RBS foram artigos que tratam de *Lean Manufacturing* e produção puxada, artigos que tratam de *Lean Manufacturing* e sazonalidade de demanda e artigos de Indústrias Gráficas com Práticas *Lean*. Os critérios de exclusão foram artigos em qualquer idioma que não seja inglês, espanhol ou português e artigos fora de escopo (*lean manufacturing*, produção puxada e sazonalidade de demanda).

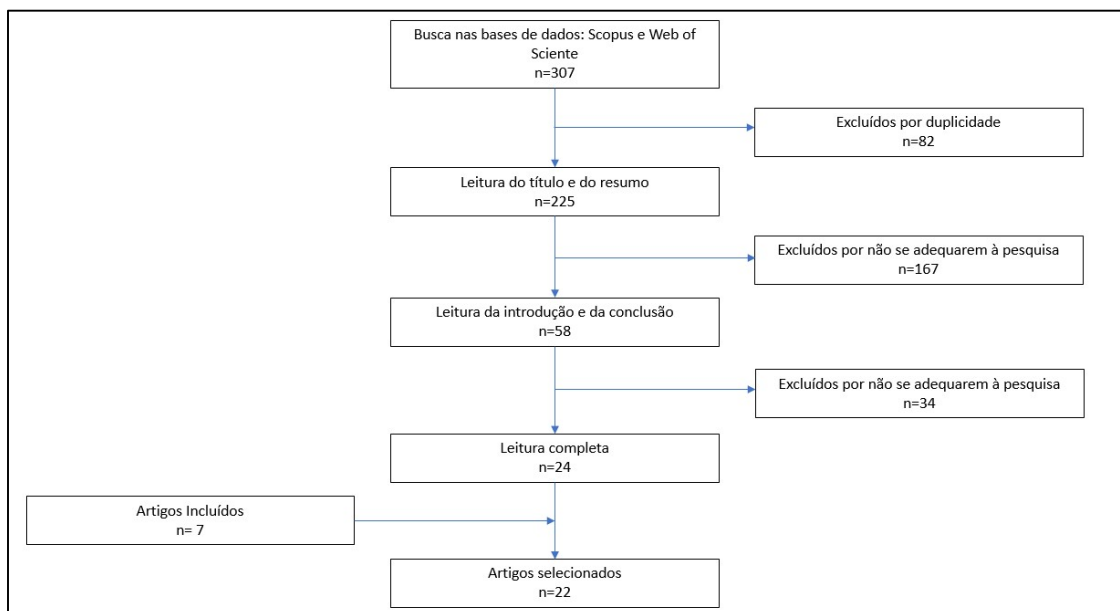
O método utilizado contemplou um ciclo favorecendo o aprendizado e o refinamento da busca de forma iterativa, na qual foram realizadas buscas, leitura, análise dos resultados e documentação. Vale destacar que essa fase é muito importante pois os dados serão utilizados para argumentação teórica e embasamento da síntese da teoria sobre os assuntos e temas pesquisados (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011).

A próxima fase da RBS conforme a figura 3 corresponde ao processamento. Essa fase tem como importância o refinamento das buscas, leitura dos artigos, argumentação teórica e embasamento da síntese e teoria a ser pesquisada. Nessa fase da RBS foi utilizado o *software* Mendeley auxiliando a gestão dos dados e foi utilizado cada etapa da primeira fase, com destaque para os critérios de inclusão e exclusão do conteúdo de cada artigo.

Seguindo os procedimentos descrito até o momento, obteve-se um total de 307 artigos. A primeira etapa de eliminação foi a retirada de artigos duplicados, obtendo-se 225 artigos únicos. Através da leitura do título e do resumo foram descartados 167 artigos, restando 58. Desse total, foram descartados 15 artigos pois o foco foi em artigos de *journals*, descartando artigos de livros e conferências devido ao acesso limitado a esse tipo de fonte. A próxima etapa foi a leitura da introdução e a conclusão, na qual foram preservados 24 artigos. A próxima fase foi a leitura completa dos artigos para buscar quais são relevantes para a pesquisa. Desses 24 artigos, 9 foram excluídos pelo critério de exclusão por não apresentarem conexão com o tema analisado e 7 artigos foram incluídos através do processo de *snow ball*. Portanto a análise foi

realizada com 22 artigos que contribuíssem a responder às questões de pesquisa. A Figura 4 mostra o fluxograma da RBS.

Figura 4 – Fluxograma da Revisão Bibliográfica



Fonte: o autor

A terceira e última fase, conforme a figura 3, consiste na criação de alertas, cadastro e arquivamento e a síntese dos resultados encontrados.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com objetivo de responder as dificuldades encontradas para a implantação de produção puxada e quais abordagens há na literatura referente a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda, esta parte do capítulo apresenta as análises e relações encontradas nos artigos pesquisados nas bases de pesquisa.

3.3.1 Dificuldades para implantação de produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda

O sistema puxado é muito eficiente em um ambiente com baixa variedade de demanda e alto volume de produção. Ambientes que não possuem essas características tendem a não ter uma resposta rápida o suficiente para atender a mudanças de demandas por parte dos clientes.

Segundo Monden (1983) há casos que impossibilitam o uso de *kanban*, como ordens de produção com baixo volume, alta quantidade de *setups*, alta perda durante o processo e demanda imprevisível de produção. Nesses casos a utilização de um sistema MRP (*Materials Resource Planning*) é amplamente utilizado dentro das empresas. Ainda nesse pensamento, Spearman, Woodruff e Hopp (1990) informam que o sistema *kanban* original não é aplicado em muitos ambientes de produção, sendo um sistema para manufatura repetitiva.

Uma dificuldade para a implantação de produção puxada tanto em ambientes com alta variedade de produtos, bem como para baixa variedade de produção é o política de muitos gestores em pensar em manter a utilização da capacidade de produção próximo a 100%. Segundo Godinho Filho et al. (2017) isso causa altos níveis de WIP e prazos cada vez mais longos de entrega, sendo que a produtividade como um critério de desempenho de uma unidade fabril funciona contraproducente para a redução do lead time. Um dos critérios de desempenho necessários a avaliar é ter uma variabilidade dentro do sistema de produção, principalmente em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda (GODINHO FILHO et al., 2017). Bertolini, Romagnoli e Zammori (2017) mencionam em seu estudo que em ambientes de muita variedade de produtos, a necessidade de manter um equilíbrio favorável entre a flexibilidade de produção e variabilidade do lead time, pois essa característica torna um diferencial para a empresa na busca de entrega de valor ao cliente final.

Krishnamurthy e Suri (2009) argumentaram que em ambientes de manufatura com alta variedade de produtos ou em ambientes de engenharia customizada, eram necessárias novas estratégias que combinassem as características de empurrar e puxar produção por ter um controle eficiente de material em processo. Isso se deve ao fato que o sistema puxado foi inicialmente formulado para ambientes de manufatura com demandas estáveis com produtos repetitivos e com alto volume de produção. Ainda segundo Krishnamurthy e Suri (2009) o sistema empurrado tem muitas desvantagens em termos de criar estoque e gerar prazos de entrega muito longos.

Becerra et al. (2019) apresentam um estudo sobre a implementação de um modelo de manufatura enxuta em uma pequena e média empresa do setor de impressão gráfica localizada no Peru que trabalha em um ambiente de produção sob encomenda. A implementação ocorreu devido a necessidade de novas demandas por uma maior flexibilidade e redução de custos. O artigo demonstra a necessidade dos mercados em constante mudança exigindo mais variedade de produtos em termos de personalização para que as empresas possam se manter competitivas no mercado. Becerra et al. (2019) mencionam que a ferramenta *kanban* tem sido muito eficaz na filosofia do pensamento *lean* para melhorar os fluxos de materiais e informações e

consequentemente reduzir o tempo de produção (*lead time*). Entretanto o artigo apresenta a dificuldade em implementar *kanban* em sua forma original e tem como objetivo a implementação de mudanças em ferramentas de manufatura enxuta, a saber *kanban*, *Single Minute Exchange Die* (SMED) e Mapa do Fluxo de Valor (MFV) para adaptá-las na indústria gráfica considerando um ambiente sob encomenda.

Tomasevic et al. (2021) exploram em seu trabalho uma revisão bibliográfica sistemática de 110 artigos publicados, apresentando o estado da arte do pensamento *lean manufacturing* na indústria considerada com alta variedade de produtos e baixo volume de produção. Tomasevic et al. (2021) mostram que a pesquisa sobre *lean* nesse ambiente está muito focada em prática e pouca atenção foi dada em teoria. Além disso há uma baixa maturidade da implantação *lean manufacturing* com artigos publicados abordando redução óbvia de desperdício, pouca incorporação *lean* em um ambiente estratégico nas empresas e os *frameworks* criados referente a implantação *lean* são baseados em ferramentas de forma muito superficial e restrita.

Ainda segundo Tomasevic et al. (2021) há muita dificuldade para definir *lean manufacturing* em indústrias com alta variedade de produtos e baixo volume de produção, principalmente porque *lean* busca a eficiência, que pode em vários casos afetar de forma negativa a capacidade de resposta e a flexibilidade, e isso dentro desse tipo de indústria precisa ser considerado, pois em inúmeras vezes a flexibilidade é o que se deseja. De forma geral, o artigo explora o fato que uma das características e pontos fortes desse tipo de indústria é ser capaz de atender um público que busca variabilidade e os resultados dos estudos sobre *lean* mostram que a redução da variabilidade estratégica é muitas vezes incentivada para se atingir o máximo de eficiência. Tomasevic et al. (2021) informam que a produção puxada é uma ferramenta de difícil aplicação sem adaptação no contexto de indústria alto *mix* e baixo volume e raramente são discutidas nos artigos relacionados ao contexto. Por fim a revisão bibliográfica sistemática conclui que o *lean* tem como propósito buscar maior eficiência, mas dentro dos limites de flexibilidade do ambiente alto *mix* e baixo volume, considerando não comprometer e contrariar as características que contribuem para uma vantagem competitiva da empresa.

Deuse et al. (2018) em seu trabalho demonstram que os métodos e ferramentas *lean* clássicas como foi primeiramente desenvolvido na Toyota falham em um ambiente de produção sob encomenda devido principalmente a influência equivocada da variabilidade sobre a agregação de valor ao cliente. Nesses ambientes de produção, há uma certa variabilidade do *mix* e características dos produtos que representam benefícios ao cliente que não deve ser reduzido diretamente, mas segundo os autores deve ser administrado adequadamente. Deuse et al. (2018) apresentam alguns exemplos que criam valor ao cliente, mas por outro lado

aumentam a complexidade dos sistemas de produção e, portanto, custos e esforços para o gerenciamento. Estes exemplos são: datas de entregas, variantes personalizadas de produtos ou aceitar pedidos urgentes. Deuse et al. (2018) concluem que a variabilidade em si não deve ser reduzida, mas sim o seu impacto no sistema de produção a fim de alcançar uma relação custo benefício viável e rentável. Ainda segundo os autores a adoção de medidas e princípios para reduzir a variabilidade do *mix* de produção só deve ocorrer se agregar valor ao cliente, caso contrário não deve ser realizada. O estudo apresenta cinco medidas que tem uma influência na agregação de valor ao cliente, conforme listado:

Variabilidade de sequência de operações;

Variabilidade do roteamento do processo;

Variabilidade do conteúdo do trabalho;

Variabilidade do lead time alto;

Variabilidade da demanda.

Através da leitura sobre dificuldades para a implantação de produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda percebe-se que esse ambiente possui uma complexidade no sistema de produção muito maior se comparado com um ambiente de produção em massa tradicional. O gerenciamento da complexidade melhora significativamente a competitividade ao reduzir simultaneamente os custos, reduzir o tempo e melhorar os benefícios ao cliente (JAEGLER et al., 2018).

O quadro 1 apresenta um resumo sobre as dificuldades encontradas para implantação de produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda de acordo com a revisão bibliográfica sistemática realizada e os dados levantados através dos estudos publicados de pesquisadores.

Quadro 1 – Dificuldades para implantação de produção puxada

| Dificuldades para implantação de produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda | Fonte |
|--|---|
| sistema puxado é eficiente em ambiente com baixa variedade de demanda e alto volume de produção | Monden (1983) ; Spearman, Woodruff e Hopp (1990) ; Krishnamurthy e Suri (2009) ; Tomasevic et al. (2021) |
| sistema kanban original não é aplicado em vários ambientes de produção, sendo um sistema para manufatura repetitivo | |
| ordens de produção com baixo volume, alta quantidade de setups, perdas altas de processo e demanda imprevisível impossibilitam kanban | |
| necessário novas estratégias para combinar características de empurrar e puxar a produção | |
| sistema puxado foi inicialmente formulado para ambientes com demandas estáveis com produtos repetitivos e com alto volume de produção | |
| dificuldades para definir lean em indústrias com alta variedade de produtos e baixo volume de produção | |
| lean busca eficiência em contraste com capacidade de resposta e flexibilidade | |
| produção puxada é uma ferramenta de difícil aplicação sem adaptação no contexto de indústria alto mix e baixo volume | |
| gestores tentam manter utilização capacidade de produção próxima a 100%, o que dificultam a implantação de produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos | Godinho Filho et al. (2017) |
| necessário ter um critério de desempenho com foco na variabilidade dentro do sistema de produção para obter o máximo da sistemática do lean | |
| ferramentas lean clássicas falham em um ambiente de produção sob encomenda devido a influência da variabilidade sobre agregação de valor ao cliente | Deuse et al. (2018) |
| variabilidade não deve ser reduzida, mas o impacto no sistema de produção a fim de alcançar uma relação custo benefício viável e rentável | |
| complexidade dificulta a competitividade, sendo necessário o gerenciamento da complexidade para reduzir custo, tempo e melhorar os benefícios ao cliente | Jaegler et al. (2018) ; Bertolini, Romagnoli e Zammori (2017) |
| manter um equilíbrio favorável entre a flexibilidade de produção e variabilidade do lead time | |
| dificuldade em implantar kanban em sua forma original em um estudo de caso, sendo necessário mudanças nas ferramentas Kanban, SMED e MFV | Becerra et al. (2019) |

Fonte: o autor

3.3.2 Abordagens para implantação da produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda

Várias adaptações e alternativas ao *kanban* foram desenvolvidas nas últimas décadas para serem implantadas em ambientes que exigem alta customização por parte dos clientes. Monden (1983) e Spearman, Woodruff e Hopp (1990) demonstram vários casos que impossibilitam ou dificultam o uso do sistema puxado, principalmente em ambientes com baixo volume de produção, alta quantidade de setups e demanda variável ou imprevisível de produção. Além disso argumentam que o sistema puxado é indicado para ambientes com manufatura repetitiva.

Segundo Lage Junior e Godinho Filho (2010) há muitas variações e modificações do sistema *kanban*. As adaptações do sistema *kanban* ocorrem com objetivo de melhorar e ajustar às necessidades distintas de um sistema de produção. Como dito anteriormente, o sistema

puxado de produção se adapta muito bem em um ambiente com alto volume de produção e baixa variedade de produtos. Nesse ambiente, é extraído o máximo de benefícios do sistema puxado, eliminando desperdícios e entregando valor ao cliente.

Todavia, grande parte dos ambientes de produção possuem um cenário completamente diferente, tendo baixos volumes de produção e alta variedade de produtos, ou seja, um ambiente igual ou próximo a *make-to-order* (MTO). Além disso, outras restrições que dificultam o uso do kanban são instabilidade no tempo de processamento, operações não padronizadas, longos setups e incertezas no suprimento de matéria prima (LAGE JUNIOR; GODINHO FILHO, 2010). Dessa forma, devido à dificuldade em utilizar o sistema *kanban* em seu conceito original que foi criado na Toyota, várias adaptações foram criadas para se adequar às mais diversas realidades das empresas.

Tomasevic et al. (2021) em sua revisão sistemática de literatura sobre *lean manufacturing* em ambientes com alto mix e baixo volume, apresentam que o QRM/POLCA, o *Drum-Buffer-Rope* (DBR oriunda de teoria das restrições), COPACABANA (de *Work Load Control*) e CONWIP são considerados alternativas de kanban mais adequadas para o ambiente volátil desse tipo de indústria e podem melhorar a eficiência da organização. Tomasevic et al. (2021) concluem que POLCA e DBR podem ser alternativas para organizar a puxada da produção e seus benefícios podem ser superados pelas dificuldades de gerenciar o sistema em condições de baixa variabilidade de roteamento. Já o *Work Load Control* também é recomendado para alcançar benefícios na indústria de alto mix e baixo volume e é facilmente operacionalizado, mas tem sido amplamente pesquisado na forma de simulação, tendo poucos casos de aplicação prática.

Suri (2010) define o QRM e informa a redução do *lead time* em todos os aspectos das operações de uma empresa, tanto internamente quanto externamente atuando diretamente na cadeia de produção como um todo. O QRM baseia-se em quatro conceitos centrais como o poder do tempo, a estrutura organizacional, a dinâmica do sistema e a aplicação em toda a empresa. Para Suri (2010) em muitas fábricas o custo de mão de obra direta é cerca de 10% do custo total. Dessa forma otimizar essa operação pode impactar somente em 10% o custo total. Por outro lado, os custos indiretos podem representar de 40% a 50% do custo de mercadoria vendida e é onde estão as maiores oportunidades de redução de custo. Sendo assim, as empresas devem priorizar a redução do tempo de fabricação olhando para as perdas de tempo como as longas filas de espera que existem em todos os processos. Para Suri (2010) uma célula QRM combinada com uma estrutura flexível, trabalho em equipe, auto gerenciada, treinada e com uma métrica certa alcança resultados incríveis.

Godinho Filho et al. (2017) apresentam um artigo sobre conhecimento dos princípios do *Quick Response Manufacturing* (QRM) através de uma pesquisa exploratória em empresas do Brasil, Europa e Estados Unidos da América. É apresentado que os princípios e ferramentas *Lean Manufacturing* e o QRM são semelhantes em muitos aspectos, mas o QRM surgiu para complementar o *Lean Manufacturing* em ambientes de produção com altos níveis de variedade de produtos. O QRM inclui alguns elementos que o distinguem do *Lean Manufacturing*, a saber o sistema POLCA (*Paired Cell Overlapping Loops of Cards with Authorisation*).

Segundo Godinho Filho et al. (2017), o propósito do QRM é a redução do lead time em todos os aspectos operacionais da organização, diferenciando do *Lean Manufacturing* que tem como objetivo a redução de custos e estoques através da eliminação de desperdícios ao longo dos processos produtivos da organização. Dessa forma o foco no desempenho do *lead time* é a principal medida de desempenho do QRM e a melhoria dos indicadores de desempenho tradicionais como a redução de estoques, a redução dos custos de produção e os ganhos de produtividade e qualidade ocorrem como resultado devido a estratégia focada na redução de *lead time*.

Godinho Filho et al. (2017) informam que o QRM busca ganhos de flexibilidade e agilidade, contrariando a maximização do uso de equipamentos e pessoal. Além disso, deve-se aliar a prática de trabalhar com um horizonte de planejamento de curto e longo prazo, evitando longos lead time e crescimento de filas de espera. Os autores concluem que as empresas pesquisadas consideram pouco importante a não utilização do custo como principal critério de avaliação de desempenho. Além disso, deve-se ao fato da falta de entendimento de que a pontualidade na entrega como uma medida de desempenho dos gestores constitui um incentivo para inflar os prazos planejados em todos os processos, institucionalizando longos *lead times* dentro da empresa.

No QRM, o sistema de planejamento e controle da produção é feito através do uso do POLCA, que significa loops de cartões sobrepostos de células pareadas com autorização, que é um sistema híbrido que puxa e empurra a produção, combinando as melhores características de um sistema MRP e de um sistema baseado em *kanban* (GODINHO FILHO et al., 2017).

Krishnamurthy e Suri (2009) apresentam um artigo mostrando toda a implantação do POLCA com todas as suas fases. Os estudos de casos e os estudos analíticos ilustram que o POLCA leva a um melhor controle da carga de trabalho, a uma melhor utilização da capacidade e do fluxo de produção no chão de fábrica e, conseqüentemente, resultando em prazos de entrega e estoques reduzidos. Além disso, por meio de pesquisa, o artigo apresenta que a

implantação do POLCA resultou em níveis reduzidos de estresse, melhora da moral, melhor comunicação e aumento da satisfação dos funcionários.

POLCA é uma estratégia híbrida puxado-empurrado que combina os melhores recursos de sistemas puxados baseados em cartão e sistemas empurrados. Krishnamurthy e Suri (2009) argumentam que em ambientes de produção com alta variedade ou processos de engenharia customizados, eram necessárias novas estratégias que combinassem as características de empurrar e puxar para conseguir um controle de matéria prima eficiente. Dessa forma o POLCA, contorna as limitações dos sistemas puxados em ambientes de alta variedade de produtos. Nesse sistema, o fluxo de produção através das células de trabalho é controlado através de uma combinação de autorizações de liberação e cartões de controle de produção que são conhecidos como cartões POLCA. Esses cartões são um sinal de capacidade, enquanto um cartão de *kanban* é um sinal de estoque.

Krishnamurthy e Suri (2009) apresentam os pré-requisitos para a implementação do POLCA, conforme descrição:

1. Sistema de planejamento com funcionalidade de planejar necessidades de material de alto nível;
2. Organização celular;
3. Capacidade máxima e lead times estimados;
4. Sistema de agendamento (*scheduling*) simples que incorpore o tempo de autorização ao determinar o plano de produção.

Stump e Badurdeen (2012) apresentam em seu estudo um *framework* integrando *lean manufacturing* em ambientes de customização em massa com as estratégias de QRM/POLCA, teoria das restrições, sistemas flexíveis e reconfiguráveis de manufatura. O QRM tem como objetivo a redução de prazos de entrega em todas as operações, a fim de ganhar capacidade de resposta aos clientes e emprega o POLCA para controlar o fluxo e estoques em ambientes de manufatura com um grande número de roteiros de produtos complexos.

Já Wang et al. (2021) em seu estudo apresentam as ideias do QRM influenciando significativamente os ambientes de produção com alto mix e baixo volume de produtos personalizados em ambiente ETO e MTO. O estudo investiga a eficácia do *framework* QRM integrando POLCA para reduzir o tempo de espera, mostrando que o objetivo principal da maioria das ferramentas de manufatura enxuta não reduz o lead time, mas a filosofia QRM enfatiza diretamente a redução do lead time. Wang et al. (2021) mostram através de um estudo de caso que a programação otimizada gera uma melhora significativa no *lead time* e no WIP. Após a implementação do QRM integrado ao POLCA, a empresa melhorou substancialmente

a redução do *lead time*, aumento da qualidade da produção, entrega, flexibilidade e melhoria do lucro.

Baeza Serrato (2016) apresentou em seu estudo uma abordagem híbrida de sistema de produção puxada-empurrada para pequenas e médias empresas de malharia na qual denominou REDUTEX. Essa abordagem utiliza um sistema empurrado desde a capacidade restritiva de recursos, ou seja, o recurso gargalo, até um local determinado de supermercado. Nesse local o estoque acumulado pode ser distribuído para os departamentos subsequentes, formando um sistema puxado conforme o estoque do supermercado for consumido. Dessa forma Baeza Serrato (2016) concluiu que o REDUTEX baseia-se na identificação e otimização dos recursos gargalos ou restritivo, reduzindo as atividades que não agregam valor ao processo, sincronizando um controle do fluxo de material contínuo, protegendo o sistema de eventos aleatórios para atender a demanda do mercado. REDUTEX é baseado no método da teoria das restrições, identificando a restrição e sincronizando todas as atividades ao ritmo do recurso restritivo.

Através da pesquisa de Baeza Serrato (2016), o REDUTEX propõe a redução do fluxo de material, reduzindo dessa forma o *lead time* de produção. A pesquisa define detalhadamente cada etapa da abordagem com o objetivo de ser implementada facilmente pelas pequenas e médias empresas de malharia. Para comprovar a eficácia da abordagem REDUTEX, foi implantado e validado em três empresas de malharia na região sul do estado de Guanajuata no México e obteve resultados de alto impacto no prazo de entrega. Por fim, o artigo conclui que o REDUTEX é uma abordagem simples que possibilita entender o comportamento do processo produtivo, sem a necessidade de pessoal altamente treinado para uma implantação eficaz.

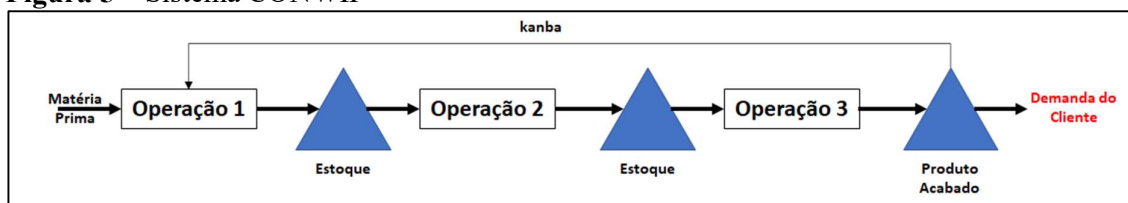
Bertolini, Romagnoli e Zammori (2017) propõe um sistema de planejamento e controle de produção denominada 2MTO, cujo objetivo foi definir uma nova ferramenta de análise e mapeamento para implantação de *Work Load Control* e responder a seguinte questão de pesquisa: Como é possível obter benefícios enxutos e duradouros em um sistema de manufatura MTO com alta variedade de produtos e baixo volume de produção? O estudo aborda o chão de fábrica como uma série de filas de trabalhos e combina um mecanismo de liberação de pedidos que estabiliza o desempenho do sistema de fabricação, tornando-o independente de possíveis variações no fluxo de pedidos recebidos ou variação de demanda.

Jaegler et al. (2018) apresentam uma revisão bibliográfica sistemática referente ao sistema de controle de produção CONWIP. Segundo o autor, o *kanban* foi projetado para sistemas de fabricação repetitivos e estáveis e o CONWIP fornece um sistema de controle mais flexível e eficiente para ambientes de fabricação caracterizados pela alta variedade de produtos.

Assim como os demais sistemas de controle de produção, o CONWIP tem como propósito controlar a quantidade total de trabalho no ambiente fabril mantendo-o constante.

CONWIP foi desenvolvido por Spearman, Woodruff e Hopp (1990), que é um sistema adaptado de Kanban que traz os benefícios de um sistema puxado e que pode ser utilizado em uma grande variedade de ambientes produtivos. O Sistema CONWIP define procedimentos para controle de produção na qual estabelece um limite no WIP com objetivo de reduzir custos e lead time de produção. O sistema CONWIP envia um sinal ou cartão (*kanban*) do final do processo para o estágio inicial de produção conforme pode ser visto na figura 5. De forma geral, o CONWIP envia uma mensagem da demanda do cliente para a primeira estação de trabalho, dessa forma muitos pesquisadores chamam de sistema kanban de estágio único (*single-stage kanban*).

Figura 5 – Sistema CONWIP



Fonte: o autor

O sistema CONWIP é aplicado e recomendado para ambientes com alta variedade de produtos. Vale ressaltar que esse sistema tem como objetivo controlar o WIP ao longo de todo o processo, mas não atende o controle da localização do WIP dentro da fábrica, ou seja, não permite saber onde está o WIP em um certo momento da produção.

Segundo Spearman, Woodruff e Hopp (1990) um cartão ou sinal é anexado em um contenedor no início da linha de produção, e vale ressaltar que esse contenedor é padrão e sempre possui a mesma quantidade de itens em processo. Quando esse contenedor é usado no final da linha, o cartão é removido e enviado de volta para o início onde aguarda em uma fila para eventualmente ser anexado em outro contenedor.

Em um sistema *kanban* original, o cartão é usado para sinalizar a produção de uma peça específica. Já os cartões no CONWIP são atribuídos à linha de produção e não são específicos de uma peça. Quando o trabalho é necessário no início da linha de produção, o cartão é removido da fila e marcado com o primeiro número da peça que está na lista de pendências (*backlog*). A hora de início também é anotada no cartão como a hora de entrada do sistema.

Em muitos casos, a lista de *backlog* é gerada através do planejamento e controle de produção, mas também pode ser gerada quando as ordens de produção são recebidas. Os seguintes parâmetros precisam ser estabelecidos no CONWIP:

1. O total de cartões que define o nível máximo de WIP;
2. A cota de produção;
3. A quantidade máxima de trabalho e;
4. Um gatilho de falta de capacidade.

O CONWIP segue a lógica do sistema desenvolvido pela teoria das restrições, que é equilibrar o fluxo, não a capacidade. A operação de uma linha CONWIP é regulada pelo recurso gargalo e sua utilização determina a capacidade da linha, enquanto todos os outros recursos devem ficar ociosos periodicamente. Supondo que haja demanda suficiente para a saída da linha, um sistema CONWIP com número correto de cartões manterá apenas o WIP suficiente para manter o gargalo ocupado. Se o trabalho começar a se acumular atrás do gargalo, os cartões não serão carregados até o final da linha e um novo trabalho não será iniciado (SPEARMAN; WOODRUFF; HOPP, 1990).

Diferenciando um sistema CONWIP do sistema *kanban* original, pode-se afirmar que:

1. O uso de backlog para ditar a sequência da produção;
2. Cartões são associados com todas as peças produzidas na linha, diferente do *kanban* que é específico para cada peça;
3. Ordens de produção são empurradas entre os centros de trabalho uma vez que são autorizadas por um cartão para iniciar no primeiro centro de trabalho da linha.

Segundo Jaegler et al. (2018) o CONWIP foi amplamente estudado em ambientes de fabricação mais simples e só foi associado a ambientes MTO a partir de 2010 com o estudo de Stevenson, Hendry e Kingsman (2005), abrindo caminho através de estudo e adaptação do CONWIP a MTO, ilustrando que foi inicialmente projetado para ambientes MTS. Jaegler et al. (2018) mostra que CONWIP não tem sistematicamente o melhor desempenho para ambientes complexos, mas é mais fácil de implantar, usar e manter e, é particularmente bem sucedido em ambientes de fabricação com baixo volume de produção.

Huang et al. (2017) publicam um artigo apresentando as vantagens do CONWIP, deixando claro que possui estrutura simples, de fácil compreensão e utilização. O estudo mostra que CONWIP é mais adequado para ambientes de produção MTO do que um sistema *kanban* e tem menor média e variância de atraso do que *kanban* e POLCA em um ambiente MTO. Por fim o estudo conclui que, em geral o CONWIP tem um desempenho aceitável, apresentando alto rendimento, tempo de ciclo curto e baixo WIP.

Gastermann e Stopper (2012) apresentam em seu artigo muitos aspectos do CONWIP comparando-o com outros conceitos de produção estabelecidos, especialmente nas pequenas e médias empresas manufatureiras. Segundo Gastermann e Stopper (2012) o CONWIP busca garantir um nível constante de WIP em todo o processo produtivo e comparado ao *kanban*, não é um sistema puramente puxado mas incorpora abordagens de empurrar e puxar a produção. Isso se deve ao fato do *kanban* usar cartões individuais entre cada par de estação de trabalho, já o CONWIP utiliza em um único conjunto global de cartões em todo o processo de produção.

Detalhando o funcionamento do CONWIP, a cada pedido é atribuído um cartão de autorização que permanece na ordem de produção até que seja totalmente concluída (GASTERMANN; STOPPER, 2012). Uma vez iniciado o processo produtivo, o item é empurrado pelo sistema de fabricação até que o produto final saia da produção. Nesse momento o cartão associado a esta ordem de produção é liberado, permitindo que uma nova ordem de produção entre no sistema de fabricação. Portanto de acordo com essa abordagem, o WIP não é controlado em cada etapa de produção, mas para todo o sistema de fabricação. Ou seja, o WIP permanece constante, daí o nome de *Constante Work in Process* (CONWIP), pois a quantidade total de cartões dentro do sistema de fabricação é sempre mantido o mesmo. Vale ressaltar que caso ocorra um gargalo de produção, o CONWIP permite a redução do número total de cartões e conseqüentemente a redução de WIP. Gastermann e Stopper (2012) concluem o estudo apresentando algumas vantagens do CONWIP, tais como os tempos de fluxo do sistema são facilmente previsíveis devido aos níveis constantes de WIP e permite uma produção sob encomenda mesmo quando muitas variantes e materiais são usados.

Slopm, Bokhorst e Germs (2009) mostram um estudo de caso na qual o problema da empresa era como realizar tempos de fluxo curtos e confiáveis. O estudo de caso visou implantar um sistema de controle de produção enxuto baseado em três princípios, a saber: nivelamento de produção, CONWIP e controle do *takt time* em uma unidade de produção. O artigo mostra a implementação de um controle de produção seguindo a filosofia *lean manufacturing* incluindo mecanismos de CONWIP para limitar e controlar a quantidade de trabalho em processo, o sequenciamento de produção e o *takt time*. Vale destacar que os autores deixam claro que antes da implantação do sistema de controle *lean manufacturing*, o mecanismo de planejamento e controle de produção era caracterizado como um sistema empurrado porque não limitava a quantidade de WIP dentro do chão de fábrica.

Slopm, Bokhorst e Germs (2009) mostram que os elementos de controle enxuto podem ser usados em ambientes de produção com alta variedade de produtos e baixo volume de produção e no estudo de caso, que foi apoiado por uma simulação, foi investigado como os

princípios de controle de produção enxutos podem ser usados em uma oficina de produção sob encomenda na qual o volume é normalmente baixo e há alta variedade de produtos. Como ganhos, Slop, Bokhorst e Germs (2009) apresentam que o tempo de produção caiu de aproximadamente 4,2 dias para 1 dia e a implementação levou a uma redução nos tempos de fluxo e a um aumento no nível de serviço com o desempenho de entrega no prazo melhorando de 55% para 80%. Ainda dentro do estudo, Slop, Bokhorst e Germs (2009) comparam alguns sistemas de produção, que semelhante ao sistema *kanban*, o CONWIP e o POLCA usam cartões para restringir o número de pedidos no chão de fábrica. Todavia nos sistemas CONWIP e POLCA os cartões não são específicos para nenhum pedido e permanecem desde o início até o final do processo de produção. Por fim, o uso efetivo de CONWIP requer um princípio de liberação de pedidos, que leve em consideração a carga de trabalho no chão de fábrica. Nesse contexto o mecanismo de liberação é responsável pelo nivelamento de produção em todas as estações de trabalho e conseqüentemente a redução da variabilidade de carga no chão de fábrica.

Stump e Badurdeen (2012) em seu estudo de caso, recomendam o uso do CONWIP devido a necessidade do controle de WIP, pois os principais problemas do departamento de produção são a falta de fluxo constantes e o controle de estoque que possui pouca visibilidade. O emprego do sistema CONWIP é recomendado porque permite que o WIP seja controlado e limitado enquanto está sendo empurrado dentro do sistema de produção, reduzindo o efeito da variabilidade de demanda. Através de simulação, os resultados mostraram uma redução significativa no lead time, com 45% no cenário de baixa demanda e 41% no cenário de alta demanda. Em relação ao WIP, a simulação revelou em ambos os cenários de demanda uma redução de até 23%.

Leonardo et al. (2017a) apresentam um estudo de caso com o objetivo de investigar como os princípios de controle de produção e produção enxuta podem ser usados em um ambiente de produção sob encomenda. O estudo de caso é realizado em um fabricante de componentes eletromecânicos para monitoramento e controle de válvulas e examina os procedimentos envolvidos na implementação de um sistema híbrido de CONWIP/*kanban*, visando compreender, descrever e investigar os métodos de controle de produção *kanban*, CONWIP e híbrido CONWIP/*kanban*. A literatura sobre aplicações reais do híbrido CONWIP/*kanban* é muito limitada (LEONARDO et al., 2017) e o estudo de caso mostra que o sistema híbrido CONWIP/*kanban* é mais eficiente em sistemas de produção dedicados a pequenos lotes e com alto nível de customização. Já o modelo CONWIP é eficiente em lotes e customização moderados. Por fim, Leonardo et al. (2017a) apresentam os ganhos com a implementação do sistema híbrido com um aumento de 40% na produtividade sem o aumento

do quadro de funcionários entre os anos 2010 a 2014. Além disso, aumento de 18% na receita, redução de mais de 70% em itens de baixo giro devido a racionalização dos estoques que foram reduzidos em 20% de seu valor e quase 50% de sua área ocupada.

Segundo Lu, Yang e Wang (2011) poucos pesquisadores se concentram no desenvolvimento de uma estratégia de controle de produção puxada ou manufatura com os princípios do *lean manufacturing* para resolver a incerteza de demanda na indústria de alta tecnologia. Dessa forma os autores propõem um procedimento de implantação do sistema *lean manufacturing* puxado baseado na combinação de um supermercado com duas estruturas CONWIP. Lu, Yang e Wang (2011) definiram seguir alguns passos como, primeiro definir o recurso gargalo e em seguida integrar todos os processos produtivos em um fluxo contínuo que puxa os pedidos dos clientes. Em segundo lugar, configurar um supermercado em frente ao recurso gargalo para atuar como um estoque de proteção a todo o sistema produtivo.

Lu, Yang e Wang (2011) utilizam simulação para avaliar essa combinação de supermercado com duas estruturas de CONWIP e propõe uma exploração futura de um estudo de caso prático. Essa combinação permite considerar simultaneamente a variabilidade do sistema de manufatura e a incerteza de demanda para alcançar o sistema puxado enxuto. É apresentado as etapas para implantar o sistema puxado a saber:

1. Calcular o *takt time*;
2. Definir o recurso gargalo;
3. Estabelecer fluxo contínuo controlado por CONWIP;
4. Implantar supermercados para controlar a produção onde não é possível fluxo contínuo;
5. Nivelar produção conforme recurso gargalo.

Por fim Lu, Yang e Wang (2011) concluem que o CONWIP é uma das maneiras mais simples de implementar uma estratégia de controle puxado e ao mesmo tempo enfrentar ambientes incertos e dinâmicos na qual o *kanban* não seja aplicável.

Germes e Riezebos (2010) fazem a comparação de três sistemas puxados de produção, o POLCA, o CONWIP e o m-CONWIP e apresentam seus pontos negativos e positivos. Vale destacar que o “m” do m-CONWIP significa vários loops CONWIP. Os sistemas puxados de produção controlam os materiais no chão de fábrica visando controlar os tempos de processamento de pedidos, limitando a quantidade de trabalho ou a carga de trabalho. No m-CONWIP se houver, por exemplo, cinco tipos diferentes de trabalho, um cartão m-CONWIP específico é associado a cada tipo de trabalho e conseqüentemente há cinco loops m-CONWIP independentes. Segundo Germes e Riezebos (2010), a capacidade de balanceamento da carga de

trabalho em um sistema puxado é eficaz quando resulta em uma redução média do processamento no chão de fábrica se comparado a um sistema empurrado convencional. O artigo mostra que há balanceamento de carga de trabalho no POLCA e m-CONWIP, mas não ocorre no CONWIP. O sistema CONWIP não possui uma capacidade de balanceamento de carga de trabalho porque usa um único loop de controle cobrindo todas as estações de trabalho no chão de fábrica e este loop limita a carga de trabalho, mas não equilibra o trabalho entre as estações de produção. Segundo Germs e Riezebos (2010) o m-CONWIP usa vários loops CONWIP, uma para cada rota no sistema de produção, equilibrando dessa forma a carga de trabalho no sistema de produção. Já o POLCA equilibra a carga de trabalho liberando um pedido com base na capacidade disponível na próxima estação de trabalho.

Bertolini et al. (2020) publicam um estudo comparando o CONWIP e o m-CONWIP. Thurer et al. (2019) informam que o CONWIP degrada rapidamente seu desempenho conforme o sistema de produção se torna complexo. Segundo Bertolini et al. (2020) o CONWIP consiste em um mecanismo de controle de WIP baseado na autorização para fabricar produtos quando os processos são ativados pela conclusão de trabalhos no final da linha de produção. Para evitar a degradação de desempenho o multi-CONWIP ou m-CONWIP foi desenvolvido por Germs e Riezebos (2010).

Bertolini et al. (2020) mostram em seu estudo que através de uma simulação, a ação de uma regra de liberação adequada permite melhorar o CONWIP de loop único em um ambiente de produção sob encomenda equilibrando principalmente a carga de trabalho entre as estações de trabalho e conseqüentemente, atingindo um nível de desempenho que supera o padrão CONWIP e se aproxima muito do m-CONWIP. Germs e Riezebos (2010) mostram que a redução do tempo total de atravessamento só pode ser obtida se o mecanismo de liberação reduzir a carga de trabalho e também melhorar o equilíbrio da carga de trabalho dentro do sistema de produção. Bertolini et al. (2020) procuram responder à questão de pesquisa se o sistema padrão CONWIP que é conhecido por não ter capacidade de balanceamento, pode melhorar esse fator por meio de uma regra de liberação apropriada. Os autores concluem que o CONWIP ajuda a reduzir o WIP médio quando são introduzidas restrições à carga de trabalho. Bertolini et al. (2020) apresentam os benefícios da adoção de CONWIP, tais como:

1. m-CONWIP são complexos para projetar e otimizar;
2. CONWIP podem ser projetados com abordagens simples de tentativa e erro;
3. CONWIP permanecem mais fáceis de gerenciar do que m-CONWIP.

Por fim os autores confirmam que a aplicação de uma regra de carregamento apropriada melhora muito o modelo CONWIP de loop única em relação ao muito eficiente m-CONWIP.

Thurer et al. (2019) em seu estudo demonstram um impacto positivo no desempenho dos sistemas de produção CONWIP em limitar a carga de trabalho ao invés da quantidade de tarefas do sistema. Isto é, limitar a carga de trabalho melhora o balanceamento da carga. Segundo Thurer et al. (2019) a simplicidade do CONWIP o torna uma das soluções de controle de produção puxada mais amplamente adotado pelas empresas. Entretanto há várias fraquezas do CONWIP, como a variedade de produtos precisa ser restrita, a estrutura de loop simples requer roteamentos curtos e homogeneidade para garantir um controle efetivo e a falta de recursos de balanceamento de carga do CONWIP requer baixos níveis de variabilidade do tempo de processamento.

O m-CONWIP não funciona em contextos de alta variedade segundo Thurer et al. (2019), pois normalmente os trabalhos não podem ser agrupados e um número restrito de tipos de trabalhos, como resultado, um grande número de cartões m-CONWIP e loops associados devem ser mantidos. Além disso, o m-CONWIP e CONWIP não aborda a variabilidade do tempo de processamento, negligenciando as contribuições da carga de trabalho dificultando o balanceamento da produção. Thurer et al. (2019) em sua pesquisa propõem um cartão CONWIP adaptado com objetivo de representar uma medida de carga de trabalho e não uma ordem de produção.

Onyeocha, Khoury e Geraghty (2015) publicaram um artigo investigando os efeitos da demanda irregular e com altas variações no desempenho das estratégias de controle de produção puxada em um ambiente de manufatura enxuta com alto *mix* de produtos. Os autores desenvolveram uma técnica para modificação de estratégias de controle puxada chamado *Basestock Kanban-CONWIP* (BK-CONWIP) para ambientes com alta demanda e flexibilidade de produto. O artigo examina o efeito da demanda irregular em três estratégias de controle de produção puxada, a saber:

1. *Generalized Kanban Control Strategy* – GKCS;
2. *Extended Kanban Control Strategy* – EKCS
3. *Basestock kanban-CONWIP Control Strategy* – BK-CONWIP.

Onyeocha, Khoury e Geraghty (2015), através de uma simulação observando o material em processo e os resultados totais nos três cenários, mostram que o BK-CONWIP manteve o menor nível de estoque em processo durante todo o experimento. Além disso, a estratégia BK-CONWIP teve o menor estoque em processo no sistema, significando ser a melhor estratégia de controle de produção puxada.

O quadro 2 apresenta um resumo sobre as abordagens referente a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda de acordo com a

revisão bibliográfica sistemática realizada e os dados levantados através dos estudos publicados de pesquisadores.

Quadro 2 – Abordagens para implantação de produção puxada

| Abordagens referente a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda | Sistema Controle de Produção | Fonte |
|---|------------------------------|---------------------------------------|
| há muitas variações e modificações do sistema kanban | --- | Lage Junior e Godinho Filho (2010a) |
| restrições que dificultam uso do kanban: instabilidade no tempo de processamento, operações não padronizadas, longos setups e incertezas no suprimento de matéria-prima | | |
| apresenta QRM/POLCA, o Drum-Buffer-Rope (DBR), COPACABANA e CONWIP | QRM/POLCA | Tomasevic et al. (2021) |
| QRM busca redução lead time em todos os aspectos da empresa | QRM/POLCA | Suri (2010) |
| 4 conceitos centrais: poder do tempo / estrutura organizacional / dinâmica do sistema / aplicação em toda empresa | | |
| célula QRM combinada com uma estrutura flexível, trabalho em equipe, auto gerenciada, treinada e com uma métrica certa alcança resultados incríveis. | | |
| princípios do QRM através de pesquisa exploratória | QRM/POLCA | Godinho Filho et al. (2017) |
| QRM surgiu para complementar o Lean Manufacturing | | |
| QRM tem como propósito reduzir o lead time | | |
| Lean Manufacturing tem como objetivo redução de custos e estoques através da eliminação de desperdícios | | |
| QRM busca ganhos de flexibilidade e agilidade, contrariando a maximização do uso de equipamentos e pessoal | | |
| no QRM o sistema de planejamento e controle de produção é através do POLCA | | |
| POLCA leva a um melhor controle da carga de trabalho e melhor utilização da capacidade e fluxo de produção | QRM/POLCA | Krishnamurthy e Suri (2009) |
| POLCA é uma estratégia híbrida puxado-empurrado | | |
| POLCA contorna as limitações dos sistemas puxados em ambientes de alta variedade de produtos | | |
| fluxo de produção é controlado através de uma combinação de autorizações de liberação e cartões de controle de produção (cartões POLCA) | QRM/POLCA | Stump e Badurdeen (2012) |
| framework integrando lean manufacturing com estratégia QRM/POLCA | | |
| QRM tem como objetivo a redução dos prazos de entrega em todas as operações | QRM/POLCA | Wang et al. (2021) |
| através de estudo de caso mostram que a programação otimizada gera uma melhora significativa no lead time e WIP | | |
| após implementação QRM/POLCA, empresa reduziu lead time, melhorou qualidade da produção, entrega, flexibilidade e melhoria do lucro | REDUTEX | Baeza Serrato (2016) |
| abordagem híbrida de sistema puxado-empurrado conhecido como REDUTEX | | |
| utiliza sistema empurrado desde o gargalo até o supermercado | | |
| sistema puxado conforme estoque do supermercado for consumido | 2MTO | Bertolini, Romagnoli e Zammori (2017) |
| REDUTEX propõe a redução do fluxo de material, reduzindo lead time da produção | | |
| propõe um sistema de planejamento e controle de produção denominado 2MTO | CONWIP | Jaegler et al. (2018) |
| combina um mecanismo de liberação de pedidos que estabiliza o desempenho do sistema de fabricação tornando-se independente de variações de demanda | | |
| RBS referente ao CONWIP | CONWIP | Spearman, Woodruff e Hopp (1990) |
| CONWIP fornece um sistema de controle mais flexível e eficiente para ambientes de fabricação caracterizados pela alta variedade de produtos | | |
| CONWIP amplamente estudado em ambientes de fabricação mais simples | | |
| CONWIP foi inicialmente projetado para ambientes MTS | | |
| CONWIP não tem o melhor desempenho em ambientes complexos mas é mais fácil de implantar, usar e manter | CONWIP | Spearman, Woodruff e Hopp (1990) |
| desenvolveram o CONWIP | | |
| define procedimentos para controle de produção e estabelece um limite no WIP | | |
| CONWIP envia uma mensagem de demanda do cliente para a primeira estação de trabalho | | |
| recomendado para ambientes com alta variedade de produtos | | |
| cartões CONWIP são atribuídos à linha de produção e não são específicos de uma peça | | |

| Abordagens referente a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda | Sistema Controle de Produção | Fonte |
|--|------------------------------|-------------------------------------|
| associou CONWIP a ambientes MTO | CONWIP | Stevenson, Hendry e Kingsman (2005) |
| CONWIP possui estrutura simples de fácil compreensão e utilização | CONWIP | Huang et al. (2017) |
| CONWIP é mais adequado para ambientes de produção MTO do que sistema kanban | | |
| CONWIP busca garantir um nível constante de WIP | CONWIP | Gastermann e Stopper (2012) |
| WIP não é controlado em cada etapa de produção, mas para todo o sistema de fabricação | | |
| WIP permanece constante, daí o nome de constante Work in Process | | |
| CONWIP permite tempos de fluxo previsíveis e permite produção sob encomenda mesmo quando muitas variantes e materiais são usados | | |
| simulação que mostra que o controle enxuto pode ser usado em ambientes de produção com alta variedade de produtos e baixo volume de produção | CONWIP | Slopm, Bokhorst e Germs (2009) |
| implementação de controle de produção incluindo mecanismos de CONWIP | | |
| recomendam o uso do CONWIP devido a necessidade do controle de WIP | CONWIP | Stump e Badurdeen (2012) |
| CONWIP é recomendado porque permite que o WIP seja controlado e limitado | | |
| estudo de caso sobre implementação de um sistema híbrido de CONWIP / kanban | CONWIP | Leonardo et al. (2017) |
| literatura sobre aplicação real de sistema híbrido CONWIP/kanban é muito limitado | | |
| poucos pesquisadores se concentram em estratégia de controle de produção puxada para resolver incerteza de demanda na indústria de alta tecnologia | CONWIP | Lu, Yang e Wang (2011) |
| combinação de um supermercado com duas estruturas CONWIP | | |
| CONWIP é uma das maneiras mais simples de implementar uma estratégia de controle puxado | | |
| comparam POLCA, CONWIP e m-CONWIP (m significa múltiplo) | POLCA/CONWIP/m-CONWIP | Germs e Riezebos (2010) |
| há balanceamento de carga de trabalho no POLCA e m-CONWIP, mas não no CONWIP | | |
| m-CONWIP evita a degradação de desempenho do CONWIP | | |
| comparam CONWIP e m-CONWIP | CONWIP/m-CONWIP | Bertolini et al. (2020) |
| liberação adequada de ordem de produção permite melhorar CONWIP equilibrando a carga de trabalho | | |
| CONWIP podem ser projetados com abordagens simples de tentativa e erro | | |
| m-CONWIP são complexos para projetar e otimizar | | |
| CONWIP permanecem mais fáceis de gerenciar do que m-CONWIP | CONWIP/m-CONWIP | Thurer et al. (2019) |
| desempenho positivo no desempenho dos sistemas de produção CONWIP em limitar carga de trabalho ao invés da quantidade de tarefas do sistema | | |
| limitar a carga de trabalho melhora o balanceamento da carga | | |
| simplicidade do CONWIP o torna amplamente adotado pelas empresas | | |
| CONWIP requer baixos níveis de variabilidade do tempo de processamento | | |
| m-CONWIP não funciona em contextos de alta variedade | BK-CONWIP | Onyeocha, Khoury e Geraghty (2015) |
| efeitos da demanda irregular e altas variações no desempenho do controle puxado em ambientes com alto mix de produtos | | |
| desenvolveram uma estratégia de controle puxado chamado BK-CONWIP | | |

Fonte: o autor

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve como objetivo responder à questão 1 que são as dificuldades encontradas e quais abordagens há na literatura referente a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda. Através dos estudos e artigos pesquisados, lidos e analisados através da revisão bibliográfica sistemática fica evidente a preocupação dos autores com a necessidade de adaptar ferramentas do *Lean Manufacturing* em ambientes com alta variedade de produtos e baixo volume de produção com objetivo de extrair os benefícios que a produção puxada traz para o sistema de produção (KRISHNAMURTHY; SURI, 2009; DEUSE et al., 2018; BERTOLINI; ROMAGNOLI; ZAMMORI, 2017; BECERRA et al., 2019).

Monden (1983), Spearman, Woodruff e Hopp (1990) e Tomasevic et al. (2021) deixam evidente que o sistema puxado original não é aplicado em vários ambientes de produção, principalmente porque é eficiente em ambientes com baixa variedade de demanda e um alto volume de produção. Destaca-se aqui a demanda imprevisível, alta quantidade de setups, perdas altas de processo e baixo volume de produção que impossibilitam ou dificultam muito a implantação eficiente de um sistema puxado de produção.

Vale destacar que alguns autores (GODINHO FILHO et al., 2017; DEUSE et al., 2018; BERTOLINI; ROMAGNOLI; ZAMMORI, 2017) apresentam estudos sobre a necessidade de ter foco na variabilidade dentro do sistema de produção nesses ambientes complexos. Eles afirmam que a variabilidade não deve ter como foco principal sua redução, mas deve ser reduzida o impacto que ela tem no sistema de produção. Atender clientes que buscam variabilidade é uma característica ganhadora de pedido e um diferencial competitivo, e faz-se necessário ter um equilíbrio favorável entre flexibilidade de produção e variabilidade no lead time.

Várias abordagens referentes a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda são apresentadas pelos autores através da revisão bibliográfica realizada. Baeza Serrato (2016) desenvolve uma abordagem híbrida de sistema puxado-empurrado denominado REDUTEX, utilizando princípios da teoria das restrições, combinando o uso de supermercados e um sistema puxado para consumir WIP armazenado nesse supermercado. Já Bertolini, Romagnoli e Zammori (2017) propõe uma abordagem conhecida como 2MTO, combinando um mecanismo de liberação de pedidos estabilizando o desempenho do sistema de produção mesmo com variações de demanda. Todavia duas

abordagens merecem destaque devido a quantidade de artigos encontrados durante a revisão sistemática bibliográfica, o QRM/POLCA e o CONWIP.

Destaca-se o QRM/POLCA que surgiu para complementar o *Lean Manufacturing* e tem como propósito reduzir o lead time e busca ganhos de flexibilidade e agilidade, contrariando a maximização do uso de recursos, como equipamentos e mão de obra direta (GODINHO FILHO et al., 2017). POLCA é uma estratégia híbrido puxado-empurrado e leva a um melhor controle de carga de trabalho e melhor utilização da capacidade e fluxo de produção (KRISHNAMURTHY; SURI, 2009). Vários estudos de casos são apresentados utilizando a estratégia QRM/POLCA com resultados significativos de melhorias no controle do sistema de produção (STUMP; BADURDEEN, 2012; WANG et al., 2021).

Outra abordagem que se destaca através de inúmeros estudos é o CONWIP. Uma revisão bibliográfica sistemática (JAEGLER et al., 2018) destaca que o CONWIP fornece um sistema de controle flexível e eficiente para ambientes de fabricação que possuem alta variedade de produtos. Este sistema foi desenvolvido por Spearman, Woodruff e Hopp (1990), na qual cartões de CONWIP são atribuídos à linha de produção e não são específicos de uma peça como um cartão do kanban. Vários estudos mostram que CONWIP possui uma estratégia simples, de fácil compreensão e utilização, sendo uma das maneiras mais simples de implantar um sistema de controle puxado e devido a sua simplicidade o torna amplamente adotado pelas empresas (HUANG et al., 2017; THÜRER et al., 2019).

Gastermann e Stopper (2012) mostram que o CONWIP busca garantir um nível constante de WIP. Vários estudos de caso ou simulação mostram que o CONWIP pode ser usado em ambientes com alta variedade de produtos e baixo volume de produção (SLOMP; BOKHORST; GERMS, 2009; LU; YANG; WANG, 2011; LEONARDO et al., 2017b). Outros estudos comparam o CONWIP, o m-CONWIP e o POLCA mostrando pontos positivos e negativos de cada sistema de controle de produção puxado (GERMS; RIEZEBOS, 2010; BERTOLINI et al., 2020; ONYEOCHA; KHOURY; GERAGHTY, 2015).

O quadro 3 compila essas dificuldades e quais abordagens há literatura para extrair o máximo do sistema lean de produção, apresentando o QRM como um sistema de controle de produção que tem como um dos princípios manter a capacidade de utilização até certo nível de ocupação para reduzir prazos de entrega.

Quadro 3 – Compilação de Dificuldades e Abordagens para implantação de produção puxada

| | Implantação de produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda | Fonte |
|---|--|-----------------------------|
| Dificuldades | gestores tentam manter utilização capacidade de produção próxima a 100%, o que dificultam a implantação de produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos | Godinho Filho et al. (2017) |
| | necessário ter um critério de desempenho com foco na variabilidade dentro do sistema de produção para obter o máximo da sistemática do lean | |
| Abordagens | apresenta QRM/POLCA, o Drum-Buffer-Rope (DBR), COPACABANA e CONWIP | Tomasevic et al. (2021) |
| | QRM busca redução lead time em todos os aspectos da empresa | Suri (2010) |
| | 4 conceitos centrais: poder do tempo / estrutura organizacional / dinâmica do sistema / aplicação em toda empresa | |
| | célula QRM combinada com uma estrutura flexível, trabalho em equipe, auto gerenciada, treinada e com uma métrica certa alcança resultados incríveis. | |
| | princípios do QRM através de pesquisa exploratória | Godinho Filho et al. (2017) |
| | QRM surgiu para complementar o Lean Manufacturing | |
| | QRM tem como propósito reduzir o lead time | |
| | Lean Manufacturing tem como objetivo redução de custos e estoques através da eliminação de desperdícios | |
| | QRM busca ganhos de flexibilidade e agilidade, contrariando a maximização do uso de equipamentos e pessoal | |
| | no QRM o sistema de planejamento e controle de produção é através do POLCA | |
| | POLCA leva a um melhor controle da carga de trabalho e melhor utilização da capacidade e fluxo de produção | Krishnamurthy e Suri (2009) |
| | POLCA é uma estratégia híbrida puxado-empurrado | |
| | POLCA contorna as limitações dos sistemas puxados em ambientes de alta variedade de produtos | |
| | fluxo de produção é controlado através de uma combinação de autorizações de liberação e cartões de controle de produção (cartões POLCA) | |
| | framework integrando lean manufacturing com estratégia QRM/POLCA | Stump e Badurdeen (2012) |
| | QRM tem como objetivo a redução dos prazos de entrega em todas as operações | |
| | através de estudo de caso mostram que a programação otimizada gera uma melhora significativa no lead time e WIP | Wang et al. (2021) |
| | após implementação QRM/POLCA, empresa reduziu lead time, melhorou qualidade da produção, entrega, flexibilidade e melhoria do lucro | |
| | comparam POLCA, CONWIP e m-CONWIP (m significa múltiplo) | Germs e Riezebos (2010) |
| | há balanceamento de carga de trabalho no POLCA e m-CONWIP, mas não no CONWIP | |
| m-CONWIP evita a degradação de desempenho do CONWIP | | |

Fonte: o autor

Através do desenvolvimento da presente revisão da literatura e analisando o objeto de estudo, fica evidente a necessidade de corrigir alguns aspectos em uma empresa antes de iniciar a implantação de produção puxada em um ambiente com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda. Segundo Liker (2004) a utilização de produção puxada requer a necessidade de ter controle sobre o WIP e lead time de produção conhecidos e controlados. Dessa forma, através da tabela 1 e o estudo de Godinho Filho et al. (2017), pode-se constatar que uma das dificuldades da implantação de produção puxada é que gestores tendem a manter

a utilização da capacidade de produção próxima a 100%. Além disso Godinho Filho et al. (2017) mostra que é necessário ter foco na variabilidade dentro do sistema de produção criando um indicador de desempenho que corresponda a esse fim. Somando-se a isso e várias abordagens conforme mostrado na tabela 2, essa revisão bibliográfica sistemática verificou a necessidade de explorar com detalhes os objetivos de entender o motivo porque pessoas e máquinas ocupadas próximas a 100% dificultam a implantação de sistema puxado e consequentemente causando alto níveis de WIP e longos prazos de entrega. Esse é o foco do próximo capítulo da presente dissertação.

4 ESTUDO DE CASO

Este capítulo tem como objetivo apresentar a realização da parte empírica. O capítulo inicia com a introdução e depois é mostrado o método de pesquisa.

4.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo responder às questões 2 e 3 do presente trabalho. Para isso, foi realizado um estudo de caso envolvendo uma empresa do setor gráfico brasileiro. O objetivo principal é levantar a visão dos diferentes níveis da empresa em relação a alta utilização de seus recursos de fabricação, especificamente em entender por que os líderes tomadores de decisão tem uma mentalidade de eficiência e quais as dificuldades que tais gestores possuem para alterar uma mentalidade de eficiência para uma mentalidade enxuta.

4.2 MÉTODO DE PESQUISA

Segundo Bryman (2015), a abordagem qualitativa tem como ênfase a perspectiva do indivíduo que está sendo estudado, tendo como foco os processos do objeto de estudo. A pesquisa qualitativa é composta por: subjetividade na interpretação dos indivíduos, contexto do ambiente de pesquisa, abordagem não estruturada, múltiplas fontes, proximidade com o fenômeno estudado e importância da realidade organizacional.

Além disso, quando se trata de uma abordagem qualitativa, as interpretações individuais precisam ser compreendidas pelo pesquisador. Vale ressaltar que é muito importante entender como o pesquisador chegou até os resultados, trabalhando de forma flexível e não muito estruturada (BRYMAN, 2015). A abordagem qualitativa precisa de mais de uma fonte de evidência para evitar opiniões pessoais e a forma de capturar as informações é por meio de entrevistas semiestruturadas ou não estruturadas, observação direta e documentos. Além disso, o roteiro de uma entrevista semiestruturada deve ser desenvolvida através de um modelo e referencial teórico e deve ser complementada pela observação direta no ambiente pesquisado (CAUCHIK et al., 2012; VOSS, JOHNSON e GODSELL, 2016).

O método de pesquisa será um estudo de caso único, na qual a interação de pesquisador e objeto de estudo será por meio de entrevistas, observações e consulta a documentos. A coleta de dados será realizada por meio de entrevistas presenciais semiestruturadas para manter uma correta ordem e garantir espontaneidade dos entrevistados e comentários abertos. A entrevista

semiestruturada, apesar de se basear em orientações definidas antes da entrevista, permite ao pesquisador se aprofundar em descobertas significativas para um estudo de caso conforme Magaldi e Berler (2020). Além disso, uma entrevista semiestruturada conforme definido por Mashuri et al. (2022) oferece flexibilidade e a possibilidade de aprofundar diversos tópicos e ao mesmo tempo manter o foco do estudo.

Segundo Mashuri et al. (2022) uma entrevista semiestruturada é utilizada para obter informações aprofundadas e tem maior poder de coleta de informações que outros tipos de entrevista para investigação qualitativa, pois permite obter informações e evidências aprofundadas dos entrevistados considerando o foco do estudo. Além disso, permite flexibilidade e adaptabilidade aos investigadores para manter o rumo da pesquisa. Vale ressaltar que Mashuri et al. (2022) afirmam que uma entrevista semiestruturada permite aos investigadores alterar as suas questões de pesquisa ao longo de seus estudos obtendo resultados robustos e confiáveis.

O método de pesquisa consiste em vários entrevistados com objetivo de melhorar a validade dos dados (Yin, 2018) e a confiabilidade dos dados coletados (VOSS, TSIKRIKTSIS e FROHLICH, 2002). Além disso, dados de arquivos e documentos serão utilizados para triangular evidências empíricas e garantir múltiplas fontes de evidências (HAYS, 2004; STUART et al., 2002; VOSS, JOHNSON e GODSELL, 2016).

Segundo Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002), Childe (2011) e Voss, Johnson e Godsell (2016) um estudo de caso é caracterizado pela presença passiva do pesquisador, não sendo ativo e interagindo com o objeto de estudo tendo um baixo grau de envolvimento com os indivíduos e a organização pesquisada. Dessa forma o fenômeno será estudado em seu ambiente natural e a teoria gerada a partir da compreensão obtida através da observação da prática real. Embora a generalização das descobertas e discussões resultantes de estudos de casos único sejam questionáveis, os estudos de casos únicos são empiricamente ricos e holísticos permitindo uma análise aprofundada para a construção de teoria.

Além disso, segundo Voss, Johnson e Godsell (2016) o estudo de caso é um método de pesquisa que não tem limites rígidos, que permite e favorece a exploração de um fenômeno e propõe novas ideias para a construção de uma nova teoria ou o refinamento e detalhamento de uma teoria já existente.

De acordo com Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002), Childe (2011) e Voss, Johnson e Godsell (2016) o estudo de caso é um método de pesquisa muito direcionado para o desenvolvimento de novas teorias e por ser importante em responder perguntas “como” e “porque” de um determinado assunto. O ponto inicial de um estudo de caso é definir a estrutura

de pesquisa e as perguntas a serem respondidas. Segundo Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002) em um estudo de caso a quantidade de dados levantados é vasto, portanto quanto mais foco ter nas questões mais fácil será identificar proposições e projetar o protocolo de pesquisa.

A fonte primária de um estudo de caso são entrevistas estruturadas, semiestruturadas ou não estruturadas. Além disso é possível coletar dados através da observação direta, conversas informais, reuniões e eventos formais e obtenção de dados através de documentos. Um princípio fundamental da coleta de dados em um estudo de caso é a triangulação, que é uma combinação de diferentes métodos de estudar e entender o mesmo fenômeno (CRESWELL, 2013)

Segundo Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002) e Creswell (2013) um modelo comum é do tipo funil, iniciando com perguntas abertas e conforme a entrevista progride, questões mais específicas e detalhadas são feitas. É recomendado enviar o protocolo antecipadamente para o entrevistado se preparar.

De acordo com o estudo de Yin (2018), o estudo de caso é um dos mais difíceis tipos de pesquisa devido a ausência de rotina. Há três tipos de estudo de caso, a saber:

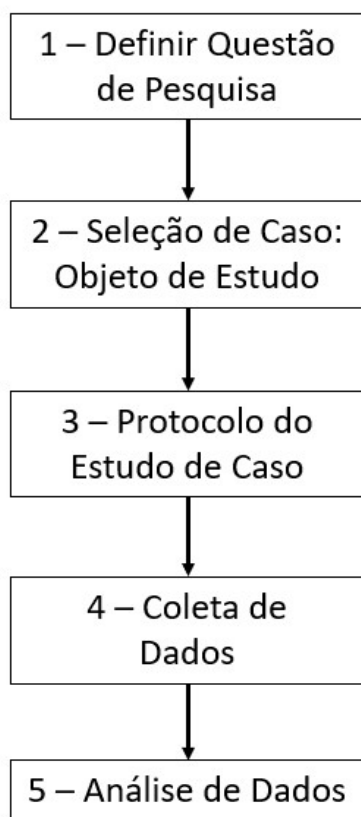
1. Exploratório, com objetivo de definir questões e hipóteses para estudos futuros;
2. Descritivo, descrevendo um fenômeno;
3. Exploratório, tendo relações de causa e efeito explicando eventos passados.

Para Yin (2018) um pesquisador precisa ter um conjunto de habilidades para conduzir um estudo de caso, a saber:

1. Perguntar boas questões e saber interpretar as respostas;
2. Ser bom ouvinte e não ter julgamentos;
3. Ser adaptável e flexível, para descobrir oportunidades;
4. Ter conhecimento dos problemas estudados;
5. Não possuir viés e preconceitos, portanto ser receptivo e sensível a evidências contraditórias.

De acordo com Voss, Johnson e Godsell (2016) e Stuart et al. (2002) o método de pesquisa de um estudo de caso precisa ter um protocolo e estrutura bem definida, seguindo passos conhecidos conforme descrito na Figura 6. Uma boa preparação de um protocolo de pesquisa inicia com as habilidades necessárias do pesquisador (YIN, 2018). A fase de análise de dados merece destaque, pois possui um grande desafio devido à complexidade e dificuldade em dar sentido a todas as informações coletadas. Algumas perguntas precisam ser respondidas nessa fase, tais como: Os padrões são evidentes? As observações apontam variáveis críticas? Há um modelo conceitual que ajude a explicar os padrões de comportamento? Os modelos teóricos atuais explicam algo sobre o comportamento desenvolvido?

Figura 6 – Etapas da pesquisa do estudo de caso



Fonte: Adaptado de Voss, Johnson e Godsell (2016)

4.2.1 Definição da questão de pesquisa para o estudo de caso

Após o término da revisão bibliográfica sistemática e da definição da resposta da primeira questão de pesquisa, foi elaborado duas novas questões de pesquisa: Porque os líderes e/ou tomadores de decisão tem uma mentalidade de eficiência, visando manter máquinas e pessoas ocupadas próximo a sua capacidade máxima? e Quais as dificuldades que tais gestores tem para alterar uma mentalidade de eficiência para uma mentalidade enxuta? Essas questões serão respondidas através do estudo de caso.

Concluindo, o estudo de caso tem como objetivo responder a segunda e terceira questões de pesquisa, pois antes de seguir com a implantação de produção puxada na empresa estudada, faz-se necessário entender como a alta administração que é composta por supervisores, gerentes e diretores entendem e compreendem sobre a questão de manter máquinas e pessoas ocupadas próximo a utilização de 100% de suas capacidades. Deseja-se saber se a alta administração está preparada em reduzir essa ocupação com um objetivo maior de colher resultados em termos

financeiros em um momento posterior após a implantação de produção puxada. Além disso, faz-se necessário entender porque os líderes possuem a visão de manter máquinas e pessoas ocupadas o maior tempo possível e como será possível alterar suas visões em relação a esse tema.

Dessa forma, pode-se mencionar que um estudo de caso único é uma abordagem apropriada para essa pesquisa, pois as questões de pesquisa estão relacionadas à investigação e ao entendimento do comportamento atual dos principais líderes e tomadores de decisão de uma determinada empresa. Com isso, algumas variáveis relacionadas a essa pergunta foram criadas:

1. Barreiras para implantação de produção puxada;
2. Benefícios da produção puxada;
3. Ocupação de recursos;
4. Fatores críticos para sucesso de implantação de produção puxada;
5. Comparação visões entre os níveis hierárquicos;
6. Benefícios qualitativos;
7. Benefícios quantitativos;
8. Custos de produção.

4.2.2 Seleção de caso: objeto de estudo

O objeto de estudo dessa pesquisa é uma indústria gráfica responsável pela produção de diversos itens do ramo de papelaria, destacando-se pela fabricação de agendas e produtos para casa e escritório, principalmente cadernos. A empresa é uma das líderes no mercado brasileiro, tem uma história de mais de 90 anos e possui milhares de clientes ativos em todo o Brasil e alguns clientes internacionais. Possui um sólido departamento de vendas que atende a grande maioria de municípios de todo o Brasil, contando com equipe interna e vários representantes de vendas espalhados pelos estados brasileiros. Além do mercado interno, a empresa a ser estudada também exporta diversos tipos de produtos fabricados em sua planta no Brasil, com destaque para a América Latina.

Além dos produtos fabricados no Brasil, diversos itens do ramo de papelaria como canetas, lápis, borrachas, lousas, giz de cera, etc., são importados do mercado asiático e vendido no Brasil. É uma multinacional e seu controle acionário se localiza nos Estados Unidos da América. Além disso, conta com uma cadeia de suprimentos bem estabelecida, sendo um ponto forte no alcance de clientes e fornecedores. Dessa forma, pode-se afirmar que as vendas sazonais ocorrem não por falta de clientes e pedidos ao longo do ano, mas ocorre devido a uma

característica de mercado, ocorrendo muita concentração devido ao evento anual de voltas às aulas que no Brasil ocorre entre os meses de janeiro e fevereiro. Por último, vale ressaltar que a seleção de caso para esta pesquisa está em consonância com as questões de pesquisa.

O objeto de estudo dessa dissertação possui uma mentalidade baseada em produtividade ao invés de uma mentalidade baseada em eficiência. Isso é percebido devido aos líderes tomadores de decisão se basearem na geração de valor para a organização como um todo tendo como base o curto prazo, focando em maximizar o retorno sobre o investimento. Além disso, há uma forte pressão dos *stakeholders* para atender suas expectativas de curto prazo, principalmente em relação a acionistas que tem como prioridade o aumento do valor das ações. Para colaborar com isso é evidente a ênfase que tais líderes tomadores de decisão possuem em maximizar a ocupação de recursos tais como funcionários e máquinas dos diversos processos de fabricação, tendo uma preocupação com o desempenho individual de cada recurso ao contrário de se preocupar com o fluxo do processo de manufatura, tendo uma visão holística de longo prazo.

4.2.3 Protocolo do estudo de caso

Para validar os dados coletados é necessário seguir um protocolo de pesquisa bem definido (YIN, 2018), que contém os instrumentos de pesquisa. Além disso, contém os procedimentos e regras gerais que precisam ser usados durante a pesquisa. O ponto central de um protocolo de pesquisa é um conjunto de questões para ser usado durante as entrevistas. Para Yin (2018), um pesquisador deve ser independente que precisa ser aberto para tomar decisões inteligentes sobre os dados coletados, e o protocolo de pesquisa é mais do que um questionário e um instrumento. Este contém todos os instrumentos, procedimentos e regras gerais que devem ser seguidas. Dessa forma é correto afirmar que o protocolo aumenta a confiabilidade da pesquisa de estudo de caso conforme Yin (2018) e deve apresentar as seguintes seções:

1. Visão geral do projeto do estudo de caso, apresentando objetivos, questões do estudo de caso, informações prévias do projeto, proposições e hipóteses;
2. Procedimentos de campo, com fontes gerais de informações e ter todo o material preparado para realizar a pesquisa de campo;
3. Questões do estudo de caso, destacando que são as questões que o pesquisador precisa ter em mente que formam a estrutura de uma investigação e não as questões que são feitas literalmente ao entrevistado;

4. Guia para o relatório do estudo de caso, resumindo o formato de narrativa e especificação de quaisquer informações bibliográficas e outras documentações.

O protocolo do estudo de caso foi elaborado conforme proposto por Yin (2018) e encontra-se no APÊNDICE A.

4.2.4 Coleta de dados

As entrevistas com os funcionários da empresa ocorreram entre os dias 01 de julho de 2022 a 09 de agosto de 2022. Estas entrevistas foram realizadas de forma remota utilizando o software Teams da Microsoft e todas foram gravadas para posterior análise dos dados coletados. No total foram entrevistados dez funcionários.

A principal fonte de estudo são as dez entrevistas semiestruturadas em profundidade realizadas, permitindo capturar a maior parte da complexidade e do essencial para o estudo em questão e além disso, permitindo flexibilidade conforme proposto por Yin (2018). Os entrevistados são experientes, ocupando posições chave no departamento de operação, sendo selecionados com base em sua experiência e ocupação de liderança. Ter várias entrevistas para o tema de estudo, cada um fornecendo suas ideias e próprias perspectivas sobre o assunto, permitiu a triangulação conforme orientado por Yin (2018), possibilitando aumentar a validade dos encontráveis ao longo das entrevistas. Perguntas abertas foram utilizadas para evitar que ideias teóricas fossem impostas aos entrevistados, evitando dessa forma a geração de viés nas descobertas do estudo realizado.

O quadro 4 apresenta uma compilação de dados dos entrevistados, apresentando a data realizada da entrevista, os cargos dos funcionários, o tempo total de empresa em anos, o tempo atuando diretamente com o tema de *Lean Manufacturing* e o tempo total de entrevista realizada. Os entrevistados possuem cargos de liderança que atuam diretamente na tomada de decisão em relação a manufatura enxuta. A média do tempo de empresa é de 31 anos, o que mostra que são funcionários com muito tempo de experiência no ramo. Todavia o tempo médio de atuação diretamente com Lean é de apenas 27 meses. O tempo médio de entrevista foi de uma hora, nove minutos e treze segundos.

Quadro 4 – Compilação de entrevistados

| Data | Cargo | Código | Tempo de Empresa (anos) | Tempo atuando diretamente com Lean (meses) | Tempo Total Entrevista |
|--------------|--|--------|-------------------------|--|------------------------|
| 01/07/2022 | Líder de Produção | LP 1 | 24 | 30 | 01:07:52 |
| 06/07/2022 | Diretor de Operações | DO | 15 | 30 | 01:30:07 |
| 08/07/2022 | Gerente de Distribuição | GD | 44 | 13 | 01:22:16 |
| 19/07/2022 | Líder de Produção | LP 2 | 24 | 30 | 00:51:58 |
| 19/07/2022 | Gerente de Suprimentos | GS | 35 | 13 | 01:07:37 |
| 20/07/2022 | Supervisor de Produção | SP 1 | 39 | 30 | 01:03:54 |
| 20/07/2022 | Gerente de PCP | GPCP | 36 | 30 | 01:14:07 |
| 21/07/2022 | Supervisor de Produção | SP 2 | 25 | 30 | 01:05:26 |
| 29/07/2022 | Gerente de Produção, Manutenção e Engenharia | GPME | 27 | > 10 anos * não utilizado no cálculo da | 01:14:31 |
| 09/08/2022 | Presidente | PR | 36 | 36 | 00:54:24 |
| Média | --- | | 31 | 27 | 01:09:13 |

Fonte: o autor

4.2.5 Análise de dados

Durante as entrevistas foram realizados diversas anotações e quando preciso foi avaliado as gravações para ter o máximo de informações para esta etapa de análise de dados. A análise de dados seguiu procedimentos específicos para garantir confiabilidade e validade. O entrevistador compilou notas de campo, reflexões e percepções para auxiliar na elaboração da narrativa do estudo de caso.

A análise de dados do presente estudo de caso revelou *insights* significativos sobre as duas questões a serem respondidas. Os dados coletados foram meticulosamente examinadas à luz das questões de pesquisa, permitindo uma compreensão aprofundada e através da aplicação e desenvolvimento das entrevistas, foi possível identificar padrões emergentes e tendências cruciais sobre os motivos que os líderes tomadores de decisão tem uma mentalidade de eficiência e quais são as dificuldades que tais gestores tem para alterar uma mentalidade de eficiência para uma mentalidade enxuta.

Além disso, ao explorar a compreensão e entendimento por parte dos entrevistados sobre os conceitos do *Lean Manufacturing*, surgiram nuances inesperadas que enriqueceram a compreensão do fenômeno estudado. A análise qualitativa das entrevistas revelou *insights* profundos sobre as percepções e experiências dos participantes, adicionando uma camada de complexidade ao quadro geral. A triangulação de dados provenientes de fontes diversificadas como entrevistas, observação direta e análise de documentos fortaleceu a validade das descobertas e resultados alcançados. As convergências e divergências entre os diferentes conjuntos de dados proporcionaram uma compreensão mais holística do fenômeno estudado, reduzindo possíveis vieses.

Por fim a análise contextual, considerando fatores históricos, sociais e culturais da empresa estudada que é o objeto de estudo dessa pesquisa contribuiu para uma interpretação mais abrangente dos resultados que proporcionam uma base sólida para a formulação de conclusões e proposições.

5 RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados alcançados através do estudo de caso realizado. O capítulo é dividido em suas seções que tem como objetivo responder as questões de pesquisa elaboradas.

5.1 PORQUE OS LIDERES E/OU TOMADORES DE DECISÃO TÊM UMA MENTALIDADE DE EFICIENCIA, VISANDO MANTER MÁQUINAS E PESSOAS OCUPADAS PRÓXIMO A SUA CAPACIDADE MÁXIMA?

O entendimento da produção puxada é um fator-chave. Os líderes reconhecem que a produção deve ser acionada pela demanda do cliente, o que significa que é necessário manter as operações em andamento para atender às necessidades em constante mudança dos clientes. Isso ajuda a evitar a produção excessiva e a reduzir os custos associados.

De acordo com a maioria das respostas dos entrevistados, conclui-se que há um bom entendimento dos funcionários sobre o significado de produção puxada. Em todos os níveis de cargos entrevistados apareceu o termo produção puxada que ocorre quando uma demanda gera a necessidade de produção. Além disso, entendem que a produção puxada é baseada numa necessidade do cliente e não é realizado por uma previsão de demanda. Um plano de produção só pode ser iniciado se o cliente posterior do processo solicitar.

Todavia, ainda há uma lacuna em alguns entrevistados sobre o entendimento sobre quem dita o ritmo e definição da demanda. Alguns entrevistados citaram que: “Essa ação precisa ser do departamento de vendas ou do centro de distribuição e não aguardar o cliente informar o que quer comprar ou o que necessita”. Percebe-se que as respostas dos funcionários que atuam diretamente na produção como líderes e supervisores colocam a necessidade de melhorar o plano de produção como obrigação do departamento de Planejamento e Controle de Produção e do departamento de Vendas.

Conclui-se que alguns se confundem em não haver estoques quando se tem uma produção puxada. Respostas como uma produção puxada não permite ter estoques foi respondido por vários entrevistados contrastando o que Liker (2004) demonstra, isto é, que no *Lean Manufacturing* estoques existem, mas de forma calculada e controlada conforme a especificação de cada processo. Uma resposta importante que foi coletada e que deve ser analisada como descoberta é que: “Devido as características da empresa, há momentos que ocorre produção puxada principalmente durante o período de dezembro e janeiro onde a entrada

de pedidos é maior que a capacidade de produção, gerando dessa forma uma demanda consistente de produção através de uma carteira de vendas”. Isso foi confirmado através da análise de documentos da empresa, sendo diferente nos outros meses, que de forma geral é obrigatório produzir para estoques devido a não capacidade de produção instantânea.

A pressão por entrega pontual é uma realidade para muitas empresas. Manter a produção próxima à capacidade máxima é visto como uma maneira de atender a prazos rigorosos, garantindo que os produtos cheguem aos clientes no prazo previsto. Isso é crucial para manter a satisfação do cliente e a reputação da empresa. De acordo com a entrevista, e em relação a obter entrega mais rápida de produtos acabados, e ao tempo de ocupação de equipamentos e funcionários as respostas encontradas foram bem divididas entre os entrevistados. Algumas respostas informaram que a ocupação não necessariamente precisa ser o máximo possível, ou seja, próxima a 100%. Já outras respostas mencionaram que no *Lean Manufacturing* é necessário ter tempos disponíveis para operadores realizarem outras tarefas além de produzir produtos. Um supervisor de produção entrevistado que atua diretamente na produção informou: “Os operadores precisam ter tempo disponível para realizar melhorias, realizar limpeza e lubrificação no equipamento e principalmente para resolver problemas de qualidade nos produtos que são produzidos”.

Nota-se que os profissionais que tiveram maior contato com treinamentos, implantação e trabalho diário com as ferramentas da manufatura enxuta deram como respostas uma necessidade de ter tempos disponíveis por parte dos recursos para realização de melhorias, realização de limpeza, inspeção e lubrificação em equipamentos e a produção puxada deve ser dimensionada dessa forma. Outros argumentos foram que é preciso ter produtividade, mas também é preciso ter treinamento operacional para manter equipamentos confiáveis e que nem sempre manter equipamentos produzindo significa ser mais produtivo. Outro bom argumento apresentado por um gerente entrevistado foi: “É preciso manter equipamentos ocupados no ritmo do *takt time*, tendo um processo bem controlado com fluxo contínuo e conseqüentemente entrega mais rápida para os clientes. O pensamento necessário é de acordo com o mapa do fluxo de valor sempre analisando o fluxo total”.

Colaborando com essa necessidade de investimento em conceitos sobre o tema, os profissionais com menos tempo atuando diretamente com o *Lean Manufacturing* apresentaram como argumentos que manter equipamentos e funcionários ocupados possibilitam uma entrega mais rápida de produtos acabados, sendo preciso manter o plano de produção próximo a 100% para produzir o máximo possível. Houve exemplos explicados sobre a necessidade de manter processos ou equipamentos em plena capacidade de produção. Além do mais um gerente

entrevistado que não atua diretamente no chão de fábrica afirmou que: “É preciso reduzir tempos ociosos para manter equipamentos e funcionários mais produtivos, reduzindo dessa forma custos de produção devido a economia de escala”.

Como descoberta e discussão, profissionais que já possuem experiência prática com as ferramentas do *Lean Manufacturing* apresentaram argumentos mais favoráveis a necessidade de manter recursos produtivos com certo tempo de ociosidade com objetivo de possibilitar a realização de melhorias, cuidar dos equipamentos, possibilitando melhorar manutenção com o objetivo principal de manter confiabilidade nos recursos produtivos. Concluindo, a prática do *Lean Manufacturing* possibilita melhor entender que manter máquinas e funcionários ocupados o maior tempo possível dificulta e prejudica a entrega mais rápida de produtos acabados. Mas é importante ressaltar que poucos entrevistados entendem sobre esse conceito na situação atual na qual a empresa estudada está inserida.

Alguns líderes acreditam erroneamente que a produção puxada significa não ter estoques em nenhum momento. Eles temem os custos associados ao armazenamento de estoque e acreditam que manter a produção ativa é a melhor maneira de evitar esses custos. No entanto, a gestão adequada de estoques pode ser compatível com a produção puxada, desde que seja feita de maneira estratégica. Com o desenvolvimento das entrevistas e após a apresentação dos conceitos do QRM proposto por Suri (2010), importante frisar que houve uma mudança do conceito e preocupação com a geração de estoques, tendo como objetivo melhorar o estoque de uma forma calculada e não somente produzir bens e produtos intermediários a qualquer custo. Entrevistados que lidam diretamente com o chão de fábrica modificaram seus pontos de vista e comentários em manter os funcionários ocupados em outros processos como realizar semana kaizen de melhorias, paradas para manutenção e reuniões de equipe. Além do mais, outros entrevistados comentaram sobre utilizar e abordar mais a parte intelectual dos funcionários em momentos de ociosidade, utilizando o tempo para retornar os equipamentos em suas condições básicas de uso.

Dessa forma, os comentários gerais dos entrevistados em relação a essa pergunta foram que para obter entrega mais rápida de produtos acabados, não devemos manter nossas máquinas e funcionários ocupados o maior tempo possível devido ao ambiente de variabilidade na qual a empresa pesquisada está inserida.

Percebeu-se que após o conteúdo apresentado houve respostas mais objetivas referindo-se a necessidades de redução de estoque, mas com poucas justificativas, explicações e comentários. Alguns comentários levantados foram que a fábrica precisa ter menos estoques em processo e ser mais enxuta produzindo o que de fato precisa no momento correto caso

contrário gera altos custos de produção devido a ineficiências. Outro comentário importante de um gerente com vários anos trabalhando na empresa estudada foi a necessidade de ter menos estoque porque mostra que o processo está mais garantido e controlado.

Todavia ainda apareceu duas respostas informando a necessidade e produzir mais rápido ao invés de reduzir estoques como fator primordial para a redução de custos, confirmando que alguns entrevistados não entenderam os conceitos propostos por Suri (2010).

O medo de perder oportunidades de vendas é um motivador significativo. Os líderes temem que, se não mantiverem a produção em alta capacidade o tempo todo, poderão perder vendas para a concorrência ou deixar de aproveitar picos inesperados na demanda. Isso os leva a manter uma abordagem de produção contínua. Vários entrevistados durante o estudo de caso apresentaram argumentos que colaboram com essa afirmação. Um dos entrevistados que está a mais de vinte anos na empresa e que ocorre um cargo de direção afirmou: “Precisamos manter um certo nível mínimo de estoques para não perder venda devido a falta do produto pronto e estoque em nosso centro de distribuição, principalmente no período de Volta as Aulas”.

Outros argumentos analisados durante a entrevista estão diretamente relacionados a necessidade do departamento de vendas e planejamento e controle da produção melhorar sua previsão de demanda, produzindo para estoques produtos que possuem maior probabilidade de vendas. Certamente esse é um conceito impossível de se alcançar, principalmente porque não há ferramentas disponíveis para aumentar essa confiabilidade em uma previsão de demanda e vendas.

Alguns líderes podem não estar plenamente conscientes dos benefícios da produção puxada. Eles podem não compreender completamente como essa abordagem pode levar à redução de estoques, entrega mais rápida aos clientes e menor incidência de erros de produção. A falta de conhecimento pode levar à resistência em adotar essa mentalidade. Isto é, o entendimento dos entrevistados quando a dificuldade em ter produção puxada em um ambiente da empresa estudada, na qual ocorre uma alta sazonalidade na demanda de produção. Há uma visão geral que sempre deve ocorrer produção para estoque para não perder oportunidade de vendas. Um gerente entrevistado que trabalha como suporte à produção, ou seja, não diretamente no chão de fábrica mencionou: “Há muitas perdas de vendas por não ter o item em estoque, principalmente durante o período de Volta às Aulas”. Esse tema também foi um fator de sucesso mencionado por alguns entrevistados.

Por outro lado, há um baixo entendimento por parte dos entrevistados sobre qual é o objetivo e benefícios de ter uma produção puxada no processo produtivo. As respostas encontradas foram organização da área de produção, ter espaços corretos para cada material em

processo, não ter material em processo parado, otimizar recursos, reduzir custos, reduzir estoques, melhor atendimento aos clientes, reduzir matéria-prima comprada e ganhos financeiros. Além disso nota-se em algumas respostas um receio em ter produção puxada e conseqüentemente reduzir estoques e faltar produtos para o cliente quando solicitar, abrindo espaço para concorrentes atuar ou mesmo aumentar o custo de produção por ter mão de obra ociosa aguardando demanda do cliente.

Por outro lado, as respostas dos cargos mais altos de liderança apresentam um melhor entendimento do tema, principalmente nos benefícios da produção puxada como não ter estoque desnecessário, redução de estoque de produto acabado, produzir mais perto da demanda possibilitando uma rápida reposição de estoques, evitar ter estoques obsoletos, sobra de coleção e avarias de produtos acabados e diminuição dos erros de produção. Segundo Spearman, Woodruff e Hopp (1990) e Leonardo et al. (2017), a produção puxada tem como uma dos principais objetivos controlar os níveis de estoques intermediários ou *work-in-process* (WIP), e conforme constatados nos relatos dos entrevistados, poucos funcionários demonstraram conhecimentos em relação a esse tema. Um gerente entrevistado que participa ativamente na implantação de ferramentas do Lean Manufacturing citou como exemplo: “a produção puxada nos beneficia principalmente na redução de estoque e conseqüentemente no melhor gerenciamento de toda a cadeia produtiva”.

Em alguns setores, como o varejo, a demanda pode variar consideravelmente ao longo do ano. Em meses de alta demanda, como dezembro e janeiro, manter a produção ativa é essencial para atender à demanda consistente. Essa sazonalidade na demanda reforça a importância de manter a capacidade produtiva próxima ao máximo. Vários entrevistados citaram a alta sazonalidade de demanda como sendo uma das barreiras à implantação de produção puxada e motivo e manter uma mentalidade de eficiência, principalmente na linha escolar na qual as vendas ocorreram em sua grande maioria nos primeiros meses de cada ano. Restrição de capacidade, a não possibilidade de atender demanda de produção durante o pico de vendas, a mudança de mix em todos os anos devido a muitos produtos terem um ciclo de vida muito curto são outros fatores coletados durante a entrevista. Também foi mencionado sobre as tecnologias em novos equipamentos como sendo uma barreira devido ao alto custo e muitos clientes com diferentes perfis de comportamento. O quadro 5 sumariza esses resultados apresentados nesse tópico.

Quadro 5 – Resultados – Razões para Mentalidade Baseada na Eficiência

| Razões para Mentalidade Baseada na Eficiência | Descrição |
|--|--|
| Maximização do Retorno sobre Investimento (ROI) | Os líderes parecem priorizar a otimização do uso de recursos (máquinas, tecnologia e pessoal) para assegurar o máximo retorno sobre os investimentos, maximizando o valor gerado para a organização. |
| Competitividade de Mercado | Em um ambiente competitivo, a eficiência operacional é vista como um diferencial estratégico, permitindo oferecer produtos ou serviços de forma mais econômica, com maior qualidade ou rapidez. |
| Expectativas de Stakeholders | Há uma pressão constante de stakeholders (acionistas, clientes, funcionários) para demonstrar desempenho e eficiência. Manter a operação a plena capacidade é uma maneira de atender essas expectativas. |
| Gestão de Recursos Limitados | Diante de recursos limitados, os líderes buscam estratégias para alocá-los de forma mais eficaz, minimizando desperdícios e otimizando a produção ou serviços. |
| Adaptação e Resiliência Organizacional | Operar eficientemente próximo à capacidade máxima confere maior flexibilidade e resiliência às organizações em face a mudanças de mercado ou desafios. |

Fonte: o autor

5.2 QUAIS AS DIFICULDADES QUE TAIS GESTORES TÊM PARA ALTERAR UMA MENTALIDADE DE EFICIÊNCIA?

A cultura organizacional desempenha um papel fundamental na resistência à mudança. Em muitas empresas, a cultura de eficiência foi cultivada ao longo de anos e se tornou parte da identidade da empresa. Mudar essa cultura requer um esforço significativo, pois as pessoas podem se sentir desconfortáveis com a ideia de abandonar o que sempre funcionou.

Durante a entrevista, percebe-se a cultura e comportamento como uma das principais barreira que há na empresa para implantação de produção puxada e resistência à mudança, pois são muitos anos com uma produção totalmente empurrada, sem ter o controle da produção. De uma forma geral, há um comodismo por parte de toda a área de operações em sair da zona de conforto. Ainda há lideranças que não conseguem entender os benefícios da produção puxada e não praticam no dia a dia. Outro ponto levantado é a possibilidade de ruptura de processos devido à falta de matéria prima sendo necessários um redimensionamento de todo o estoque.

Um ponto importante levantado durante a entrevista é a visão sobre a necessidade de manter o quadro de funcionários ocupado o máximo possível com objetivo de reduzir custo. Um entrevistado mencionou que: “nosso sistema de custeio baseia-se no total uso de nossos

recursos e o custo se reduz quando os equipamentos operam o máximo possível”. Outra descoberta é a visão errada sobre produção puxada somente em processos como linha de montagem, isto é, uma das respostas apresentadas menciona a não possibilidade de realizar produção puxada em um ambiente na qual a empresa estudada está inserida, ambiente este com alta sazonalidade de demanda e alto mix de produtos.

De forma geral, o estudo de caso trouxe a necessidade e entendimento por parte dos entrevistados uma base bem estruturada de conhecimento desde a alta gestão até os operadores de máquinas, realizando uma mudança cultural em toda a empresa. Sendo assim, faz-se necessário investimento em conhecimento uma vez que, o estudo de caso possibilitou a investigação dos conhecimentos dos líderes tomadores de decisão em relação ao que acreditam ser benefícios e vantagens em manter máquinas e funcionários ocupados o maior tempo possível.

A resistência à mudança é um obstáculo comum. Alguns líderes podem não compreender completamente as razões por trás da transição para uma mentalidade enxuta, ou podem temer que isso afete negativamente sua posição ou segurança no trabalho. É essencial comunicar de maneira eficaz os benefícios da abordagem enxuta e envolver os funcionários no processo de mudança. Dessa forma, a entrevista tem como descoberta a necessidade de treinamento constante sobre os benefícios da abordagem enxuta, a mentalidade do *Lean Manufacturing* e quais os benefícios que essa abordagem traz para todo o processo produtivo. Essa resistência será reduzida ou eliminada conforme os benefícios e ganhos aparecem no local onde está sendo implementada. Vale ressaltar que essa alteração cultural e redução à resistência leva um período longo, muitas vezes vários anos serão necessários.

Em setores com alta sazonalidade na demanda, como varejo sazonal ou produtos específicos de temporada, a mudança para uma produção puxada pode ser particularmente desafiadora. Há momentos em que é difícil adaptar-se rapidamente à demanda sazonal, o que pode levar a pressões para manter estoques. Conforme apresentado no Quadro 1 e no Quadro 2 há muitas dificuldades e barreiras para implantação as ferramentas do *Lean Manufacturing* e consequente produção puxada e redução de estoques em um ambiente com alta sazonalidade de demanda. Vários autores descreveram essas dificuldades conforme pode ser visto nos trabalhos de Monden (1983); Spearman, Woodruff e Hopp (1990); Krishnamurthy e Suri (2009) e Tomasevic et al. (2021). Jaegler et al. (2018) e Becerra et al. (2019) apresentaram dificuldades de modelos propostos com alterações em suas ferramentas que permitem uma adaptação aos conceitos do *Lean Manufacturing*.

A falta de capacidade de produção é outra dificuldade significativa. Em muitos casos, os gestores podem estar cientes dos benefícios da produção enxuta, mas enfrentam limitações de capacidade que impedem a transição completa. Isso pode exigir investimentos em infraestrutura e tecnologia. Esse resultado é visivelmente percebido durante a triangulação de dados, através das análises de documentos do departamento de planejamento e controle de produção, através das entrevistas e observações direta. Para prejudicar esse ambiente, a sazonalidade aliada a falta de capacidade de produção gera uma dificuldade em seguir com uma mentalidade enxuta. No caso da empresa estudada, durante o evento do Volta as Aulas, mais de 60% do faturamento ocorre em cerca de 3 meses e a capacidade de produção nesse período não ultrapassa mais do 30%. Dessa forma, em um ambiente como esse, certamente há um grande obstáculo em ter 100% uma mentalidade enxuta.

A falta de conhecimento sobre os princípios do *Lean Manufacturing* e do *Quick Response Manufacturing* (QRM) é um obstáculo substancial. Os gestores e funcionários precisam de treinamento e educação para entenderem como essas abordagens podem ser aplicadas com sucesso em seu contexto específico. As entrevistas permitiram analisar a grande diferença de conhecimento por parte dos entrevistados sobre conhecimento dos princípios do *Lean Manufacturing* conforme proposto por Liker (2004) e do QRM conforme descrito por Suri (2010). Entrevistados com mais experiência na implantação e trabalho diário com o uso dessas ferramentas apresentaram maior entendimento sobre os benefícios do uso contínuo dessa metodologia. É fato que a falta de conhecimento gera uma grande dificuldade em alterar para uma mentalidade fixa, com base em eficiência para uma mentalidade enxuta.

Além disso, durante a entrevista após a apresentação dos conceitos do QRM, grande parte dos entrevistados alteraram seu ponto de visto sobre manter máquinas e funcionários ocupados próximo a sua total capacidade e quanto a manter altos níveis de estoque. Um entrevistado afirmou após a apresentação do conteúdo sobre QRM: “Agora, após o entendimento do QRM, certamente manter nossos recursos próximos a 100% gera maior nível de estoque e reduz nossas eficiências”.

Muitas empresas ainda utilizam métricas de desempenho desatualizadas que não se alinham com os objetivos da produção enxuta. A adoção de métricas mais relevantes, como o lead time ou a taxa de entrega perfeita, pode ser uma parte importante da transição. A partir das respostas e dos dados obtidos, faz-se necessário primeiramente alterar o indicador de produtividade adotado pelo departamento de produção, que atualmente é o OEE e passar a ser o MCT conforme proposto por Suri (2010). Com isso, a preocupação dos líderes em relação ao

tema de produtividade passará a ser o fluxo produtivo como um todo e não somente produtividade individual de equipamentos.

Contribuindo com os argumentos apresentados nessa dissertação, ficou evidente o entendimento por parte dos pesquisados um melhor entendimento da importância de implantar as ações e métricas propostas por Suri (2010) após a apresentação e explicação desses conceitos. Várias respostas foram alteradas pelos mesmos entrevistados após uma apresentação detalhada do QRM. Após a apresentação de conceitos de *Lean Manufacturing* e QRM ficou evidente a alteração do ponto de vista dos entrevistados em relação a manter o máximo possível a ocupação dos recursos produtivos tais como máquinas, funcionários, departamentos e estações de trabalho. Foram encontradas respostas como a não necessidade de manter totalmente 100% os recursos ocupados em produção, pois devido as incertezas e variabilidade dos processos certamente ocorrerá atrasos na entrega final do produto conforme descrito pelos entrevistados. É necessário manter uma ocupação que permita os operadores realizarem manutenção, limpeza, inspeção e lubrificação como exemplo porque permite aumentar a confiabilidade do equipamento quando for preciso e necessário. Ficou evidente que a liderança tem como objetivo manter os recursos ocupados, mas de uma forma produtiva, abrangendo uma visão mais geral do processo e não somente ter foco em equipamentos e estações de trabalho individuais.

Uma descoberta importante do estudo de caso refere-se ao sistema de custo tradicional que a empresa atua, baseado no custo de matéria prima, taxa hora do operador e depreciação do equipamento. Esse sistema de custeio não capta as deficiências do sistema produtivo, gerando muito foco na produtividade de equipamentos e pouco foco no processo produtivo desde o início até o fim. Todavia, apesar de todas as respostas e preocupações dos entrevistados em relação a busca de sempre ser eficiente, não ficou claro em nenhuma resposta como deve ser essa busca de eficiência. As respostas na maioria dos casos levam ao pensamento sobre manter funcionários e equipamentos ocupados e não em ter tempos ociosos produtivos para ser utilizado em treinamentos, capacitação, melhorias, manutenções de máquinas, etc.

Ainda dentro desse contexto sobre alterar as métricas e desempenho com base em uma mentalidade enxuta, durante as entrevistas do estudo de caso, algumas anotações são importantes mencionar como por exemplo ter uma melhor percepção sobre pensar em linha de processo e não somente em equipamentos individuais. Além disso, alguns entrevistados observaram que a empresa possui outras métricas atuais que vão contra o conceito do QRM abordado por Suri (2010), indicadores como absorção de horas produtivas, avaliação de desempenho de equipamentos individuais, etc. Também foi mencionado por parte de um dos entrevistados: “Há uma necessidade de existir uma conexão melhor entre os departamentos,

pois hoje trabalham de forma independente”. Além disso, houve questionamentos sobre pouco conhecimento de funcionários que estão longe do chão de fábrica, a falta de procedimentos da cadeia de ajuda, sobre o sistema de custeio que é um desafio e impeditivo para implantar os conceitos de QRM e ações de *lean manufacturing*.

A falta de colaboração e integração entre os departamentos é um problema comum. Os processos enxutos dependem da comunicação eficaz e da colaboração entre diferentes partes da organização. Superar barreiras entre departamentos é essencial para uma transição bem-sucedida. Através das entrevistas, observação direta e análise de documento, percebe-se que em relação a custo de produção e eficiência fica evidente uma preocupação geral em toda a empresa pesquisada a necessidade de melhorar suas ineficiências. Todavia, de acordo com Suri (2010), a busca na melhoria de eficiência deve ter como prioridade os recursos gargalos e não uma eficiência a qualquer custo. Dessa forma os entrevistados mostram pouco conhecimento em relação a visão holística de todo o processo, sem levar em consideração a melhoria de eficiência somente nas atividades que impeçam uma melhoria do prazo de entrega, e desde que haja demanda para o serviço ou produto desejado pelo cliente. Conclui-se que a empresa trabalha em forma de “silos” entre seus departamentos, com pouca integração na busca de solução de problemas complexos.

Alguns líderes podem ter uma visão simplista de eficiência, acreditando que manter máquinas e funcionários ocupados ao máximo é a única maneira de melhorar o desempenho. É necessário mostrar que a eficiência enxuta se concentra na eliminação de desperdícios e na melhoria contínua, em vez de apenas na ocupação máxima. A mesma descoberta foi em relação a redução de prazos de entrega e melhoria de eficiência. Foi unanime as respostas de todos os entrevistados afirmando que para reduzir os prazos de entrega é necessário melhorar as eficiências de forma geral. Nota-se respostas como a entrega de forma mais rápida que o planejado é bom para o processo e os indicadores de produção. Outras respostas levam em consideração o fato de sempre melhorar as ineficiências e conseqüentemente a entrega será mais rápida.

Os entrevistados que trabalham diretamente na linha de produção relataram que há muitas ineficiências e problemas nos diferentes processos e linhas de produção. Aqui nota-se um mal entendido sobre eficiência e problemas corriqueiros do dia a dia de um fábrica. Outra afirmação encontrada foi atrelar a eficiência com melhoria na previsão de demanda. Um dos comentários por parte de um entrevistado foi: “Para melhorar o prazo de entrega precisa ser melhorado a assertividade da demanda por parte de Vendas e PCP”.

Em linha com o conceito de estoque o estudo de caso permite entender a importância que os líderes dão em relação ao desempenho de entrega pontual de equipamentos e fornecedores. As respostas encontradas para esse tema tiveram unanimidade em acreditar que é de grande importância o desempenho da entrega pontual de equipamentos e fornecedores. Comentários como ser necessário celebrar metas diárias, ser pontual na entrega, ter materiais no horário programado e ter certeza que o material precisa estar na hora planejada são alguns dos temas que surgiram durante a entrevista.

Outros pontos levantados foram todos os processos caminharem de forma sincronizada, cumprindo prazos para evitar a geração de conflitos entre os departamentos. Há a necessidade de ter confiança nos processos existentes, e para isso surgiu comentários como aumento de estoques de matéria prima para evitar ruptura de estoques.

Entrevistados que trabalham diretamente com a fábrica apresentaram maior preocupação em relação ao desempenho individual dos equipamentos e a necessidade de sempre manter as equipes de produção em alto nível produtivo, uma vez que possuem como meta a produtividade individual do equipamento na qual trabalham diretamente. Percebe-se que em linhas de produção com fluxo complexo, faz-se necessário ter pontualidade na entrega, já em equipamentos com pouca representação no fluxo produtivo não há a necessidade de foco em pontualidade.

Sobre a importância ao desempenho individual de equipamentos, departamentos e estações de trabalho, a grande maioria das respostas deram muita importância ao desempenho individual. Respostas com objetivo de parabenizar os equipamentos que estão indo bem, elogiando e gerando incentivos individuais ao invés de olhar o processo como um todo. Outras respostas relacionaram o equipamento sendo medido contra seu desempenho, assegurando que tenha melhor performance individual. Outros comentários foram retirados da entrevista, tais como a soma dos individuais faz o todo, ou é necessário priorizar os equipamentos gargalos dando foco ao seu desempenho individual.

Todavia, os entrevistados que tiveram maior contato com as ferramentas de *Lean Manufacturing* nos últimos anos, apresentaram argumentos mais estruturados e convincentes conforme proposto por Suri (2010). Exemplo como não se deve buscar o máximo de desempenho individual do equipamento, mas o máximo do processo como um todo. Ou é necessário escalonar o tipo de importância do equipamento, departamento ou estação de trabalho e não necessariamente todos precisam ter o melhor desempenho.

De forma geral, as respostas dos entrevistados mostraram-se dar grande importância ao desempenho individual de equipamentos e fornecedores, com uma preocupação em ser pontual.

Dessa forma, nota-se uma visão pouco realista do fluxo produtivo como um todo. O foco na maioria das vezes é por equipamento sem a preocupação com todo o fluxo da produção. Através da análise de documentos, levantou-se que o principal indicador de produtividade adotado no departamento de produção é o cálculo individual de *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) nos equipamentos. O OEE é um indicador para gerenciar a efetividade global de equipamentos em linhas de produção. Infelizmente esse indicador somente avalia o equipamento individual, não considerando o desempenho do fluxo de materiais, diferente do indicador MCT proposto por Suri (2010). A principal descoberta em relação a essa pergunta é o fato de desconhecimento da maioria dos entrevistados sobre ser melhor dar importância ao fluxo produtivo como um todo. Concluindo, uma das principais descobertas do estudo de caso, é a falta de conhecimento dos líderes tomadores de decisão em não dar grande importância ao desempenho individual de equipamentos, departamentos e estações de trabalho. Dessa forma, é notável a falta de conhecimento e treinamentos dos funcionários que possuem pouco contato com o *lean manufacturing*. O quadro 6 sumariza esses resultados apresentados nessa seção.

Quadro 6 – Resultados – Dificuldades para mudar Mentalidade de Eficiência

| Dificuldades para mudar Mentalidade de Eficiência | Descrição |
|--|---|
| Resistência à mudança | A cultura organizacional arraigada dificulta a aceitação de novas práticas e processos. |
| Desconforto com a mudança | As pessoas se sentem desconfortáveis ao abandonar o que sempre funcionou em prol de algo novo e desconhecido. |
| Comodismo e zona de conforto | A equipe operacional prefere manter-se na zona de conforto e resistir a mudanças que exigem esforço e adaptação. |
| Falta de compreensão dos benefícios da produção puxada | Lideranças e equipe não entendem ou não reconhecem os benefícios da produção puxada em relação aos métodos tradicionais de produção. |
| Possibilidade de ruptura de processos | A transição para novos métodos pode resultar em ruptura de processos estabelecidos, exigindo ajustes significativos e redimensionamento de estoques. |
| Ênfase na ocupação máxima dos recursos | A busca pela redução de custos muitas vezes se traduz na ênfase na ocupação máxima dos recursos, o que pode ser contraproducente em uma mentalidade enxuta. |
| Falta de adaptação a conceitos como produção puxada | Em ambientes com alta sazonalidade de demanda, a adaptação a conceitos como produção puxada pode ser desafiadora devido à variabilidade da demanda. |
| Limitações de capacidade de produção | A capacidade de produção limitada pode impedir a transição completa para métodos enxutos, exigindo investimentos em infraestrutura e tecnologia. |
| Falta de conhecimento sobre Lean Manufacturing e QRM | A falta de compreensão dos princípios e benefícios do Lean Manufacturing e do Quick Response Manufacturing (QRM) dificulta a adoção dessas práticas. |
| Visão simplista de eficiência | A crença de que a eficiência se resume à ocupação máxima dos recursos, sem considerar a eliminação de desperdícios e a melhoria contínua. |
| Métricas de desempenho desatualizadas | O uso de métricas de desempenho que não se alinham com os objetivos da produção enxuta pode dificultar a avaliação e o monitoramento adequados. |
| Falta de colaboração e integração entre departamentos | A falta de comunicação e colaboração entre diferentes partes da organização pode impedir uma transição suave para métodos enxutos. |
| Preocupação excessiva com o desempenho individual de equipamentos | A ênfase no desempenho individual de equipamentos pode desviar a atenção do fluxo produtivo como um todo, prejudicando a eficiência global. |
| Desconhecimento sobre a importância de priorizar o fluxo produtivo | A falta de compreensão sobre a importância de priorizar o fluxo produtivo sobre o desempenho individual de equipamentos pode prejudicar a eficácia das operações. |
| Falta de treinamento e educação dos funcionários | A ausência de treinamento e educação sobre os princípios do Lean Manufacturing e QRM dificulta a adoção e implementação dessas práticas. |

Fonte: o autor

6 DISCUSSÕES

Este capítulo expõe os desafios da eficiência operacional e como superá-las, através da apresentação de duas proposições.

6.1 DESAFIOS DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL: UM CONTRASTE COM OS PRINCÍPIOS DO *LEAN MANUFACTURING* E *QUICK RESPONSE MANUFACTURING*

A presente investigação revelou cinco razões subjacentes à ênfase na eficiência operacional na empresa estudada: Maximização do Retorno sobre Investimento (ROI), Competitividade de Mercado, Expectativas de Stakeholders, Gestão de Recursos Limitados e Adaptação e Resiliência Organizacional. No entanto, uma análise crítica dessas razões sugere um possível desalinhamento com os princípios estabelecidos do Lean Manufacturing e Quick Response Manufacturing (QRM), o que pode ter implicações prejudiciais a longo prazo para a organização.

O *Lean Manufacturing*, uma filosofia que permeia muitos aspectos da produção moderna, está fundamentado na eliminação de desperdício e na entrega de valor ao cliente conforme defendido por Liker (2004). Simultaneamente, o QRM enfatiza a importância da redução dos *lead times* para aumentar a competitividade da empresa segundo Suri (2010). Ambas as filosofias compartilham uma ênfase em uma visão holística que equilibra os benefícios imediatos com a sustentabilidade operacional e estratégica.

A eficiência identificada nesta análise, contudo, parece estar impulsionada por uma busca de maximização do Retorno sobre Investimento (ROI) e outros indicadores de desempenho de curto prazo, sem a devida consideração pelas consequências a longo prazo. Womack, Jones e Ross (1992) enfatizam que a filosofia do *Lean Manufacturing* é uma abordagem que visa reduzir desperdícios no curto prazo através do engajamento de todas as partes da organização. Todavia esse engajamento só pode ser alcançado no longo prazo através de um trabalho que precisa ser feito dia a dia. Isso pode ser observado durante o estudo de caso através do principal indicador de produtividade que a empresa estudada mantém em seu chão de fábrica, a saber o OEE. Esse indicador tem uma visão muito direcionada a produtividade individual de um determinado equipamento, sem a visão holística de todo o fluxo de trabalho, gerando estoques e gargalos ao longo do processo produtivo. Tal abordagem pode levar a uma otimização local que contraria a essência do *Lean Manufacturing* e do QRM, resultando em

ineficiências sistêmicas e potenciais perdas de qualidade, conforme apresentado por Suri (2010) e Liker (2004).

A pressão para manter a eficiência a qualquer custo também pode restringir a inovação e a flexibilidade, fundamentais segundo o QRM proposto por Suri (2010). Esta pressão pode limitar a capacidade da empresa de se adaptar a novas condições de mercado e necessidades dos clientes, reduzindo sua competitividade a longo prazo. Os clientes estão cada vez mais esperando prazos de entrega curtos e uma mentalidade voltada somente para eficiência gera no longo prazo aumento significativo dos prazos de entrega conforme defendido por Godinho Filho et al. (2017).

Além disso, uma interpretação equivocada das expectativas dos stakeholders pode levar a uma concentração em metas financeiras de curto prazo, negligenciando fatores como satisfação do cliente e engajamento dos colaboradores. Tal enfoque pode erodir a cultura organizacional e prejudicar a sustentabilidade a longo prazo da empresa. De forma geral, vários stakeholders, principalmente acionistas, acreditam que a utilização da capacidade de produção deva ser próximo a sua totalidade com objetivo de reduzir custos. Todavia Godinho Filho et al. (2017) demonstram o contrário, afirmando que manter alta utilização da capacidade de produção causa altos níveis de estoque em processo e prazos de entrega cada vez mais longos, contrastando com uma redução sustentável de custos.

A gestão efficientista dos recursos pode, portanto, ser uma faca de dois gumes. Enquanto a eficiência é inquestionavelmente valiosa, sua busca não pode ser desvinculada da qualidade, flexibilidade e capacidade de inovação. Uma abordagem equilibrada é crucial para assegurar que a eficiência operacional apoie, e não subverta, os objetivos de longo prazo da empresa. Moura (1989) mostra que o *Lean Manufacturing* e especificamente a produção puxada traz diversos benefícios para uma empresa em relação a eficiência como a redução de inventário em processo, a minimização da flutuação de estoque em processo, a uma reação mais rápida à mudança de demanda e redução de defeitos. Certamente essa busca por eficiência deve ser buscada a todo momento, mas de uma forma flexível sem confrontar com a capacidade de inovação e resposta rápida ao mercado consumidor.

Além dessas questões levantadas, é fundamental considerar a importância da adaptação e resiliência organizacional no contexto da busca pela eficiência. Uma abordagem excessivamente rígida para eficiência pode comprometer a capacidade da empresa de se adaptar a mudanças inesperadas e desafios emergentes. A resiliência organizacional, definida como a capacidade de uma empresa absorver choques e se adaptar com sucesso a novas condições, é um componente essencial para a sustentabilidade a longo prazo. Portanto, é imperativo que as

empresas considerem não apenas a eficiência imediata, mas também a sua capacidade de se adaptar e responder de forma eficaz a mudanças no ambiente de negócios. Este equilíbrio entre eficiência e resiliência é essencial para garantir que a empresa possa prosperar em face de desafios futuros e incertezas. Bertolini, Romagnoli e Zammori (2017) mostram a necessidade de manter equilíbrio entre flexibilidade de produção e variabilidade, tornando-se um diferencial para a empresa na busca de entrega de valor ao cliente final. Além disso Deuse et al. (2018) afirmam ter a necessidade de variabilidade de produtos que representam benefícios aos clientes. Essa variabilidade certamente confronta com eficiência operacional segundo Deuse et al. (2018) mas não pode ser reduzida e sim administrada adequadamente.

Em conclusão, é imperativo que a empresa reavalie sua abordagem à eficiência, realinhando-a com uma estratégia operacional que incorpore integralmente os princípios do *Lean Manufacturing* e do QRM. Somente assim poderá garantir a melhoria contínua e sustentável, e uma resposta ágil e eficaz às demandas dinâmicas do mercado atual (SURI, 2010; LIKER, 2004). Dessa forma, temos a primeira proposição do presente estudo.

Proposição 1: Empresas devem buscar reavaliar suas estratégias e indicadores de eficiência, tornando-os mais abrangentes e alinhados aos objetivos de longo prazo. Isso inclui a consideração de indicadores mais holísticos, como *lead time* e eliminação de desperdícios, visando uma gestão mais sustentável e adaptável às demandas dinâmicas do mercado.

6.2 SUPERANDO DESAFIOS: ABORDAGENS DO *LEAN MANUFACTURING* E *QUICK RESPONSE MANUFACTURING* PARA TRANSFORMAR A MENTALIDADE ORGANIZACIONAL

Ao buscar a transformação da mentalidade dos líderes tomadores de decisão centrada na eficiência na empresa, nos deparamos com uma série de desafios. Cada uma dessas dificuldades pode ser abordada e superada com a implementação das práticas do *Lean Manufacturing* e do *Quick Response Manufacturing* (QRM).

A resistência à mudança é um obstáculo comum, muitas vezes enraizado na cultura organizacional e na relutância em adotar novas práticas, pois os integrantes de uma determinada corporação por exemplo estão há anos desempenhando suas funções de um determinada maneira e certamente há muita resistência em adotar novas práticas de trabalho. Dessa forma, implementar uma abordagem gradual, envolvendo os colaboradores desde o início do processo de mudança, pode ajudar a reduzir a resistência e promover a aceitação das novas práticas. O

estudo de caso possibilitou entender que a capacidade de aprendizagem dos funcionários é um fator chave para qualquer empresa vencer a resistência à mudança.

O desconforto em abandonar métodos tradicionais também pode representar uma barreira significativa em transformar a mentalidade, exigindo uma abordagem cuidadosa para promover a aceitação de novos processos. Ambas as abordagens valorizam a comunicação transparente e a criação de um ambiente de apoio durante a transição. A liderança pode fornecer treinamento e recursos adequados para garantir que os colaboradores se sintam capacitados e confiantes ao adotar novos métodos. Novamente aqui é evidente entender e investir na capacidade de aprendizagem dos funcionários e segundo Jerez, Céspedes e Valle (2005), constata-se que o processo que leva ao desenvolvimento completo em uma organização não é tão simples se comparado ao processo de aprendizado individual dos diferentes funcionários de uma organização, ou seja, não é a soma do aprendizado individual que forma e leva ao aprendizado organizacional. Com isso, pode-se afirmar que um funcionário aprende dentro de uma organização depende muito do que já é conhecido pelos outros funcionários que pertencem a essa organização.

O comodismo e a zona de conforto podem desencorajar os colaboradores a buscar mudanças e inovações. No entanto, o *Lean Manufacturing* e o QRM incentivam a melhoria contínua e o envolvimento dos colaboradores em identificar e resolver problemas. Liker (2004) apresenta com um dos princípios princípios do *Lean Manufacturing* a solução de problemas e consequentemente a melhoria contínua de todo o processo. Criar uma cultura que valorize a inovação e o aprendizado pode motivar os colaboradores a sair de suas zonas de conforto e buscar constantemente maneiras de otimizar processos.

A falta de compreensão dos benefícios da produção puxada em relação aos métodos convencionais pode resultar em uma resistência por parte das lideranças e da equipe em adotar novas práticas. No entanto, ambas as abordagens fornecem uma estrutura conceitual para explicar esses benefícios, como a redução de estoques e lead times (WOMACK, JONES e ROOS, 1992). Segundo Taiichi Ohno (LIKER, 2004) quanto mais estoque uma empresa possui, menos provável é que tenha o que precisa. Dessa forma, educação e demonstração prática dos resultados positivos podem ajudar a aumentar a compreensão e o apoio às novas práticas.

A transição para novos métodos pode trazer consigo o risco de ruptura de processos estabelecidos, demandando ajustes significativos. O *Lean Manufacturing* e o QRM enfatizam a importância de uma abordagem sistemática para identificar e mitigar os riscos durante a implementação de mudanças e há várias alternativas e estratégias para implantação dessas abordagens sistemáticas conforme descrito nos trabalhos de Wang et al. (2021), Tomasevic et

al. (2021) e Stump e Badurdeen (2012). Realizar análises de impacto e desenvolver planos de contingência pode ajudar a minimizar interrupções nos processos durante a transição.

A ênfase na ocupação máxima dos recursos, muitas vezes vista como uma maneira de reduzir custos, pode ser contraproducente em uma abordagem enxuta. Ambas as abordagens destacam a importância de maximizar o valor agregado e eliminar desperdícios, em vez de simplesmente maximizar a utilização dos recursos conforme muito bem descrito por Suri (2010). Ao redesenhar os fluxos de trabalho e implementar práticas como o *kanban*, é possível aumentar a eficiência sem aumentar desnecessariamente a carga de trabalho.

A falta de adaptação a conceitos como a produção puxada também pode ser uma barreira, especialmente em ambientes com flutuações sazonais na demanda conforme explicado por Spearman, Woodruff e Hopp (1990) e Tomasevic et al. (2021). O *Lean Manufacturing* e o QRM reconhecem a importância de adaptar as práticas às necessidades específicas de cada empresa (GODINHO FILHO et al., 2017). Realizar análises detalhadas da demanda e implementar sistemas flexíveis de programação e controle de produção pode adaptar os princípios de produção puxada para ambientes com alta variabilidade de demanda.

Limitações de capacidade de produção podem representar um desafio significativo ainda mais que atualmente os clientes exigem cada vez mais produtos customizados, exigindo investimentos em infraestrutura e tecnologia para permitir a transição completa para métodos enxutos. Ambas as abordagens enfatizam a importância de dimensionar a capacidade de produção de acordo com a demanda real do mercado (LIKER, 2004; SURI, 2010). Investimentos em principalmente em tecnologia, equipamentos, *softwares* e treinamento podem ajudar a aumentar a capacidade produtiva de forma eficiente e sustentável.

A falta de conhecimento sobre *Lean Manufacturing* e QRM pode dificultar a adoção dessas práticas (LEONARDO et al., 2017a). Educação e treinamento dos colaboradores são componentes essenciais para o sucesso da implementação do *Lean Manufacturing* e do QRM. Oferecer programas de treinamento abrangentes e incentivar a participação ativa dos colaboradores pode aumentar o conhecimento e a conscientização sobre as novas práticas (JEREZ, CESPEDES e VALLE, 2005).

Outras barreiras incluem uma visão simplista de eficiência, métricas de desempenho desatualizadas e falta de colaboração entre departamentos conforme observado nas respostas dos entrevistados do presente estudo de caso realizado. No entanto, o *Lean Manufacturing* e o QRM promovem uma abordagem holística para a eficiência, enfatizando a eliminação de desperdícios e a melhoria contínua (DEUSE et al., 2018). Implementar práticas como o trabalho em equipe multifuncional em praticamente todos os departamentos de uma empresa e a gestão

visual tanto em escritórios como no chão de fábrica pode promover uma maior colaboração e alinhamento entre os departamentos, que em um médio e longo prazo tende a trazer inúmeros benefícios e reduzir as barreiras relacionadas a uma mentalidade com foco em redução de desperdícios.

A preocupação excessiva com o desempenho individual de equipamentos e a ausência de compreensão sobre a importância de priorizar o fluxo produtivo também podem dificultar a mudança organizacional, uma vez que os líderes tomadores de decisão focam somente no equipamento individual e não em atender as expectativas dos clientes. O *Lean Manufacturing* e o QRM enfatizam a importância de uma visão de sistemas e processos, em vez de uma visão centrada em pessoas e equipamentos individuais (SURI, 2010). Adotar uma abordagem de manutenção preventiva ao invés de manutenção corretiva e implementar práticas como o *Total Productive Maintenance* (TPM) pode garantir o desempenho confiável dos equipamentos enquanto se concentra no fluxo produtivo como um todo. Certamente é obrigatório ter confiança nos equipamentos para possibilitar manter os recursos prontos para quando precisar atender a uma demanda do cliente.

Por fim, a falta de treinamento e educação dos funcionários pode representar um obstáculo significativo. No entanto, a educação e o treinamento são fundamentais para o sucesso da implementação do *Lean Manufacturing* e do QRM (WOMACK, JONES e ROOS, 1992). Investir em programas de treinamento abrangentes, contínuos e sustentáveis e, além disso, desenvolver uma cultura de aprendizado contínuo pode capacitar os colaboradores a entender e implementar efetivamente as novas práticas.

A partir de nossos resultados e discussões, temos a segunda proposição do presente estudo:

Proposição 2: A implementação das práticas do *Lean Manufacturing* e Quick Response Manufacturing oferece uma estrutura sólida e abrangente para enfrentar os desafios organizacionais inerentes à mudança de mentalidade de eficiência em organizações, promovendo uma cultura de melhoria contínua, adaptabilidade e colaboração.

7 CONCLUSÃO

Após a realização das entrevistas semiestruturadas com os entrevistados na empresa estudada que é o objeto de estudo dessa pesquisa, é necessário retornar aos objetivos propostos do estudo de caso. Foi definido três objetivos e o primeiro é entender quais as principais dificuldades encontradas e quais abordagens há na literatura referente a produção puxada em ambientes com alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda. Essa pergunta foi respondida através da revisão bibliográfica sistemática, que possibilitou compreender que há diversos ambientes de produção que dificultam a implantação de *Lean Manufacturing* e produção puxada e há diversas abordagens e adaptações que permitem uma implantação eficiente.

Já o segundo objetivo é entender porque os líderes tomadores de decisão têm uma mentalidade de eficiência, visando manter máquinas e pessoas ocupadas próximo a sua capacidade máxima e o terceiro objetivo levantar quais as dificuldades que tais gestores tem para alterar uma mentalidade de eficiência para uma mentalidade enxuta. Essas perguntas possuem uma complexidade muito grande em tentar responder de uma forma objetiva e lógica.

Dessa forma através do quadro 5 é apresentado várias razões para uma mentalidade baseada na eficiência como líderes com olhar na maximização dos retornos sobre investimento (ROI), a competitividade do mercado na qual a empresa está inserida, ao atendimento das expectativas de *stakeholders*, a gestão de recursos limitados e pôr fim a adaptação e resiliência organizacional.

Já o quadro 6 apresenta quinze dificuldades que líderes e gestores possuem para mudar a mentalidade de eficiência, a saber: resistência a mudança, desconforto com a mudança, comodismo e zona de conforto, falta de compreensão dos benefícios da produção puxada, possibilidade de ruptura de processos, ênfase na ocupação máxima dos recursos, falta de adaptação a conceitos como produção puxada, limitações da capacidade de produção, falta de conhecimento sobre *Lean Manufacturing* e QRM, visão simplista de eficiência, métricas de desempenho desatualizadas, falta de colaboração e integração entre departamentos, preocupação excessiva com o desempenho individual de equipamentos, desconhecimentos sobre a importância de priorizar o fluxo produtivo e por fim falta de treinamento e educação dos funcionários.

Devido a toda complexidade em ter uma resposta precisa e objetiva, o presente estudo finaliza apresentando duas proposições. A primeira referente aos desafios da eficiência operacional, propondo que empresas devem buscar reavaliar suas estratégias e indicadores de

eficiência, tornando-os mais abrangentes e alinhados aos objetivos de longo prazo incluindo indicadores mais holísticos, como *lead time* e eliminação de desperdícios, visando uma gestão mais sustentável e adaptável às demandas dinâmicas do mercado. A segunda proposição refere-se a como superar esses desafios da eficiência operacional, propondo a implementação das práticas do *Lean Manufacturing* e QRM, na qual permitem oferecer uma estrutura sólida e abrangente para enfrentar os desafios organizacionais inerentes à mudança de mentalidade de eficiência em organizações, promovendo uma cultura de melhoria contínua, adaptabilidade e colaboração.

7.1 IMPLICAÇÃO TEÓRICA

Em termos teóricos e acadêmicos, é possível apresentar diversas contribuições considerando o estudo de caso, os resultados e discussões realizadas. Em primeiro lugar para apresentar um referencial básico referente ao *lean manufacturing* e suas principais ferramentas, é priorizado uma comparação entre produção puxada e produção empurrada (LIKER, 2004) e (SPEARMAN; WOODRUFF; HOPP, 1990). Além disso, é mostrado de forma objetiva os benefícios em adotar o sistema de produção puxada.

Na revisão sistemática de literatura, o trabalho avança em responder as dificuldades mencionadas na literatura para a implantação de produção puxada em ambientes com alta variabilidade de produtos e alta sazonalidade de demanda. É descoberto que produção puxada é eficiente em ambientes com baixa variedade de demanda e alto volume de produção, um sistema *kanban* original não permite a aplicação em vários ambientes de produção, sendo recomendável em manufatura repetitiva e é uma ferramenta de difícil aplicação sem adaptação no contexto de indústria de alto mix e baixo volume (MONDEN, 1983; SPEARMAN, WOODRUFF; HOPP, 1990; KRISHNAMURTHY; SURI, 2009; TOMASEVIC et al., 2021). Todavia, é possível a implantação de produção puxada nesses ambientes e Becerra et al. (2019) mostra essas dificuldades em implantar *kanban* em sua forma original, sendo necessário mudanças nas ferramentas *kanban*, SMED e MFV por exemplo.

Na seção de resultados, é mostrados diversas razões para uma mentalidade baseada na eficiência e quais as dificuldades que líderes e gestores possuem para mudar essa mentalidade. Essas descobertas permitem para o meio acadêmico a possibilidade de futuros estudos através da exploração dos temas em outros ramos de atividades, regiões e complexidade do mercado de trabalho e consumidor na qual a empresa está situada.

7.2 IMPLICAÇÃO GERENCIAL

O projeto de pesquisa permite várias contribuições gerenciais e práticas que podem ser utilizados para melhoria na tomada de decisões de gestores que estão envolvidos com a implantação de *lean manufacturing* e especificamente a implantação de produção puxada em seus processos produtivos.

A dissertação mostra a dificuldade de aplicar produção puxada em sua forma original e em ambientes que tem como característica alta variedade de produtos e alta sazonalidade de demanda e dessa forma, faz-se necessário a implantação de sistemas híbridos ou adaptados de kanban.

Uma das contribuições desse projeto de pesquisa é mostrar como está o cenário atual e entendimento por parte dos gestores tomadores de decisão em relação aos conceitos e objetivos da produção puxada, o entendimento sobre qual a melhor taxa de ocupação de equipamentos, departamentos ou estações de trabalho no ambiente que a empresa está inserida e qual o impacto que a alta taxa de ocupação dos recursos pode gerar no prazo e custo de um determinado produto acabado que é entregue ao consumidor final. Além disso, o estudo busca entender e responder perguntas sobre porque os líderes tomadores de decisão possuem a visão de manter máquinas e pessoas ocupadas o maior tempo possível e como será possível alterar suas visões em relação a esse tema. Perguntas essas respondidas através da elaboração de proposições, uma vez que são perguntas complexas que permite novos estudos na busca de exemplos empíricos.

Por fim, a maior contribuição gerencial do presente estudo são as duas proposições apresentadas. A primeira referente aos desafios da eficiência operacional e a segunda referente a como superar esses desafios propondo a implementação das práticas do *Lean Manufacturing* e QRM, permitem oferecer uma estrutura sólida e abrangente para enfrentar os desafios organizacionais inerentes à mudança de mentalidade de eficiência em organizações.

7.3 LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS

O estudo apresenta diversas contribuições tanto acadêmicas como gerenciais e também apresenta pontos de limitação. A primeira limitação está na revisão sistemática de literatura, que baseado em algumas bases de pesquisa, que apesar de serem relevantes no meio acadêmico, há artigos que podem tratar desses assuntos estudados e pesquisados que não foram publicados nesses locais e certamente não foram avaliados pelo pesquisador.

Outra limitação é o fato do projeto de pesquisa se basear em um estudo de caso único e especificamente no setor do ramo gráfico brasileiro. Sendo assim é necessários expandir esse estudo em outros setores diferentes do estudado e principalmente colocar em práticas as proposições aqui sugeridas com intuito de aprimorá-las, corrigi-las e validá-las.

Como foi elaborado duas proposições para responder perguntas complexas referente a entender porque os líderes tomadores de decisão tem uma visão de manter máquinas e pessoas ocupadas e como alterar a visão dos líderes em manter máquinas e pessoas ocupadas próximo a sua capacidade máxima, faz-se necessário pesquisas futuras em outros ambientes de produção para tentar responder e compreender as proposições aqui elaboradas.

8 REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira das Indústrias Gráficas (ABIGRAF).** Disponível em: <https://www.abigraf.org.br/>. Acesso em: 30 jan. 2024.
- BAEZA SERRATO, R. REDUTEX: A hybrid push-pull production system approach for reliable delivery time in knitting SMEs. **Production Planning and Control**, v. 27, n. 4, p. 263–279, 2016.
- BECERRA, A. et al. Lean manufacturing model in a make to order environment in the printing sector in Peru. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 971, p. 100–110, 2019.
- BERTOLINI, M. et al. Work In Next Queue CONWIP. **Computers and Industrial Engineering**, v. 143, n. August 2019, p. 106437, 2020.
- BERTOLINI, M.; ROMAGNOLI, G.; ZAMMORI, F. 2MTO, a new mapping tool to achieve lean benefits in high-variety low-volume job shops. **Production Planning and Control**, v. 28, n. 5, p. 444–458, 2017.
- BRYMAN, A. Research methods and organization studies. Londres. Unwin Hyman, 2015.
- CAUCHIK, M. A. et al. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2012.
- CHILDE, S.J. Case studies in operations management. **Production Planning and Control**, v. 22, n. 2, p. 107-107, 2011.
- CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. DA. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolviemnto de Produto - CNGDP 2011**, n. 1998, p. 1–12, 2011.
- CRESWELL, J. W. **Qualitative Inquiry & Research Design: Choosing Among Five Approaches**, 2013.
- DEUSE, J. et al. Pushing the Limits of Lean Thinking–Design and Management of Complex Production Systems. p. 335–342, 2018.
- GASTERMANN, B.; STOPPER, M. Conceptual prototype of a planning software for the CONWIP production control system. **Lecture Notes in Engineering and Computer Science**, v. 2196, p. 1334–1339, 2012.
- GERMS, R.; RIEZEBOS, J. Workload balancing capability of pull systems in MTO production. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 8, p. 2345–2360, 2010.
- GODINHO FILHO, M. et al. The extent of knowledge of Quick Response Manufacturing principles: an exploratory transnational study. **International Journal of Production**

Research, v. 55, n. 17, p. 4891–4911, 2017.

HUANG, G. et al. From loop structure to policy-making: a CONWIP design framework for hybrid flow shop control in one-of-a-kind production environment. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 12, p. 3374–3391, 2017.

JAEGLER, Y. et al. The ConWip production control system: a systematic review and classification. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 17, p. 5736–5756, 2018.

JEREZ, P. G.; CÉSPEDES, J. L.; VALLE, R. C. Organizational learning capability: A proposal of measurement. **Journal of Business Research**, v. 58, n. 6, p. 715–725, jun. 2005.

KRISHNAMURTHY, A.; SURI, R. Planning and implementing POLCA: A card-based control system for high variety or custom engineered products. **Production Planning and Control**, v. 20, n. 7, p. 596–610, 2009.

LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Variations of the kanban system: Literature review and classification. **International Journal of Production Economics**, v. 125, n. 1, p. 13–21, 2010.

LEONARDO, D. G. et al. Implementation of hybrid Kanban-CONWIP system: A case study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 28, n. 6, p. 714–736, 2017a.

LEONARDO, D. G. et al. Article information : To cite this document : Implementation of hybrid Kanban-Conwip system : a case study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 28, n. 6, p. 714–736, 2017b.

LIKER, J. K. **The Toyota way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer**. McGraw Hill, 2004.

LU, J. C.; YANG, T.; WANG, C. Y. A lean pull system design analysed by value stream mapping and multiple criteria decision-making method under demand uncertainty. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 24, n. 3, p. 211–228, 2011.

MAGALDI, D.; BERLER, M. Semi-Structured Interviews. **Encyclopedia of Personality and Individual Differences**, 4825-4830, 2020.

MASHURI, S.; SARIB, M.; RASAK, A.; ALHABSYI, F. **Semi-structured Interview: A Methodological Reflection on the Development of a Qualitative Research Instrument in Educational Studies Ruslin**. 12(1), 22–29, 2022.

MONDEN, Y. **Toyota Production System: Practical Approach to Management** (Industrial Engineering and Management Press, Norcross, GA), 1983.

MOURA, R.A. **Kanban - A Simplicidade do Controle da Produção**. IMAM. São Paulo, 1989

- ONYEOCHA, C. E.; KHOURY, J.; GERAGHTY, J. Evaluation of multi-product lean manufacturing systems with setup and erratic demand. **Computers and Industrial Engineering**, v. 87, p. 465–480, 2015.
- PICCHI, F. A. Sistema puxado e nivelado: adaptabilidade para tempos incertos. **Lean Institute Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/1274/sistema-puxado-e-nivelado-adaptabilidade-para-tempos-incertos.aspx>. Acesso em: 26 de outubro de 2021.
- SLOMP, J.; BOKHORST, J. A. C.; GERMS, R. A lean production control system for high-variety/low-volume environments: A case study implementation. **Production Planning and Control**, v. 20, n. 7, p. 586–595, 2009.
- SPEARMAN, M. L.; WOODRUFF, D. L.; HOPP, W. J. CONWIP: A pull alternative to kanban. **International Journal of Production Research**, v. 28, n. 5, p. 879–894, 1990.
- STEVENSON, M.; HENDRY, L. C.; KINGSMAN, B. G. A review of production planning and control: The applicability of key concepts to the make-to-order industry. **International Journal of Production Research**, v. 43, n. 5, p. 869–898, 2005.
- STUART, I. et al. Effective case research in operations management: A process perspective. **Journal of Operations Management**, v. 20, n. 5, p. 419–433, 2002.
- STUMP, B.; BADURDEEN, F. Integrating lean and other strategies for mass customization manufacturing: A case study. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 23, n. 1, p. 109–124, 2012.
- SURI, R. **It's about time: the competitive advantage of quick response manufacturing**. Productivity Press, 2010.
- THÜRER, M. et al. On the meaning of ConWIP cards: an assessment by simulation. **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 36, n. 1, p. 49–58, 2019.
- TOMAŠEVIĆ, I. et al. Lean in High-Mix/Low-Volume industry: a systematic literature review. **Production Planning and Control**, v. 32, n. 12, p. 1004–1019, 2021.
- VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195–219, 2002.
- VOSS, C.; JOHNSON, M.; GODSELL, J. 5 Case Research: Research Methods for Operations Management. Routledge, 165.
- WANG, W. et al. Implementation of POLCA integrated QRM framework for optimized production performance-A case study. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 6, 2021.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

YIN, R. K. **Case Study Research Design and Methods**. 6^a ed. Thousand Oaks: Sage, 2003.

APENDICE A – PROTOCOLO DO ESTUDO DE CASO

1 VISÃO GERAL DO PROJETO DO ESTUDO DE CASO

Esta seção tem como objetivo descrever todos os procedimentos requeridos para o estudo de caso. As fontes de pesquisa foram entrevistas semiestruturadas na empresa estudada que é o objeto de estudo dessa pesquisa. Vale ressaltar que todos os dados coletados são mantidos em sigilo e nenhum nome dos entrevistados serão divulgados.

1.1 OBJETIVO DO ESTUDO DE CASO

O objetivo do estudo de caso único é investigar e entender como a alta administração da empresa estudada que é composta por supervisores, gerentes e diretores compreendem a questão de manter máquinas e pessoas ocupadas próximo a utilização de 100% de suas capacidades. Além disso, o estudo de caso tem como outros objetivos levantar as dificuldades que tais gestores tem para alterar uma mentalidade de eficiência para uma mentalidade enxuta, permitindo em um médio e longo prazo facilitar a implantação de produção puxada e obter os ganhos de produtividade que o *Lean Manufacturing* possibilita.

O estudo de caso também tem como objetivo propor proposições através da análise dos resultados do estudo de caso e sugerir ações em como superar essa mentalidade de eficiência para uma mentalidade enxuta com o intuito de colher resultados em um futuro próximo através da implantação de produção puxada.

2 PROCEDIMENTOS DE CAMPO

O procedimento de campo do estudo de caso compreende o plano de coleta de dados, a realização de entrevistas e a definição dos entrevistados.

2.1 PLANO DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi através de entrevistas agendadas com funcionários da empresa estudada que tem influência na definição da capacidade de utilização de recursos e de funcionários que também são afetados pela alta utilização da capacidade produtiva. Essas entrevistas foram realizadas por meio da plataforma online e foram aprovadas com a permissão e aprovação dos entrevistados. Uma data para realização da entrevista foi proposta, todavia o entrevistado é quem definiu a melhor data e horário de acordo com sua disponibilidade. Essa coleta de dados ocorreu através de entrevista semiestruturada, coleta de informações direta na empresa através da observação direta e coleta de informação no banco de dados. Durante a

entrevista foram anotadas informações e após cada entrevista realizado um resumo contendo o cargo do entrevistado, o tempo da entrevista, anotações gerais e respostas das perguntas realizadas.

2.2 PREPARAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS

Para a realização das entrevistas, foi elaborado um roteiro e uma cópia entregue ao entrevistado durante a entrevista. Os entrevistados foram o presidente da empresa, o diretor de operações, o gerente de produção, manutenção e engenharia, o gerente de planejamento e controle de produção, o gerente de suprimentos, o gerente do centro de distribuição, dois supervisores de produção e dois líderes de produção.

3 QUESTÕES DO ESTUDO DE CASO

Para a realização das entrevistas, foi elaborado o seguinte roteiro de entrevista conforme apresentado a seguir:

1. O que significa ter produção puxada?
2. Qual o objetivo e benefícios de ter produção puxada?
3. Quais as principais barreiras para a implantação de produção puxada na empresa?
4. Quais são os principais fatores críticos de sucesso para a implantação de produção puxada na empresa?
5. Para obter entrega mais rápida de produtos acabados, devemos manter nossas máquinas e funcionários ocupados o maior tempo possível?
6. Para reduzir nossos custos de produção tempos que melhorar nossas eficiências?
7. Para reduzir nossos prazos de entrega, temos que melhorar nossas eficiências?
8. O que gera maior redução de custos de produção, um equipamento produzir mais rápido ou ter menor estoques de produtos em processo?
9. Devemos dar grande importância ao desempenho de entrega pontual de nossos equipamentos e fornecedores?
10. Devemos dar grande importância ao desempenho individual de nossos equipamentos, departamentos e estações de trabalho?

Após o entrevistado responder essas perguntas, foi apresentado conceitos e informações sobre as respostas das perguntas de 1 a 4 conforme roteiro acima com objetivo de melhorar o entendimento do entrevistado em relação ao significado, objetivos e benefícios da produção puxada. Após será apresentado conteúdo sobre *Quick Response Manufacturing* conforme descrito por Suri (2010). Por fim, novamente perguntado ao entrevistado as questões de 5 a 10

para compreender se houve alteração de opinião conforme literatura de QRM apresentada. No final adicionado uma pergunta final conforme mostrado abaixo.

11. Há alguma outra informação que queira acrescentar que não foi abordada durante a entrevista?

Após coletar as respostas dessas perguntas e responder as questões de pesquisa relacionadas nessa dissertação, fez-se necessário elaborar mais questões a entrevistar na empresa que é o objeto de estudo dessa pesquisa. Os autores Jerez-Gómez, Céspedes-Lorente e Valle-Cabrera (2005) apresentaram um estudo desenvolvendo uma escala de medição da capacidade de aprendizagem organizacional, através de uma amostra de 111 empresas espanholas da indústria química identificando os elementos que formam a capacidade de aprendizagem sendo uma pesquisa útil para gestores que desenham melhorar a capacidade de aprendizagem das empresas. Dessa forma foi elaborada as seguintes perguntas com base no estudo de Jerez-Gómez, Céspedes-Lorente e Valle-Cabrera (2005).

12. Eu frequentemente envolvo meus reportáveis diretos em decisões importantes?

13. A aprendizagem dos funcionários é considerada mais um investimento do que despesa?

14. A capacidade de aprendizagem dos funcionários é considerada um fator chave nesta empresa?

15. Nesta empresa, as ideias inovadoras que funcionam são recompensadas?

16. Todos os funcionários conhecem os objetivos da empresa?

17. Todos os funcionários estão bem cientes de como contribuem para atingir os objetivos da empresa?

18. Todos os departamentos estão interligados, trabalhando juntos de forma coordenada?

19. Esta empresa promove a experimentação e inovação como forma de melhorar os processos?

20. Esta empresa adota as melhores práticas de gestão, acompanhando o que outras empresas do setor estão fazendo?

21. Parte da cultura desta empresa é que os funcionários possam expressar suas opiniões e fazer sugestões sobre os processos e métodos em vigor?

22. Erros e falhas são sempre discutidos e analisados em todos os níveis da empresa?

23. Os funcionários tem a chance de conversar entre si sobre novas ideias, programas e atividades que podem ser úteis para a empresa?

24. A empresa dispõe de instrumentos (manuais, base de dados, arquivos, procedimentos) que permite o que foi aprendido em situações passadas permaneça válido, embora os funcionários não sejam mais os mesmos?

4 GUIA PARA O RELATÓRIO DO ESTUDO DE CASO

Nessa etapa foi elaborado um relatório a partir das respostas e anotações coletadas durante as entrevistas e coleta de informações. Esse relatório tem como finalidade auxiliar o entrevistador na elaboração da análise, descobertas e discussões.

APÊNDICE B – PRODUTO TECNOLÓGICO

| Informações | Descrição |
|--|--|
| Qual produto tecnológico você pretende apresentar junto com a sua dissertação | Relatório Técnico Conclusivo |
| Apresente uma breve descrição do produto tecnológico | Relatório concluindo o motivo que líderes tem uma mentalidade de eficiência, visando manter seus recursos próximo a sua capacidade. Os motivos e razões são a maximização do ROI, a competitividade do mercado, a expectativa de stakeholders, a gestão de recursos limitados e a adaptação e resiliência organizacional. Além disso o relatório tem como descoberta as dificuldades que tais gestores possuem para mudar essa mentalidade de eficiência. A saber: resistência à mudança, desconforto com a mudança, comodismo e zona de conforto, falta de compreensão dos benefícios da produção puxada, possibilidade de ruptura de processos, ênfase na ocupação máxima dos recursos, falta de adaptação a conceitos como produção puxada, limitações de capacidade de produção, falta de conhecimento sobre <i>Lean Manufacturing</i> e <i>Quick Response Manufacturing</i> , visão simplista de eficiência, métricas de desempenho desatualizadas, falta de colaboração e integração entre departamentos, preocupação excessiva com o desempenho individual de equipamentos, desconhecimento sobre a importância de priorizar o fluxo produtivo e pôr fim a falta de treinamento e educação dos funcionários |
| O produto poderá ser apresentado ou terá que ser sigiloso | Poderá ser apresentado, não sendo um produto tecnológico sigiloso. |

| | |
|---|--|
| Você identifica potencial de publicação acadêmica deste material | Sim. O objeto de estudo é uma empresa inserida em um ambiente de alta variedade e alta sazonalidade de produtos, portanto um ótimo case a ser apresentado referente a visão de ter uma mentalidade voltada a eficiência. |
| Qual impacto social você acredita que este produto poderá gerar | Sociedade mais informada, apresentando conteúdo de forte impacto acadêmico e empresarial, permitindo replicação em outros setores. Há descobertas que permitem estudos mais detalhados, principalmente em outros setores para validar os dados apresentados. |

Através da revisão bibliográfica sistemática e do estudo de caso realizado é possível responder duas questões de pesquisa. A primeira relacionada a responder porque os líderes tomadores de decisão têm uma mentalidade de eficiência, visando manter máquinas e pessoas ocupadas próximo a sua capacidade máxima é resumido no quadro Razões para mentalidade baseada na eficiência.

| Razões para Mentalidade Baseada na Eficiência | Descrição |
|--|--|
| Maximização do Retorno sobre Investimento (ROI) | Os líderes parecem priorizar a otimização do uso de recursos (máquinas, tecnologia e pessoal) para assegurar o máximo retorno sobre os investimentos, maximizando o valor gerado para a organização. |
| Competitividade de Mercado | Em um ambiente competitivo, a eficiência operacional é vista como um diferencial estratégico, permitindo oferecer produtos ou serviços de forma mais econômica, com maior qualidade ou rapidez. |
| Expectativas de Stakeholders | Há uma pressão constante de stakeholders (acionistas, clientes, funcionários) para demonstrar desempenho e eficiência. Manter a operação a plena capacidade é uma maneira de atender essas expectativas. |
| Gestão de Recursos Limitados | Diante de recursos limitados, os líderes buscam estratégias para alocá-los de forma mais eficaz, minimizando desperdícios e otimizando a produção ou serviços. |
| Adaptação e Resiliência Organizacional | Operar eficientemente próximo à capacidade máxima confere maior flexibilidade e resiliência às organizações em face a mudanças de mercado ou desafios. |

A segunda pergunta respondida refere-se a quais dificuldades que tais gestores têm para alterar uma mentalidade de eficiência.

| Dificuldades para mudar Mentalidade de Eficiência | Descrição |
|--|---|
| Resistência à mudança | A cultura organizacional arraigada dificulta a aceitação de novas práticas e processos. |
| Desconforto com a mudança | As pessoas se sentem desconfortáveis ao abandonar o que sempre funcionou em prol de algo novo e desconhecido. |
| Comodismo e zona de conforto | A equipe operacional prefere manter-se na zona de conforto e resistir a mudanças que exigem esforço e adaptação. |
| Falta de compreensão dos benefícios da produção puxada | Lideranças e equipe não entendem ou não reconhecem os benefícios da produção puxada em relação aos métodos tradicionais de produção. |
| Possibilidade de ruptura de processos | A transição para novos métodos pode resultar em ruptura de processos estabelecidos, exigindo ajustes significativos e redimensionamento de estoques. |
| Ênfase na ocupação máxima dos recursos | A busca pela redução de custos muitas vezes se traduz na ênfase na ocupação máxima dos recursos, o que pode ser contraproducente em uma mentalidade enxuta. |
| Falta de adaptação a conceitos como produção puxada | Em ambientes com alta sazonalidade de demanda, a adaptação a conceitos como produção puxada pode ser desafiadora devido à variabilidade da demanda. |
| Limitações de capacidade de produção | A capacidade de produção limitada pode impedir a transição completa para métodos enxutos, exigindo investimentos em infraestrutura e tecnologia. |
| Falta de conhecimento sobre Lean Manufacturing e QRM | A falta de compreensão dos princípios e benefícios do Lean Manufacturing e do Quick Response Manufacturing (QRM) dificulta a adoção dessas práticas. |
| Visão simplista de eficiência | A crença de que a eficiência se resume à ocupação máxima dos recursos, sem considerar a eliminação de desperdícios e a melhoria contínua. |
| Métricas de desempenho desatualizadas | O uso de métricas de desempenho que não se alinham com os objetivos da produção enxuta pode dificultar a avaliação e o monitoramento adequados. |
| Falta de colaboração e integração entre departamentos | A falta de comunicação e colaboração entre diferentes partes da organização pode impedir uma transição suave para métodos enxutos. |
| Preocupação excessiva com o desempenho individual de equipamentos | A ênfase no desempenho individual de equipamentos pode desviar a atenção do fluxo produtivo como um todo, prejudicando a eficiência global. |
| Desconhecimento sobre a importância de priorizar o fluxo produtivo | A falta de compreensão sobre a importância de priorizar o fluxo produtivo sobre o desempenho individual de equipamentos pode prejudicar a eficácia das operações. |
| Falta de treinamento e educação dos funcionários | A ausência de treinamento e educação sobre os princípios do Lean Manufacturing e QRM dificulta a adoção e implementação dessas práticas. |

Para colaborar com essas descobertas é apresentado dois propósitos. O primeiro refere-se aos desafios da eficiência operacional, mostrando o contraste com os princípios do *Lean Manufacturing* e o *Quick Response Manufacturing*, aqui é definido o propósito 1: Empresas devem buscar reavaliar suas estratégias e indicadores de eficiência, tornando-os mais abrangentes e alinhados aos objetivos de longo prazo. Isso inclui a consideração de indicadores mais holísticos, como lead time e eliminação de desperdícios, visando uma gestão mais sustentável e adaptável às demandas dinâmicas do mercado.

O segundo propósito aborda em como superar esses desafios, enfatizando o *Lean Manufacturing* e o *Quick Response Manufacturing* para transformar a mentalidade organizacional. O propósito 2 refere-se: A implementação das práticas do *Lean Manufacturing* e *Quick Response Manufacturing* oferece uma estrutura sólida e abrangente para enfrentar os desafios organizacionais inerentes à mudança de mentalidade de eficiência em organizações, promovendo uma cultura de melhoria contínua, adaptabilidade e colaboração.