

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Lucas Milani Morello

Título: Planejamento e Controle da Produção em empresa do setor de
máquinas e equipamentos: um estudo de caso

São Carlos
2023

Lucas Milani Morello

Título: Planejamento e Controle da Produção em empresa do setor de máquinas e equipamentos: um estudo de caso

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Walther Azzolini Junior

São Carlos

2023

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

M933p Morello, Lucas
Planejamento e Controle da Produção em empresa do
setor de máquinas e equipamentos: um estudo de caso /
Lucas Morello; orientador Walther Azzolini Junior. São
Carlos, 2023.

Monografia (Graduação em Engenharia de
Produção) -- Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo, 2023.

1. PCP. 2. Setor. 3. Produção sob encomenda. I.
Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Lucas Milani Morello
Título do TCC: Planejamento e Controle da Produção em empresa do setor de máquinas e equipamentos: um estudo de caso
Data de defesa: 13/07/2023

Comissão Julgadora	Resultado
Professor Doutor Walther Azzolini Júnior (orientador)	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	
Professor Associado Fernando César Almada Santos	Aprovado
Instituição: EESC – SEP	
Professor Assistente Diego Rorato Fogaça	Aprovado
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS - Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia	

Walther Azzolini Junior

Presidente da Banca: **Professor Doutor Walther Azzolini Júnior**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família que sempre esteve ao meu lado, que me deu oportunidades de estudos e que sempre confiou em mim.

Agradeço à minha namorada que nunca deixou de acreditar no meu potencial e que sempre me ajuda nos momentos que mais preciso.

Agradeço aos meus amigos, por todos os momentos que passamos juntos ao longo dos anos na universidade, pela parceria, amizade, respeito e colaboração.

Agradeço aos grupos estudantis que pude participar, que me fizeram crescer como pessoa e como profissional.

Minha gratidão a todos os professores por todos os ensinamentos e auxílio, todo o conhecimento compartilhado, especialmente ao Prof. Walther que me auxiliou no processo de desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

MORELLO, L. M. **Planejamento e Controle da Produção em empresa do setor de máquinas e equipamentos: um estudo de caso**, 2023. 80 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

O presente trabalho realizou um estudo de caso sobre a área de planejamento e controle de produção em uma empresa de fabricação sob encomenda de maquinários para o setor alimentício para entender na prática, como é o dia a dia dessa área em uma empresa consolidada no mercado e mostrar as dificuldades enfrentadas pelo setor, além de oportunidades que ela traz para a companhia. No início do trabalho há uma introdução sobre o tema e a importância do trabalho para possíveis futuros estudos. Logo em seguida, há uma contextualização sobre a empresa que está sendo estudada, qual o seu setor no mercado, suas características e desafios enfrentados. Logo após, há o tipo de metodologia utilizado para o desenvolvimento do trabalho, que é o estudo de caso, gerando a oportunidade de uma análise e pesquisa detalhada sobre o tema. Esse estudo foi realizado por meio de entrevistas com colaboradores da empresa, observações do autor durante o período de estágio no setor de PCP da empresa estudada e referências bibliográficas, que serviram de base para a construção do trabalho, para enfim chegar aos resultados envolvendo a empresa em questão. Com essa coleta de informações, o trabalho mostrou os desafios de alinhar a teoria estudada com a prática e as atividades do dia a dia que envolvem a área de planejamento e controle da produção em uma empresa que trabalha sob encomenda, problemas enfrentados pelo departamento, como a dificuldade de gerir uma grande quantidade de projetos fabricados simultaneamente, o desafio de manter estoques baixos para que não gerem altos custos, além das relações com outros setores da organização, como Engenharia, Suprimentos, Qualidade, entre outros. Ademais, outro tópico de foco no trabalho, diz respeito às ferramentas que são essenciais para garantir a eficácia das atividades da área, como por exemplo um software MRP linkado a uma planilha em Excel para facilitar a visualização das informações e quais indicadores são utilizados para garantir tal eficácia, como o acompanhamento de fabricação de cada projeto, mostrando as horas orçadas e horas realizadas por cada tipo de operação, bem como o indicador de metas de horas diárias e mensais da empresa para cada projeto. Por fim, o trabalho conclui com suas contribuições para futuras pesquisas sobre o tema estudado.

Palavras-chave: PCP. Setor. Produção sob encomenda.

ABSTRACT

MORELLO, L. M. **Production Planning and Control in a company of the machinery and equipment sector: a case study**, 2023. 80 p. Monography (Final Paper) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

The present work conducted a case study on the area of planning and production control in a custom manufacturing company of machinery for the food sector to understand in practice, how is the day to day of this area in a company consolidated in the market and show the difficulties faced by the sector, as well as opportunities that it brings to the company. At the beginning of the work there is an introduction on the topic and the importance of the work for possible future studies. Soon after, there is a contextualization about the company being studied, what is its sector in the market, its characteristics and challenges faced. Soon after, there is the type of methodology used for the development of the work, which is the case study, generating the opportunity for a detailed analysis and research on the subject. This study was conducted through interviews with employees of the company, observations of the author during the internship period in the PCP sector of the company studied and bibliographical references, which served as a basis for the construction of the work, to finally reach the results involving the company in question. With this collection of information, the work showed the challenges of aligning the theory studied with practice and the day-to-day activities that involve the area of production planning and control in a company that works on demand, problems faced by the department, such as the difficulty of managing a large number of projects manufactured simultaneously, the challenge of maintaining low inventories so that they do not generate high costs, in addition to relations with other sectors of the organization, such as Engineering, Supplies, Quality, among others. In addition, another topic of focus in the work concerns the tools that are essential to ensure the effectiveness of the activities of the area, such as MRP software linked to an Excel spreadsheet to facilitate the visualization of information and which indicators are used to ensure such effectiveness, such as the monitoring of the manufacture of each project, showing the hours budgeted and hours performed by each type of operation, as well as the indicator of daily and monthly hourly goals of the company for each project. Finally, this work concludes with its contributions to future research on the topic studied.

Keywords: PPC. Sector. Production to order.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 01: Fluxo de planejamento e produção
- Figura 02: Relação da área de PCP com demais áreas
- Figura 03: Definição de planejamento
- Figura 04: Relação entre demanda e PMP
- Figura 05: Panorama das atividades de PCP
- Figura 06: Regras para sequenciamento
- Figura 07: Relação entre MRP, MRP II e ERP
- Figura 08: Exemplo de estrutura do produto
- Figura 09: Exemplo de lista de materiais
- Figura 10: Simulação de detalhes dos projetos na planilha
- Figura 11: Simulação de itens comprados
- Figura 12: Simulação de itens em diferentes áreas
- Figura 13: Simulação de itens pendentes para fabricação
- Figura 14: Exemplo de tabela de horas planejadas
- Figura 15: Horas encerradas versus planejadas
- Figura 16: Horas a serem realizadas
- Figura 17: Resumo de horas planejadas x realizadas
- Figura 18: Ordens de produção e operações restantes
- Figura 19: Gráfico de acompanhamento de *variance*
- Figura 20: Exemplo do indicador de acompanhamento de horas diárias
- Figura 21: Exemplo de horas projetadas por projeto
- Figura 22: Exemplo de chapa de 4000 mm para cortar peça de 2800 mm
- Figura 23: Exemplo de chapa de 3000 mm para cortar peça de 2800 mm
- Figura 24: Ações para redução de estoque

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Características dos sistemas produtivos

Tabela 02: Características da produção sob encomenda

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCP - Planejamento e Controle da Produção

MRP - Material Requirement Planning

ERP - Enterprise Resource Planning

OP - Ordem de Produção

PMP - Plano Mestre de Produção

JIT - *Just in Time*

MTS - *Make to Stock*

MTO - *Make to Order*

ATO - *Assembly to Order*

ETO - *Engineer to Order*

JDE - JD Edwards EnterpriseOne

CNC - Controle Numérico Computadorizado

Sumário

Sumário

1. Introdução	16
2. Revisão Teórica	17
2.1. Sistemas de Produção	17
2.2. Produção sob encomenda	19
2.3. PCP	21
2.3.1. Planejamento	23
2.3.2. Programação	24
2.3.3. Controle	25
2.4. Sequenciamento da Produção	26
2.5. MRP (<i>Material Requirement Planning</i>)	28
2.6. ERP	29
3. Métodos científicos	31
3.1. Método de pesquisa	31
3.2. Sobre a empresa	32
4. Discussão e resultados	33
4.1. Teoria aplicada na prática	33
4.1.1. Planejamento do projeto	33
4.1.2. Planejamento de chão de fábrica	35
4.2. Melhorias relacionadas ao planejamento	36
4.3. Indicadores importantes para o planejamento	38
4.4. Oportunidades de melhoria	42
4.4.1. Fabricação em máquinas CNC	42
4.4.2. Aproveitamento de chapa e redução de estoques	43
4.5. Experiência do estágio	45
5. Conclusão	47
6. Referências	49
Anexos	54
Apêndices	63

1. Introdução

No século XVIII, com a invenção das máquinas de tear, os trabalhadores passaram a executar a fabricação de produtos nas fábricas e não mais em suas residências, já que era necessário existir um melhor planejamento e controle da produção (HARDING, 1981). Com o passar dos anos, o PCP foi se desenvolvendo e se adaptando aos novos modelos de produção que surgiam.

Muitas empresas têm a sua produção realizada sob encomenda (*Make to Order*), ou seja, produzem de acordo com o pedido e especificações do cliente. De acordo com Torres e Fernandes (2005), nesse modelo, os produtos acabados possuem estoque zero ou mínimo, fazendo com que a geração de custos seja reduzida, visto que não há armazenagem das manufaturas, o prazo para entrega dos produtos finais tende a ser maior que o prazo da produção voltada para estoque e cada produto possui especificações e personalização de acordo com o cliente, tornando o ambiente de produção mais complexo.

Segundo Quezado, Cardoso e Tubino (1999), a área de Planejamento e Controle da Produção (PCP) precisa estar em contato com diversos departamentos da empresa, como por exemplo suprimentos, produção, engenharia, logística, comercial, entre outras. Por esse contato incessável, suas tarefas precisam ser realizadas de maneira eficaz, de modo que não atrase ou sobrecarregue nenhum outro departamento e conseqüentemente não atrase a entrega do produto final. A produção sob encomenda é outro detalhe que torna a rotina de PCP mais complexa, já que os produtos são feitos personalizados para cada cliente e o lead time não pode ser longo, devido à alta competitividade do mercado. Para Slack et al. (2002), a princípio, a área de PCP precisa garantir que a produção possa ocorrer sem interrupções, ou seja, os recursos devem estar disponíveis a todo momento. Esses recursos são a mão de obra necessária para produzir o produto, bem como a matéria-prima, na quantidade e momento exatos, que será utilizada na manufatura.

Devido a toda essa complexidade de planejamento de toda a produção, bem como o relacionamento com as outras áreas, torna-se importante um estudo sobre a área de PCP e suas atividades, principalmente em uma produção sob encomenda, onde a complexidade tende a ser maior. Na teoria, toda essa dinâmica funciona bem, porém, na prática há obstáculos a serem corrigidos, como por exemplo, como fazer a

divisão dos recursos disponíveis (mão de obra, matéria-prima, centros de trabalho) quando eles são compartilhados para diversos produtos ao mesmo tempo, andando de maneira simultânea na produção? Como garantir que todos os recursos estejam disponíveis para a produção se há atrasos na cadeia de suprimentos e as entregas são instáveis? Como manter os níveis da manufatura em um certo grau de estabilidade se há novas demandas surgindo a todo instante? Como medir a produtividade da manufatura para garantir que o produto será entregue no prazo? Quais indicadores deve-se usar para fazer o acompanhamento da produção? Essas são algumas questões enfrentadas pela empresa estudada.

O principal objetivo desse trabalho é analisar a área de Planejamento e Controle da Produção em uma empresa que trabalha com produção sob encomenda. Por meio de pesquisa teórica, estudar as atividades dessa área nas empresas, suas responsabilidades, benefícios de ter uma área de PCP desenvolvida e dificuldades que possam ser enfrentadas durante o dia a dia.

Além de trazer a teoria, o objetivo do trabalho é apresentar os conceitos na prática de uma grande empresa de fabricação de maquinário para o ramo alimentício. Como é a rotina e desafios da área de Planejamento e Controle da Produção? Como acontece o planejamento dentro da fábrica? Quais atividades cada área de planejamento possui na empresa em questão? Por meio de entrevistas, conversas, pesquisas e a própria experiência do autor trabalhando na empresa, será possível ao final do trabalho entender a relação entre a teoria e a prática dos conceitos de PCP, buscando ampliar o entendimento dos leitores sobre esse tema pouco explorado na literatura, além de buscar responder às perguntas relacionadas aos desafios da área de PCP que foram apresentadas na introdução deste trabalho.

2. Revisão Teórica

2.1. Sistemas de Produção

De acordo com Tubino (2008), os sistemas de produção são divididos em produção contínua, produção em massa, produção por lote e produção por encomenda. O primeiro é definido pela produção em larga escala de produtos padronizados, em processos geralmente mais automatizados e com elevada eficiência. Sua diferença para a produção em massa é que os produtos não podem ser diferenciados individualmente. É um processo menos flexível, que exige uma

menor qualificação da mão-de-obra e possui elevado custo fixo de manufatura (PEREIRA; DAL FORNO; TUBINO, 2008).

A produção por lotes, caracteriza-se pela produção em grande escala de produtos que são divididos em lotes, de acordo com as máquinas envolvidas no processo e diferente da produção em massa, a sequência de equipamentos não é definida anteriormente. A produção em lotes é um pouco mais flexível em relação à produção em massa e há a formação de estoques do produto final e do produto inacabado (BULGACOV 1999).

O primeiro se caracteriza pela manufatura de produtos com alta padronização em grande escala, com um fluxo de processos já pré-estabelecidos, porém cada produto pode ser identificado individualmente (CORRÊA; CORRÊA, 2004) e a diferenciação entre os produtos ocorre a partir da montagem final (TUBINO, 1999).

As empresas que possuem produção sob encomenda, produzem uma maior variabilidade de produtos com menor volume (Hendry, 1998). Esse sistema exige maior qualificação da mão de obra e maior flexibilidade de processo produtivo. É uma fabricação que não leva a estoques, já que cada produto é feito especificamente para cada pedido de um cliente (YEH, 2000).

Na tabela 01 a seguir, é possível identificar as características dos quatro sistemas produtivos definidos por Tubino (2008):

Tabela 01: Características dos sistemas produtivos

Sistema Produtivo	Volume produtivo	Variedad e de produtos	Nível de flexibilidade da produção	Qualificação da mão de obra	Fluxo de informação	Produtos
Produção em massa	Alto	Média	Média	Média	Médio	Em lotes
Produção em lotes	Médio	Grande	Alta	Alta	Alto	Em lotes
Produção contínua	Alto	Pequena	Baixa	Baixa	Baixo	Contínuos
Produção sob encomenda	Baixo	Grande	Alta	Alta	Alto	Unitário

Fonte: Tubino (2000) apud Graziani (2022)

Pires (1995) classifica os sistemas produtivos em *Make to Stock* (MTS), *Make to Order* (MTO), *Assembly to Order* (ATO) e *Engineer to Order* (ETO). O sistema MTS visa a produzir em grandes quantidades para estoque e para atender a demanda do cliente, a produção ocorre sob previsão de demanda e não possui uma grande variedade de produtos, porém geralmente possuem prazo de entrega mais curtos. O sistema MTO é usado em empresas que não produzem para estoque e a manufatura só ocorre após o pedido do cliente. Possui uma alta customização dos produtos e seu prazo de entrega tende a ser mais elevado.

Já o sistema ATO possui características dos sistemas MTS e MTO, visto que sua produção de subconjuntos ocorre de maneira similar ao *Make to Stock*, na qual há geração de estoque e produção sob previsão de demanda, contudo, sua montagem final só é realizada após o pedido do cliente, tornando cada item personalizado de acordo com a demanda solicitada. O sistema ETO é um aprofundamento do sistema MTO, visto que não apenas a produção depende do pedido do cliente, mas todo o desenvolvimento do projeto depende das solicitações feitas pelo cliente.

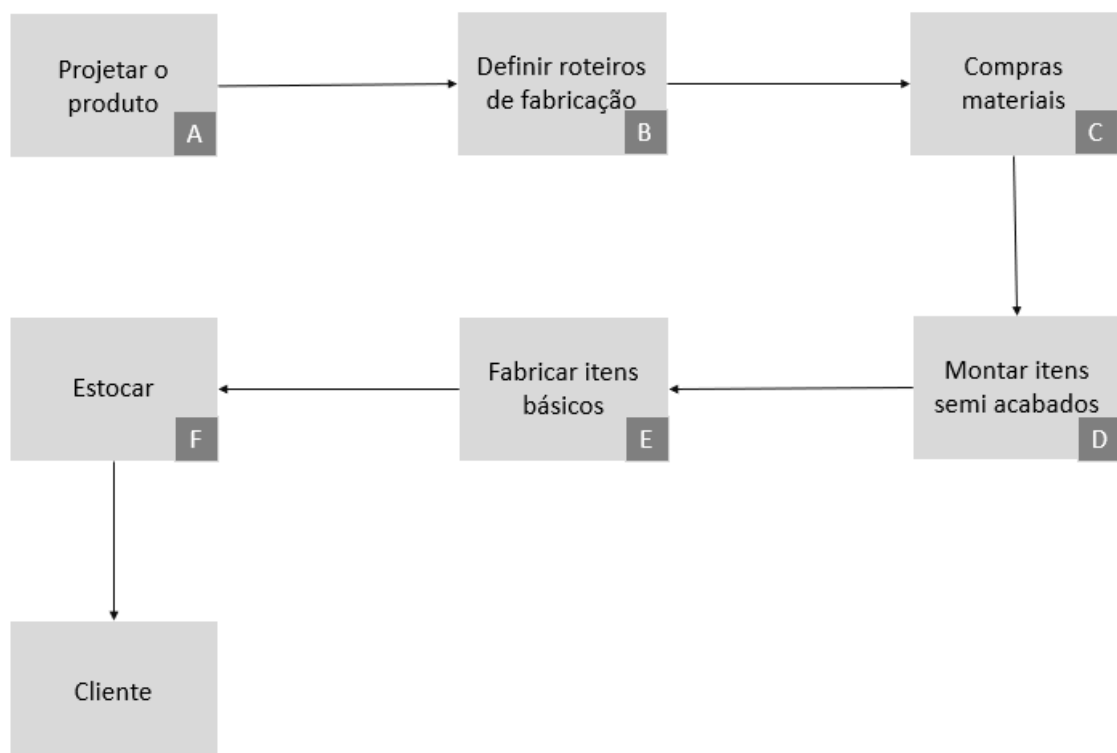
2.2. Produção sob encomenda

Como já visto anteriormente, a produção por encomenda é um tipo de sistema produtivo que busca uma elevada customização do produto final de acordo com o pedido de cada cliente e busca reduzir custos variáveis como o de estoque. Com essa definição, Costa (1996) classificou algumas empresas de acordo com suas estruturas de produção. Primeiramente ele definiu um fluxo genérico de produção sendo: Projetar o produto, definir roteiros de fabricação, comprar materiais, fabricar itens básicos, montar itens semiacabados, estocar e entregar para o cliente. Definiu também 6 tipos de empresas, de A até F. Cada empresa “inicia” sua produção em diferentes etapas do fluxo estabelecido por Pires, dependendo da sua estrutura. As empresas do tipo A participam de todo o fluxo de produção, desde o projeto do produto até o estoque, são empresas com uma elevada variedade de produtos e sua produção é considerada “aberta”, ou seja, não têm definido o que vão produzir, podendo variar o nível de customização de acordo com o dia. As empresas do tipo B possuem em sua produção a definição de roteiros até estocagem, ou seja, diferencia-se do tipo A porque a produção ocorre a partir do projeto do próprio cliente.

Empresas do tipo C iniciam o fluxo na compra dos materiais e sua produção é fechada de uma lista específica de produtos, porém essa lista é bem heterogênea, o que faz com que não haja estoque de matérias-primas. Já as empresas do tipo D não possuem uma lista muito variável de produtos, então o processo de compra de materiais pode ocorrer antes mesmo do pedido do cliente. Empresas do tipo E já possuem em estoque as matérias-primas e alguns produtos básicos, baseando-se em estimativas de produção e visam possuir uma resposta mais rápida ao mercado do que empresas do tipo D. Enquanto que empresas do tipo F, se estabelecem para atender aos pedidos dos clientes apenas com base em estoques já existentes, sem a necessidade de produção ou montagem de itens após o pedido do cliente.

A imagem 01 a seguir, mostra o fluxo de planejamento e produção definido por Costa (1996), bem como onde cada tipo de empresa “começa” sua produção após o pedido do cliente:

Figura 01: Fluxo de planejamento e produção



Fonte: Adaptado de Costa (1996)

A tabela 02 a seguir caracteriza alguns tipos de empresas definidos por Costa (1996) e algumas das características de seus sistemas produtivos, bem como qual tipo de empresa possui maior relação com a produção sob encomenda:

Tabela 02: Características da produção sob encomenda

Tipo de Empresa	Produtos	Produção	Prazo de entrega	Volume produtivo	Produção sob encomenda
A	Linha aberta	Aberta	Elevado	Muito baixo	☑☑☑☑☑
C	Linha fechada e heterogênea	Alta instabilidade	Médio	Baixo	☑☑
D	Linha fechada e pouco heterogênea	Baixa instabilidade	Médio	Alto	☑
F	Linha fechada e homogênea	Estável	Curto	Muito alto	XXXX

Fonte: Adaptado de Costa (1996)

2.3. PCP

Como já visto na introdução deste trabalho, o departamento de PCP atua em conjunto com diversas outras áreas da empresa, servindo como um apoio e centralização de informações.

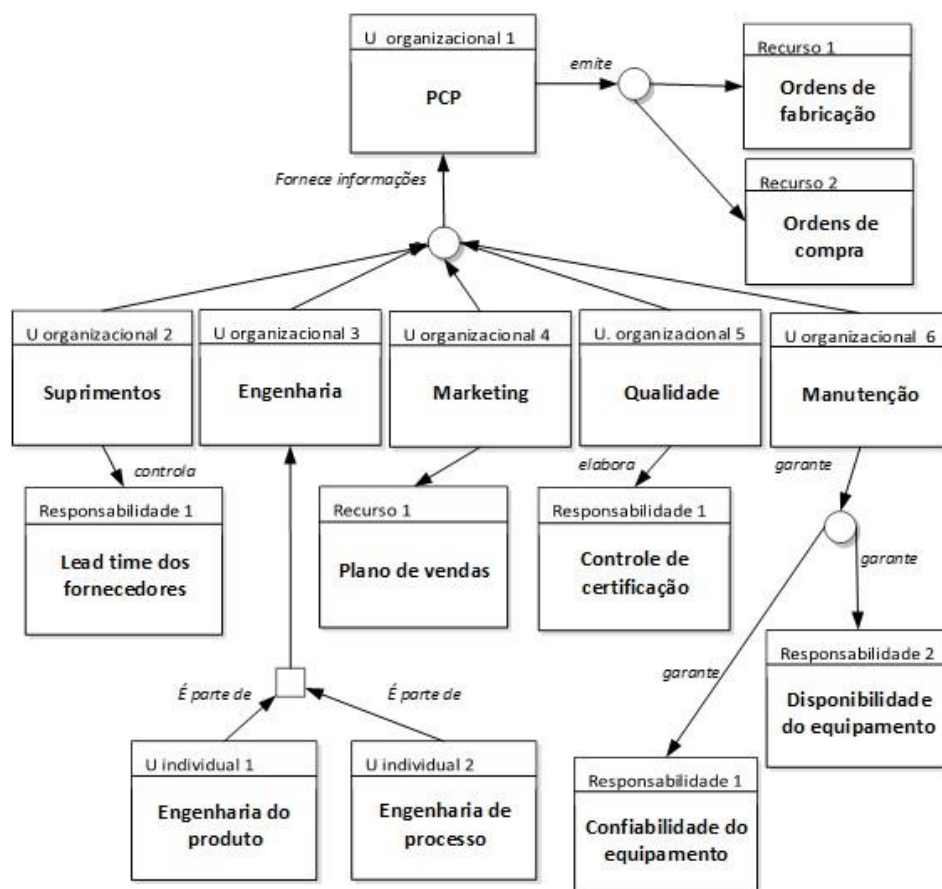
Segundo Tubino (2007, p.3):

“Da Engenharia do Produto são necessárias informações contidas nas listas de materiais de desenhos técnicos, da Engenharia de Processo os roteiros de fabricação e os lead times, no Marketing buscam-se os planos de vendas e pedidos firmes, a Manutenção fornece os planos de manutenção, Compras/Suprimentos informa as entradas e saídas dos materiais em estoques, dos Recursos Humanos são necessários os programas de treinamento, Finanças fornece o plano de investimentos e o fluxo de caixa, entre outros relacionamentos. Como desempenha uma função de coordenação de apoio ao sistema produtivo, o PCP de forma direta, ou de forma indireta, relaciona-se praticamente com todas as funções deste sistema.”

Para Favaretto (2001), a fim de atender as demandas dos consumidores com os produtos finais e os acionistas com lucros, o PCP tem como foco o controle de todo o processo produtivo, reunindo informações de outros departamentos, a fim de gerar ordem de produção e de compra.

A imagem 02 a seguir demonstra de maneira resumida as relações e atividades do Planejamento e Controle da Produção:

Figura 02: Relação da área de PCP com demais áreas



Fonte: Guerrini, Belhot, Azzolini Júnior (2019)

Além disso, de acordo com Quezado, Cardoso e Tubino (1999), o PCP atua nos três níveis estratégicos da produção: estratégico, tático e operacional. No nível estratégico, é preciso que a área de planejamento tenha consciência dos recursos disponíveis na fábrica, ou seja, equipamentos existentes, quantidade de mão de obra, horas-homem dos funcionários ligados diretamente à produção, quais produtos serão fabricados, entre outras informações para que seja possível elaborar um Plano

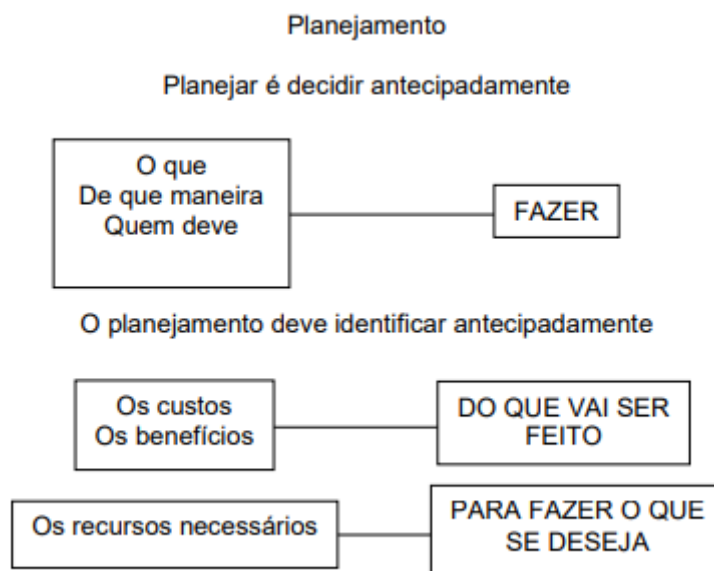
Estratégico de Produção. No nível tático, é feito um planejamento a médio prazo de como será feita a produção, de acordo com os turnos disponíveis para cada máquina, mão de obra e seus horários, estabelecendo assim o Plano Mestre de Produção (PMP). Enquanto que no nível operacional, o planejamento é a curto prazo, como o controle de estoques, itens a serem comprados, ordem de produção elaboradas e enviadas para a fábrica, ou seja, o PCP faz um acompanhamento de toda a cadeia produtiva com o auxílio de ferramentas de MRP/ERP.

A área de PCP atua baseando-se em basicamente três etapas: planejamento, programação e controle.

2.3.1. Planejamento

Segundo Lacombe e Heilborn (2006) planejar é tomar decisões baseando-se em objetivos pré-estabelecidos, de acordo com os recursos existentes, sabendo utilizá-los quando necessário. A imagem 03 a seguir demonstra a definição de planejamento:

Figura 03: Definição de planejamento



Fonte: Lacombe e Helborn (2006)

Referente ao planejamento a longo prazo do nível estratégico, Vollmann et al. (2006) diz que para alcançar objetivos, há um abastecimento de informações sobre os recursos disponíveis como máquinas, mão de obra, fornecedores, a fim de tomar decisões para atingir as metas estabelecidas. Para Tubino (1999), é de responsabilidade do PCP gerar o plano estratégico de produção, baseando-se nos recursos disponíveis e expectativas de vendas.

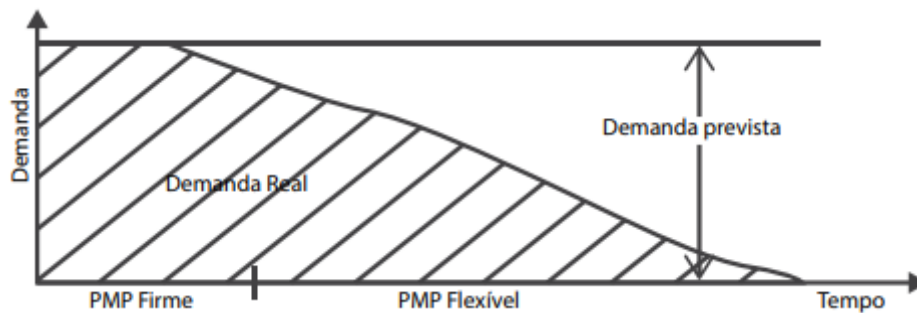
2.3.2. Programação

Essa etapa é referente ao nível tático da organização e nela são desenvolvidos os planos a médio prazo, como o Plano Mestre de Produção (PMP). O PMP funciona como ponte entre o plano estratégico da empresa e as operações de produção, que representam o planejamento do nível tático (TUBINO, 2009).

Com o PMP é possível identificar o que vai ser produzido, quando vai ser produzido, em que quantidade, em quais máquinas, quanta matéria-prima será necessária na fabricação, qual o tipo de demanda, para que assim não haja interrupções ou gargalos na produção para não atrasar o planejamento e objetivos estabelecidos no nível estratégico. Segundo Vollmann et al. (2006), é nessa etapa que os clientes e fornecedores são informados dos prazos de entrega do produto final e dos materiais necessários para produção, respectivamente.

O Plano Mestre de Produção pode ser mais fixo ou flexível dependendo do sistema produtivo da organização. Se a empresa atuar em um sistema *Just in Time (JIT)*, tanto a produção é mais flexível, como o PMP torna-se flexível por mais tempo que em um sistema convencional. No sistema JIT, no qual tem a produção puxada, a empresa evita a formação de estoques, produzindo apenas o necessário para a produção. No sistema produtivo de produção empurrada, o PMP torna-se mais rígido por um período de tempo maior, já que a demanda acaba sendo mais constante. É preciso entender o sistema produtivo que a empresa trabalhar para poder adequar o planejamento a médio prazo, conforme mostra a imagem 04 a seguir, relacionando a constância da demanda com a rigidez do Plano Mestre de Produção:

Figura 04: Relação entre demanda e PMP



Fonte: Tubino (1999)

Segundo Corrêa, Giansesi e Caon (2008), as empresas estabelecem seus planejamentos a médio prazo, baseando-se em um dos três tipos de produção: produção para estoque, produção sob encomenda e montagem sob encomenda. No primeiro tipo, o PMP depende da demanda mais rígida e atua com estoques de segurança. Na produção sob encomenda, o PMP atua para produzir apenas o necessário, sem a necessidade de estoques. No último tipo, a produção do item final visa a produção sob encomenda, porém, durante a manufatura dos componentes, há formação de estoques.

Conforme Martins e Lauggeni (2005, p. 263):

“[...]a reposição de materiais tem início com uma demanda de um cliente. O órgão de planejamento de materiais deve verificar se existe estoque do material e se o material deve ser comprado ou fabricado.”

Assim como entender o sistema produtivo da empresa é importante, ter o controle dos estoques dos produtos e matérias-primas é essencial para a redução de custos e para evitar desperdício de tempo e recursos necessários para a produção e assim conseguir atingir, sem atrasos, às demandas interna e externa.

Na etapa de programação, segundo Tubino (1999, p. 52):

“[...]são dimensionadas e emitidas ordens de compra para os itens comprados, ordens de fabricação para os itens fabricados internamente e ordens de montagem para as submontagens intermediárias e montagem final dos produtos definidos no PMP.”

2.3.3. Controle

Nessa última etapa, tem-se o planejamento no nível operacional, bem como todo o acompanhamento e controle do processo produtivo. Muitas empresas negligenciam essa etapa, porém, tão importante quanto ter um bom planejamento é ter um controle eficaz da produção e flexibilidade para corrigir problemas que possam

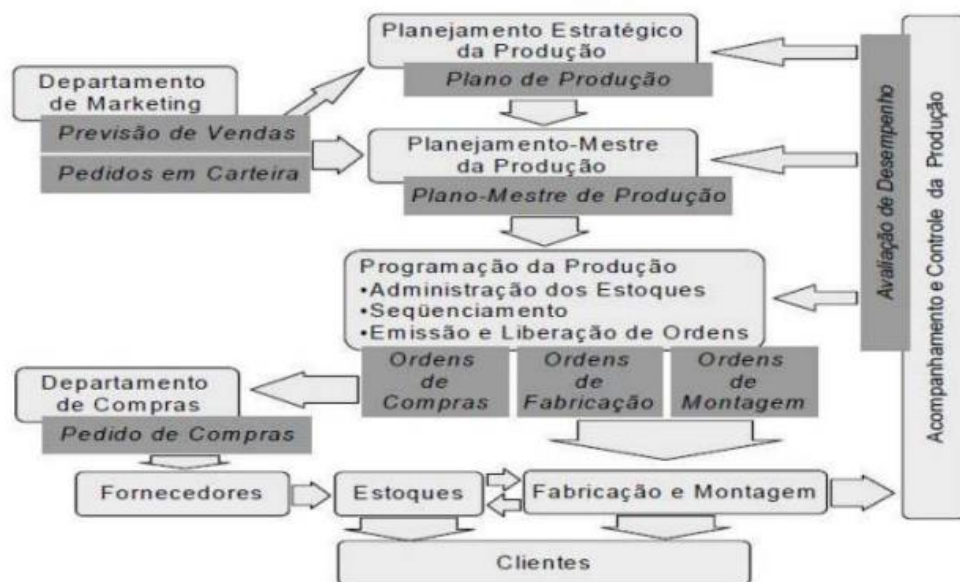
surgir ao longo do processo, conforme Slack *et al.* (1997) diz que esses ajustes servem para equilibrar qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custos, que segundo Corrêa (2001), são os cinco pontos estratégicos da produção.

Para Tubino (2000), a área de PCP precisa coletar os dados do processo produtivo, como por exemplo, horas/máquinas, horas/homem, defeitos que ocorreram, quais materiais e quanto de cada um foi utilizado, entre outros, para assegurar que a produção está seguindo conforme o planejado.

De acordo com Moreira (1996), para controlar a produção é preciso de indicadores sobre onde está cada ordem de produção, qual o estado dela, o material acumulado em cada centro de trabalho, quais máquinas estão operando, a quantidade de produtos que já foram produzidos, entre outros, para assim assegurar que toda ordem de produção será produzida no momento correto sem nenhum problema.

A imagem 05 a seguir mostra a relação entre os três níveis de planejamento, estratégico, tático e operacional, bem como seus relacionamentos com atividades de longo, médio e curto prazo, sendo um panorama geral de todas as atividades de PCP:

Figura 05: Panorama das atividades de PCP



Fonte: Tubino (1997)

2.4. Sequenciamento da Produção

O sequenciamento da produção ocorre na etapa de planejamento a curto prazo, ou seja, no nível operacional (ARAÚJO, 2003) e é uma das atividades mais

importante para a produção, visto que busca cumprimento do prazo de entrega para o cliente e a melhor utilização dos recursos, sem que haja desperdícios de tempo e material (TORRES *et al.*, 2003).

Segundo Corrêa e Corrêa (2009), nessa etapa do sequenciamento é preciso definir prioridades e essas prioridades são estabelecidas de acordo com algumas regras como: tempo de processamento em cada centro de trabalho, data prometida da entrega, quando a ordem de produção entrou na fábrica e no centro de trabalho, importância do cliente solicitante do pedido, tempo de operações restantes, entre outras. Além disso, para Corrêa e Corrêa (2009), há alguns indicadores que mostram se o sequenciamento da produção foi efetivo, como: porcentagem de ordens concluídas no prazo planejado, tempo de utilização dos recursos, tempo ocioso, estoques gerados, tempo que a ordem permanece em produção, entre outros.

Tubino (2000) definiu algumas regras para definir as prioridades do sequenciamento da produção, principalmente em empresas que trabalham com pequena quantidade de itens, porém com grande variedade, como mostra a imagem 06 a seguir:

Figura 06: Regras para sequenciamento

Sigla	Definição	Explicação
PEPS	Primeira que entra, primeira que sai	A primeira ordem a chegar no centro de trabalho, é a primeira a ser realizada
MTP	Menor tempo de processamento	Tarefa com menor tempo de operação no centro de trabalho é a primeira a ser atendida
MDE	Menor data de entrega	A tarefa que tiver a data de entrega mais próxima tem prioridade
IPI	Índice de prioridade	Cada produto ou cliente possui uma prioridade para a produção e as ordens são realizadas de acordo com a maior prioridade
ICR	Índice crítico	As ordens são processadas de acordo com quem tiver o menor valor de “data até a entrega dividido pelo tempo de processamento”
IFO	Índice de folga	As ordens são processadas de acordo com quem tiver o menor valor de “data até a entrega menos pelo tempo de operação faltante dividido pelo número de operações faltantes”
IFA	Índice de falta	As ordens que possuírem o menor valor de “quantidade em estoque dividido pela taxa de demanda” terá prioridade

Fonte: Tubino (2007, p.117)

2.5. MRP (*Material Requirement Planning*)

A definição de MRP (traduzida como Planejamento de Recursos de Produção), surgiu da demanda de um controle mais eficaz do planejamento para fabricação de produtos em larga escala, na década de 1960 nos Estados Unidos. Devido a essa produção em larga escala, era necessário um conjunto elevado de informações sobre tudo que envolvia a manufatura (SLACK; CHAMBERS; JONHSTON, 2002). Os idealizadores são Oliver Wight e Joseph Orlicky. O MRP realiza cálculos utilizando a demanda do item a ser vendido, o saldo em estoque dos itens que serão utilizados na fabricação e a estrutura do produto. Essa estrutura é a lista de materiais, com a quantidade exata de cada item, que serão necessários para atingir o produto final de acordo com uma sequência específica de manufatura (PEINADO; GRAEML, 2007).

Assim, sabendo os itens que são exigidos em todas as etapas da montagem e baseado no *lead time* (fixo) de cada um, é possível determinar a quantidade de todos os itens que serão necessários para produção do resultado final, bem como o momento para a aquisição dos itens e do momento em que devem ser utilizados na fabricação, ou seja, define-se prioridades para compra e manufatura dos itens. Segundo Tubino (1997), *lead time* é o tempo gasto para transformar matéria-prima em produto final. Pode-se pensar em *lead time* do cliente, ou seja, do momento em que é feita a compra até a entrega do produto, como também existe *lead time* de produção, considerando apenas as atividades internas para chegar ao produto final (MARTINS, 2003).

Segundo Nigel Slack (1999), as organizações passaram a utilizar de um conceito denominado “Estratégia da Produção”, fortalecendo sua visão sobre a gestão estratégica da companhia. Essa gestão consiste em uma integração de diversas áreas empresariais a fim de concentrar o fluxo de informação dos processos, facilitando o alcance dos objetivos da organização. Além disso, ao implantar o MRP, as empresas podem esperar melhorias como estoques reduzidos, facilidade de responder às alterações de demanda do mercado, planos de produção mais flexíveis, custos e tempo improdutivo reduzidos, aumento na variedade de itens fabricados, além de possuírem uma qualidade superior (HEIDRICH, 2005). Outras vantagens são a visualização holística do plano de produção de maneira prévia à oficialização dos

pedidos, os momentos em que se deve priorizar ou não a produção, qual o momento de expedir o produto final, facilidade para mudar a quantidade a ser produzida e uma melhor visualização da capacidade de produção da fábrica.

Segundo Heidrich (2005) as atualizações das informações do sistema MRP devem ser verificadas a todo momento, para que o sistema funcione perfeitamente. Sempre que há uma nova informação, o sistema deve ser atualizado, já que a demanda, produtos e suas quantidades, bem como o prazo de entrega de fornecedores internos e externos estão suscetíveis a mudanças. Outrossim, problemas em equipamentos e falta de recursos humanos podem ser fatores que afetam a produção de determinado equipamento, portanto, com essas mudanças atualizadas no sistema, é possível apresentar um novo cenário e novas prioridades para produção.

De acordo com Ozaki (2003), a partir da década de 1980, em que as empresas começaram a usar redes de computadores integradas ao planejamento da produção, o MRP transformou-se em MRP II (*Manufacturing Resource Planning*) que significa Planejamento dos Recursos da Manufatura, o qual possuía as mesmas funções do MRP, mas também integrava informações sobre as máquinas utilizadas e mão de obra necessária em todo processo produtivo.

2.6. ERP

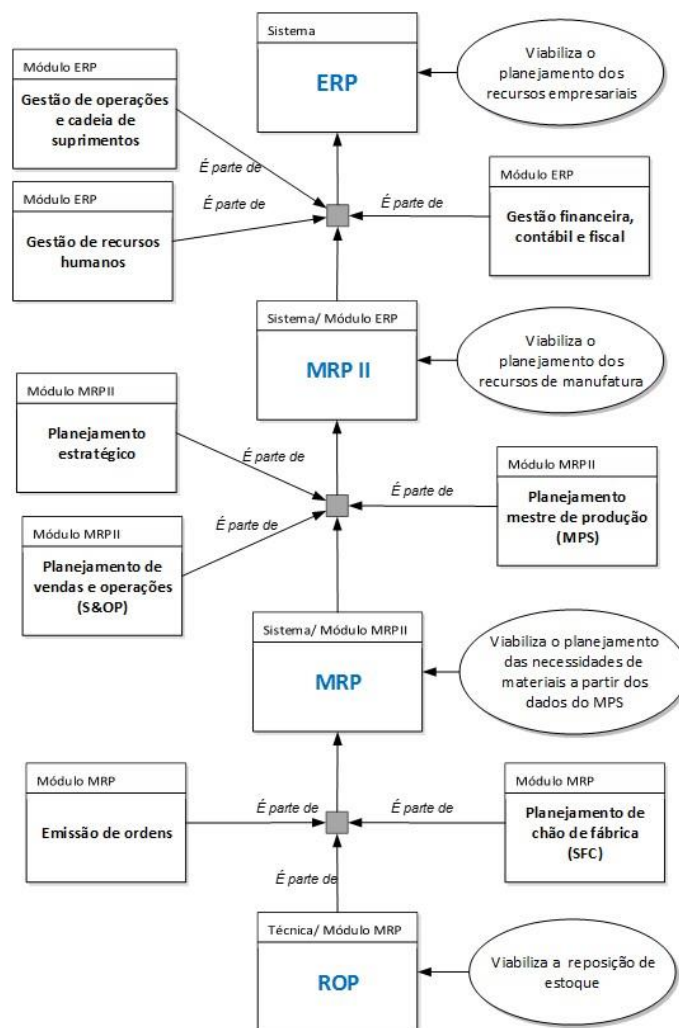
ERP significa *Enterprise Resource Planning* e traduzindo diretamente seria "Planejamento dos Recursos da Empresa". A principal diferença entre o MRP e o ERP, é que o primeiro se concentrava apenas no processo de produção, estoque e compra de materiais, estrutura do produto final, enquanto que o ERP apresenta uma estrutura mais integrada com outras áreas da empresa, como por exemplo, a contabilidade e relacionamento com o cliente (SANTO BERNARDO; ONUSIC, 1999). Então, o ERP funciona como um único software de integração entre diversas áreas da empresa, fornecendo uma solução que consiga trazer resultados e fluxos de informações internas e externas para todas as funções de negócios das áreas participantes.

Segundo a *Deloitte Consulting* (1998), ERP serve para concentrar as informações em tempo real de toda a empresa, por meio da alimentação de dados, automatizando diversos processos de negócios da empresa.

Com a utilização de sistemas ERP, é possível ter uma visão holística de toda as áreas envolvidas no processo e de toda cadeia de suprimentos, bem como todo o fluxo de informações presentes no processo, facilitando a tomada de decisões inteligentes (CHOPRA; MEINDL, 2003). O ERP serve de suporte para os processos de produção, administração, logística, relacionamento com o cliente e comerciais da companhia. Trabalha como uma integração do fluxo de informações desses processos, melhorando-os na agilidade e assertividade na tomada de decisão, menor taxa de falhas humanas e disponibilizando essas informações em tempo real (CÁSSIA, 2005).

A figura 07 a seguir mostra as funções de MRP, MRP II e ERP, suas diferenças e suas relações:

Figura 07: Relação entre MRP, MRP II e ERP



Fonte: Guerrini, Belhot, Azzolini Júnior (2019)

3. Métodos científicos

3.1. Método de pesquisa

A metodologia de pesquisa escolhida para esse trabalho foi estudo de caso, especificamente sobre a área de Planejamento e Controle da Produção (suas atividades e desafios) de uma empresa de fabricação de maquinário para o setor alimentício.

Segundo Miguel et al. (2018), estudo de caso é uma metodologia empírica e investigativa a respeito de casos reais e contemporâneos, buscando uma análise aprofundada sobre eles. Em estudos de caso, para garantir um conhecimento amplo sobre o caso estudado, é preciso fazer que haja uma análise detalhada (GIL, 1996; BERTO; NAKANO, 2000). De acordo com Mattar (1996), esses estudos buscam compreender melhor um problema pouco explorado, então teorias e hipóteses podem ser desenvolvidas, buscando uma maior compreensão do objeto de estudo.

O estudo de caso do trabalho pode ser classificado como sendo exploratório, já que há uma proximidade entre o pesquisador e o objeto a ser estudado, além do tema proposto não possuir muitos estudos que o abordam, sendo pouco explorado na literatura (YIN, 2001). Essa classificação também se relaciona com o que foi explicado por Gil (2007), já que há uma aproximação e explicitação do problema existente. Para obter informações sobre o objeto de estudo, foram realizadas entrevistas (estruturadas que se encontram em anexo e semiestruturadas) com dois planejadores, um de projeto e um de chão de fábrica, além de pesquisas a respeito da teoria e observações do pesquisador, como dito por Gil (2007), é o que transforma o trabalho em pesquisa ou estudo de caso.

Pádua (1997, p. 64-65) comenta sobre as entrevistas:

“A entrevista é um procedimento mais usual no trabalho de campo. Por meio dela, o pesquisador busca obter informes contidos na fala dos atores. Ela não significa uma conversa despretensiosa e neutra, uma vez que se insere como meio de coleta dos fatos relatados pelos atores, enquanto sujeito-objetos da pesquisa que vivenciam uma determinada realidade que está sendo focalizada.”

Para Godoy (1995, p. 67-68):

“Numa valiosa técnica de abordagem de dados qualitativos, podendo ser também utilizada para complementar informação obtida em outras fontes [...] documentos de diversos tipos podem ser utilizados, visando a prover o pesquisador com dados complementares para a melhor compreensão do problema investigado.”

Sobre as observações do pesquisador, Zanelli (2002, p. 83), explica:

“Quando o recurso é a observação ou a análise documental, o pesquisador procede a um constante e minucioso exame dos elementos que estão no contexto. [...] A observação atenta dos detalhes põe o pesquisador dentro do cenário, para que possa compreender a complexidade dos ambientes psicossociais, ao mesmo tempo em que lhe permite uma interlocução mais competente.”

Com diversas fontes de informações durante a pesquisa, o trabalho se torna mais confiável, com maior credibilidade (YIN, 2005).

3.2. Sobre a empresa

Para preservar o sigilo da empresa estudada, neste trabalho ela será denominada como “Empresa X”.

A Empresa X é uma empresa multinacional, com mais de 50 franquias espalhadas por diversos países, estando presente em todos os continentes. Sendo líder global do seu ramo de atuação, a Empresa X produz máquinas e equipamentos de alta tecnologia para processamento de alimentos e bebidas, como frutas, vegetais, peixes, aves, carnes, leite, entre outros. Algumas das principais funções de seus equipamentos são congelamento e resfriamento de alimentos, processamento de proteína, frutas e sucos e esterilização de produtos alimentícios, extração, preservação e embalagem de frutas.

Para ilustrar como ocorre todo o processo de fabricação de um equipamento na Empresa X, há um fluxograma no anexo A identificando de maneira resumida as atividades de cada área, desde a venda até exportação do produto. O fluxograma, mesmo resumido, mostra a complexidade do sistema produtivo da empresa em questão, bem como as áreas de planejamento e controle da produção se relacionam com diversas áreas da empresa.

A Empresa X trabalha com produção sob encomenda, ou seja, cada produto possui customizações de acordo com a necessidade do cliente, o que torna o sistema produtivo mais complexo. O sistema se torna mais dinâmico e desafiador, pois os itens que serão fabricados e comprados variam bastante, fazendo com que a mão de obra tenha de ser mais qualificada, o suprimento de matérias primas possa ficar sobrecarregado, a “disputa” interna de recursos fique mais frequente, tudo isso demanda uma organização de toda a empresa, principalmente da área de PCP, que

está ligada diretamente à produção e com diversos outros departamentos. Essa é uma das principais dificuldades da Empresa X e de outras que fazem produção sob encomenda, a complexidade da produção de itens customizáveis, a imprevisibilidade do mercado, tanto dos clientes como de fornecedores, a organização interna necessária para atender todos os prazos e manter os diferentes produtos com a qualidade necessária, a dificuldade da área de PCP de manter a produção eficaz, sem gerar atrasos e perda de material.

Por se tratar de diversos tipos de equipamento, cada um com customizações específicas, a Empresa adota um sistema de agrupamento desses produtos, dividindo-os em “famílias”. Essa divisão leva em conta principalmente a função do equipamento, máquinas para congelamento de alimentos, máquinas para processamento de proteínas, máquinas para extração e embalagem de frutas, entre outros.

4. Discussão e resultados

4.1. Teoria aplicada na prática

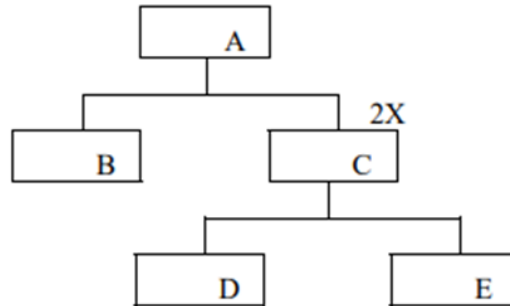
4.1.1. Planejamento do projeto

Na Empresa X há dois exemplos diferentes de planejamento e controle da produção: os planejadores dos projetos e o planejador do chão de fábrica. Os primeiros, que são responsáveis pelos projetos em si, fazem o acompanhamento do andamento da fabricação do equipamento, dos itens comprados, da liberação dos roteiros de fabricação e emissão das ordens de produção, utilizando um software similar a um MRP (*Material Requirement Planning*).

O software usado pela área de PCP é o JD *Edwards EnterpriseOne* (JDE). Nele estão contidos ações, tarefas, relatórios, consultas, entre outros, de diversas áreas da empresa. Assim, os planejadores do projeto podem acessar o item “pai” de cada equipamento a ser fabricado (cadastrado antes pela engenharia do produto) e assim, identificar todos os itens “filhos” subsequentes e a quantidade de cada um para formar o item “pai” e consequentemente, identificar todos os demais itens da cadeia de fabricação. Segundo Corrêa e Gianesi (1993), um item “pai” é aquele que possui componentes e esses componentes são chamados de “filhos”. Se o “filho” possuir componentes para sua fabricação, ele é considerado “pai” desses

componentes e assim sucessivamente. A imagem 08 a seguir mostra uma estrutura de fabricação do item A, identificando a relação entre os itens “pais” e itens “filhos”.

Figura 08: Exemplo de estrutura do produto



Fonte: Corrêa e Giancesi (1993, p.112)

Com essa consulta, os planejadores conseguem identificar os itens que serão fabricados e os itens que serão comprados de fornecedores. A partir dessa divisão, para os itens comprados são gerados pedidos de compra no JDE e passados para a área de suprimentos oficializar esses pedidos com os fornecedores, acordando o prazo de entrega ou coleta e o valor gasto com a compra.

Para os itens fabricados, é preciso identificar se já foram fabricados anteriormente para outro equipamento, se já foram produzidos, eles já possuem roteiro de fabricação salvo no JDE, caso contrário, é necessário que a engenharia industrial crie os roteiros. Os planejadores devem linkar cada item a ser fabricado com uma Ordem de Produção no próprio JDE e assim que ela tiver seu roteiro de fabricação, pode ser impressa por eles e repassadas para a fábrica iniciar a produção. Cada item fabricado possui uma lista de peças para que seja produzido, esses itens podem ser comprados, semiacabados ou matéria-prima, mas todos os itens “filhos” devem constar na lista de materiais daquele item “pai”. Essa lista é impressa também na ordem de produção e ela pode ser acessada no JDE. A imagem 09 a seguir mostra um exemplo genérico de lista de materiais do item A:

Figura 09: Exemplo de lista de materiais

Ordem de Produção XXX		
Item: A		Quantidade: 1
Lista de Materiais		
Item	Quantidade	Unidade
B	1	Quilos
C	2	Metros

Fonte: Própria (2023)

O software também permite que seja consultada a quantidade de cada item no estoque da empresa, assim os planejadores identificam aqueles itens que não serão fabricados pela falta de matéria-prima ou de outro item comprado e assim geram um pedido de compra para atender à demanda.

O JDE é importante devido a toda complexidade que envolve a cadeia produtiva, principalmente pela diversidade de produtos fabricados pela Empresa X. Possuir um ambiente que permite visualizar todas as informações necessárias de cada projeto, de cada equipamento, de cada departamento da empresa é algo imprescindível para manter todas as informações concentradas e acessíveis a todos colaboradores. Para a área de PCP, com tantos produtos diferentes sendo fabricados simultaneamente, o JDE ajuda a visualizar e analisar oportunidades de melhoria, como liberar itens semelhantes para otimizar a produção, solicitar a compra de itens com tempo de espera longo para atender mais de um projeto, entre outras.

4.1.2. Planejamento de chão de fábrica

O planejador de chão de fábrica fica responsável pelo acompanhamento prático da produção do equipamento, ou seja, quais ordens de produção devem ser disponibilizadas para a fábrica, a manutenção dos centros de trabalho sem paradas, identificação de itens faltantes para a continuação da produção, entre outras atividades. Segundo Moreira (2008), os planejadores de chão de fábrica têm alguns objetivos para cumprir, como por exemplo, garantir a qualidade do produto, manter um nível adequado e constante de trabalho dos operadores e máquinas, diminuir estoques e reduzir custos das operações, entre outros.

Outra consulta possível de se fazer no JDE pelos planejadores é em relação às ordens de produção que ainda não foram encerradas pelos colaboradores da

fábrica. É possível identificar as ordens que estão “abertas”, visualizar qual operação não foi realizada, quais itens “filhos” não foram requisitados e assim, pode-se tomar providência em relação ao que precisa ser feito.

Uma das responsabilidades mais importantes dos planejadores de chão de fábrica é o melhor aproveitamento de recursos produtivos durante a produção dos diversos equipamentos. Esses recursos são espaço disponível, mão de obra, máquinas para fabricação, matéria-prima necessária para manufatura.

Os planejadores e líderes de chão de fábrica realizam reuniões semanais com os operadores das máquinas a fim de passar o planejamento da fabricação, quais projetos serão priorizados, qual operador ficará encarregado de cada centro de trabalho, o que precisa ser entregue naquela semana, os possíveis gargalos, entre outros tópicos importantes para a manutenção eficaz da manufatura.

4.2. Melhorias relacionadas ao planejamento

Além de utilizar a teoria de MRP/ERP pelo software do JDE, a empresa tornou essa visualização de informações mais prática para a área de planejamento e áreas relacionadas diretamente à produção, como por exemplo a engenharia industrial e a área de suprimentos. Foi criada, pelos colaboradores da Empresa X, uma planilha no Excel que está vinculada ao JDE, assim, em cada atualização realizada no software, há uma atualização na planilha, facilitando o fluxo e concentração de informações. Segue, com a imagem 10, o exemplo de utilização da planilha:

Figura 10: Simulação de detalhes dos projetos na planilha

Cliente	Equipamento	Projeto	Data entrega	Planejador	Planejado	Realizado	A realizar
Cliente A	Máquina A	XX0001	20/05/2022	João	560 horas	300 horas	260 horas
Cliente B	Máquina B	XX0002	03/06/2022	José	1000 horas	150 horas	850 horas

Fonte: Própria adaptada da Empresa X (2023)

Assim, cada planejador consegue filtrar e buscar apenas as pendências de seus projetos que são responsáveis ou de qualquer projeto específico. Com o projeto filtrado, é possível obter a quantidade de horas que será realizada, quantas horas já foram realizadas e conseqüentemente, quanto falta para concluir o equipamento.

Outra informação de fácil visualização é a lista de pendências vinculadas a cada projeto, por exemplo, quais itens comprados ainda não chegaram, bem como o

fornecedor e a data prevista para chegada, além do engenheiro de suprimentos responsável pelo pedido, como mostra a imagem 11 a seguir:

Figura 11: Simulação de itens comprados

Status pedido	Item	Código	Fornecedor	Quantidade	Projeto	Status	Responsável	Data do pedido	Data a receber
Pedido no JDE	Tubo quadrado 1"	XXXXX1	Fornecedor A	300 metros	Projeto 1				
Pedido nacional	Chapa inox 2mm	XXXXX2	Fornecedor B	2000 kg	Projeto 1	No fornecedor	João	21/02/2022	02/03/2022
Pedido nacional	Parafuso Sextavado	XXXXX3	Fornecedor C	200 unidades	Projeto 2	Em trânsito	Maria	03/03/2022	05/03/2022
Pedido importado	Motor	XXXXX4	Fornecedor D	1 unidade	Projeto 2	Em fabricação	José	15/02/2022	20/03/2022

Fonte: Própria adaptada da Empresa X (2023)

Outrossim, quando os itens comprados chegam na empresa, passam pela área de recebimento de material e inspeção da qualidade para seguirem para fabricação, porém se há alguma não conformidade, o item precisa ser devidamente analisado e deve-se tomar a tratativa adequada. Portanto, enquanto está não conforme ou falta algum certificado de qualidade por parte do fornecedor, o item é alocado nessa área, podendo ser devolvido para o fornecedor para que adeque o item à qualidade necessária ou seja retrabalhado internamente, caso esteja não conforme ou espere-se o certificado, caso estivesse faltando. A figura 12 a seguir exemplifica esse processo:

Figura 12: Simulação de itens em diferentes áreas

					Área			
Item	Código	Quantidade	Unidade	Fornecedor	Recebimento	Qualidade	Não conforme	Dias do recebimento
Tubo quadrado 1"	XXXXXX1	300	metros	Fornecedor A	300 metros			5 dias
Tubo quadrado 2"	XXXXXX2	400	metros	Fornecedor A		400 metros		7 dias
Chapa inox 2mm	XXXXX3	2000	kg	Fornecedor B			2000 kg	2 dias

Fonte: Própria adaptada da Empresa X (2023)

A lista de itens pendentes para engenharia industrial também é acessada pela planilha. Assim, pode-se visualizar os itens que necessitam de roteiro de fabricação e os itens que necessitam de revisão, assim como mostra a imagem 13 a seguir:

Figura 13: Simulação de itens pendentes para fabricação

Item	Código	Ordem de produção (OP)	Ordem "pai"	Projeto	Quantidade	Status	Responsável
Item 01	XXXXX1	100001	100003	Projeto 1	1	Roteiro pendente	João
Item 02	XXXXX2	100002	100003	Projeto 1	2	Revisão pendente	João
Item 03	XXXXX3	100004	100005	Projeto 2	1	OP documentada	Planejamento
Item 04	XXXXX4	100005	100006	Projeto 2	1	Roteiro pendente	José
Item 5	XXXXX5	100007	100008	Projeto 3	4	Em fabricação	Produção

Fonte: Própria adaptada da Empresa X (2023)

A planilha tem a lista de todas as ordens de produção vinculadas a cada projeto, portanto é possível filtrar para os itens que precisam de roteiro ou revisão de roteiro e/ou desenho, quais ordens de produção precisam ser documentadas e impressas para fabricação, quais já estão sendo fabricadas e/ou foram requisitadas e quais já estão encerradas, qual a ordem de produção “pai” de cada item. Quando um item é cadastrado no JDE e o planejador vincula esse item a um projeto e uma ordem de produção, a planilha é atualizada gerando uma pendência de roteiro para esse item para a engenharia industrial. Quando o roteiro é criado no JDE, a ordem de produção muda seu status. Quando um pedido de compra é colocado no JDE, vinculado a um projeto, a planilha do Excel é atualizada mostrando essa pendência do item, para que a área de suprimentos acompanhe o pedido.

4.3. Indicadores importantes para o planejamento

Para conseguir manter uma cadeia de produção eficaz, desde a venda do equipamento até a exportação do mesmo, é preciso que haja uma análise de todas as atividades envolvidas no processo e os indicadores servem para auxiliar nessa análise, para mostrar possíveis falhas e oportunidades de melhoria.

Por ser uma área que está diretamente relacionada à produção, a área de PCP possui diversos indicadores que auxiliam nas atividades do dia a dia e ajudam a manter o sistema produtivo eficaz e com a qualidade esperada. Como citado no tópico anterior, a planilha de Excel vinculada ao sistema do JDE é de extrema importância para os planejadores terem uma visão holística de tudo que envolve a produção, desde as pendências da engenharia do produto até a fabricação do equipamento em si. A facilidade de visualização de todo o processo, bem como a facilidade para encontrar atrasos e solucionar os problemas são as vantagens da implementação do sistema MRP e da planilha em Excel ligada a ele.

Outro indicador importante, utilizado pelos planejadores de chão de fábrica, é o resumo de fabricação de cada projeto. Nele é possível acompanhar quantas horas foram planejadas para cada tipo de operação (usinagem, montagem, soldagem, caldeiraria, acabamento), quantas horas já foram realizadas e conseqüentemente, quantas horas ainda restam para concluir o projeto. De acordo com o controle de horas realizadas versus planejadas, é possível identificar as operações que estão com um custo maior que o esperado, ou seja, se as horas realizadas estão ultrapassando as horas planejadas e orçadas, significa que o projeto está mais caro do que deveria,

então alguma medida precisa ser tomada para tentar equilibrar esse custo e pensar em soluções para projetos futuros.

No anexo B do trabalho, há uma imagem que mostra um exemplo genérico desse indicador e como é simples e prática a visualização desse indicador e sua importância para as tomadas de decisões. As imagens 14 a 19 a seguir detalham cada parte dessa planilha utilizada:

Figura 14: Exemplo de tabela de horas planejadas

HORAS PLANEJADAS	
Oficinas	Horas
Usinagem Conv.	400
Usinagem CNC	900
Caldeiraria	4.000
Solda	2.500
Montagem	2.000
Acabamento	1.900
TOTAL	11.700

Fonte: Empresa X (2023)

Nessa primeira tabela, há a projeção de horas que serão gastas em cada operação durante a fabricação do equipamento, essas são as horas orçadas a serem gastas durante a manufatura. Na imagem 15 a seguir, tem-se quantas horas foram encerradas em comparação com o planejado, além de mostrar na coluna “Variance (%)”, se o tempo gasto gerou atraso e consequentemente, um custo maior para o projeto.

Figura 15: Horas encerradas versus planejadas

ENCERRADAS		
Planejado	Real	Variance (%)
350	300	-14,3%
600	500	-16,7%
3.600	3.600	0,0%
2.450	2.600	6,1%
1.500	1.500	0,0%
1.300	1.250	-3,8%
9.800	9.750	-0,5%

Fonte: Empresa X (2023)

A imagem 16 demonstra as horas a serem realizadas, sendo importante para perceber qual operação está sendo o gargalo, onde os recursos devem se concentrar para atender ao prazo do pedido:

Figura 16: Horas a serem realizadas

EM ABERTO		
Planejado	Real	A Realizar
50	40	10
300	250	50
400	350	50
100	100	0
500	450	50
600	300	300
1.950	1.490	460

Fonte: Empresa X (2023)

As imagens 17 e 18 a seguir resumem todas as horas planejadas com o que for realizado, bem como o possível atraso em cada operação, além de resumir quantas ordens de produção ainda precisam ser encerradas e o número de operações restantes para finalizar o projeto:

Figura 17: Resumo de horas planejadas x realizadas

PROJEÇÃO DE HORAS			
Oficinas	Horas Planejadas	Horas Projetadas	Variance (%)
Usinagem Conv.	400	350	-12,5%
Usinagem CNC	900	800	-11,1%
Caldeiraria	4.000	4.000	0,0%
Solda	2.500	2.700	8,0%
Montagem	2.000	2.000	0,0%
Acabamento	1.900	1.900	0,0%
TOTAL	11.700	11.750	0,4%
UNITARIO	11.700	11.750	0,4%

Fonte: Empresa X (2023)

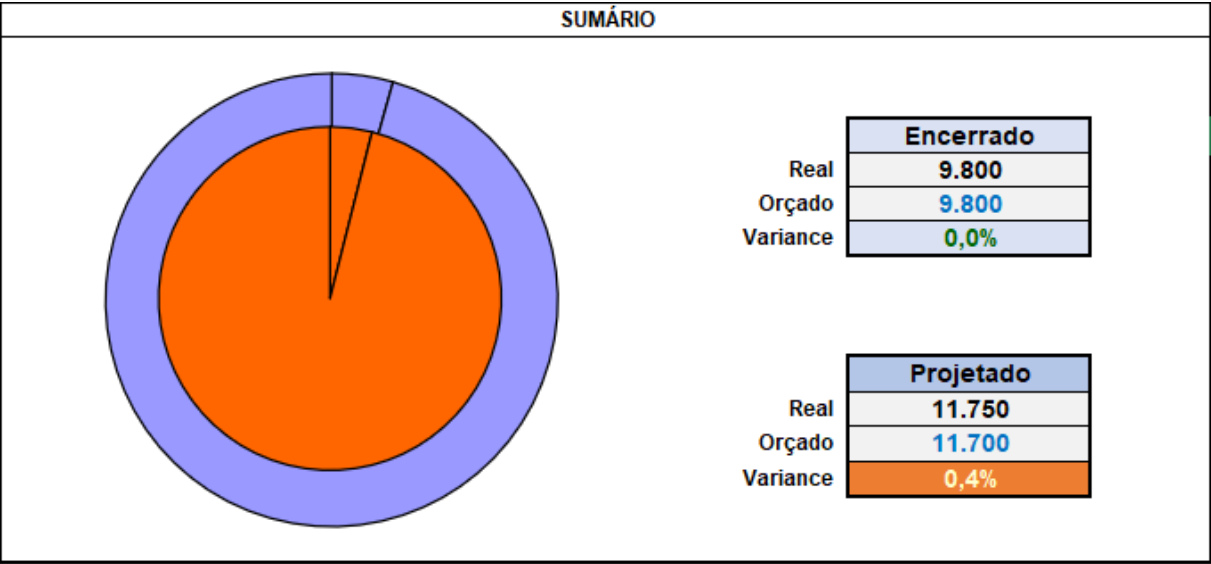
Figura 18: Ordens de produção e operações restantes

95%	% Concl.	Total	Encerradas
Nº OP's	95%	1.500	1.430
Nº Operações	60%	5.000	3.000

Fonte: Empresa X (2023)

Por fim, ainda é possível acompanhar o *variance* em relação às horas por meio de um gráfico, se as horas realizadas estão ultrapassando as planejadas ou se a produção está realizando em menos horas que o planejado, como mostra a imagem 19 a seguir:

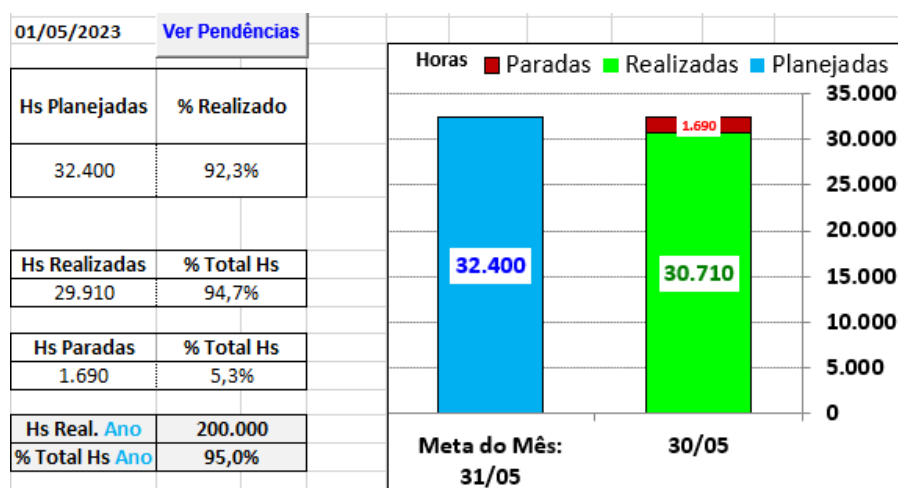
Figura 19: Gráfico de acompanhamento de *variance*



Fonte: Empresa X (2023)

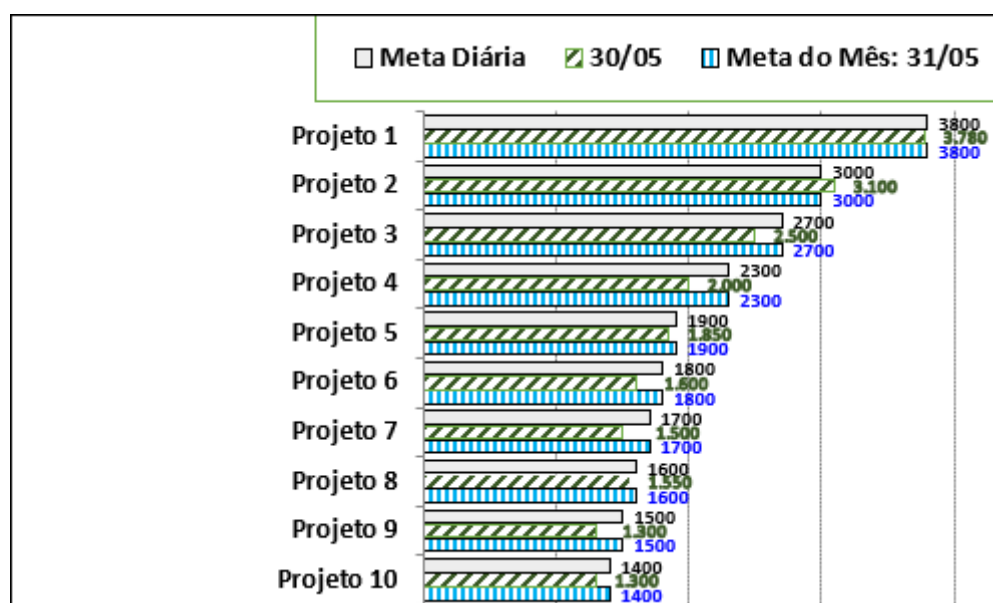
Outro indicador importante, ainda relacionado às horas trabalhadas na empresa, é o acompanhamento diário de horas realizadas. Nesse indicador, os planejadores podem visualizar qual a meta de horas para cada projeto no período de um mês, além de ter uma meta diária de horas a serem trabalhadas, para que no fim, atinja a meta mensal para cada projeto. Ademais, no indicador em questão, tem-se quantas horas os centros de trabalho ficaram parados. A Empresa X trabalha com uma meta específica de quantas horas paradas podem acontecer dentro do mês, quando esse número é ultrapassado, são feitas análises para investigar o motivo das paradas. As imagens 20 e 21 a seguir mostram alguns tópicos importantes em um exemplo genérico:

Figura 20: Exemplo do indicador de acompanhamento de horas diárias



Fonte: Empresa X (2023)

Figura 21: Exemplo de horas projetadas por projeto



Fonte: Empresa X (2023)

4.4. Oportunidades de melhoria

4.4.1. Fabricação em máquinas CNC

O processo de fabricação sob encomenda de máquinas tão complexas é algo desafiador e é necessário buscar otimizar esse processo sempre que possível, tornando-o mais eficiente, com melhor aproveitamento de recursos e redução de custos. Uma das oportunidades de melhoria que foram analisadas e que gerou um trabalho inicial por parte da equipe de planejamento e engenharia industrial, é a mudança de fabricação de alguns itens de grande incidência na produção.

Mesmo com as especificações dos produtos, algumas peças produzidas em grande quantidade e são utilizadas em diversas máquinas, assim realizaram um estudo para mudar a manufatura de usinagem desses itens de centros de trabalho chamados convencionais, que dependem do manuseio do operador, para centros de trabalho CNC (Controle Numérico Computadorizado), nos quais o operador configura a ferramenta, que realiza a usinagem sem o manuseio do colaborador, sendo mais veloz e produz em maior escala.

Esse estudo sobre a mudança do tipo de usinagem de algumas peças está sendo realizado pela Empresa X e ainda não é possível medir os ganhos em relação a custo e tempo de trabalho, porém, mesmo inicialmente, já se mostrou muito promissor, agilizando processos de equipamentos de mesma família produzidos simultaneamente.

4.4.2. Aproveitamento de chapa e redução de estoques

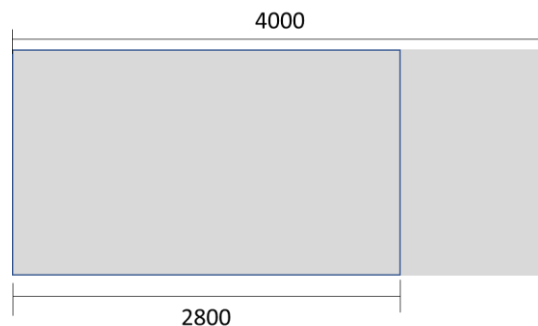
Uma das principais funções da área de PCP é evitar e tentar reduzir estoques, visto que manter um estoque parado por muito tempo, gera custos para a empresa. Após um estudo feito, a Empresa X atingiu 6,7 toneladas de estoque e 400 chapas cadastradas no sistema JDE. Isso ocorreu pela diversidade de produtos fabricados, que necessitam de chapas de materiais e tamanhos diferentes, para serem cortadas nos mais variados formatos, gerando inúmeros retalhos (parte da peça que “sobra” após o corte), muitas vezes inutilizados. Por possuir muitos retalhos, havia dificuldade para localizar e manusear algum retalho específico para a produção, esse estoque gerava um custo muito alto para a empresa, havia dificuldade para localizar as chapas por causa da diversidade e por algumas possuírem códigos similares (chapas de 16 mm de espessura de aço inox AISI 304 e AISI 316, por exemplo), além de dificultar para a área de planejamento ter uma visão correta sobre as chapas e retalhos existentes, visto que no sistema JDE há a informação apenas da quantidade em quilos de cada material e não difere entre retalhos e chapas.

Assim, a oportunidade era de redução desse estoque para ganhar espaço físico na empresa, diminuição de custos, otimização do tempo de procura do material correto para corte e facilidade de visualização para a equipe de planejamento sobre o estoque de retalhos e chapas.

Logo, uma das melhorias realizadas, após uma análise feita pelos planejadores, foi o melhor aproveitamento do corte a laser de chapas. A ideia é

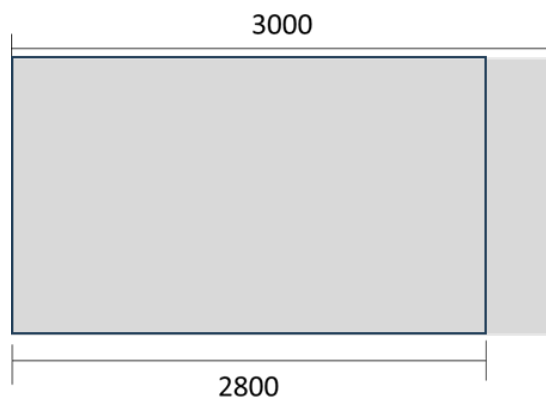
comprar as chapas de fornecedores no tamanho ideal para produzir um item, sem que gere um retalho que não será utilizado para produzir nenhuma outra peça. Esse problema de estoques indesejados ocorre em alguns materiais específicos, utilizados em algumas partes de certos equipamentos, como é o caso de chapas galvanizadas, chapas com espessuras pouco comuns, como 2,5 mm e chapas que exigem uma qualidade e cuidado maior, como chapas de aço inox com faces escovadas (chapa que passou por escovação para polimento do material). As imagens 22 e 23 a seguir mostram esse processo de corte e tamanho de chapas:

Figura 22: Exemplo de chapa de 4000 mm para cortar peça de 2800 mm



Fonte: Própria (2023)

Figura 23: Exemplo de chapa de 3000 mm para cortar peça de 2800 mm



Fonte: Própria (2023)

No exemplo acima, tem-se uma peça a ser fabricada que possui 2800 mm de comprimento e as chapas “padrão” compradas são de 4000 mm. Esse item fabricado é utilizado em alguns produtos específicos com uma espessura de chapa pouco comum, por exemplo. O retalho gerado não será utilizado para cortes de outras peças, gerando muito estoque e custo para a empresa. A solução foi fazer a compra dessas

chapas para cortar apenas a quantidade de itens necessários (sem gerar estoque de chapas), por isso é importante dividir os produtos em famílias e ter a experiência e conhecimento para que esses produtos sejam cortados simultaneamente, além de comprar chapas com o tamanho específico de 3000 mm, gerando um retalho pequeno que será sucateado e não ficará em estoque.

A figura 24 a seguir ilustra todas as ações que foram feitas para atingir a melhoria desejada em relação ao estoque e alto custo que ele gerava:

Figura 24: Ações para redução de estoque

Ação	Responsável	Prazo
Transferência de códigos similares para os materiais mais usados	Colaboradores 1, 2, 3, 4 e 5	Fevereiro a Agosto
Elaboração de corte a laser padrão para chapas de alumínio	Colaborador 6	Julho/
Utilização de chapas similares em peças que não comprometem visual e estrutura do equipamento	Colaboradores 7, 8, 9 e 10	Por Projeto
Compra de chapas na medida padrão para pisos freezers e partes de alumínio	Colaborador 11	Por Projeto
Fazer um trabalho de otimização de chapas pouco utilizadas em especial as com face escovada	Colaboradores 12 e 13	Por Projeto

Fonte: Empresa X (2023)

Com essas ações implementadas, a Empresa X conseguiu uma redução de 60% da quantidade de retalhos (4 toneladas) e uma economia de R\$80.000,00 no período de 6 meses. No Anexo C, há uma imagem com todas as informações sobre o estudo em questão e as melhorias implementadas.

4.5. Experiência do estágio

Durante 15 meses tive a oportunidade de trabalhar como estagiário na Empresa X, inicialmente na área de planejamento do chão de fábrica e em seguida na área de engenharia industrial, que possui forte relação com o PCP.

Nesse período foi possível perceber como é complexa toda a produção e como a área de PCP possui um ambiente dinâmico e que envolve diversas variáveis. Cada produto fabricado possuía uma especificidade, gerando sempre algum desenvolvimento novo em alguma área ou mudança na hora de fabricação.

O principal problema enfrentado diz respeito ao compartilhamento de recursos, seja espaço físico, tempo, matéria-prima, mão de obra ou centro de trabalho. Como foi explicado anteriormente, os produtos são divididos em famílias e cada família de

equipamento possui vários produtos que já foram fabricados pela Empresa X e novos ainda podem surgir dependendo dos clientes, assim, algo que facilita a produção simultânea desses equipamentos, é realizar a manufatura de itens que são considerados “padrão” em diversas máquinas, o que gera uma otimização de tempo e recursos.

Os produtos vão sendo fabricados de acordo com o prazo de entrega, sendo priorizados produtos que serão entregues em um primeiro momento, porém, sempre há atrasos na entrega de matéria-prima, mudanças nas datas de entrega, falta de espaço para montagem dos equipamentos, entre diversos outros problemas que podem surgir. Logo, quando há alguma dificuldade é que surgem as oportunidades de melhoria, seja na fabricação de produtos similares para otimizar recursos, seja a criação da planilha em Excel vinculada ao JDE para melhor visualização das informações, seja na mudança na compra de chapas para não gerar estoque de retalhos, etc. Além disso, algo muito importante que foi possível participar no período de estágio, foram as reuniões diárias conhecidas como *Gemba*, nas quais as áreas de produção, engenharia, logística, suprimentos, entre outras, participam e debatem em cada dia sobre um ou mais projetos específicos, para que todos, principalmente a área de planejamento, responsável pelos projetos estejam alinhadas em relação à fabricação, entrega do produto, materiais comprados, etc.

Estudando sobre a teoria de MRP, ERP e conceitos envolvendo a área de planejamento e controle da produção pode soar abstrato, ainda mais em uma fabricação sob encomenda, porém, foi possível observar essa teoria no dia a dia, como é importante possuir uma ferramenta como o JDE que concentra todas as informações, como é necessário ter reuniões como o *Gemba* para alinhar todos os envolvidos, como a produção é dinâmica e não há uma fórmula exata para otimizá-la, há maneiras de buscar a melhor eficácia, porém, o mais importante é saber contornar os problemas, buscando melhorias como a redução de estoques, otimização da produção nas máquinas CNC, entre outros, e para que seja possível identificar os problemas, gargalos e oportunidades de melhoria, deve-se possuir indicadores que facilitam a visualização das informações relacionadas a produção.

5. Conclusão

Portanto, ao longo do trabalho foi possível notar como a área de PCP é importante para a Empresa X atingir suas entregas no prazo com a qualidade desejada, mesmo possuindo um ambiente dinâmico e flexível, principalmente pelo sistema de produção sob encomenda.

Possuir um sistema ERP bem desenvolvido ajuda a garantir que a área de PCP gerencie a produção dos equipamentos de maneira mais orgânica, identificando os atrasos com mais facilidade. Além de implementar o sistema ERP, é possível fazer melhorias, como por exemplo, a planilha de Excel linkada a ele, que garanta uma melhor visualização dos projetos como um todo e garanta melhor comunicação entre as áreas da empresa.

Além disso, os indicadores utilizados pelos planejadores de chão de fábrica para medir a eficiência da produção mostram como identificar os gargalos com mais praticidade e tomar melhores decisões sobre ações a serem realizadas. Ademais, a área de PCP é de extrema importância para garantir a redução de estoques e de custos na Empresa X, como foi visto pelas melhorias implementadas como o melhor aproveitamento de chapas e no estudo para diminuição da quantidade de retalhos.

Apesar de ser uma pesquisa detalhada sobre a Empresa X, houveram algumas limitações no seu desenvolvimento, como por exemplo, por uma questão de sigilo, alguns documentos não puderam ser utilizados no trabalho, além de que outros planejadores de projeto não foram entrevistados e poderiam trazer novas percepções sobre a área de PCP estudada.

Mesmo com as limitações, foi possível mostrar a importância da área de PCP dentro da produção, como ela se relaciona com as outras áreas, como ela consegue buscar melhorias, seja em indicadores, redução de estoque e economia de capital, seja na otimização da produção e compartilhamento de recursos.

O ambiente de trabalho é algo mutável, novas tecnologias vão surgindo, novas melhorias, ferramentas, porém, obstáculos podem impactar no dia a dia, por isso a importância de estudos de caso que mostram como algumas empresas continuam a se desenvolver, a aumentar sua produção, gerar mais lucros, etc., tudo isso depende de uma adaptação do ambiente de trabalho, como aplicar a teoria na prática.

Na introdução foram levantadas algumas dúvidas e desafios frequentes para a área de planejamento e controle da produção e todos os questionamentos foram respondidos ao longo do trabalho, mostrando como a Empresa X trabalha com as adversidades e busca novas melhorias. Por exemplo, em relação ao compartilhamento de recursos, há a possibilidade de fabricar itens utilizados em diferentes projetos, otimizando tempo e material, se há atrasos na cadeia de suprimentos, é necessário que essa informação esteja alinhada com todos, principalmente com a produção, para que possa contornar a situação alterando a produção para outro equipamento ou utilizando algum material semelhante que não altere a qualidade do produto. Os indicadores de horas trabalhadas, horas que já foram realizadas em cada projeto ajudam a manter o foco em projetos que estão para serem entregues em um curto espaço de tempo. E o principal aspecto envolvendo a área de PCP, é a utilização de softwares como o JDE para concentrar as informações e garantir que as tomadas de decisões sejam as mais assertivas para a empresa.

Portanto, o trabalho mostra que cumpriu seu objetivo de realizar um estudo de caso sobre a Empresa X e mostrar como a teoria envolvendo o planejamento e controle da produção está sendo aplicado na prática, além de ser uma fonte para futuros trabalhos serem desenvolvidos com as teorias abordadas no trabalho em questão e um estudo para a própria Empresa X, caso queira implementar novas melhorias na área de PCP ou analisar seu momento atual de maneira mais detalhada.

6. Referências

- ARAUJO, S. A. **Modelos e métodos para o planejamento e programação da produção aplicados no setor de fundições**. 2003. 143 f. Dissertação (Doutorado em Ciência da Computação e Matemática Computacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC – Universidade de São Paulo, São Carlos.
- ARNOLD, T. J. R. **Administração de materiais**. São Paulo: Atlas, 1999
- BERTO, R.M.v.S., NAKANO, D. N. **A Produção Científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Um Levantamento de Métodos e Tipos de Pesquisa**. Produção, v. 9, n. 2, p. 65-76, 2000.
- BULGACOV, S. **Manual de gestão empresarial**. São Paulo: Atlas S.A., 1999
- Cauchick Miguel, P. C. et al. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, ABEPRO. 2 ed., 2012.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Estratégia, Planejamento e Operação**. Prentice Hall, 2003.
- CORRÊA, HENRIQUE. **Planejamento, programação e controle da produção**, São Paulo: Atlas, 2000.
- CORRÊA, H. **Planejamento e controle da produção**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- CORRÊA H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações, manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2004.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 1ª ed.. São Paulo: Atlas, 2008. e 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- Corrêa, H.L. e Gianesi, G.N. : **Just in Time, MRP II e OPT: Um Enfoque Estratégico**, Editora Atlas, 1993.
- COSTA, Ricardo Sarmiento. **Pontualidade total na produção sob encomenda: conceito, tecnologia e uso da simulação computacional na gestão do chão-de-**

fábrica. 1996. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro-COPPE/UFRJ.

DAVENPORT, Thomas H. **Putting the enterprise into the enterprise system.** Harvard Business Review. Vol.76, n.4, p.121-131, 1998.

DELOITTE CONSULTING. **ERPs Second Wave: Maximizing the Value of ERP – Enabled Processes.** Relatório de pesquisa publicado pela Deloitte Consulting. 1998.

FAVARETTO, F. **Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta automática de dados de chão de fábrica.** Tese de doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1996.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007

GUERRINI, F.M.; BELHOT, R.V.; AZZOLINI JÚNIOR, W. **Planejamento e controle da produção: modelagem e implementação**, 2ª edição. Rio de Janeiro, Elsevier, 2019.

GRAZIANI, Á. P. **Planejamento, programação e controle da produção: livro didático.** Animaeducacao.com.br, 2022.

HARDING, H. A. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1981.

HEIDRICH, P. II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia -SEGeT'2005 **CONTRIBUIÇÃO DO MRP NA GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUFATURA.** [s.l: s.n.]. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/345_resende1.pdf.

HENDRY, Linda C. Applying world class manufacturing to make-to-order companies: problems and solutions. **International Journal of Operations & Production Management**, 1998.

LACOMBE, Francisco José Masset; HEILBORN, Gilberto Luiz José. **Administração: princípios e tendências.** São Paulo: Saraiva, 2006

LOPES, CHRISTIAN BOTELHO; SILVA, Renan Henrique da; ROCHA, Willian Afonso. **Sistemas de produção MRP & MRP II**. REGRAD - Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM - ISSN 1984-7866, [S.l.], v. 6, n. 1, feb. 2014. ISSN 1984-7866. Disponível em: <<https://revista.univem.edu.br/REGRAD/article/view/440>>. Acesso em: 21 feb. 2022.

MARTINS, F.A.A. **Modelo para avaliação do lead time produtivo nas empresas têxteis**. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção da UFSC, 2003.

MARTINS, Petrônio G; CAMPOS ALT, Paulo Renato. Administração de materiais e recursos patrimoniais. São Paulo: Saraiva, 2000. pp. 201-214.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing: Metodologia e Planejamento**. São Paulo: Atlas, 1996.

Moreira, Daniel. **Administração da Produção e Operações**. 2ª. Edição. São Paulo: Pioneira, 1996.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 1998. pp. 507-519.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

OZAKI, Adalton e VIDAL, Antonio G. da R. In: SOUZA & SACCOL, **Sistemas ERP no Brasil (Enterprise Resource Planning): Teoria e Casos**, São Paulo, Ed. Atlas, 2003.

PADILHA, Thais Cássia Cabral; MARINS, Fernando Augusto Silva. **Sistemas ERP: características, custos e tendências**. Produção. Associação Brasileira de Engenharia de Produção, v. 15, n. 1, p. 102-113, 2005.

PÁDUA, E.M.M. **Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática**. 2 ed. São Paulo: Papirus, 1997.

PASQUINI, Nilton Cesar. **Planejamento e controle da produção (PCP): estado da arte**. 2015.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção**. Operações industriais e de serviços. Unicenp, p. 201-202, 2007.

PEREIRA, Fernando Augusto; DAL FORNO, Ana Julia; TUBINO, Dalvio Ferrari. **A flexibilidade no contexto do desenvolvimento de fábricas inteligentes**. Revista Produção Online, v. 8, n. 2, 2008.

PIRES S. R. **Gestão Estratégica da Produção**. Piracicaba: Unimep, 1995.

PROGRAMAÇÃO, PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO Objetivos de Aprendizagem. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.unicesumar.edu.br/wp-content/uploads/degustacao/ebook/ebook-material-didatico-gestao-da-qualidade.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

QUEZADO, P. M.; CARDOSO, C. R.; TUBINO, D. F. **Programação e Controle da Produção sob Encomenda utilizando PERT/CPM e Heurísticas**. XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1999.

RAMOS, A. S. M.; OLIVEIRA, M. A. **Fatores de sucesso na implementação de sistemas integrados de gestão empresarial (ERP): estudo de caso em uma média empresa**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba-PR. Anais... Porto Alegre-RS: ABEPRO, 2002. v. 1.

RUFFONI, Estêvão Passuello. **O Plano Mestre de Produção nos Sistemas de Produção em Lotes: um estudo de caso na empresa Conexões Merkantil**. 2012.

SANTO BERNARDO, Mauro; ONUSIC, Luciana Massaro. **O SISTEMA DE CUSTO PADRÃO E O ERP**. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**. 1999.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002. pp. 396-413.

TORRES, Marcio S.; LEITAO, Fabio; RODRIGUES, Luis Henrique; ANTUNES JR., José Antônio V. Os benefícios da manufatura sincronizada: uma aplicação prática em uma empresa metal-mecânica do setor de autopeças. Porto Alegre: 2003.

TORRES, M. D. M. e FERNANDES, P. **Planejamento e Gestão da Produção: Planejamento da Produção, das Capacidades e dos Materiais**. Departamento de Engenharia Informática, Faculdade de Ciências e Tecnologia: Universidade de Coimbra; Coimbra – Portugal, 2005.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**, São Paulo, Atlas, 1997.

TUBINO, D. F. **Sistema de Produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2007.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. 1. Ed.. São Paulo: Atlas, 2008.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2009.

VOLLMANN, T. E.; WHYBARK D. C.; JACOS, F. R.; BERRY, W. L. **Sistemas de Planejamento e controle da produção para gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

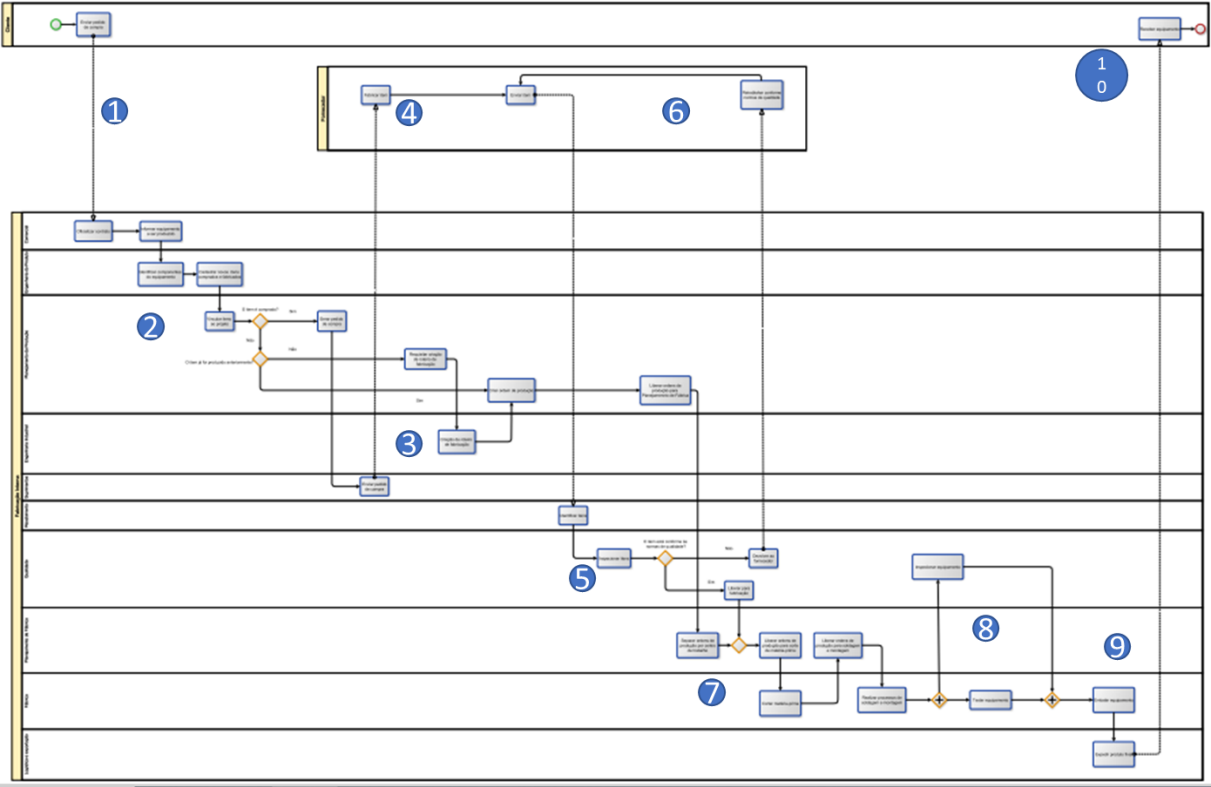
YEH, Chung-Hsing. A customer-focused planning approach to make-to-order production. **Industrial Management & Data Systems**, v. 100, n. 4, p. 180-187, 2000.

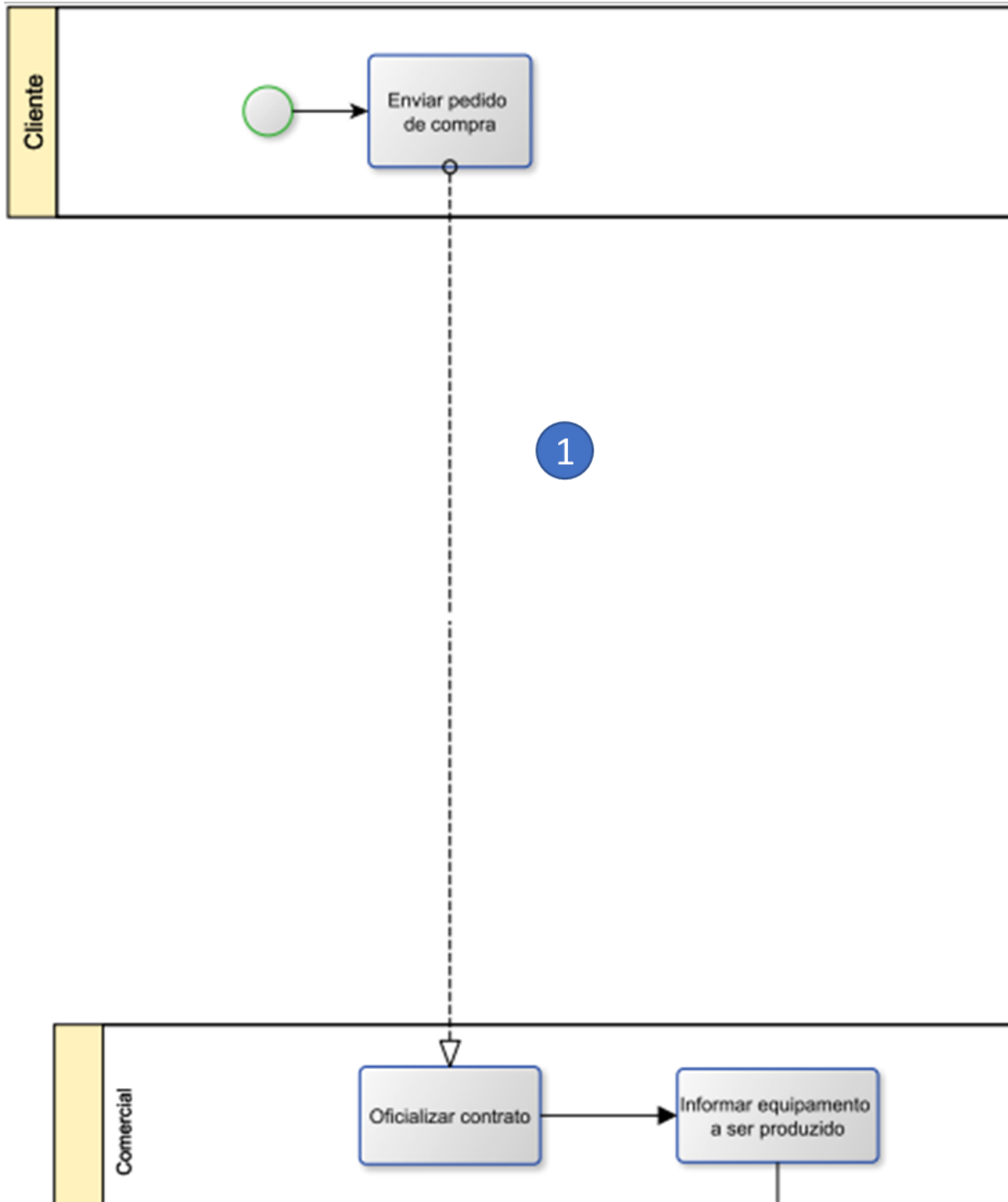
YIN, Roberto K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3ª Ed. Porto Alegre. Editora: Bookmam. 2005.

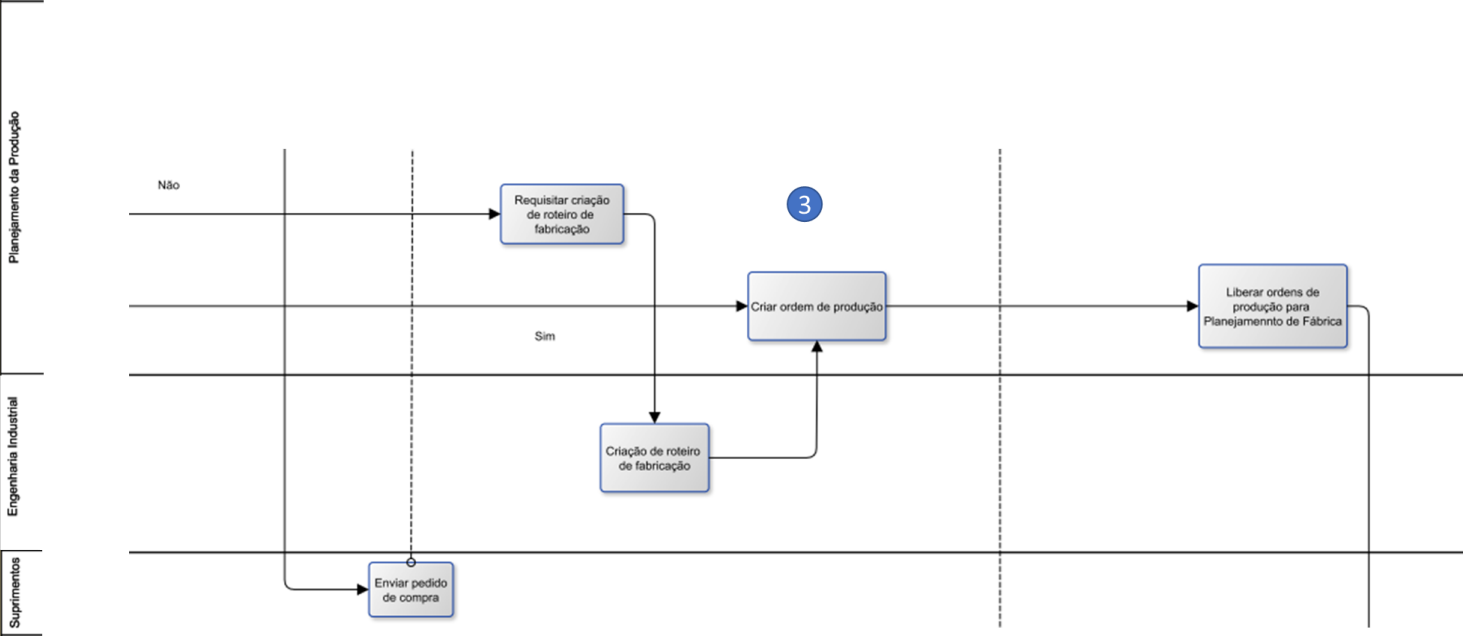
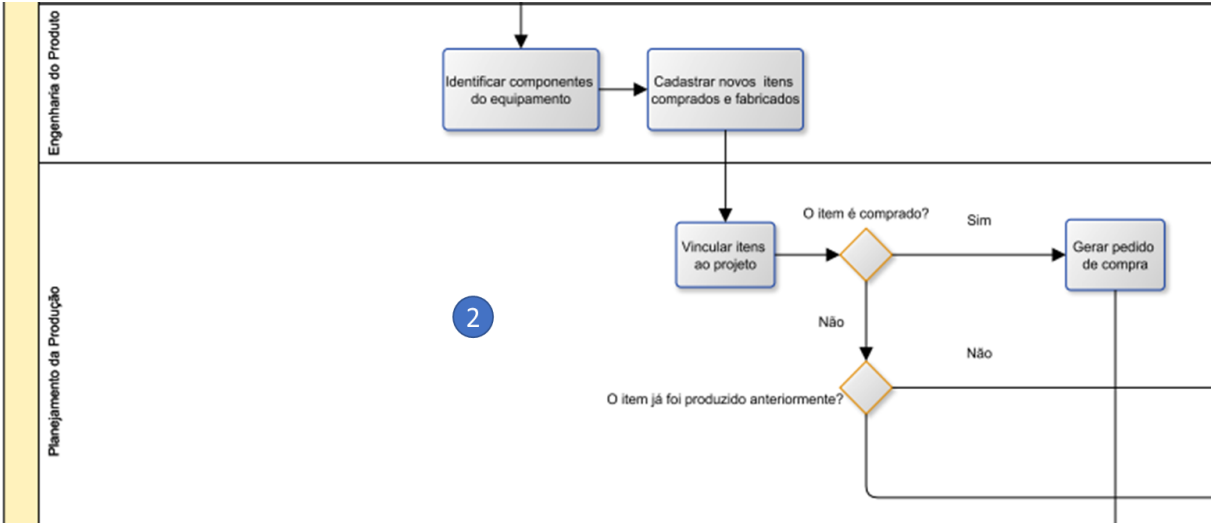
ZANELLI, J. C. **Pesquisa qualitativa em estudos da gestão de pessoas**. **Estudos da Psicologia**, n. 7, p. 79-88, 2002.

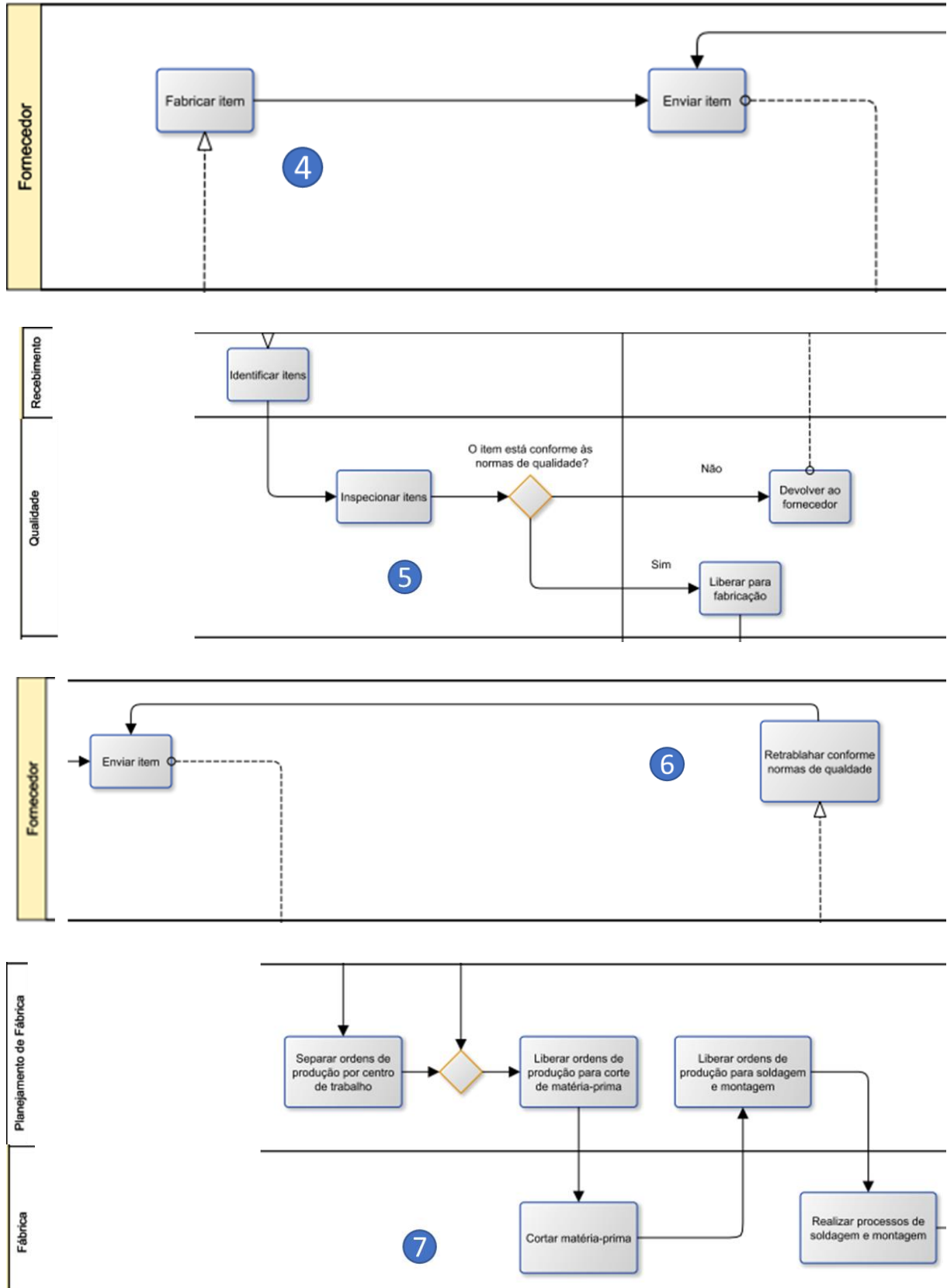
Anexos

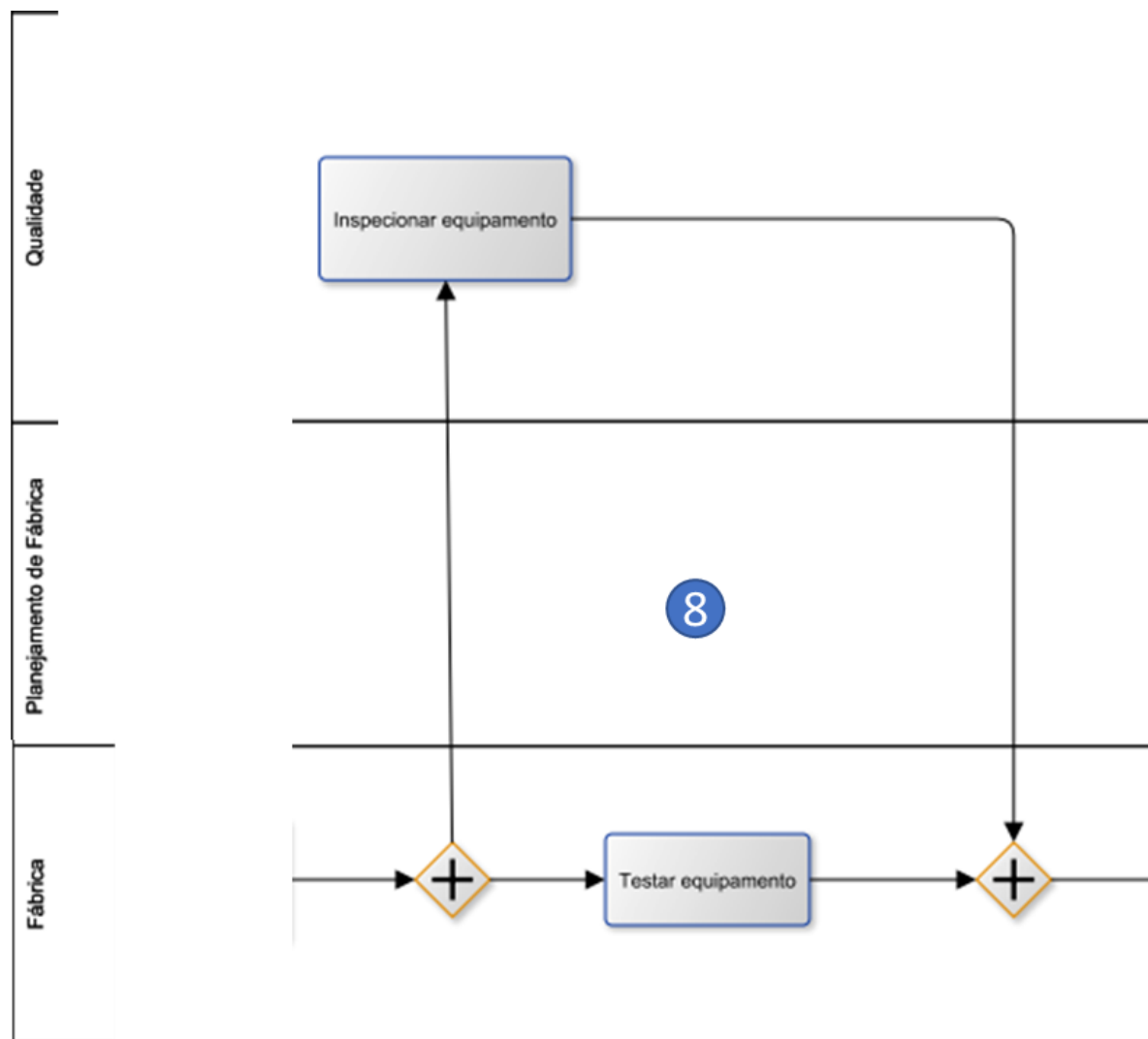
Anexo A – Etapas de fabricação de um equipamento

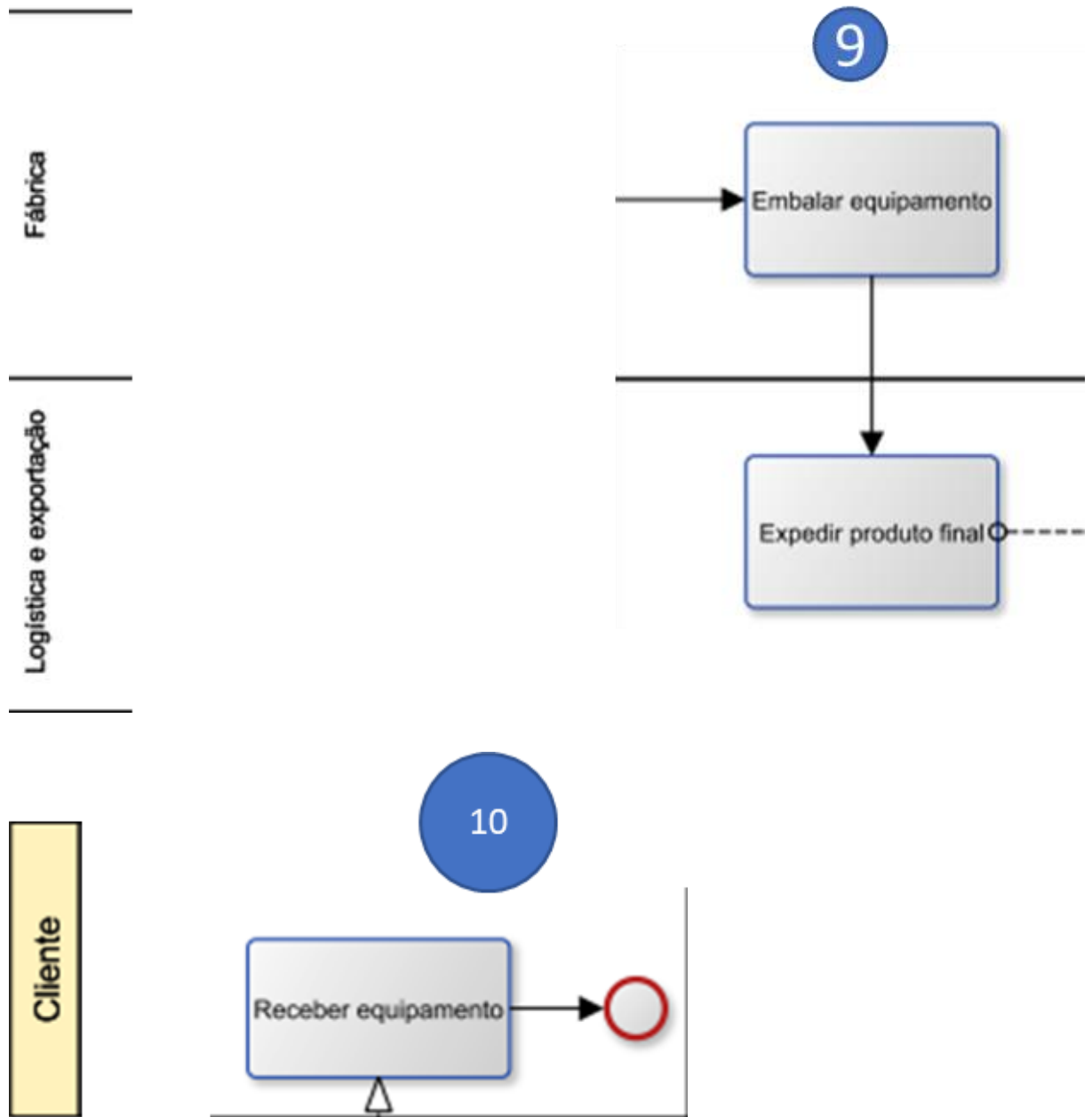












Anexo C - Estudo para redução de estoque

Título do A3: Melhoria no Aproveitamento de Retalhos

Equipe: Produção: Colaborador 1, Colaborador 2, Colaborador 3, Colaborador 4, Colaborador 5
Planejamento//Engenharia Industrial: Colaborador 6, Colaborador 7, Colaborador 8
Compras//Controladoria: Colaborador 10, Colaborador 11, Colaborador 12
Engenharia de Produto: Colaborador 13, Colaborador 14, Colaborador 15

1. REQUISITOS DO NEGÓCIO

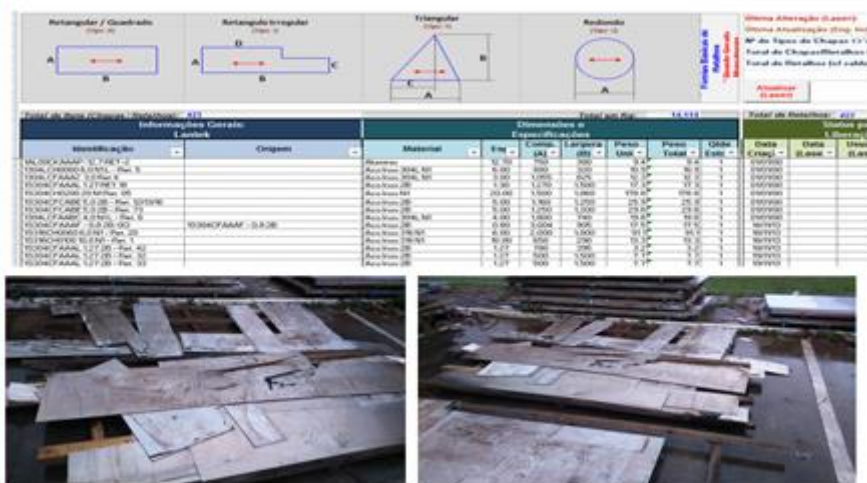
Contexto: Nos últimos anos devido a grande diversidade de produtos, temos cada vez mais adquirido chapas de diversas características de inox (316, 304L, 2B com filme) dessa forma temos gerados muitos retalhos, muitas vezes uma chapa inteira é comprada para utilizarmos apenas 10% dela, sendo assim chegamos a atingir 6,70 toneladas de retalhos e 400 chapas cadastradas.

Objetivo: Reduzir o estoque de retalhos para que possamos ter ganhos de espaço físico, valor de estoque, menor nível de divergências de estoque e mais facilidade para localização de retalhos.

2. SITUAÇÃO ATUAL

Problemas:

- Grande quantidade em número de retalhos, dificultando a localização e manuseio na hora de cortar um determinado retalho e elaboração do corte a laser.
- Grande quantidade em Kg parado em estoque gerando um custo alto (6,70 toneladas sendo 90% inox).
- Dificuldade na hora de localizar as chapas para fazer o inventário cíclico.
- Grande quantidade de códigos similares. Ex: 2b com filme x 2b normal, 16mm 316 x 16mm 304, etc..
- O número elevado de retalhos dificulta o trabalho do planejamento, pois muitas vezes pode deixar de comprar uma quantidade de chapas, quando na verdade grande parte pode ser retalho e não atender a necessidade de corte de uma peça grande que não caberá em um retalho.



Atualizado em:

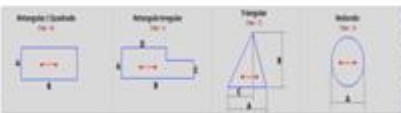
Lider: COLABORADOR 1

**Redução de 60% do
estoque de retalho
(4,0 Ton)**

**Economia de R\$
80.000,00**

3. SITUAÇÃO FUTURA

- Transferência de códigos de chapas similares para os mais usados.
- Elaboração de nesting padrão para chapas de alumínio evitando assim geração de retalhos.
- Utilização de chapas similares em peças que não comprometem visual e estrutura do equipamento.
- Compra de chapas na medida padrão para pisos de freezers e partes de alumínio.
- Favorecer a contagem do inventário cíclico.



Informações Gerais		Descrição		Dimensões e Quantidade		Custo de Produção	
Identificação	Origem	Material	Quantidade	Dimensão	Quantidade	Custo	Valor
1000 Alum 1000x1000	1000 Alum 1000x1000	Alumínio	100	1000x1000	100	1000	100000
1000 Alum 1000x1000	1000 Alum 1000x1000	Alumínio	100	1000x1000	100	1000	100000
1000 Alum 1000x1000	1000 Alum 1000x1000	Alumínio	100	1000x1000	100	1000	100000
1000 Alum 1000x1000	1000 Alum 1000x1000	Alumínio	100	1000x1000	100	1000	100000
1000 Alum 1000x1000	1000 Alum 1000x1000	Alumínio	100	1000x1000	100	1000	100000
1000 Alum 1000x1000	1000 Alum 1000x1000	Alumínio	100	1000x1000	100	1000	100000
1000 Alum 1000x1000	1000 Alum 1000x1000	Alumínio	100	1000x1000	100	1000	100000
1000 Alum 1000x1000	1000 Alum 1000x1000	Alumínio	100	1000x1000	100	1000	100000
1000 Alum 1000x1000	1000 Alum 1000x1000	Alumínio	100	1000x1000	100	1000	100000
1000 Alum 1000x1000	1000 Alum 1000x1000	Alumínio	100	1000x1000	100	1000	100000



4. PLANO DE AÇÃO

Ação	Responsável	Prazo
Transferência de códigos similares para os mais usados	Colaboradores 1, 2, 3, 4 e 5	Fevereiro a Agosto
Elaboração de corte a laser padrão para chapas de alumínio	Colaborador 6	Julho
Utilização de chapas similares em peças que não comprometem visual e estrutura do equipamento	Colaboradores 7, 8, 9 e 10	Por Projeto
Compra de chapas na medida padrão para pisos freezers e partes de alumínio	Colaborador 11	Por Projeto
Fazer um trabalho de otimização de chapas pouco utilizadas em especial as com face escovada	Colaboradores 12 e 13	Por Projeto

5. MEDIDAS DE CONTROLE

INDICADORES DE EFICÁCIA: Planilha de Controle Geral de Chapas

Apêndices

Apêndice A – Perguntas para entrevista com colaborador da área de PCP

1. Como é o fluxo de informação entre a área de PCP e demais áreas (foco em engenharia industrial, suprimentos, engenharia do produto e planejamento do chão de fábrica). Há na empresa um fluxograma exemplificando o processo? Posso inserir no meu trabalho?
2. Quais as atividades da área de PCP para o processo de fabricação de um equipamento? (principalmente como a área de PCP utiliza o JDE)
3. Como é o escopo de trabalho da área de PCP quando há um equipamento “antigo” a ser produzido? Os itens vendidos possuem alguns itens “padrão”, tendo algumas modificações pelo cliente ou de RDT, como essa padronização otimiza o trabalho e qual a diferença para a fabricação de um item novo?
4. Quais ferramentas são utilizadas pela área de PCP? (JDE, planilha de pendências no Excel...)
5. Qual a principal dificuldade enfrentada pela área de PCP no dia a dia?
6. Tem algo que poderia ser melhorado na área de PCP? Alguma ferramenta, escopo de trabalho, comunicação?

Apêndice B - Perguntas para entrevista com colaborador da área de Planejamento do Chão de Fábrica

1. Como é o fluxo de informação entre a área de Planejamento do Chão de Fábrica e demais áreas (foco em engenharia industrial, suprimentos, engenharia do produto e PCP). Há na empresa um fluxograma exemplificando o processo? Posso inserir no meu trabalho?
2. Quais as atividades da área de Planejamento do Chão de Fábrica para o processo de fabricação de um equipamento? (principalmente como a área de Planejamento utiliza o JDE)
3. Quais ferramentas são utilizadas pela área de Planejamento do Chão de Fábrica? (JDE, planilha de pendências no Excel...)
4. Qual a principal dificuldade enfrentada pela área de Planejamento do Chão de Fábrica no dia a dia?

5. Tem algo que poderia ser melhorado na área de Planejamento do Chão de Fábrica? Alguma ferramenta, escopo de trabalho, comunicação?
6. Como é realizada a programação da produção? Como é realizada a análise de capacidade dos recursos produtivos em função do compartilhamento desses recursos entre os diferentes projetos distribuídos no chão de fábrica?