

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS JARAGUÁ DO SUL - RAU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM FABRICAÇÃO MECÂNICA

YURI KÖNIG

DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPOSTA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
DA PRODUÇÃO PARA UMA EMPRESA DE ELETRÔNICA MÉDICA

JARAGUÁ DO SUL

Novembro de 2019

YURI KÖNIG

DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPOSTA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
DA PRODUÇÃO PARA UMA EMPRESA DE ELETRÔNICA MÉDICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica do Campus Jaraguá do Sul – Rau, do Instituto Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Fabricação Mecânica.

Orientador: Cassiano Rodrigues Moura, Me.

JARAGUÁ DO SUL

Novembro de 2019

König, Yuri

Desenvolvimento de uma proposta de Planejamento e
Controle da Produção para uma empresa de eletrônica médica /
Yuri König ; orientação de Cassiano Rodrigues Moura.

Jaraguá do Sul, SC, 2019.

91 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul -
Rau. Tecnologia em Fabricação Mecânica. .
Inclui Referências.

1. Planejamento e Controle da Produção. 2. EPP.
3. Otimização. 4. PMP. I. Rodrigues Moura, Cassiano. II.
Instituto Federal de Santa Catarina. . III. Título.

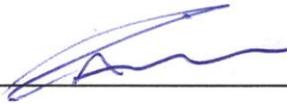
Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, por meio do
programa de geração automática do câmpus Rau, do IFSC

YURI KÖNIG

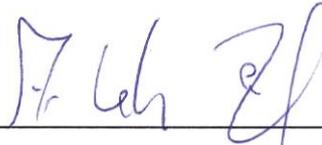
DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPOSTA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE
DA PRODUÇÃO PARA UMA EMPRESA DE ELETRÔNICA MÉDICA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Tecnólogo em
Fabricação Mecânica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo
indicada.

Jaraguá do Sul, 26, novembro de 2019.



Prof. Cassiano Rodrigues Moura, Me.
Orientador
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Alexandre Zammar, Me.
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. William José Borges, Dr.
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Edson Teixeira, Dr.
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU

“A grande glória da vida não está em nunca cair, mas em
sempre levantar a cada vez que caímos.”
(Nelson Mandela)

RESUMO

Com a constante abertura de novas indústrias em todos os segmentos do mercado, torna-se difícil a permanência de uma empresa sem um planejamento detalhado de sua capacidade produtiva atrelada a um alto controle de sua linha de produção. O planejamento e controle da produção (PCP), é uma ferramenta amplamente utilizada para realizar estas ações nas empresas e otimizar seus resultados. Este utiliza a premissa de previsão das demandas futuras, planejando com antecedência quais processos produtivos irão ganhar prioridade, bem como controlando como estes serão realizados. O presente trabalho teve como objetivo estudar a implantação de um PCP, em uma empresa de pequeno porte (EPP) de materiais eletrônicos para medicina e estética. A aplicação desta atividade tem como intuito estimar as demandas futuras que surgirão para a empresa, adequando a capacidade de produção a elas, eliminando perda nas vendas, desperdícios na produção e grande acúmulo de estoque. A execução deste trabalho utilizou o método qualitativo, com abordagem de estudo de caso, que a partir da previsão de demandas, desenvolvendo um plano de produção a longo prazo para as famílias de produtos, seguido de um Plano-Mestre de Produção (PMP) para equipamentos individuais, e a programação da produção, com a produção necessária semanalmente, buscou propor alternativas de solução para otimizar o fluxo produtivo, bem como aprimorar o processo de produção da empresa em estudo, atendendo as demandas até 2030. Os resultados deste trabalho evidenciam a importância da aplicação do PCP para as organizações, através deste foi possível avaliar o sistema produtivo da empresa e desenvolver, alinhado às demandas futuras e na capacidade produtiva, um planejamento de produção para atender necessidades imediatas e futuras. Pode-se observar com o PMP que foi possível diminuir a produção em até 6% em determinados meses, reduzindo a média de estoque final da empresa em 35%. Constatou-se também uma otimização de aproximadamente 18% do fluxo de informações do setor responsável pelo planejamento da produção, melhorando assim, a eficiência e eficácia da empresa.

Palavras-Chave: Planejamento e Controle da Produção. EPP. Otimização. PMP.

ABSTRACT

With the constant opening of new industries in all market segments, it's difficult for a company to remain active without detailed planning of its production capacity, linked to a high control of its production line. Production planning and control (PPC) it's a widely used tool to perform those actions in all kinds of companies, to optimize their results. It uses the concept of forecasting future demands, planning ahead productions processes who will get priority, as well as, controlling how those results will be carried out. This paper aims to study the implementation of a PPC in a small company (EPP) of electronic materials intended for professional use in medicine and aesthetics markets. The application of this activity are focussed in estimate future demands that will arise sales for this company, creating conditions for the adjustments on their production capacity according with the future demands, eliminating production waste and specially, large inventory accumulation. The execution of this task uses the qualitative method, with case study approach, checking the demand forecast, developing a long term production plan for the product line ups, followed by a Master Production Plan (MPP), choosing the wright individual equipment to be used, and the production schedule, with the weekly production required, looking to the alternative solutions, to optimize the production flow, as well to improve the production process of the company in general ways, meeting the demands until 2030. The results of this work shows the importance of the aplication of the PPC theory and concepts, in order to make possible the evaluation on the company's production system and their processes, making sure those systems and processes are aligned with predicted future demands and the adjustments on production capacity. Also, it will allow the management to verify if the production planning will meet immediate and future needs. The concept of PMP will also allow the company to verify if it's possible to decrease production by up to 6% in certain months, reducing the company's average final inventory by 35%. There was also, an optimization of approximately 18% on the information flow of the division responsible for production planning, thus improving the general efficiency and effectiveness of the company.

Keywords: Production Planning and Control. EPP. Optimization MPP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Símbolos de utilização para o desenvolvimento do gráfico de Gantt	24
Figura 2 - Exemplo do desenvolvimento do gráfico de Gantt	25
Figura 3 - Lista de atividades para desenvolvimento do PERT	26
Figura 4 - Desenvolvimento do fluxo de atividades	27
Figura 5 - Esquema de explosão dos materiais do produto	29
Figura 6 - Esquema do MRP II	30
Figura 7 - Fluxo metodológico adotado neste trabalho	35
Figura 8 - Percentual do faturamento médio por equipamento	38
Figura 9 - Representação dos setores: Galpão 1	39
Figura 10 - Representação dos setores: Galpão 2	39
Figura 11 - Detalhamento do setor de produção e montagem	40
Figura 12 – Fluxo de produção macro.....	48
Figura 13 – Desdobramento do “planejamento da produção”	49
Figura 14 – Compilação do quantitativo de vendas nos últimos 4 anos.....	52
Figura 15 – Média de vendas pelo percentual de faturamento.....	53
Figura 16 – Dispersão da média de vendas mensal (2016 a 2019)	55
Figura 17 – Alternativas de soluções devido ao aumento de demanda futura	61
Figura 18 - Gráfico de suavização polinomial – Família Vermelha.....	67
Figura 19 - Gráfico de suavização polinomial – Família Azul	68
Figura 20 - Gráfico de suavização polinomial – Família Verde.....	68
Figura 21 - Caminho crítico das atividades do equipamento A.....	75
Figura 22 - Comparativo do fluxo atual e otimizado do planejamento da produção ..	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação do porte das empresas pelo número de funcionários	16
Tabela 2 - Classificação do porte das empresas pela receita.....	16
Tabela 3 - Aplicação de PCP/Ferramentas encontrados na literatura	33
Tabela 4 - Atividades macro do setor de produção e montagem.....	42
Tabela 5 – Representação da capacidade	44
Tabela 6 – Descrição da capacidade produtiva da Produção.....	45
Tabela 7 – Média de vendas anual e percentual de faturamento (2016 a 2019)	52
Tabela 8 – Média de vendas mensais (2016 a 2019)	54
Tabela 9 – Média de vendas mensal das famílias	57
Tabela 10 – Aumento do percentual médio de vendas das famílias por ano.....	58
Tabela 11 – Média de vendas mensal de 2016 a 2030.....	59
Tabela 12 – Média de vendas para as 3 famílias (2016 a 2019)	59
Tabela 13 – Percentual da capacidade produtiva por ano.....	60
Tabela 14 - Compilação das estimativas de produção a partir da implantação das possíveis soluções	64
Tabela 15 - Plano de produção da família Vermelha	65
Tabela 16 - Plano de produção da família Azul	65
Tabela 17 - Plano de produção da família Verde.....	66
Tabela 18 - Total de produção e estoque médio mensal para as 3 famílias	66
Tabela 19 - Plano de produção recalculado da família Vermelha.....	69
Tabela 20 - Plano de produção recalculado da família Azul	69
Tabela 21 - Plano de produção recalculado da família Verde.....	69
Tabela 22 - Comparativo do total de produção e estoque final antes e depois da suavização polinomial	70
Tabela 23 - PMP do equipamento A	71
Tabela 24 - PMP do equipamento B.....	71
Tabela 25 - PMP do equipamento C.....	71
Tabela 26 - PMP do equipamento D.....	71
Tabela 27 - PMP do equipamento K.....	72
Tabela 28 - Programação da produção para janeiro de 2020.....	73
Tabela 29 - Atividades para produção do equipamento A.....	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Compilação das dificuldades e possíveis soluções	47
Quadro 2 – Definição de todas as famílias.....	56
Quadro 3 – Famílias e Equipamentos base	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BOM – *Bill of Material*
CDQ – Controle de Qualidade
CNC – Comando Numérico Computadorizado
CPM – *Critical Path Method*
DP – Demanda Prevista
DR – Demanda Real
EF – Estoque Final
EI – Estoque Inicial
EPP – Empresas de Pequeno Porte
ERP – *Enterprise Resource Planning*
m² – metros quadrados
MP – Matéria-Prima
MRP – *Material Requirements Planning*
MRPII – *Manufacturing Resource Planning*
OC – Ordem de Compra
OP – Ordem de Produção
PA – Produto Acabado
PCP – Planejamento e Controle da Produção
PERT – *Program Evaluation Review Technique*
PMP – Plano-Mestre da Produção
PMT – Produção Mensal Total
PP – Produção Planejada
TI – Tecnologia da Informação
TOC - Teoria das Restrições
V – Vendas
VP – Vendas Perdidas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo geral	15
1.1.2 Objetivo específico	15
1.2 Justificativa.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Empresa de Pequeno Porte (EPP).....	16
2.2 Mortalidade das EPP.....	17
2.3 Sistema produtivo.....	17
2.4 Planejamento e controle da produção	18
2.4.1 Previsão de demanda.....	20
2.4.2 Planejamento a longo, médio e curto prazo	21
2.4.3 Planejamento estratégico	21
2.4.4 Planejamento tático	22
2.4.5 Planejamento operacional.....	23
2.4.6 Técnicas para desenvolvimento a programação da produção	24
2.4.7 Estoque	27
2.4.8 Modelos para controle de estoque	28
2.4.9 Estudos de caso sobre aplicações de planejamento e controle da produção ..	31
3 METODOLOGIA	34
3.1 Método de Pesquisa.....	34
3.2 Fluxo da metodologia	34
4 ANÁLISE DOS DADOS – ESTUDO DE CASO	37
4.1 Apresentação da empresa.....	37
4.1.1 Área de atuação	37
4.1.2 <i>Layout</i> da empresa.....	38
4.1.3 Sistema produtivo.....	41
4.1.3.1 Terceirização	43
4.2 Levantamento de dados	43
4.2.1 Capacidade produtiva.....	44
4.2.2 Dificuldades e Restrições do sistema.....	46
4.2.3 Fluxo da produção.....	47

4.3 Proposta de Planejamento e controle da produção.....	51
4.3.1 Histórico de vendas	51
4.3.2 Definição das famílias de produtos.....	55
4.3.3 Previsão das demandas futuras	56
4.3.4 Plano de produção	64
4.3.5 Plano-mestre da produção	70
4.3.6 Programação da produção	72
4.4 Otimização do fluxo de planejamento da produção.....	75
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
5.1 Sugestões para trabalhos futuros.....	81
REFERÊNCIAS.....	82
APÊNDICE A – Termo de autorização para pesquisa	84
APÊNDICE B – Dados do faturamento de 2016 a 2019	85
APÊNDICE C – Dados de vendas de 2016 a 2019.....	88

1 INTRODUÇÃO

As Empresas de Pequeno Porte (EPP) passaram a surgir e estão crescendo de maneira exponencial nos últimos anos. Estas junto as microempresas, representam 98% do mercado nacional (SEBRAE, 2013). Sendo assim, para que as empresas se mantenham vivas e consigam disputar seu espaço no mercado, o foco e atenção devem ser cada vez maiores no que diz respeito ao planejamento e controle do seu sistema de produção. Com planejamento correto e controle apurado, as empresas podem evitar gargalos em seus centros de trabalhos e conseqüentemente obterem uma otimização nos tempos, assim aumentando sua receita, bem como sua competitividade.

Os sistemas de produção adotados nas EPP's geralmente são informais e simples, sem o uso regular de ordens de produção ou dimensionamento de tempos. Devido a esse comportamento, os estudos mais aprimorados sobre Planejamento e Controle de Produção (PCP), por necessitarem de dados do processo de produção, tornam-se menos aplicáveis. Por essas características a implantação de um PCP mais sofisticado, acaba se tornando inviável para estas empresas.

O planejamento e controle tem como premissa a previsão das necessidades do mercado, sincronizando os recursos da empresa, desde estoque, vendas e produção, para garantir que tais necessidades sejam supridas. Como o planejamento é prerrogativa de uma previsão de demanda, não se pode garantir que o previsto irá se concretizar, e devido a essa incerteza, o controle surge para lidar com essas inconstâncias. Esse controle é utilizado para que mesmo com as variações, as operações atinjam os objetivos planejados, garantindo assim a finalidade do planejamento. Para que todos os planos estipulados sejam melhor atendidos e classificados, o PCP os divide com relação aos prazos, sendo: longo; médio e curto. Onde em cada etapa, são utilizadas ferramentas distintas para gerir a produção da forma mais eficiente (TUBINO, 2017).

Uma das ferramentas utilizadas pelo PCP, é o Plano de Produção ou Planejamento Estratégico. Este trata conforme Slack (2018), todos os setores da empresa como um todo, com o objetivo de atender as missões definidas a longo prazo pela organização. Ele normalmente trabalha agrupando os produtos levantados nas previsões de vendas em famílias, possibilitando assim a adequação do sistema produtivo para atender à essas demandas.

No médio prazo, surge o planejamento-mestre de produção, que consiste no desenvolvimento do Plano-Mestre de Produção (PMP). O PMP toma como premissa para Tubino (2017) as previsões de demanda a médio prazo e os pedidos em aberto, para estabelecer uma carga de trabalho para cada setor da empresa, para com isso atender a demanda. No plano-mestre de produção, pode-se verificar se o sistema produtivo terá recursos suficientes, como mão-de-obra ou matéria-prima, para realizar as operações nos prazos definidos. Ele também leva em consideração os materiais já produzidos, se houver, bem como os armazenados em estoque.

A partir do PMP, surge a programação da produção, que trata a curto prazo quanto de cada item será produzido, oferecendo prioridade na maioria das vezes, a itens que geram maior lucratividade para a empresa. A programação da produção define também, o momento certo para realizar as compras de materiais para a fabricação, e a quantidade necessária, sem que haja um acúmulo de estoque (CHIAVENATO, 2007).

Segundo Lobo e Silva (2014), ao considerar o estoque um produto acabado, que gerou custos e não contabilizou lucro, ter uma quantidade grande se torna algo prejudicial. Levando em conta que o estoque é um desperdício de recursos, uma técnica apresentada por Chiavenato (2007) para realizar seu controle é o *Just-in-time*. Este conceito foi desenvolvido pela *Toyota*, para a eliminação de desperdícios, desde o acúmulo de estoque, até redução de ciclos de trabalhos estendidos, retrabalhos e refugos. Como o próprio nome diz, *Just-in-time* ou “na hora certa”, consiste em realizar as tarefas apenas quando necessário, utilizando o conceito de produção puxada, onde as tarefas só se iniciarão se realmente forem necessárias às demandas.

Sendo assim, através das informações apresentadas, pode-se perceber a importância da aplicação de um planejamento e controle de produção bem delineado, para que as empresas possam se mostrar mais competitivas no mercado, reduzindo seus custos, bem como aumentando sua produtividade.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver uma proposta de planejamento e controle da produção em uma empresa de pequeno porte no ramo de equipamentos eletrônicos para uso médico e estético.

1.1.2 Objetivo específico

- Estimar as vendas que a empresa terá para os anos seguintes;
- Calcular a demanda na capacidade produtiva futura que a empresa sofrerá;
- Avaliar o sistema produtivo da empresa para implantar um plano de produção;
- Desenvolver um plano-mestre de produção para sequenciar o fluxo de trabalho;

1.2 Justificativa

Mediante ao aumento significativo da demanda da empresa em estudo, causando atrasos nos pedidos, priorização de tarefas com menor importância e falta de estoque em momento da produção, é observado a necessidade de um rearranjo de sua estrutura produtiva, para que seja possível atender aos pedidos dos clientes, garantindo qualidade e mantendo os prazos pré-estipulados.

Diante disso, o presente trabalho, apresentará um estudo para a organização do fluxo de trabalho, através do histórico de vendas e da estimativa de previsão às demandas futuras, verificando a necessidade da aplicação de soluções visando aumentar a capacidade produtiva da empresa. Com isso, será possível desenvolver um plano de produção e um plano-mestre da produção, com objetivo de buscar o melhor sequenciamento do trabalho para a otimização das funções.

O foco para aplicação das técnicas do trabalho será voltado para o setor de produção da empresa, devido ao mesmo estar com uma demanda sobre a capacidade de produção acima da máxima que o setor consegue atender, e pelo mesmo apresentar o maior número de atividades realizadas para obtenção do produto final.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Se manter competitivo no mercado tem se tornado uma tarefa cada vez mais complexa, devido ao constante avanço tecnológico, onde apenas quem investe em otimizações em seu meio produtivo consegue se manter à frente das demais empresas, garantindo segurança, qualidade e confiabilidade. Diante disso o presente tópico abordará as teorias por trás do método do Planejamento e Controle da Produção (PCP).

2.1 Empresa de Pequeno Porte (EPP)

Uma das formas que SEBRAE (2013) utiliza para diferenciar os portes das empresas no Brasil, focando nas microempresas e pequenas empresas, é a partir do número de funcionários, tendo uma quantidade diferente dos setores industriais para os de comércio e serviço, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação do porte das empresas pelo número de funcionários

Porte	Setores	
	Industrial	Comércio e Serviço
Microempresa	até 19 pessoas ocupadas	até 9 pessoas ocupadas
Empresa de pequeno porte	de 20 a 99 pessoas ocupadas	de 10 a 49 pessoas ocupadas

Fonte: Adaptado de SEBRAE (2013).

Outra forma apresentada para diferenciação do porte das empresas é através da receita bruta anual, conforme SEBRAE (2018 A) retrata na Tabela 2, onde pode-se observar a diferença das microempresas para as empresas de pequeno porte.

Tabela 2 - Classificação do porte das empresas pela receita

Porte	Receita anual
Microempresa	igual ou inferior a R\$360.000,00
Empresas de pequeno porte	superior a R\$360.000,00 e igual ou inferior a R\$4.800.000,00

Fonte: Adaptado de SEBRAE (2018 A).

Essa divisão no porte das empresas é de extrema importância para definir, em determinados casos, a concessão de crédito em cooperativas ou bancos, e a possível redução ou mudança na carga tributária.

2.2 Mortalidade das EPP

Devido ao amplo mercado de empresas de pequeno porte e as dificuldades inevitáveis que essas sofrem ao decorrer de sua trajetória, como crises internas ou externas, competitividade de multinacionais e empresas de porte maior, é de extrema importância identificar métodos para se manter viva. De acordo com SEBRAE (2018 B), no estado de São Paulo aproximadamente 25% das empresas de pequeno porte fecham antes de completar 2 anos de mercado.

Mediante as dificuldades apresentadas, estudos que retratam o sistema de produção se mostra de extrema importância para a organização da produção. Com isso pode-se obter os gastos, tempos e processos necessários para a obtenção do produto acabado.

Por meio do levantamento dos dados de tempo de processo, se necessário, pode-se realizar reduções nos preços de vendas, aumentando a competitividade no mercado, e para que isso possa ser realizado é importante conhecer o sistema produtivo da empresa em que será desenvolvido o estudo.

2.3 Sistema produtivo

O conceito de sistema produtivo pode ser entendido como um conjunto de elementos inter-relacionados que interagem no desempenho de uma função. Por exemplo, um setor de montagem pode ser um subsistema, do setor de produção, que é um departamento da empresa, onde a empresa pode ser considerada apenas como um órgão da sociedade como um todo, esse sistema pode ser utilizado para elencar os setores da empresa e hierarquizar todos por importância, ou até mesmo por fluxo de trabalho (CHIAVENATO, 2008).

A hierarquização é importante para a progressão do estudo em cima da organização da produção de uma empresa, pois no momento de planejar quais áreas serão envolvidas para finalizar um pedido ou uma ordem de produção, deve-se ter um processo bem definido e organizado para estar mobilizando as pessoas ou

recursos para as áreas necessárias. Para Chiavenato (2008) uma das alternativas para organizar o sistema produtivo é por meio do Planejamento e Controle da Produção, conhecido também como PCP.

Existem meios para se adequar a produção, ao tipo de nicho de mercado em que a empresa se encontra, isso pode ser realizado através do controle puxado ou empurrado de produção. O controle empurrado, é quando a empresa trabalha de maneira em que um centro de trabalho produz, passa para o posto seguinte, sem ter controle se o material será utilizado naquele momento ou posteriormente, o sistema produtivo trabalha de forma adiantada a demanda, possuindo um nível de estoque elevado. Já no controle puxado, a produção apenas ocorrerá no momento em que uma demanda de produto ou serviço for confirmada, para que não haja um desperdício de mão-de-obra, adiantando tarefas que podem demorar a serem necessárias (SLACK, 2018).

No controle puxado, os níveis de estoque são conseqüentemente menores, pois todo item é produzido com um destino final, que é o de cumprir a demanda, mas possui um prazo de entrega maior que o sistema de controle empurrado, por isso, Slack (2018) orienta que deve-se conhecer o tipo de mercado que sua empresa irá atender, para se orientar em qual o melhor método a ser utilizado no setor produtivo.

2.4 Planejamento e controle da produção

O cenário atual das empresas está em suma focado à preservação do meio ambiente, e para isso, cada vez mais se prioriza a diminuição dos desperdícios. Em uma empresa, os desperdícios podem ser diversos, de tempo, material, de recursos humanos, entre outros. Além da importância da diminuição dos desperdícios de materiais, as empresas devem-se atentar aos desperdícios de tempo, pois em determinados setores, como alimentício por exemplo, se uma produção for má planejada e gerida, podem ocorrer atrasos, e produtos perecíveis podem estragar e conseqüentemente serem jogados fora.

Para que as empresas evitem ao máximo o desperdício, tem que se haver um planejamento antecipado produção, para que não fiquem produzindo a esmo, e um controle para garantir que o que foi planejado seja seguido e os objetivos sejam cumpridos, com a maior eficácia possível e os recursos sejam aproveitados com

máxima eficiência.

Segundo Tubino (2017) as empresas são classificadas como sistema produtivo, por serem responsáveis por transformarem insumos, matérias primas, em produtos, que são úteis aos clientes, e conseqüentemente serão consumidos pelos mesmos. Por serem um sistema, pode ser planejado e controlado, para que funcione da maneira mais eficiente possível, levando em consideração sua estrutura e sua capacidade.

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) visa a otimização do sistema produtivo, ou fluxo de trabalho planejando com antecedência o necessário para alcançar os objetivos, a partir de previsões de demandas, mobilizando todo e qualquer recurso humano e material, para que o fluxo de trabalho flua da melhor maneira possível (CHIAVENATO, 2008; TUBINO, 2017; SLACK, 2018).

O planejamento foca nos objetivos a serem alcançados, para que a empresa não fique perdendo, realizando a antecipação das suas necessidades. Por seu foco ficar em como alcançar os objetivos, algumas questões como quando, quanto, quem, de que maneira e o que fazer, para que o resultado seja atingido da melhor forma possível (CHIAVENATO, 2008).

Outro pilar do PCP é o controle, tanto das ações planejadas, quanto dos processos existentes nos setores da empresa. Para que se possa realizar o controle de qualquer coisa, Chiavenato (2008) relata que antes deve-se estabelecer parâmetros de medição e comparação. Por exemplo, em um processo da produção, um parâmetro de tempo de processo pode ser utilizado para comparar se a alteração na forma como o processo é realizado surtiu efeito positivo, houve uma otimização no trabalho, ou efeito negativo, houve um aumento no tempo do processo, e conseqüentemente perda na produção, podendo gerar gargalo.

Segundo Barros Filho (1999) os gargalos são as restrições do sistema, essas restrições podem ser entendidas como operações que limitem o fluxo de trabalho, atrasando a produção. Por exemplo, um posto de trabalho usina uma quantidade de peças, o posto seguinte realiza o fresamento e o posto consecutivo a retificação, mas o posto de fresamento não acompanha o fluxo de peças vindas do posto de usinagem, atrasando o serviço do posto de retificação. Sendo assim o posto de fresamento é considerado um gargalo para o fluxo de produção das peças.

O controle age para corrigir os desempenhos negativos, ou os gargalos nos processos, garantindo que o objetivo proposto, ou planejado, seja atingido da melhor

forma possível. Através do controle, pode-se identificar quando um processo está criando gargalos na produção, para que, se necessário, contrate-se mais mão-de-obra, ou a empresa possa analisar a compra de maquinários mais capacitados, para otimizar o processo da produção.

2.4.1 Previsão de demanda

As empresas precisam de rumo, de objetivos, e para definir esses objetivos elas utilizam as previsões, como pôr exemplo, a previsão de demanda, para que possam programar suas atividades, realizando-as da melhor maneira, e gerir seu setor produtivo para não realizar trabalhos desnecessários, que atrasem seus prazos. A previsão de demanda, pode ser representada pela quantidade de serviços ou produtos que a empresa necessita fornecer, a longo, médio ou curto prazo, ao seu setor de vendas para ser entregue aos seus clientes (CHIAVENATO, 2008).

A previsão de demanda é realizada com base no histórico que a empresa tem registrado de suas vendas, gerando uma programação média da quantidade produtos, ou serviços, que poderão ser vendidos em um determinado mês ou trimestre. A obtenção da programação, ou a previsão, podem ser realizadas de diversas formas, utilizando inúmeras técnicas, que variam de acordo com a necessidade da empresa, o gasto que a empresa pode gastar, de tempo ou recurso humano, e da capacidade que a empresa possui. Segundo Tubino (2017), essas técnicas podem ser subdivididas em dois grandes grupos, as técnicas qualitativas, que são baseadas na experiência ou na opinião de membros chave da empresa, como o gerente de vendas, gerente do setor produtivo, ou o próprio dono da empresa, ou técnicas quantitativas, que diferem por não se basear em opiniões, mas sim na análise de dados quantitativos, por meios matemáticos, para projetar as demandas futuras.

Devido a estrutura do PCP vir de previsões, e dificilmente previsões ocorrem de maneira cem por cento concretas, como previsto, há a necessidade de que em determinados níveis do processo produtivo, ações possam ser tomadas de maneira rápida para recondicionar o planejado para sua nova realidade.

2.4.2 Planejamento a longo, médio e curto prazo

A divisão da previsão de demanda a longo, médio e curto prazo, é utilizada para realizar e estruturar as ferramentas utilizadas no PCP, onde cada ferramenta é utilizada em um nível de programação.

A longo prazo encontra-se o nível estratégico, que utiliza o planejamento estratégico para a formulação do plano de produção, ele é utilizado para ajustar a produção visando atender as demandas futuras. A médio prazo entra o nível tático, onde utiliza-se o plano-mestre da produção, que aparece na produção a partir do plano-mestre de produção, onde ele une os dados das previsões de demanda para montar tabelas, que compõem a realização das estratégias de produção. A curto prazo surge o nível operacional, que é a implantação do plano de produção, através da programação da produção, que consiste em programas de exercícios diários, de forma direta, para envolver todas as seções ou setores envolvidos na produção (TUBINO, 2017).

2.4.3 Planejamento estratégico

Tubino (2017) retrata que o planejamento estratégico consiste na elaboração do plano de produção, usado para prever os tipos e quantidades de produtos que terão demanda dentro do planejamento estabelecido. No planejamento estratégico deve-se haver um levantamento da disponibilidade de recursos financeiros e produtivos, e da capacidade produtiva da empresa.

A capacidade de produção da empresa é a limitação física que a empresa possui, sendo por exemplo, o número máximo de produtos ou serviços que a empresa pode produzir no dia, em uma semana, um mês ou um ano, dependendo da apuração necessária pela empresa. A capacidade produtiva pode ser acrescida ou reduzida em determinados momentos, seja pela contratação de mais mão de obra, compra de maquinário novo, ou pela perda de funcionário devido a doença ou demissões, ou perda de maquinário pelo desgaste do mesmo.

O planejamento estratégico varia de acordo com o sistema da empresa, se a empresa opera por um sistema de produção sob encomenda, a própria encomenda que definirá o plano de produção, mas se o sistema produtivo funciona por produção seriada, através de lotes de produção, a previsão da demanda será utilizada para

dar sequenciamento ao plano de produção. O plano de produção, por ser trabalhado a longo prazo, se torna algo mais genérico, utilizando de técnicas como agrupamento de equipamento em famílias, facilitando sua administração e seu controle no momento da produção (CHIAVENATO, 2008).

Existem diversas técnicas para o agrupamento dos itens manufaturados em famílias, algumas delas podem ser por similaridade de processo, de materiais utilizados, de aplicação do equipamento ou máquina, entre outras. Essas técnicas de ordenação dos itens têm muita utilidade para o controle de estoque e para o desenvolvimento das etapas subsequentes do PCP.

2.4.4 Planejamento tático

No planejamento tático, devido a produção estar estruturada em cima do plano de produção, começa a definição do plano-mestre de produção (PMP). O PMP, por trabalhar a médio prazo, planejando as ações de maneira mais eficiente, necessita de mais exatidão e dados concretos para que possa ser bem-sucedido, por isso, nesta etapa é levado de maneira precisa a capacidade produtiva da empresa (TUBINO, 2017).

Por Chiavenato (2008), a capacidade da empresa pode ser separada em 4 subfatores que a determinam, sendo eles a capacidade instalada, a mão-de-obra disponível, a matéria prima disponível e os recursos financeiros que a empresa possui.

A capacidade instalada da empresa, pode ser definida como potencial produtivo que a empresa possui, mediante ao seu maquinário e equipamentos. A capacidade de mão-de-obra disponível é a quantidade de funcionários que a empresa pode contar para a execução do planejamento realizado no plano de produção. A capacidade de matéria prima disponível leva em conta a matéria prima principal para a produção dos insumos da empresa, considerando os fornecedores e seus prazos de entrega. A capacidade dos recursos financeiros, são os possíveis investimentos que a empresa pode realizar, levando em consideração seu faturamento, e sua margem de lucro, que pode variar de mês para mês (CHIAVENATO, 2008).

O PMP é um planejamento tático, pois ele deve identificar as formas para adiantar o necessário na produção, através de terceirização de processos,

implantação de mais turnos ou alteração de horários, tudo planejado para que possa manobrar o sistema produtivo da forma mais eficiente com o objetivo de atender as demandas da empresa.

2.4.5 Planejamento operacional

O planejamento operacional consiste em aplicar todo o planejado, desde o plano de produção, até o plano-mestre de produção, em prática. O planejamento operacional em execução, tornando-se a programação da produção, definindo quais atividades o setor produtivo irá realizar, em qual ordem, qual a quantidade, quais setores irão participar desta programação, são esses alguns dos questionamentos que o gestor responsável terá que ajustar (CHIAVENATO, 2008).

Os prazos de resposta da programação da produção são mais curtos, necessitando de uma maior experiência e conhecimento do gestor, por lidarem com o dia-a-dia da fábrica, sendo que qualquer ação tomada de maneira errada, poderá resultar em atraso da produção e, conseqüentemente, em um atraso na entrega dos pedidos aos clientes, gerando uma série de transtornos.

A partir dos dados da previsão de demanda, Chiavenato (2008) relaciona à capacidade da empresa para a criação do plano de produção, a programação da produção gera as ordens de produção (OP), que são os documentos que definem a quantidade de produtos a serem produzidos e a sequência que deverão ser produzidos. Através das OP há uma troca de dados entre os setores da empresa, pois através de uma OP gerada por um gestor, o setor de estoque, irá separar o material necessário, através de uma lista de materiais, para que a produção possa realizar a manufatura dos itens que compõem o produto final, ou dos materiais necessários para a prestação de um serviço. A utilização das OP é de extrema importância para que haja um controle de todo material que é utilizado, pois sem controle, a gestão do estoque deixa de ser precisa, e por se tratar de um setor muito importante, precisa de uma atenção redobrada.

A programação da produção tem alguns objetivos como principais, um deles é a coordenação e integração de todos os setores responsáveis pela produção, como por exemplo, o setor de compras, que irá verificar a disponibilidade de materiais, para que se faltar, entrar em contato com os fornecedores para obtenção de mais matéria prima. Outros objetivos da programação da produção é garantir os prazos

de entregas dos Produtos Acabados (PA), para os clientes nas respectivas datas acordadas, e aproveitas ao máximo a capacidade instalada da empresa, o capital empatado em matéria prima, PA e materiais em processamento (CHIAVENATO, 2008).

Na literatura são encontradas técnicas para realizar a programação da produção, algumas delas podem ser por cronograma, gráfico de Gantt e PERT (*Program Evaluation Review Technique*) (CHIAVENATO, 2008; MARTINS & LAUGENI, 2005).

2.4.6 Técnicas para desenvolvimento a programação da produção

Para Chiavenato (2008) o cronograma é um gráfico de dupla entrada que relaciona os fatores da produção, como o maquinário, os produtos ou operações, e o tempo disponível para a realização das operações. Ele caracteriza que o gráfico de Gantt pode ser considerado um tipo de cronograma, mas sua diferença está na divisão das colunas em 4 subcolunas, podendo tratar de intervalos de tempo mais precisos que o cronograma, tendo seus próprios símbolos de utilização. Os símbolos característicos do gráfico de Gantt é ilustrado pela Figura 1.

Figura 1 – Símbolos de utilização para o desenvolvimento do gráfico de Gantt

- = atividade a realizar;
- |———— = traço vertical à esquerda indica o início da atividade;
- | = traço vertical à direita indica o término da atividade;
- :::::::::::::: = atividade realizada;
- xxxxxxxxx = atividade interditada ou paralisada (por parada, espera, manutenção etc.).

Fonte: Chiavenato (2008, p.71).

Chiavenato apresenta uma forma de desenvolvimento para o gráfico de Gantt que pode ser observado na Figura 2. Pode-se perceber que na extrusora E1, um lote só poderá ser realizado após o termino do outro, e ao final de cada lote há um intervalo na atividade.

Figura 2 - Exemplo do desenvolvimento do gráfico de Gantt

Máquina	Janeiro				Fevereiro				Março				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
Extrusora E1	-----				XXXXXXXXXX				-----				
Extrusora E2	Lote 231		-----		-----		XXXXXXXXXX		Lote 232		-----		
Injetora I 1	Lote 233		-----		-----		-----		-----		-----		
	Lote 231		-----		-----		-----		-----		-----		

Fonte: Chiavenato (2008, p.72).

O PERT, é uma técnica que está baseada em cinco elementos principais, o primeiro é uma rede básica que relaciona as tarefas de forma sequencial, o segundo elemento é a alocação de recursos para a conclusão da atividade, o terceiro é a consideração de tempo, que relaciona o tempo e o espaço necessário para a execução das tarefas, o quarto é a sequência do caminho a ser percorrido, e o quinto é a elaboração de um caminho crítico, que seria qual sequência de tarefas tem o maior tempo de execução para realizar as atividades (CHIAVENATO, 2008). Um exemplo da aplicação e corroboração da validade da ferramenta PERT, é encontrada em trabalhos como os de Barreto *et al.* (2010) e Vergara, Teixeira & Yamanari (2017). A Figura 3 exemplifica o desenvolvimento da ferramenta PERT.

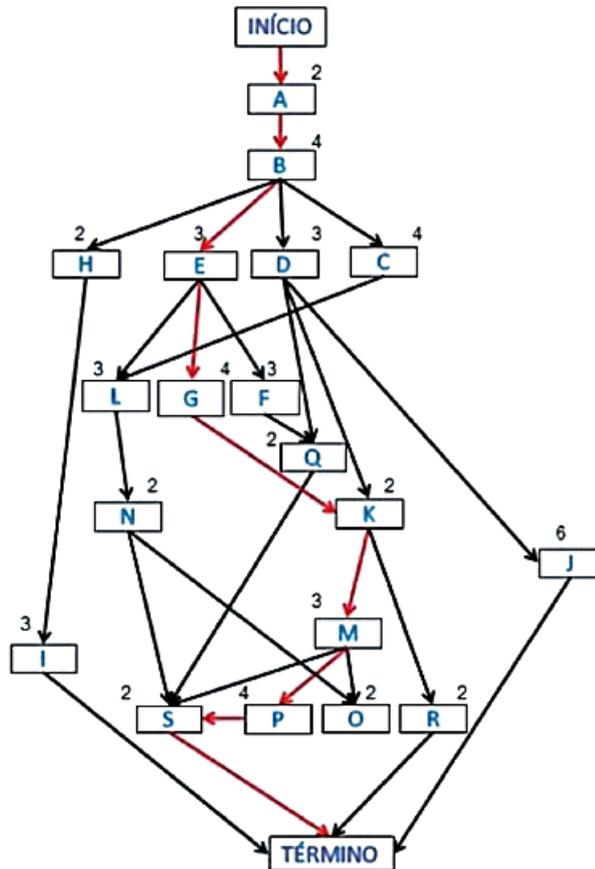
Figura 3 - Lista de atividades para desenvolvimento do PERT

Atividade	Descrição da Atividade	Dependências	Duração
A	Canteiro	-	2 Semanas
B	Fundação	A	4 Semanas
C	Estrutura – Pavimento Térreo	B	4 Semanas
D	Alvenaria – Térreo	B	3 Semanas
E	Estrutura – Pavimento Superior	B	3 Semanas
F	Alvenaria – Pavimento Superior	E	3 Semanas
G	Cobertura	E	4 Semanas
H	Instalação Hidráulica/Esgoto e Águas Pluviais	B	2 Semanas
I	Hidráulica/ Água Fria	H	3 Semanas
J	Instalação Elétrica	D	6 Semanas
K	Paredes e Tetos	D,F,G	12 Semanas
L	Pisos	C, E	3 Semanas
M	Acabamento Paredes	K	3 Semanas
N	Acabamento Pisos	L	2 Semanas
O	Louças e Metais	M,N	2 Semanas
P	Pintura	M	4 Semanas
Q	Vidros	D, F	2 Semanas
R	Paisagismo	M	2 Semanas
S	Limpeza	M,N,P,Q	2 Semanas

Fonte: Vergara, Teixeira & Yamanari (2017, p.83).

A partir dos dados da Figura 3, é possível a utilização da ferramenta CPM, que consiste em criar um fluxo de informações, exemplificados na Figura 4, com suas dependências e o tempo de cada atividade, para então traçar o caminho crítico para o processo. Na Figura 4 pode-se observar que o caminho crítico corresponde ao caminho que tem o maior comprimento, nesse caso medido pelo tempo em semanas, sendo ele a sequência de atividades A, B, E, G, K, M, P e S, logo todos os outros apresentam um tempo de duração inferior.

Figura 4 - Desenvolvimento do fluxo de atividades



Fonte: Vergara, Teixeira & Yamanari (2017, p.83).

Para a programação de atividades de maior complexidade, e maior quantidade de dependências de atividades, com visualização do caminho crítico obtido pela ferramenta PERT/CPM, pode-se encontrar a existência de folgas no processo produtivo. Uma das considerações de Vergara, Teixeira & Yamanari (2017) é que através do uso desta ferramenta, pode-se apontar as interdependências, e depois de otimizar os dados, transforma-los em um calendário.

2.4.7 Estoque

Para que se possa realizar qualquer manufatura de um item, há a necessidade de materiais para realizar as operações de transformação, e o armazenamento desses materiais, desde matéria prima, materiais secundários, auxiliares, ou até mesmo de produtos acabados, é denominado como estoque. O estoque é utilizado para que haja uma facilidade na entrega dos produtos finais para o cliente, pelo adiantamento de tarefas realizadas para a conclusão de uma

demanda (MARTINS & LAUGENI, 2005).

Conforme Tubino (2017) o estoque tem diversas funções que indicam seu uso, e as principais podem ser classificadas como a independência entre as etapas de produção, a produção contínua, a redução do *lead time* dos produtos, como fator de segurança, para obter vantagens nos preços e/ou para gerar maior agilidade aos serviços.

Para Slack (2018) a definição do estoque de materiais é que ele pode representar, dependendo do tamanho da empresa, uma parte substancial do capital de uma fábrica. Por esse motivo o controle do estoque, da aquisição e da saída de materiais deve ser realizado de maneira eficiente, para que o investimento sobre os materiais que estão parados não seja elevado.

Visando um controle crítico do estoque, surgiram ferramentas que auxiliam para que não haja discordâncias do que se estima a respeito do estoque, para o que realmente está lá. Alguns modelos encontrados na literatura para auxiliarem nesse controle, e que se interligam com o PCP, são o MRP (*Materials Requirements Planning*) ou Planejamento das Necessidades de Materiais, o MRPII (*Manufacturing Resource Planning*) ou Planejamento de Recursos de Manufatura, que se trata de uma expansão do MRP que ocorreu durante a década de 80, e o ERP (*Enterprise Resource Planning*) ou Planejamento de Recursos Empresariais (SLACK, 2018).

2.4.8 Modelos para controle de estoque

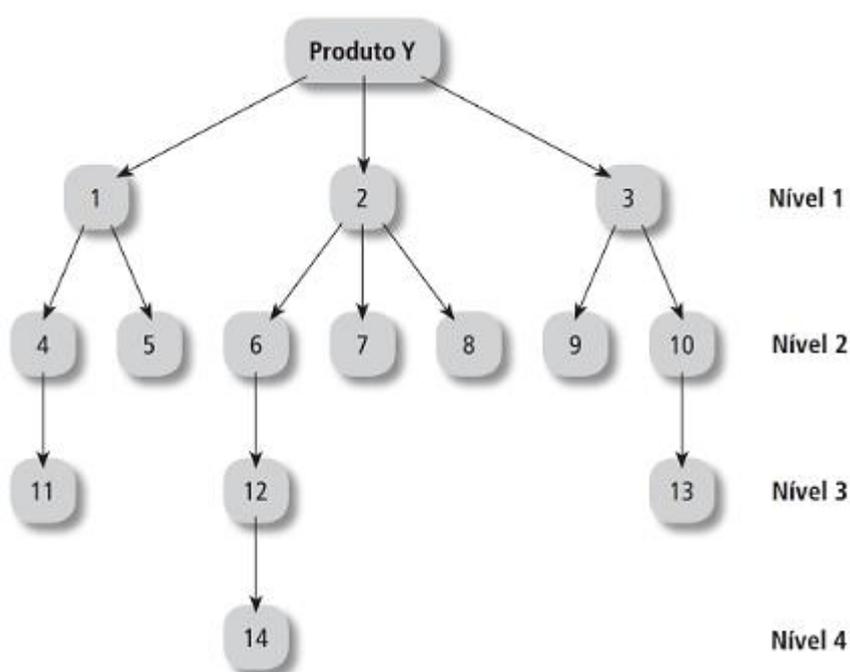
O MRP, é um modelo baseado em calcular a necessidade de materiais com foco em aproveitar ao máximo a capacidade de armazenamento e de processamento de dados. Ele parte da demanda existente, para calcular a quantidade de itens que o produto acabado exige. A partir da quantidade necessária de produtos acabados, determinadas no plano mestre, o sistema passa a identificar qual a necessidade de bruta dos itens dependendo do produto, do roteiro de fabricação e compras (TUBINO, 2017).

O MRP consegue identificar o *lead time* dos materiais, que para Tubino (2017) é a representação do tempo de ressuprimento que se deve considerar, sendo o prazo que a empresa leva para realizar a aquisição ou produção do material faltante, necessário para a realização de novas atividades produtivas. Esse modelo também fornece as dependências que um item sofre sobre o outro e sua proporção de uso,

essa relação é definida como pai-filho.

Essa relação pai-filho também é levantada por Chiavenato (2008), onde para realizar esse levantamento ele utiliza a lista técnica, ou lista de materiais do produto, definida também como BOM (*Bill of Material*). Essa lista de materiais, definida geralmente pela equipe de desenvolvimento do produto ou pelos engenheiros da empresa, é a espinha dorsal do MRP. Chiavenato (2008) apresenta um esquema que exemplifica a explosão dos materiais de um determinado produto, está é apresentada na Figura 5, onde se observa a hierarquização dos níveis dos materiais.

Figura 5 - Esquema de explosão dos materiais do produto



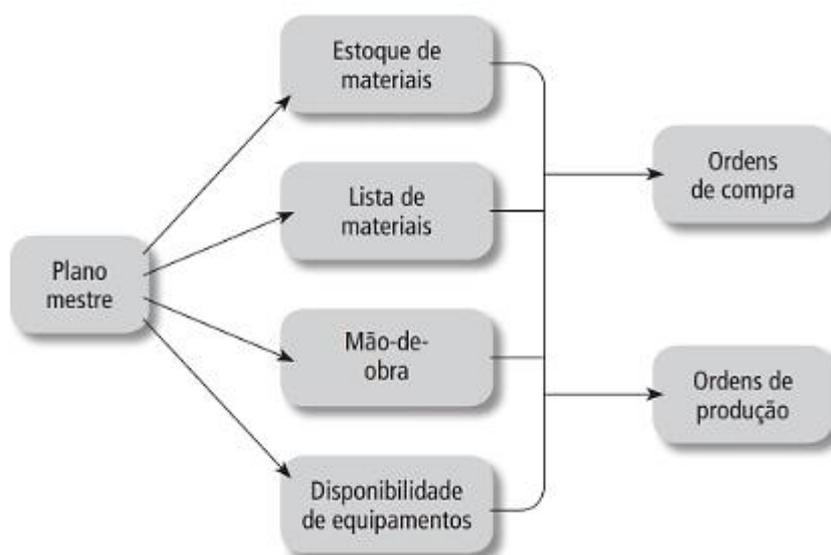
Fonte: Chiavenato (2008, p.44).

Através de um sistema que realize todos esses cálculos, pode se obter através do MRP um sequenciamento de trabalho, que consiste na emissão de ordens de produção, para a produção dos materiais ou compra de materiais, apenas no momento necessário, pois não há a necessidade de adiantar a produção de um item que depende de outro item antecessor a ele, esse sequenciamento de trabalho é de grande auxílio no PCP (TUBINO, 2017).

A expansão do planejamento das necessidades de material, o MRPII, que surgiu na década de 80, difere do MRP tradicional, tratando da manufatura como um

todo, não tendo como foco apenas a necessidade dos materiais para a produção. O MRPII toma como base também o plano mestre, abrangendo a disponibilidade de mão-de-obra, o estoque, os equipamentos disponíveis e as listas de materiais, para após esse estudo gerar as Ordens de Compras (OC), que são os materiais necessários para realizar a produção, essa representação está ilustrada pela Figura 6. O MRPII é um modelo mais amplo que seu antecessor, utiliza funções como planejamento empresarial, planejamento dos recursos produtivos, planejamento das necessidades da produção, criação e manutenção da infraestrutura de informação industrial, envolvendo toda a organização da empresa (CHIAVENATO, 2008).

Figura 6 - Esquema do MRP II



Fonte: Chiavenato (2008, p.46).

Com o passar dos anos, na década de 90, ocorre uma ampliação do MRPII, passando a abranger ainda mais a organização da empresa em um único modelo que integra toda a gestão, e esse modelo é conhecido como ERP. O ERP é um modelo utilizado para facilitar a comunicação dos diferentes setores da empresa, sejam eles financeiros, logísticos, produção, engenharia, fornecendo uma base de dados que funciona em uma plataforma única (MARTINS & LAUGENI, 2005).

Para Slack (2018) o ERP é como um sistema nervoso central, que detecta todas as informações de diferentes áreas da empresa e as repassa para outras que necessitam delas. O ERP é definido para Martins & Laugeni (2005) como um

software que apresenta uma base de dados, necessitando de um conhecimento suficiente em TI (Tecnologia da Informação) para administrar e controlar o sistema, que é disponível a todos os interessados para que compartilhem de apenas uma informação, minimizando os erros. A integração com todo o sistema produtivo obtida pelo ERP, auxilia na liberação de ordens de produção, no controle e gestão de estoque, no planejamento para aquisição de matéria prima, materiais secundários, no desenvolvimento do planejamento de roteiros para centros de trabalho, na estruturação do plano mestre de produção, entre demais atividades.

2.4.9 Estudos de caso sobre aplicações de planejamento e controle da produção

Com base na necessidade de aperfeiçoamento pelas empresas, em diversos ramos do mercado, como industrial e construção civil, encontram-se na literatura cada vez mais trabalhos relacionados ao assunto de planejamento e controle da produção e suas ferramentas, como o MRP e o PERT/CPM.

Um das ferramentas imprescindíveis para ajustar a produção, o Planejamento e Controle da Produção (PCP), é tema do trabalho de Bezerra (2014). O objetivo da dissertação foi a implantação do PCP para aumentar a capacidade produtiva e o faturamento, em micro e pequenas empresas. Foram utilizadas as ferramentas do PCP, como previsão da demanda, planejamento mestre da produção, MRP, e métodos como *Kanban*, teoria das restrições, *Jus-in-Time*, para reestruturar o sistema produtivo. A partir do levantamento de dados, passou-se a aplicação das ferramentas de forma adaptada às realidades encontradas, apresentando soluções para o *layout* e a forma como a empresa planejava e controlava a produção. Como conclusão de pesquisa, constatou-se que apesar das limitações encontradas foi possível aumentar a capacidade da empresa e obter uma estruturação lógica das atividades, e a necessidade que as empresas tem na utilização de um sistema, por mais que de maneira simples, para planejamento e controle da produção.

Um trabalho analisado para fundamentar a atual pesquisa se trata de um estudo de caso sobre a implantação da ferramenta MRP em uma empresa do setor elétrico de Itajubá, realizado por Batista, Nunes & Tamaki (2017), este relata que a finalidade da implantação da ferramenta foi para controlar de forma mais rigorosa as ordens de compra e os reais momentos da compra desses materiais. A estruturação

do trabalho iniciou-se com a coleta de dados dos tempos de processo, para estruturar o método do MRP, ocorreram ajustes do método com o decorrer da utilização, devido a variabilidade da aplicação em cada empresa. Após as correções realizadas, foi concluído que o MRP pode ser aplicado em qualquer ramificação de empresa, e por ele analisar os dados produtivos de uma forma mais efetiva, obteve-se uma redução dos custos com as compras de matéria-prima e uma melhora na performance da programação do controle dos materiais.

Na pesquisa de Vergara, Teixeira & Yamanari (2017), foi realizado um estudo devido às dificuldades no planejamento e na determinação da coordenação e execução das atividades a serem realizadas em uma empresa do setor de construções. Inicialmente os autores realizaram o levantamento de dados e das informações para a construção de uma residência, para que pudessem mensurar os tempos e custos envolvidos com o projeto, detectando quais áreas envolvidas na construção poderiam ser otimizadas. Foram levantadas as dependências de uma atividade sobre a outra e por meio do tempo de início e término foi traçado o caminho crítico através da ferramenta CPM (*Critical Path Method*). Sequencialmente foi utilizada a ferramenta PERT para verificar o impacto no custo do projeto, caso a empresa opta-se pela aceleração da obra. Ao final os integrantes concluíram que através da utilização das ferramentas PERT/CPM, é possível determinar as folgas existentes em cada etapa e assim otimizar as atividades para redução do tempo de produção.

Outro estudo sobre a aplicação do PERT/CPM, é encontrado na pesquisa de Barreto *et al.* (2010), que aborda a melhoria do processo produtivo em uma empresa de *fast food*, onde o objetivo a ser alcançado é obter menores custos, maior nível de serviço no atendimento ao cliente e superação da concorrência. O trabalho utilizou a metodologia de pesquisa de campo para levantar os dados do processo. Após o levantamento dos dados foi aplicado o método PERT/CPM, para solucionar problemas de tempo no processo de confecção do produto, e a análise foi finalizada com a aplicação do diagrama de Gantt. A pesquisa conclui que o método PERT/CPM mostrou-se eficiente, para conhecer as interdependências das atividades e as folgas existentes, facilitando a estruturação do planejamento e controle das atividades. Com a análise do processo pelo gráfico de Gantt, notou-se que poderia haver uma otimização no tempo, reduzindo-o e alcançando maior satisfação do cliente.

A Tabela 3 apresenta uma compilação dos resultados encontrados na

literatura, no que diz respeito a aplicação do PCP e suas ferramentas como o PERT/CPM, MRP, *Kanban*, *Just-in-time*, entre outros. Essas pesquisas corroboram com o intuito do presente trabalho, constatando que atualmente se faz imprescindível a existência de um planejamento e controle da produção, desmistificando sua utilização em empresas de pequeno porte e até mesmo empresas prestadoras de serviço. O PCP tem a função de auxiliar os coordenadores da empresa, para que o poder de decisão não fique ligado as pessoas, pois se houver o desligamento desta pessoa com a empresa, o conhecimento e as atividades prestadas pro ela se perdem, e a empresa pode sofrer até estabelecer o fluxo normal da produção novamente.

Tabela 3 - Aplicação de PCP/Ferramentas encontrados na literatura

Ferramentas	Ramo/empresa	Referências
PCP, MRP	Setor de serviços	Batista, Nunes & Tamaki (2017)
PCP, PERT/CPM	Setor de construção civil	Vergara, Teixeira E Yamanari (2017)
PCP, MRP, <i>Kanban</i> , <i>Just-in-time</i>	Setor industrial	Bezerra (2014)
PCP, PERT/CPM, gráfico de Gantt	Setor alimentício	Barreto <i>et al.</i> (2010)
PCP, MRP, <i>Just-in-time</i>	Setor industrial	Barros Filho (1999)
Planejamento fino da produção, PCP, Teoria das restrições	Setor metalmeccânico	Torres (1999)

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

3 METODOLOGIA

A metodologia é definida por Marconi & Lakatos (2017) como uma sistemática de atividades, que permite alcançar os objetivos de uma pesquisa válida e verdadeira, auxiliando nos passos a serem realizados e nas decisões a serem tomadas, e detectando erros que poderão dificultar a formulação da conclusão.

3.1 Método de Pesquisa

O método de pesquisa apresentado neste trabalho é classificado como qualitativo, enquadrando-se dentro dos conceitos apresentados por Flick (2009). Os conceitos de Flick (2009) caracterizam-se pela utilização coerente dos métodos e teorias com o objetivo de estudo da pesquisa, em apresentar diferentes perspectivas para a análise e reconhecimento dos dados, na autoavaliação do autor sobre o processo de produção dos conhecimentos contidos no trabalho e na diversidade de métodos e abordagens para que se possa obter um resultado imparcial.

A abordagem utilizada para gerenciar os dados obtidos pelo trabalho é a de um estudo de caso, devido as características utilizadas serem definidas por Gil (2009). O método do estudo de caso é aquele que “envolve as etapas de formulação e delimitação do problema, da seleção da amostra, da determinação dos procedimentos para coleta e análise de dados, bem como dos modelos para sua interpretação” (GIL, 2009, p.5).

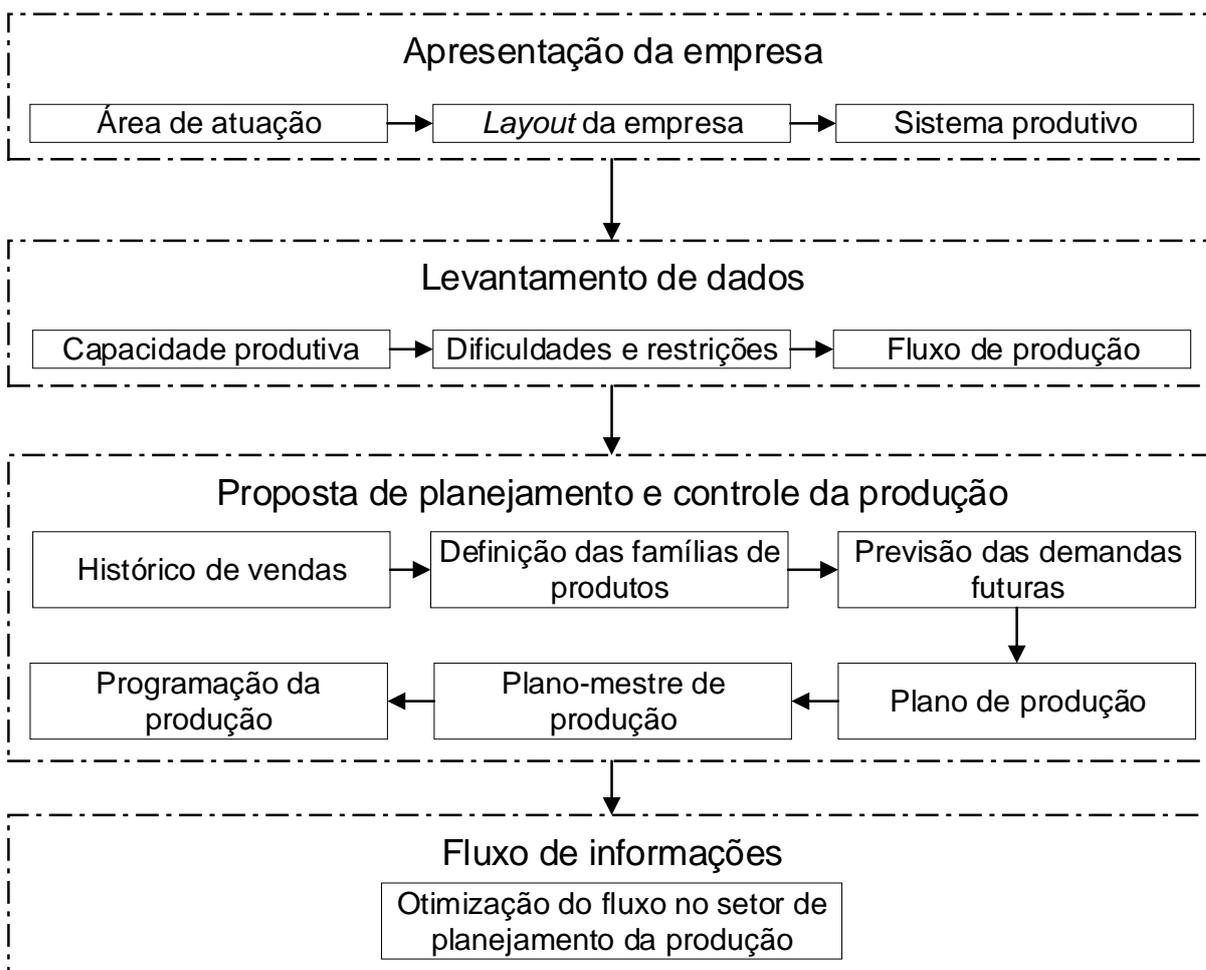
O estudo de caso é descrito por Batista & Campos (2016) como um método de observação, utilizado para criar um raciocínio e para que se possa combinar os dados teóricos aos fatos observados, criando a oportunidade de formular reflexões e hipóteses que possibilitam novas descobertas. Sendo assim o estudo de caso é uma forma de análise dos fatos obtidos em cada local de pesquisa, adequando-os as teorias e aos métodos descritos na literatura devido a cada local ter suas peculiaridades, para auxiliar na conclusão do objetivo ou problema de pesquisa.

3.2 Fluxo da metodologia

O fluxo metodológico proposto para a implantação do processo de planejamento e controle da produção na empresa em estudo pode ser observado na

Figura 7, onde se apresenta por meio de um fluxograma a categorização dos temas centrais e itens abordados em cada atividade. O fluxo da metodologia pode ser descrito como uma adaptação da proposta apresentada por Bezerra (2014), adequando as técnicas a realidade encontrada na empresa, onde o planejamento e controle da produção será aplicado.

Figura 7 - Fluxo metodológico adotado neste trabalho



Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A primeira etapa do fluxograma trata da apresentação do local onde será realizada a pesquisa, descrevendo sua área de atuação, o setor do mercado que atua, sua estrutura física, *layout*, equipamentos e maquinários em utilização. Nesta fase também serão apresentados o seu sistema produtivo e o modelo de produção atual, porém, ocultando qualquer dado que possibilite a identificação da empresa em questão, seguindo as recomendações do documento de Solicitação de Autorização para Pesquisa (APÊNDICE A - Termo de autorização para pesquisa).

Na sequência, será apresentada a capacidade produtiva da empresa, levando em consideração uma média dos meses de 2016 a 2019, devido a variabilidade do mercado em certas épocas do ano. Serão levantadas as restrições existentes e as dificuldades encontradas, por falta de qualificação da mão-de-obra, restrições provenientes do espaço físico e deslocamento, falta de maquinário adequado, entre outras. Também serão abordadas as ferramentas, metodologias e/ou teorias utilizadas para gerir o planejamento e controle da produção, desde planilhas, experiência dos funcionários e demais métodos.

Na terceira etapa do fluxo metodológico será apresentada a proposta para implantação do planejamento e controle da produção, está se inicia pela previsão de demandas, por meio dos registros da empresa e conhecimento dos tipos de produtos que são comercializados, será realizado o levantamento das famílias de produtos, através da similaridade de tratamento realizada pelos equipamentos, método já utilizado pela empresa. O plano de produção, desenvolvido após a previsão da demanda, será utilizado como base para o planejamento da produção, definindo os objetivos macro, ou a longo prazo, que a empresa poderá alcançar. A partir disso será aplicado a ferramenta do PERT/CPM, para traçar o caminho crítico e as dependências que as tarefas sofrem umas sobre as outras, para desenvolver o plano-mestre da produção, que indicará as tarefas a médio prazo que a produção deverá realizar, para a finalização dos pedidos em aberto. Com o plano-mestre da produção definido, será realizada a programação da produção, que consiste nas atividades que a produção deverá realizar, através da liberação das Ordens de Produção (OP).

Por fim, a partir da estruturação da produção, será realizado a reformulação do fluxo de informações realizadas pelo setor de planejamento da produção, a fim de otimizar esse sequenciamento de atividades.

4 ANÁLISE DOS DADOS – ESTUDO DE CASO

No presente capítulo será abordado a o levantamento e análise dos dados da empresa para execução do Planejamento e Controle da Produção (PCP). Este pode ser considerado umas das etapas fundamentais para seu desenvolvimento, pois não é possível controlar ou planejar, se estes dados não estão disponíveis, bem como é imprescindível ter conhecimento profundo da empresa e seu sistema produtivo.

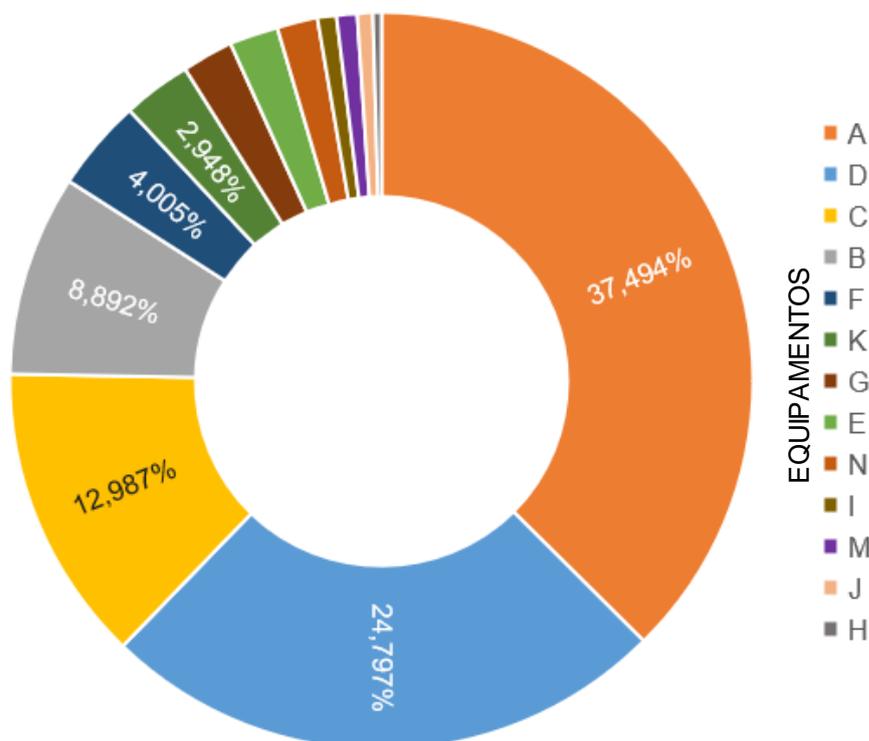
4.1 Apresentação da empresa

A empresa em estudo no desenvolvimento desta pesquisa atua no ramo de equipamentos eletrônicos, esta possui sede na Argentina, sendo que sua bagagem de conhecimento e experiência perduram por mais de 40 anos de sua matriz, que tem como política a busca por altos padrões de qualidade e confiabilidade em seu produto final. Esta apresenta as características de uma empresa de pequeno porte, encaixando-se no conceito de SEBRAE (2013), sendo do setor industrial, com cerca de 40 funcionários distribuídos por todos os setores. A empresa está localizada no estado de Santa Catarina, com seu espaço produtivo distribuído em dois galpões em localizações distintas com aproximadamente 1000 m². Essa divisão aconteceu devido ao crescimento substancial das demandas, que acarretou na necessidade de mais espaço para a aquisição de maquinários apropriados e maior mão-de-obra produtiva.

4.1.1 Área de atuação

A área de atuação da empresa é no setor de equipamentos eletrônicos voltados para o uso médico, como por exemplo no tratamento de fisioterapia, e para uso estético, em clínicas de modelagem corporal e tratamentos de beleza. A empresa possui clientes por todo Brasil, com 16 equipamentos e uma variedade de acessórios que compõem seu funcionamento, sendo que, da totalidade dos equipamentos fabricados, com apenas 4 sustentando o faturamento da empresa, com mais de 80%, sendo esses os equipamentos A, B, C e D, observados na Figura 8.

Figura 8 - Percentual do faturamento médio por equipamento



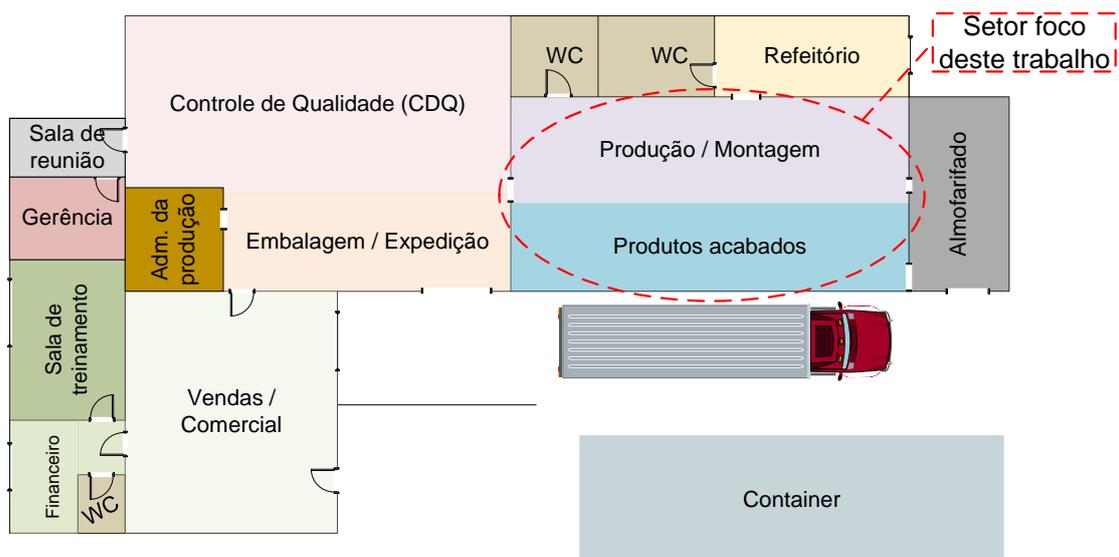
Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Pelo termo de confidencialidade acordado entre a empresa e o pesquisador, os equipamentos serão nomeados de acordo com o código apresentado na Figura 8, que apresenta o faturamento médio anual, e a porcentagem que cada equipamento representa no faturamento global. A figura apresenta dados do início de 2016 até o mês de agosto de 2019, e representa apenas alguns equipamentos que a empresa possui, excluindo os equipamentos que foram introduzidos no mercado depois da data de início do levantamento dos dados, onde os dados detalhados destas informações podem ser observados no Apêndice B -Dados do faturamento de 2016 a 2019.

4.1.2 Layout da empresa

A empresa funciona atualmente em dois galpões, estes estão localizados em áreas distintas, sendo que no galpão 1 (principal) se encontram as áreas de Gerência, Administração da Produção, Comercial, Embalagem e Expedição, Produção e Montagem, Estoque de produtos acabados, Almoxarifado, entre outras áreas comuns, conforme mostra a Figura 9.

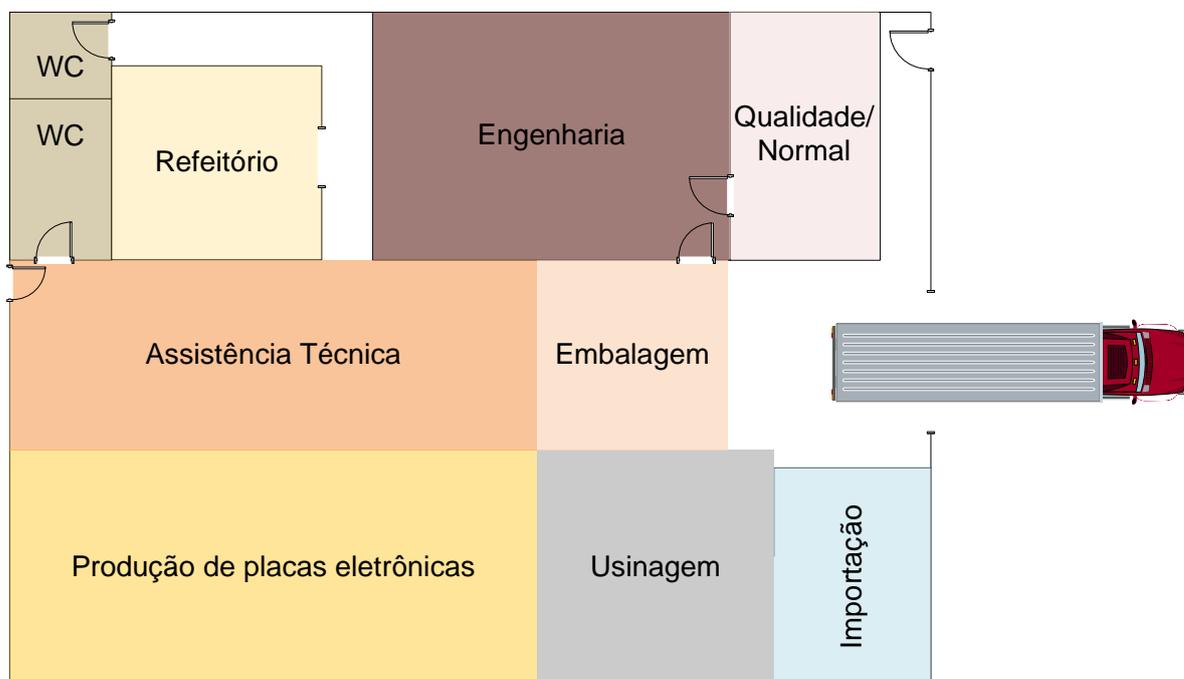
Figura 9 - Representação dos setores: Galpão 1



Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

No galpão 2 estão localizados os setores da Engenharia, Usinagem, Assistência Técnica, Qualidade e Normas, Produção de placas eletrônicas, entre outras áreas comuns, conforme pode-se observar na Figura 10.

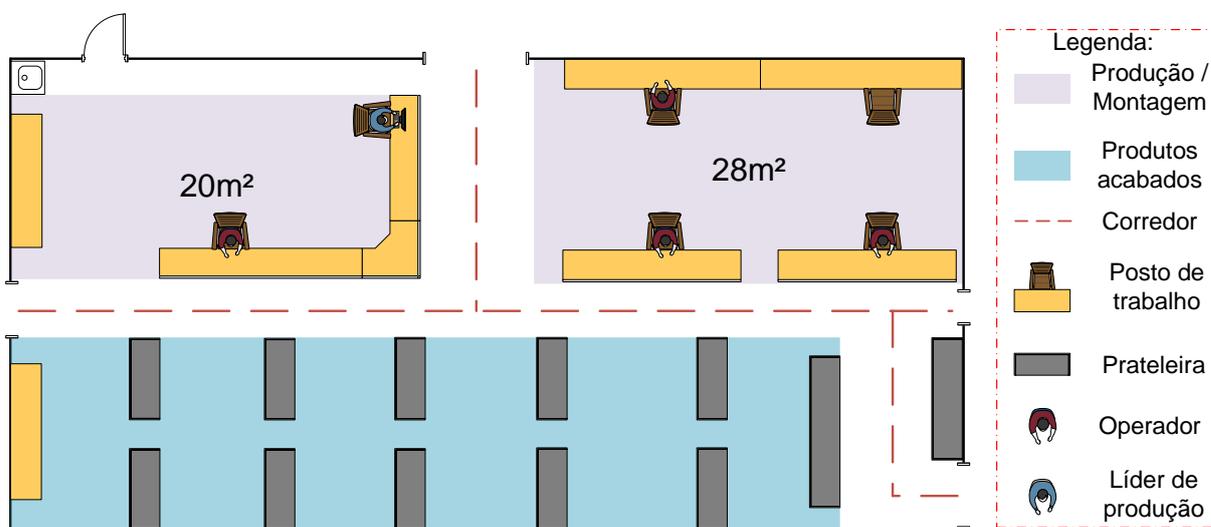
Figura 10 - Representação dos setores: Galpão 2



Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

O presente trabalho possui como foco o setor de Produção e Montagem, encontrados no *layout* do galpão 1 (ver Figura 9), este será o ambiente de estudo para a aplicação do PCP. Este foi escolhido devido à variedade de processos existentes, e por representar o setor com maior número de atividades de atravessamento até a obtenção do produto final. A representação do setor de Produção e Montagem pode ser observada na Figura 11, onde são apresentados alguns detalhes internos da área.

Figura 11 - Detalhamento do setor de produção e montagem



Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

As áreas em branco com as linhas tracejadas em vermelho, presentes na Figura 11, representam os corredores e o caminho que os funcionários utilizam para se locomoverem, e as áreas em cores Roxa e Azul, representam respectivamente, o setor de Produção e Montagem e o setor de Produtos acabados.

O setor de Produção e Montagem possui uma área com aproximadamente 48m², esta comporta atualmente cinco funcionários, que revezam as atividades, sendo que não existe um destes que é responsável por apenas uma determinada atividade, eles se revezam em formato de rodízio. O setor tem capacidade máxima para suportar até seis funcionários, onde o líder de produção gera as Ordens de Produção (OP) e após a separação do material, distribui as atividades entre os colaboradores, da forma mais interessante perante sua percepção, não apresentando característica de uma produção celular nem uma produção seriada.

4.1.3 Sistema produtivo

O sistema produtivo da empresa, devido ao aumento considerável das vendas, pode ser classificado com controle puxado de produção, pois como Slack (2018) conceitua, é quando a produção trabalha a partir da entrada de um pedido, com foco na manufatura dos itens essenciais para conclusão das demandas.

Devido ao controle puxado trabalhar com estoques baixos, comparados ao controle empurrado, necessita-se de um controle e planejamento adequado, para que no momento da produção não faltem os materiais necessários, nem haja um desperdício de tempo realizando atividades menos importantes.

Os materiais maiores e com custo elevado, são trabalhados no modo *Just-in-time*, tendo em estoque apenas materiais com baixo custo e volume, como parafusos, componentes eletrônicos, entre outros. Grande parte dos materiais críticos utilizados na produção dos equipamentos, é obtida por meio de importação, provenientes da China ou da matriz na Argentina. Devido aos prazos extensos que são implicados para obtenção desses materiais, é de extrema importância um planejamento detalhado, para que no momento da produção não ocorra a falta de material, e também para que não seja necessário alocar um grande espaço físico para estocar um grande volume de produção.

A empresa não possui um número elevado de máquinas operatrizes introduzidas na produção, atualmente ela comporta um torno convencional, uma fresa *router* CNC (Comando Numérico Computadorizado), uma furadeira de bancada, uma máquina de solda e uma máquina de almofadas de ar. O torno está descontinuado na produção, sendo usado apenas para produção de peças pequenas para protótipo, a fresa CNC é utilizada para a usinagem de plásticos, vindos da matriz na Argentina, que compõem a carcaça do equipamento final, e a furadeira de bancada aplicada para furar chapas de aço que compõem a estrutura interna do equipamento, para fixação de placas eletrônicas e demais componentes. A máquina de solda é utilizada apenas para fabricação de itens que não fazem parte da linha de produtos, como por exemplo bancadas para os funcionários e uso geral. A máquina de almofadas de ar é responsável pela confecção do material utilizado na embalagem dos aparelhos, que posteriormente são despachados para os clientes.

Devido à falta de maquinários adequados pelo espaço ser limitado, a empresa realiza a contratação de serviço de terceiros para realização das atividades que

necessitam de máquinas específicas, geralmente de custo elevado, e muitas vezes espaçosas, como retificas, centros de usinagem, entre outros. A terceirização de serviços é de grande importância, pois a empresa consegue concentrar os esforços no produto final, permitindo que os processos que não fazem parte da atividade principal da organização, possam ser executados por empresas que possuem como foco serviços especializados em seus processos produtivos.

Como o trabalho terá foco no setor de produção e montagem da empresa, serão apresentadas apenas as atividades provenientes e realizadas por esse setor. Para a obtenção do equipamento final são realizadas as etapas apresentadas no Tabela 4.

Tabela 4 - Atividades macro do setor de produção e montagem

Etapas	Descrição das etapas	Tempo de produção (%)
1º Produção de itens secundários	Cabos, chicotes, fios, entre outros.	25%
2º Produção dos acessórios	Cabeçotes, aplicadores, acessórios, entre outros.	25%
3º Pré-montagem do equipamento	Montagem de chapas metálicas, peças plásticas, polimento, entre outros.	30%
4º Finalização do equipamento	Montagem de placas eletrônicas, equipamento, componentes gerais, entre outras.	20%

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

As etapas de produção são realizadas geralmente em sequência, sofrendo pequenas alterações devido à falta de material, ou prioridades que surgem ao decorrer da produção. A 1º e 2º etapa, que se referem a produção de itens secundários e dos acessórios, são atividades simples, porém consomem grande parte do tempo de produção, devido à alta diversidade de cabos, chicotes, cabeçotes e aplicadores, entre outros, que compõem o produto final. Nas etapas de pré-montagem (3º) e finalização do equipamento (4º), as atividades realizadas requerem tanto conhecimento específico e quanto cuidado, pois se executadas de forma incorreta podem acarretar em curtos nas placas eletrônicas e falhas no funcionamento do equipamento, estas detectáveis no controle de qualidade realizado pelo Controle de Qualidade (CDQ), onde dependendo da falha, podem ser

necessários processos de retrabalho ou descarte dos componentes.

4.1.3.1 Terceirização

O foco do sistema produtivo está voltado para os processos essenciais do produto final, tendo a terceirização de várias atividades onde se faz necessário um colaborador com conhecimentos técnicos específicos da área, como é o caso dos processos de usinagens.

A empresa terceiriza aproximadamente 50% de seu processo de usinagem de plásticos de peças que compõem o equipamento final, esse trabalho é realizado através de parcerias com empresas de qualidade conhecida, em regiões próximas à sua localização. A aquisição da Matéria-Prima (MP), por se tratarem de materiais injetados, que necessitam de maquinário específico, são provenientes da fábrica matriz na Argentina, isto devido a essa linha de produtos já ser produzida lá, não precisando assim, investir em um ferramental de injeção novo de custo elevado.

Os processos de furação de chapas metálicas, inicialmente realizados na furadeira de bancada, estão sendo terceirizados junto a uma empresa que realiza o corte com máquina *laser*, oferecendo maior qualidade, agilidade e confiabilidade no produto final, devido a utilização de maquinários específico, onde a empresa, momentaneamente, não possui recursos para obtenção do mesmo.

As peças que necessitam de torneamento e fresamento, com nível de precisão mais alto, são terceirizadas com prestadores de serviço parceiros da empresa, que realizam a usinagem de peças em poliacetal, alumínio, aço galvanizado, latão, e outras ligas de materiais.

4.2 Levantamento de dados

Neste capítulo será abordado o levantamento de dados da empresa, considerando os tempos disponibilizados pela mesma, para o cálculo da capacidade máxima produtiva que se tem disponível hoje, através da mão-de-obra existente no setor de Produção e Montagem.

4.2.1 Capacidade produtiva

A capacidade produtiva da empresa foi determinada segundo as horas trabalhadas por dia e a quantidade de funcionários que compõem o setor. Como o trabalho tem foco no setor de produção e montagem, os dados apresentados são restritos as características desse local. Na Tabela 5 está representada a capacidade conforme a disponibilidade de mão-de-obra atual da empresa. O cálculo realizado para obter o total de horas/mês trabalhados, foi desenvolvido com base no total de funcionários por cada setor, multiplicado pela capacidade diária de produção, por cinco dias na semana e quatro semanas no mês.

Tabela 5 – Representação da capacidade

Setor	Funcionários (qtde.)	* Total de horas/mês (h)
Produção / Montagem	5	800
Produção de placas eletrônicas	6	960
Usinagem	3	480
Almoxarifado	2	320
Controle de Qualidade	4	640
Embalagem / Expedição	2	320
Total	22	3.520

* Cálculo com base em uma jornada diária de 8 horas

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Os setores de produção, montagem e usinagem são administrados por um único líder, que reveza entre ele e outros dois funcionários as atividades de usinagem. O setor de produção de placas eletrônicas é composto pelo líder do setor e outros cinco colaboradores, que realizam a montagem de placas e a fabricação de componentes menores entre eles.

O almoxarifado comporta um responsável fixo e um funcionário que atua em regime de revezamento entre a embalagem e expedição, bem como auxilia na separação dos materiais para a conclusão das OP.

No controle de qualidade encontram-se um líder do controle, e outros três funcionários que realizam as inspeções nos equipamentos e o controle e calibração para que os eles possam ser embalados. No setor de embalagem se encontram dois

colaboradores que alternam os serviços de embalagem e expedição em ambos os galpões da empresa.

Como o trabalho possui foco no planejamento e controle da produção no setor de produção e montagem, realizou-se o levantamento da quantidade média de equipamentos que os cinco funcionários conseguem produzir. A quantidade de itens manufaturados desde os componentes iniciais, como cabos, acessórios e pré-montagem dos equipamentos, até a finalização dos mesmos, é em média de 10 equipamentos por dia, média levantada com base em todos os equipamentos, sem separá-los por família ou modelo. A descrição da quantidade produzida do período diário ao anual pode ser observada na Tabela 6.

Tabela 6 – Descrição da capacidade produtiva da Produção

Descrição	Quantidade
Funcionários	5
Produção por funcionário	2
Produção média diária	10
Produção média semanal	45
Produção média mensal	160
Produção média anual	1.800

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Na Tabela 6 é possível constatar que para produção de 10 equipamentos diários, considera-se que cada funcionário desse setor produza em média 2 equipamentos completos diários, desde a usinagem de componentes menores, a manufatura dos cabos e acessórios, pré-montagem e finalização dos equipamentos, deixando-os prontos para que o controle de qualidade realize a verificação e calibração dos mesmos. Com essa quantidade de equipamentos produzidos diariamente, estima-se que mensalmente a produção e montagem finalize uma média de 160 equipamentos e anualmente esse número chegue a uma média de 1.800 equipamentos, considerando feriados, férias de final de ano, atestados e demais paralizações.

4.2.2 Dificuldades e Restrições do sistema

A área efetiva utilizada pela empresa nos dois galpões para as atividades produtivas é de aproximadamente 90%, necessitando então, de um planejamento das ações bem definido, para que, devido ao espaço restrito, não sejam realizadas tarefas desnecessárias, ocupando um local que seria destinado a outra atividade.

Devido a empresa ter recebido um aumento repentino nas vendas, não houve estudos voltados ao planejamento e controle da produção em busca de melhorias, por conta disso, já ocorreram diversos cancelamentos de pedidos, devido aos atrasos nas entregas e aos longos prazos estabelecidos pela empresa para entrega dos pedidos.

Esses prazos extensos ocorrem devido à falta de planejamento das necessidades de materiais, que devido ao fato de alguns serem importados, no momento em que faltam, acarretam na paralização da produção, sendo que muitas atividades, em alguns momentos, são interrompidas pela metade. Outro problema é o controle indevido de estoque, seja do responsável do almoxarifado ou o responsável de compras, que não realizam as verificações e as comparações com as necessidades dos pedidos em aberto, ocasionando falta de materiais no momento da produção.

A falta de planejamento, relacionada a baixa qualificação profissional no setor responsável e falta de tecnologia, por não possuir um sistema completo, que interligue todos os setores, ocasiona em falhas na produção, como por exemplo, o aumento na quantidade produzida de um determinado item, porém sem aumentar de forma proporcional os materiais que compõem a fabricação desse item, tendo no momento da realização de sua produção, a falta de material e a interrupção da atividade, até que o item faltante seja abastecido em estoque.

O Quadro 1 apresenta uma compilação das dificuldades encontradas na empresa, bem como algumas hipóteses para possíveis soluções para cada uma destas.

Quadro 1 – Compilação das dificuldades e possíveis soluções

Dificuldades / Restrições	Possíveis Soluções
Espaço para atividades restrito	Aquisição de uma fábrica maior ou reorganização do espaço produtivo.
Falta de planejamento da produção	Necessidade de estudos relacionados a área.
Falta de planejamento do setor de compras	Busca de mão-de-obra especializada.
Controle indevido de estoque	Nova sistemática para realizar a entrada, saída e o controle de estoque.
Baixa qualificação na área de PCP	Incentivo aos funcionários para buscar especializações/treinamento
Demora na entrega dos pedidos	Novo sequenciamento das atividades para o setor produtivo.
Falta de tecnologia	Busca por financiamentos para aquisição de maquinário ou sistemas mais sofisticados (ERP).

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

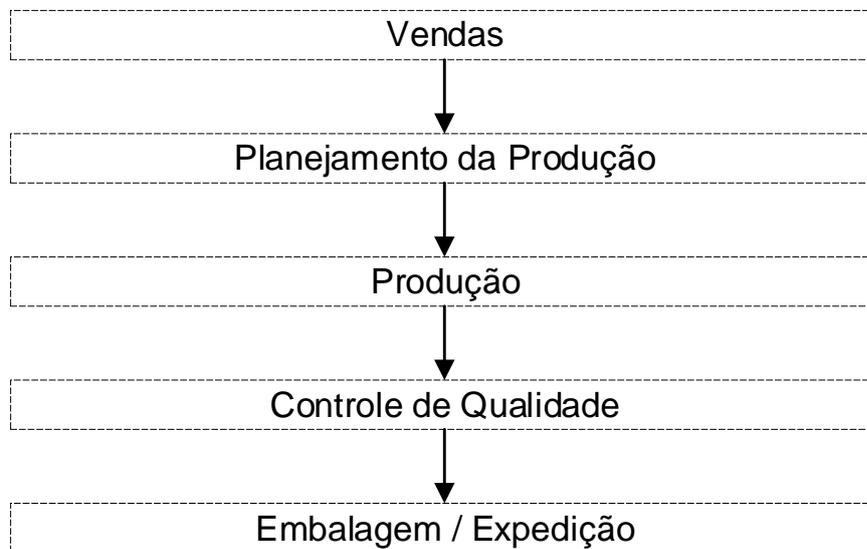
O Quadro 1 apresenta algumas dificuldades que a empresa enfrenta e possíveis soluções que podem ser implementadas, desde a aquisição de mão-de-obra especializada, incentivo ao estudo e treinamento nas áreas de atuação, obtenção de uma área industrial mais apropriada para realização das atividades e estocagem dos materiais, entre outros. Devido aos problemas encontrados, a empresa necessita de um estudo simples e direto, para resolver alguns dos problemas como o planejamento das ações e da necessidade de compra dos materiais, indicando o momento e a quantidade correta, para concluir as demandas em aberto sem que ocorram atrasos.

É importante salientar que uma sistemática de PCP bem delineada e implantada, pode gerar benefícios em diversas áreas da empresa, trazendo soluções diretas para alguns destes problemas, sendo que alguns podem ser eliminados e outros minimizados.

4.2.3 Fluxo da produção

O fluxo que as informações percorrem dentro da empresa, desde a entrada da demanda até a expedição do produto acabado e embalado pode ser observado de modo macro na Figura 12.

Figura 12 – Fluxo de produção macro

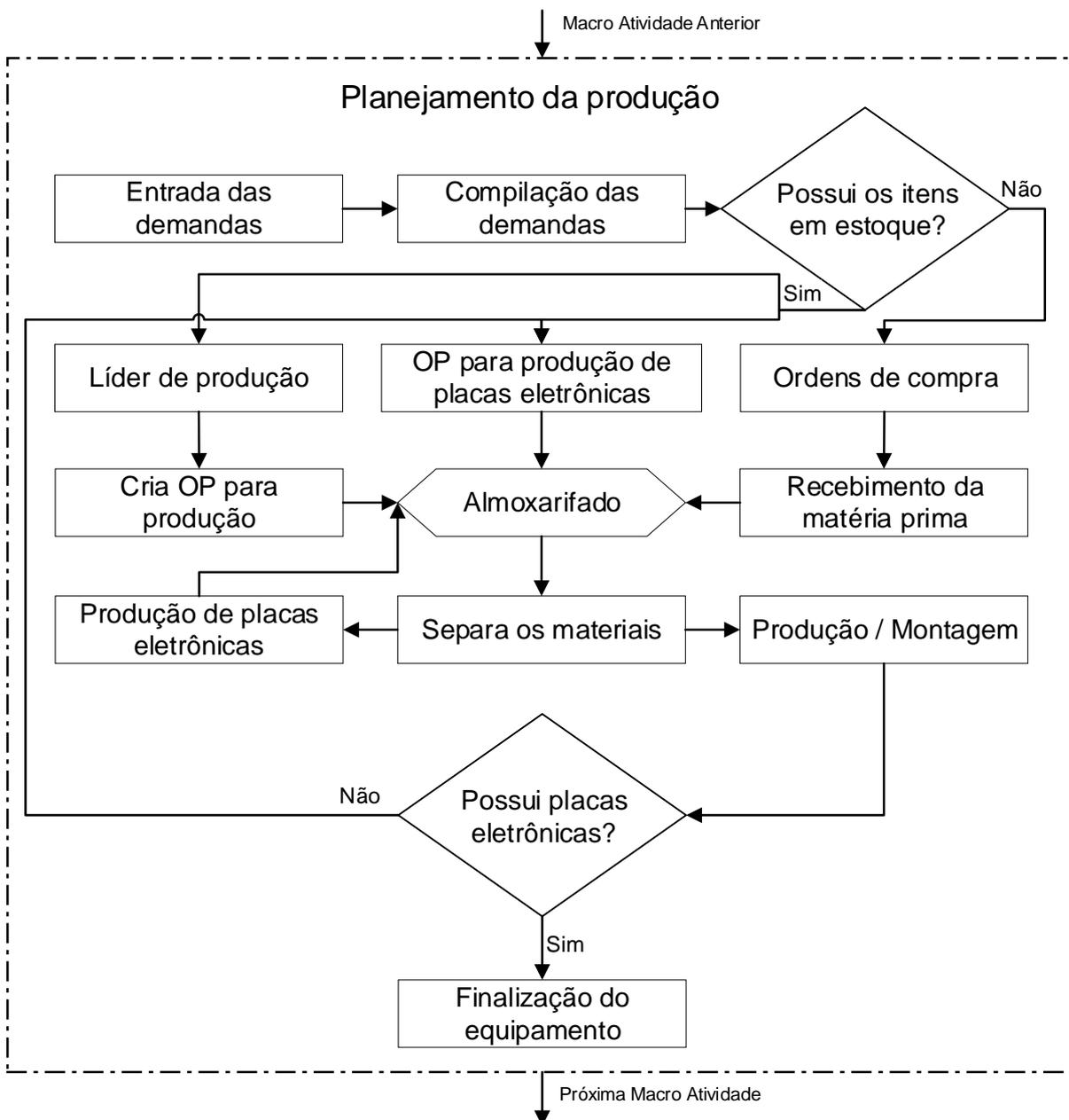


Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A Figura 12, retrata o caminho que as informações percorrem, do início ao fim do processo de produção de uma forma generalista, pois o foco do trabalho será voltado a etapa de “planejamento da produção”, que na realidade é realizado de um modo empírico, pela experiência do gerente, ou responsável, não existindo de fato, um planejamento e controle da produção (PCP), pois não são aplicadas técnicas nem conceitos para esta filosofia de planejamento.

A Figura 13 representa um desdobramento da etapa de “planejamento da produção”, observada no fluxo anterior (Figura 12), onde são descritos os passos realizados atualmente pela empresa para definição de que atividades, quando e quanto será produzido diariamente.

Figura 13 – Desdobramento do “planejamento da produção”



Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

O início do planejamento para a produção acontece com a entrada das demandas provenientes do setor de vendas, que são repassadas para o líder do setor de administração da produção. Este agrupa e compila os itens de mesmo modelo e com data de expedição próxima, gerando uma tabela com quantidade necessária de equipamento por um prazo de expedição.

Através deste agrupamento de itens, é realizada uma verificação dos materiais necessários com os contidos em estoque. Os materiais críticos, com custo

e volume maior, são comprados mediante entrada da demanda, e caso haja a necessidade de compra, são criadas ordens de compra, que são repassadas para os devidos fornecedores para abastecimento do estoque. As compras de itens de menor relevância, como parafusos, componentes eletrônicos, cabos e mangueiras, entre outros, são realizadas mensalmente, não sendo realizado um planejamento concreto, da necessidade dos materiais, essa quantidade ficando a critério da experiência do colaborador responsável.

Em paralelo a compra dos materiais, a tabela com as quantidades de equipamentos é direcionada ao líder de produção e montagem, que a transforma em Ordens de Produção (OP) semanais. Essas OP são encaminhadas para o almoxarifado realizar a separação dos materiais para manufatura das OP, e após a separação, o material é repassado à produção para completarem as atividades. Nesta etapa as atividades realizadas pela produção são de itens secundários, como acessórios, cabos que compõem o equipamento final, e a pré-montagem do equipamento.

As OP para produção das placas eletrônicas são realizadas pelo auxiliar do setor de administração da produção, que realiza o agrupamento das placas necessárias para completar a demanda de equipamentos e os componentes produzidos internamente, posteriormente, transmite essas ordens ao almoxarifado para realizar a separação dos materiais. Na conclusão da separação, os materiais são enviados para o galpão 2 (Figura 10), onde a líder da produção de placas eletrônicas distribui as atividades para os funcionários.

Com a conclusão da manufatura das placas eletrônicas, esse material é encaminhado novamente para o galpão 1, especificamente para o almoxarifado, onde o material é estocado para que no momento de necessidade da produção e montagem, esse material seja repassado para realização da montagem final dos equipamentos. Caso não haja a totalidade de placas eletrônicas para a montagem final do equipamento, essa informação retorna para o auxiliar do setor de administração da produção, que gera novas OP. Essa situação pode ocorrer devido a falha na montagem de uma certa quantidade de placas em determinados lotes, que resulta em uma quantia inferior a necessária para completar a demanda de equipamentos.

Se houver o material necessário, após a finalização, estes equipamentos são direcionados ao controle de qualidade (próxima macro atividade), para verificar se

estão dentro dos critérios estabelecidos pela empresa, atentando-se contra danos, mediante algum processo de produção, ou se estão montados de forma incorreta. Se os mesmos estiverem dentro dos padrões, o controle de qualidade realiza os testes e a calibração dos equipamentos, para que sejam encaminhados ao setor de embalagem e expedição. O responsável pelo setor de embalagem e expedição, realiza a limpeza, conservação e embalagem do equipamento para o envio ao cliente final, revendedor ou distribuidor., finalizando o processo.

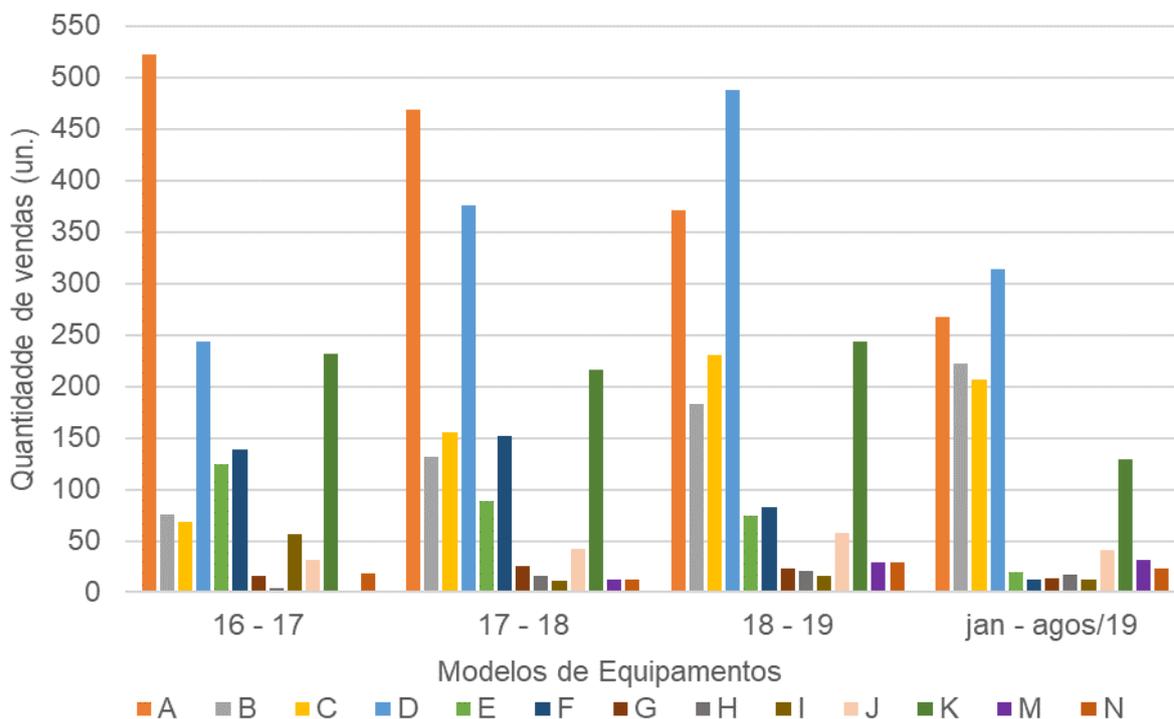
4.3 Proposta de Planejamento e controle da produção

Neste tópico, serão aplicadas as teorias abordadas anteriormente, juntamente com as características e dados da empresa, visando obter as melhores soluções para um aumento de produtividade, bem como um sequenciamento lógico das atividades, para que se necessário possa ser implantado no futuro, aplicando a diferentes nichos de produtos. Os métodos aplicados serão baseados nas teorias propostas por Tubino (2017), com adaptações devida as realidades encontradas na empresa.

4.3.1 Histórico de vendas

O histórico de vendas apresenta a compilação da quantidade de vendas dos últimos 4 anos que a empresa obteve, sendo este representado graficamente na Figura 14, onde pode-se observar os equipamentos com maiores índices de vendas, e os que possuem menor giro, onde as informações detalhadas destes dados podem ser observadas no Apêndice C - Dados de vendas de 2016 a 2019. Este gráfico apresenta o domínio de vendas dos equipamentos A, B, C e D, porém nota-se um número considerável de vendas do equipamento K, onde comparado aos citados, os demais equipamentos representam uma quantidade pouco representativa na quantidade final de vendas.

Figura 14 – Compilação do quantitativo de vendas nos últimos 4 anos



Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A Tabela 7 apresenta a média das vendas anual e o percentual de faturamento desde o início de 2016 até agosto de 2019, onde pode-se observar a representatividade que cada equipamento apresenta no faturamento final da empresa.

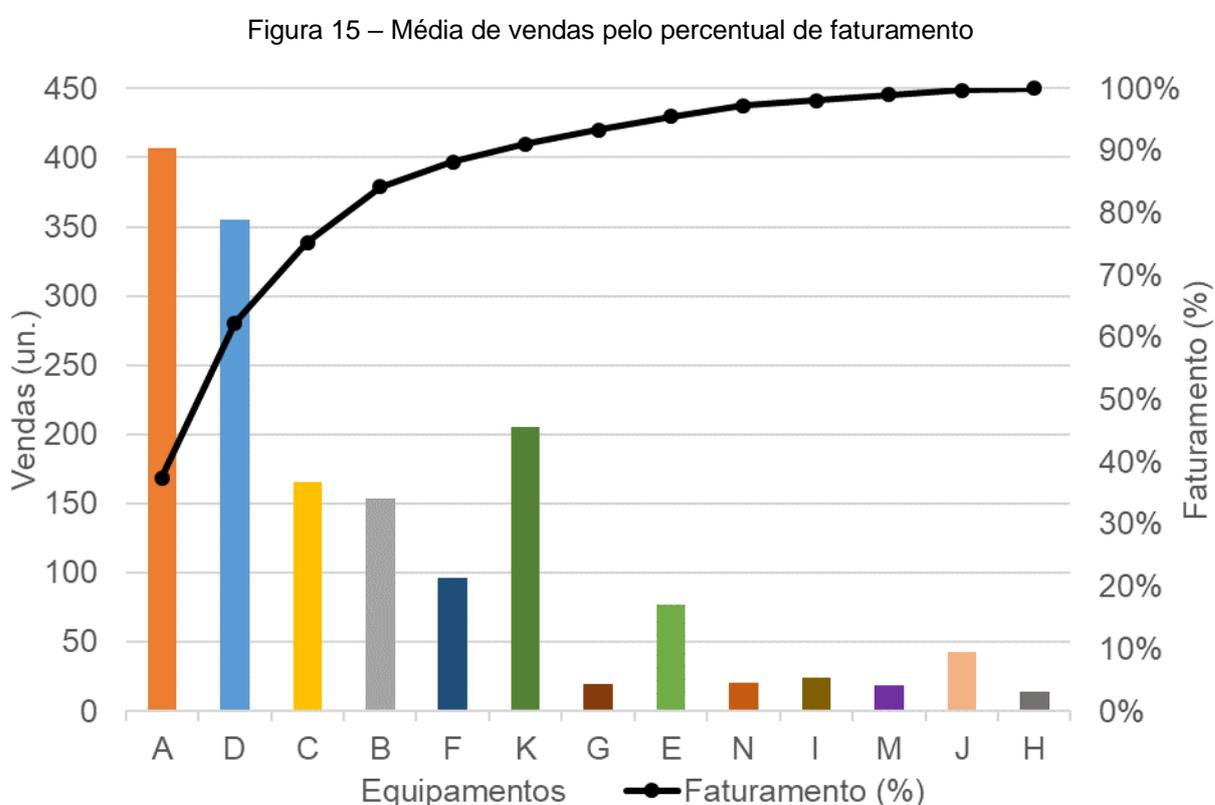
Tabela 7 – Média de vendas anual e percentual de faturamento (2016 a 2019)

Equipamentos	Média de vendas anual (un.)	Faturamento (%)	Representatividade (%)
A	408	37,49	84,17
D	357	24,80	
C	165	12,99	
B	154	8,89	
F	96	4,00	
K	205	2,95	15,83
G	20	2,26	
E	77	2,08	
N	21	1,79	
I	24	0,86	
M	18	0,83	
J	43	0,72	
H	15	0,34	
Total	1.603	100	

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A Tabela 7 lista os equipamentos de ordem decrescente, ilustrando do que possui maior percentual do faturamento, até o que possui menor impacto no faturamento. Como pode-se observar os quatro primeiros equipamentos, A, D, C e B representam uma média de 84,17% do faturamento da empresa, dentro do período utilizado para o levantamento dos dados. Importante salientar que o equipamento K, tem uma saída de mais de 200 equipamentos por ano, representando uma média de vendas relevante.

A Figura 15 correlaciona a média de vendas com o percentual de faturamento dos equipamentos, dos dados apresentados na Tabela 7.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Como pode-se observar no gráfico, o equipamento A é o equipamento com maior média de vendas, e maior impacto no percentual de faturamento, representando aproximadamente 40% do total. Já o equipamento H aparece com menor percentual de faturamentos, menos de 1%, e com a menor média de vendas (ver Tabela 7), representando os dois extremos existentes na empresa. Junto com o equipamento A, os equipamentos D, C e B, representam os que possuem maior impacto na produção em número médio de vendas. O equipamento K possui um alto

número de vendas, superando os equipamentos C e B, porém representa apenas 2,95% do faturamento. Já o equipamento F representa 4% do faturamento, mas com média de vendas baixa, em comparação aos citados anteriormente, os demais equipamentos não representam impacto substancial em número médio de vendas e em percentual de faturamento médio.

Com base nos dados levantados, para seleção dos equipamentos foi estipulado que, aqueles que possuem vendas superiores a 150 unidades, serão utilizados como foco para elaboração das técnicas subsequentes do PCP. Sendo assim, os equipamentos A, B, C, D e K, serão utilizados como base para o desenvolvimento do planejamento e controle da produção desenvolvido a partir deste ponto do trabalho, desprezando os demais equipamentos.

Para a definição do planejamento estratégico e planejamento tático, uma das etapas conceituadas por Tubino (2017), Chiavenato (2008) e Slack (2018) necessárias na elaboração do PCP, é apresentada por meio da Tabela 8, que retrata a média mensal de janeiro de 2016 a agosto de 2019 dos cinco equipamentos definidos como base para o trabalho. Essa média mensal, será utilizada como caminho de elaboração para a previsão das demandas.

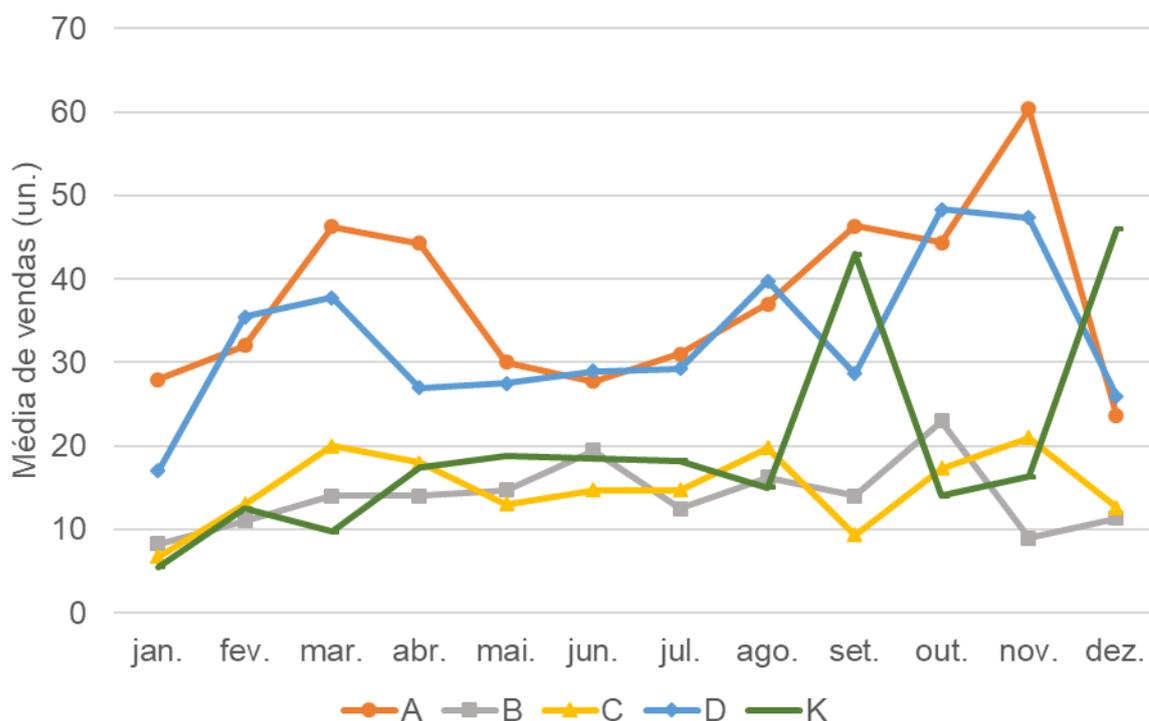
Tabela 8 – Média de vendas mensais (2016 a 2019)

Equipamentos	Média de vendas (un.)											
	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
A	28	32	46	44	30	28	31	37	46	44	60	24
B	8	11	14	14	15	20	13	16	14	23	9	11
C	7	13	20	18	13	15	15	20	9	17	21	13
D	17	36	38	27	28	29	29	40	29	48	47	26
K	6	13	10	18	19	19	18	15	43	14	16	46
TOTAL	66	104	128	121	104	110	106	128	141	147	154	120

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A Tabela 8 apresenta a média mensal de vendas dos aparelhos A, B, C, D e K, e o total de vendas de cada mês dos equipamentos. Para melhor ilustração, a Figura 16 apresenta os dados comparativos da dispersão das vendas mensais destes cinco equipamentos.

Figura 16 – Dispersão da média de vendas mensal (2016 a 2019)



Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A Figura 16 apresenta de forma comparativa a média de vendas, dos cinco equipamentos base, obtidas de mensalmente, demonstrando a dispersão nas vendas conforme os meses. Observa-se que nos meses de setembro, outubro e novembro, obteve-se picos na média total de vendas dos cinco equipamentos, esses picos são ocasionados devido à proximidade do início do verão, onde os clientes, em grande parte do público feminino, procuram os tratamentos estéticos para redução de medida e definição do corpo, há também as feiras estéticas, como a *Beauty Fair*, que a empresa se mostra presente para divulgação e vendas de equipamentos, e datas específicas como *Black Friday*, que ocasionam em queda nos preços e aumentos sazonais de vendas. Nos demais meses, nota-se uma linearidade nas vendas, com variações normais.

4.3.2 Definição das famílias de produtos

Para definição das famílias de produtos, foi utilizado o método já utilizado pela empresa, onde os equipamentos são divididos pela similaridade de funcionamento, e pela finalidade do tratamento que produzem. Essas definições são representadas no

Quadro 2.

Quadro 2 – Definição de todas as famílias

Famílias	Equipamentos
Vermelha	A e B
Azul	C e D
Cinza	E, F e G
Verde	H, I, J e K
Marrom	M e N

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

O nome das famílias, devido ao termo de confidencialidade, foi representado por cores, sendo que cada uma destas delimita os equipamentos que compõem cada família. Com base nos equipamentos selecionados anteriormente (A, B, C, D e K), o foco será na família Vermelha, Azul e Verde (representadas no Quadro 3), sendo as demais desconsideradas para desenvolvimento das técnicas do PCP.

Quadro 3 – Famílias e Equipamentos base

Famílias Base	Equipamentos Base
Vermelha	A e B
Azul	C e D
Verde	K

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

O Quadro 3 representa as famílias conforme os equipamentos definidos como base, onde na família Vermelha, se encaixam os equipamentos A e B, na família Azul, os equipamentos C e D, e na família Verde o equipamento K.

4.3.3 Previsão das demandas futuras

A previsão da demanda é para Chiavenato (2008), Slack (2018) e Tubino (2017), um levantamento das demandas futuras que a empresa terá, com bases no histórico dos anos anteriores. Para realizar a previsão das demandas futuras, foram utilizados os dados do histórico de vendas (cap. 4.3.1) dos equipamentos que tiveram saída desde de janeiro de 2016 até agosto de 2019, desconsiderando a

venda de equipamentos novos, desenvolvidos depois da data de início do levantamento.

De acordo com as informações e dados apresentados no histórico de vendas, nota-se uma variação das vendas com o passar dos anos, demonstrando que há uma sazonalidade do ano anterior para o seguinte. Perante isso, para o desenvolvimento das técnicas seguintes do PCP, necessita-se de uma previsão das demandas futuras, expressadas com maior exatidão, considerando outros fatores além do histórico de vendas. Para realização dessa previsão, verifica-se a necessidade de estimar o aumento ou queda dentro de um determinado período, podendo este ser mensal, semestral ou anual, que ocorre no percentual de vendas da empresa. Após essa determinação, é importante verificar o período limite, onde a empresa possui disponibilidade para atender a totalidade dos pedidos, com o percentual de aumento aplicado, sem ultrapassar sua capacidade máxima de produção. Caso o limite da capacidade seja atingido, será necessária a implementação de soluções que busquem sua ampliação, seja ela tratando-se de eficiência produtiva, contratações, terceirizações, entre outras, sempre visando manter um número nulo de vendas perdidas.

Para determinação deste percentual, foram utilizados os dados descritos na Tabela 9, que apresenta as médias de vendas mensais nos anos de 2016 até 2019. Com isso pode-se estimar o aumento ou a queda que ocorrerá no intervalo de determinado período.

Tabela 9 – Média de vendas mensal das famílias

Famílias	Quantidade de vendas (un.)			
	2016	2017	2018	2019
Vermelha	50	50	45	62
Azul	26	44	60	63
Verde	19	18	20	22

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Para as famílias Vermelha e Azul, por se tratarem de famílias compostas por apenas dois equipamentos cada, foi considerada para a definição dos valores, a soma da média de vendas de cada um dos equipamentos no ano determinado. Na família Verde, por ser apenas um equipamento, os valores apresentados são da sua média de vendas mensal de cada ano.

Os anos de 2016 a 2018 apresentam a média de vendas que a família obteve mensalmente, sendo que no ano de 2019, para os meses posteriores a agosto, o último mês com levantamento de dados real, foi utilizada as médias de vendas dos três anos anteriores (2016, 2017 e 2018), para cada mês (setembro, outubro, novembro e dezembro), possibilitando realizar a definição da média final de vendas mensal do ano. Para o cálculo das demandas futuras, foi determinado a utilização do percentual médio de aumento nas vendas, que foi obtido a partir da média aritmética do percentual de vendas encontrado de um ano para outro. Estes dados são apresentados na Tabela 10, onde se observa o percentual médio de aumento das vendas descritos por períodos.

Tabela 10 – Aumento do percentual médio de vendas das famílias por ano

Período	Famílias (% de aumento)		
	Vermelha	Azul	Verde
de 2016 até 2017	constante	desconsiderado	-5%
de 2017 até 2018	-10%	36%	11%
de 2018 até 2019	38%	5%	10%
Média de aumento	14%	21%	5%

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

De acordo com a Tabela 10, pode-se observar que no período de 2016 a 2017 a família Vermelha obteve uma média constante de vendas mensal, porém em 2018 apresentou uma queda de aproximadamente 10%, seguida de um aumento da média de vendas de 38%, de 2018 a 2019. O percentual médio para as vendas dessa família é um aumento de 14% de um ano para o outro, em relação à média de vendas mensal do ano anterior.

Para a família Azul, observa-se um aumento da média de vendas mensal de ano após ano, sendo o primeiro percentual desconsiderado pelo fato de o equipamento estar em período de implantação no mercado. Os demais percentuais encontrados são de 36% de 2017 a 2018 e 5% de 2018 a 2019, com esses percentuais obtêm-se um aumentando médio ao ano de 21% na média de vendas mensal.

A família Verde, apresentou uma queda inicial na média de vendas mensal de 5% de 2016 a 2017, com um aumento nos anos seguintes de 11% e 10%, respectivamente. Com isso, a família Verde obteve um percentual médio de vendas

de mais 5% ao ano, em comparação a média de vendas mensal do ano anterior.

Com a definição do aumento no percentual médio de vendas que as famílias podem sofrer anualmente, pode-se calcular a previsão de demanda média futura, perante o aumento no percentual de vendas, estimando as quantidades de vendas para os anos de 2020 a 2030, conforme pode-se observar na Tabela 11.

Tabela 11 – Média de vendas mensal de 2016 a 2030

Famílias	2020	2022	2024	2026	2028	2030
Vermelha	71	92	119	154	200	259
Azul	76	111	161	235	342	498
Verde	23	26	28	32	35	39

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A Tabela 11 representa a média de vendas para os meses posteriores a 2019, considerando o percentual de aumento das vendas anual para cada família. Com base na média mensal de vendas de cada ano, pode-se estipular qual será a capacidade de produção utilizada para atender tais demandas.

Devido ao trabalho direcionar seu foco apenas a uma parcela dos equipamentos da empresa (3 famílias), a capacidade produtiva deve ser reconsiderando apenas para essas que foram definidas. Essa capacidade foi calculada a partir do percentual que a média de vendas dos 4 últimos anos representa dentro do valor total de vendas, para os respectivos anos. Esse valor está apresentado na Tabela 12 que evidencia um percentual de 80% referente a essas famílias.

Tabela 12 – Média de vendas para as 3 famílias (2016 a 2019)

Média de vendas (un.)	Vendas totais (un.)	% para as três famílias
1.287	1.601	80%

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A partir deste cálculo foi obtido o percentual que as vendas das três famílias representam dentro do total global, e para que não haja interferência na produção dos demais equipamentos, deve-se descontar os 20% da capacidade total mensal de produção (ver Tabela 6), que representam os demais equipamentos da empresa desconsiderados, restando apenas 128 equipamentos como a capacidade produtiva

para as três famílias. Definida a capacidade real para as três famílias, foi obtido o percentual da capacidade de produção para os anos de 2018 a 2030, com base na demanda do ano corrente, sendo esses dados apresentados na Tabela 13. Esta tabela apresenta o percentual da capacidade de produção, através da divisão da demanda anual, pela capacidade de produção máxima para as três famílias. Esse cálculo visa avaliar até que momento a empresa terá condições de atender o surgimento de novas demandas sem aumentar sua capacidade produtiva ou realizar alterações relevantes em seu processo produtivo.

Tabela 13 – Percentual da capacidade produtiva por ano

Ano	2018	2019	2020	2022	2024	2026	2028	2030
Previsão de produção média mensal (un.)	125	147	170	228	309	421	577	796
Capacidade produtiva (%)	98%	115%	133%	178%	241%	329%	451%	622%

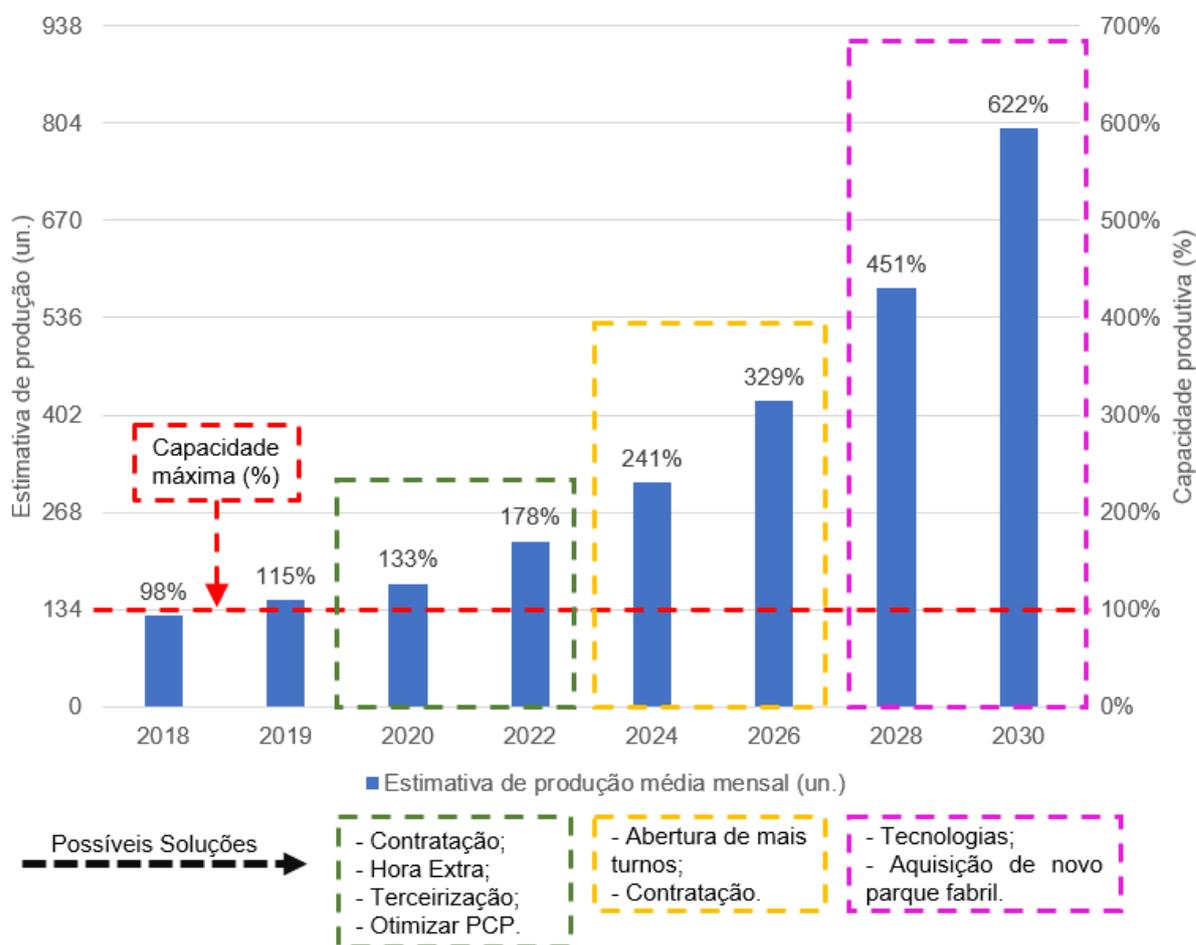
Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Na Tabela 13 pode-se observar que já em 2018 o nível de ocupação da capacidade produtiva se encontra em 98%, ou seja, próximo ao limite máximo que a empresa pode atender em sua normalidade. Conforme ocorre o aumento da demanda, o percentual utilizado da capacidade sobe de forma proporcional, superando em 15% seu limite de produção já no ano de 2019.

Para o ano de 2020, a ocupação da capacidade de produção ultrapassa o máximo em 33%, 18% a mais que no ano anterior. Essa verificação foi possível, devido ao cálculo da demanda considerar o percentual médio de aumento nas vendas, obtidos na Tabela 10. Posteriormente, esse percentual cresce ainda mais com o decorrer dos anos, evidenciando a necessidade de soluções para o aumento da capacidade do sistema produtivo da empresa, que provavelmente se tornarão mais agressivas para poder suprir as demandas.

A Figura 17 apresenta em forma de gráfico os dados da Tabela 13, ilustrando possíveis alternativas para solucionar o problema com a baixa capacidade produtiva perante a alta necessidade de demanda.

Figura 17 – Alternativas de soluções devido ao aumento de demanda futura



Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Como pode-se observar, a partir do ano de 2019 a capacidade necessária da produção supera a máxima atual em 15%. Para os anos de 2020 a 2022, caso as demandas se mantenham dentro do planejamento, surgirá a necessidade do estudo de soluções para aumentar a capacidade produtiva, sendo estas alterações simples ou modificações substanciais no sistema produtivo e organização fabril.

Na busca por soluções para suprir as demandas no período de 2 anos, inicialmente, indica-se a contratação de um novo funcionário, devido a vaga disponível atualmente no setor. Com esta contratação, estima-se que a capacidade de produção possa se elevar em aproximadamente 20%, considerando que esse funcionário tenha um desempenho semelhante aos demais.

Com a contratação deste funcionário, a segunda opção seria a inclusão de horas extras, ponderando um acréscimo de 1 hora diária, o que aumentaria a capacidade produtiva em aproximadamente 13%, cálculo este baseado em 8 horas

diárias de trabalho. A partir da realização de ambas as soluções em conjunto estima-se um aumento na capacidade produtiva de aproximadamente 33%, suficiente para suprir a demanda de 2020, porém como as soluções são planejadas para 2 anos, a nova capacidade não atenderia a demanda até o ano de 2022.

Caso a demanda prevista não seja suprida, outra possibilidade a se estudar é a terceirização de algumas atividades com menor criticidade, como os cabos secundários e outros itens. Esta ação pode gerar um acréscimo na produção de aproximadamente 25%, conforme apresentado no Tabela 4 do capítulo 4.1.3, onde foram descritos os percentuais sobre os tempos de produção macro para as atividades realizadas.

Outra alternativa para melhorar a capacidade produtiva é a otimização do Planejamento e Controle da Produção (PCP), isto pode ser realizado através da reorganização das atividades, com isto pode-se gerar um aumento significativo da produção, devido a eliminação de atividades desnecessárias e melhor sequenciamento da produção. É difícil estimar qual seria o real percentual de aumento que esta solução poderia gerar para a empresa, porém com base em levantamentos bibliográficos a partir de trabalhos já existentes, como o de Barros Filho (1999), que relata um aumento na produtividade de 45% com a aplicação de técnicas relacionadas ao PCP. Como ocorrem variações nas técnicas abordadas no presente trabalho para as que o autor utilizou, foi adotado um ganho no percentual de capacidade de produção com a otimização do PCP, de aproximadamente 25%, com a qual pode-se suprir as demandas até 2022.

Com a aplicação dessas soluções em conjunto (contratação, hora extra, terceirização e otimização de PCP), estimasse que a capacidade de produção aumente de 128, que equivale aos 100% da capacidade das três famílias, para cerca de 234 equipamentos, 183% da capacidade.

Posterior ao ano de 2022, até 2026, apenas com a utilização de Horas Extras, Terceirização e um PCP otimizado, não será possível adequar a capacidade produtiva aos limites pré-estipulados. Assim será necessário a utilização de novas soluções para se atender as demandas.

Uma possível alternativa, é a abertura de turnos e conseqüentemente a contratação de mão-de-obra, aumentando substancialmente a capacidade produtiva. Com a abertura de um segundo turno, a capacidade passaria de 234 equipamentos, a nova capacidade máxima após a aplicação das soluções apresentadas

anteriormente, para 468 equipamentos, o dobro dos 234 pelo acréscimo de mais 8 horas, esse valor representa 366% da capacidade produtiva atual. Com a abertura de terceiro turno, considerando uma jornada de trabalho de 6 horas, pode-se alcançar um aumento na produtividade de aproximadamente 75%, gerando uma produção de aproximadamente 644 equipamentos, o que representa cerca de 503% da capacidade de produção atual, suprindo a demanda até 2028.

Devido aos encargos relacionados a abertura de terceiro turno, a empresa não apresenta interesse na aplicação dessa solução, descartando-a, resultando para os anos posteriores a 2026, uma demanda superior a capacidade alcançada com a utilização de horas extras, terceirização, otimização do PCP, abertura de turno e contratação de mão-de-obra.

Diante disso, como alternativa, propõe-se investimentos em ferramental dispostos de tecnologia avançada, como máquinas automáticas, com isso pode-se reduzir o tempo de produção, elevando a produtividade. Outro ponto a se analisar é a aquisição de um parque fabril maior, onde a área efetiva para realização das atividades seja mais adequada. Neste trabalho estas alternativas não foram analisadas ao ponto de se apresentar uma estimativa para o percentual de aumento produtivo. É importante destacar que estas melhorias, principalmente a busca por tecnologia, podem ser estudadas e implementadas independentemente do período, uma vez que os investimentos em P&D são considerados imprescindíveis para a sobrevivência de uma organização.

A Tabela 14 apresenta uma compilação das alternativas de solução propostas bem como qual o percentual de aumento na produtividade que se pode gerar com suas implantações.

Tabela 14 - Compilação das estimativas de produção a partir da implantação das possíveis soluções

Ano	Ocupação da capacidade produtiva (%)	Possíveis soluções	Novo percentual produtivo (%)
2020	133%	Contratar 1 funcionário. + 1 hora extra	133%
2022	178%	Terceirização + otimização PCP	183%
2024	241%		
2026	329%	Abertura de 2º turno	366%
2028	451%	Abertura de 3º turno	503%
2030	622%	Investimento em tecnologia Novo parque fabril	não estimado

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Devido ao foco do trabalho ser direcionado para o estudo do gerenciamento produtivo, bem como voltado a previsão das demandas e possíveis soluções para o aumento da capacidade, os quesitos relacionados a custos não foram abordados, considerando também a falta de levantamento de dados para estas análises. Cabe ressaltar que após consideração destes, a sequência de soluções ou as suas aplicações podem ser alteradas, de acordo com o interesse financeiro e logístico da empresa.

4.3.4 Plano de produção

Para o desenvolvimento do plano de produção, conforme Tubino (2017) é necessário traçar estratégias, sendo estas corporativas, competitivas ou de produção. Como o foco do trabalho é produtivo, a estratégia de produção foi utilizada para determinar as metas a se alcançar. Tubino (2017) apresenta cinco grupos de critérios da estratégia de produção para obter um melhor desempenho produtivo, porém devido a empresa sofrer com o atraso na entrega dos produtos, foi selecionada a utilização do critério de desempenho na entrega, que com trabalho os prazos de entrega para que sejam mais atrativos, com mais agilidade e confiabilidade que seus concorrentes.

Posterior a definição de estratégias para a produção, que pode variar conforme a necessidade da empresa, inicia-se o desenvolvimento do plano de

produção, que se refere a um planejamento da produção em longo prazo, a partir da previsão de demanda. O método utilizado para criação do plano de produção, foi o apresentado por Tubino (2017), que é descrito como método da tentativa e erro, onde são apresentados os dados por meio de tabelas e gráficos, de maneira que se possa tomar a melhor decisão para atender as necessidades do sistema. Devido ao plano de produção ser uma técnica de previsão a longo prazo, este será representado como uma previsão de janeiro a dezembro de 2020.

A partir das previsões realizadas no capítulo anterior (ver cap. 4.3.3), considerando o percentual de aumento médio nas vendas e aplicando apenas as soluções de contratação de 1 funcionário e inclusão de 1 hora extra, pode-se atender a demanda de 2020, as Tabela 15, Tabela 16 e Tabela 17 apresentam um panorama do planejamento de vendas para as famílias Vermelha, Azul e Verde de equipamentos, definidas anteriormente (ver Quadro 3), por meio da Demanda Prevista (DP), Demanda Real (DR), Estoque Inicial (EI), Produção Planejada (PP), Estoque Final (EF), Vendas Perdidas (VP) e Vendas (V), considerando uma produção linear para todos os meses do ano.

Tabela 15 - Plano de produção da família Vermelha

Período	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
DP	50	57	73	86	79	58	70	84	76	85	87	44
DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EI	25	46	60	58	43	35	48	49	36	31	17	1
PP	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
EF	46	60	58	43	35	48	49	36	31	17	1	28
VP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	50	57	73	86	79	58	70	84	76	85	87	44

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Tabela 16 - Plano de produção da família Azul

Período	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
DP	64	85	80	82	85	69	95	69	50	87	91	52
DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EI	15	29	22	20	16	9	18	1	10	38	29	16
PP	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
EF	29	22	20	16	9	18	1	10	38	29	16	42
VP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	64	85	80	82	85	69	95	69	50	87	91	52

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Tabela 17 - Plano de produção da família Verde

Período	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
DP	9	12	18	14	19	16	16	33	50	16	19	53
DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EI	25	37	46	49	56	58	63	68	56	27	32	34
PP	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
EF	37	46	49	56	58	63	68	56	27	32	34	2
VP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	9	12	18	14	19	16	16	33	50	16	19	53

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

As tabelas apresentam as previsões de Demanda Real (DR) que as famílias de equipamentos terão no período determinado, considerando o percentual médio de aumento nas vendas respectivo para cada família. Estipulando que se tenha a quantia de 25 equipamentos para família Vermelha e Verde, e 15 para a família Azul como Estoque Inicial (EI) restantes da produção do ano anterior, pode-se estimar uma média de produção necessária para que se possa atender as demandas futuras, não sofrendo perda nas vendas. A quantia estimada é de 71 equipamentos para a família Vermelha, 78 para a família Azul e 21 para a família Verde. Com base nessa quantia, a empresa poderá atender as necessidades estipuladas, sem sofrer Vendas Perdidas (VP). A tabela apresenta na Demanda Real (DR) uma quantidade constante e igual a zero, pois devido ao plano de produção se tratar de uma estimativa, ou previsão, não se tem ainda uma demanda real para os meses representados. Com base nos dados levantados, pode-se verificar pela Tabela 18, que a Produção Mensal Total (PMT) para as três famílias foi igual a capacidade máxima da produção, e calculando a média de Estoque Final (EF) de cada mês, nota-se que para os primeiros nove meses, a um índice alto para os valores.

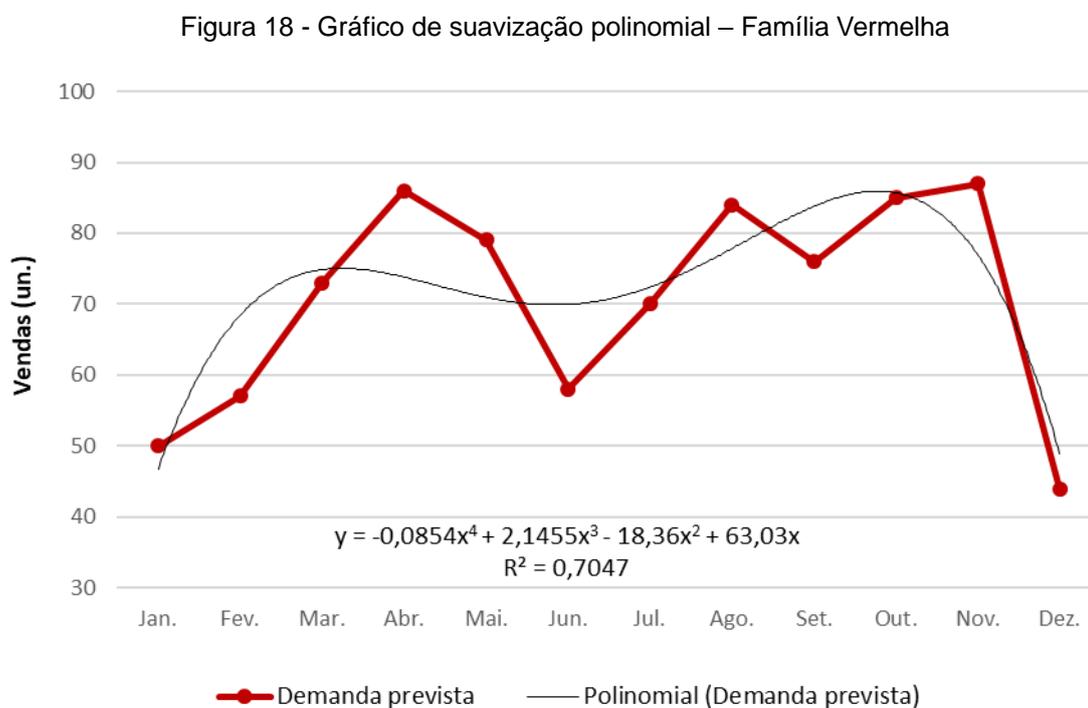
Tabela 18 - Total de produção e estoque médio mensal para as 3 famílias

Período	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
PMT	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
EF	37	43	42	38	34	43	39	34	32	26	17	24

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Como a empresa sofre devido ao espaço limitado para estoque de seus produtos, foi utilizada a técnica apresentada por Zan & Sellitto (2007) de suavização do número de vendas, esta que é indicada para produtos sazonais. As Figura 18, Figura 19 e Figura 20, representam de forma gráfica as previsões para as vendas

com a suavização dos picos encontrados por meio de curvas polinomiais, sendo estas utilizadas como base para definição dos lotes de produção mensais para cada família.

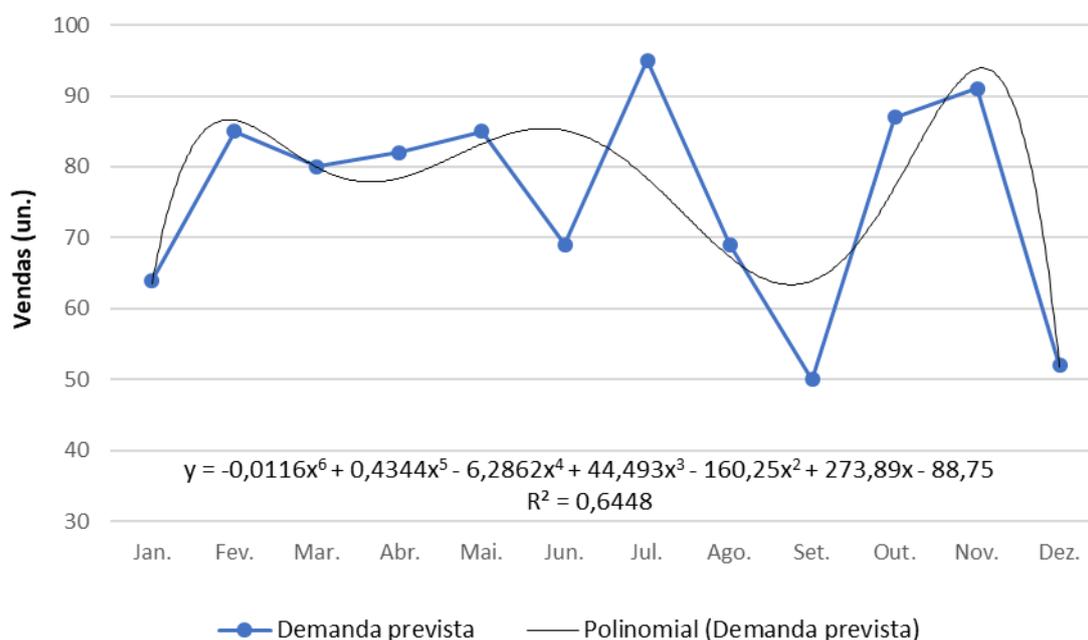


Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A Figura 18 apresenta o gráfico de vendas para o ano de 2020 da família Vermelha, com base nos dados foi criada uma perspectiva polinomial de ordem 4, a equação utilizada é apresentada no gráfico. Com isso pode-se obter uma suavização das vendas, auxiliando assim na determinação da demanda planejada para os meses do ano.

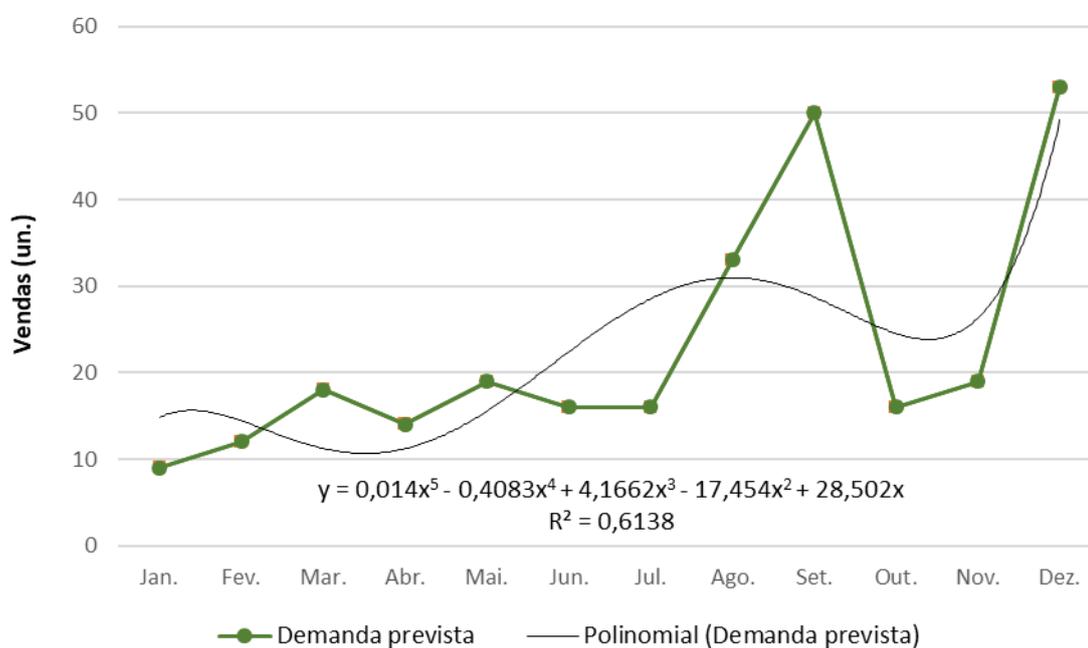
O mesmo foi desenvolvido para as famílias Azul (ver Figura 19) e Verde (ver Figura 20). Para a família Azul foi utilizada uma linha polinomial de ordem 6, e para a Verde foi utilizada um polinômio de ordem 5, sendo que estas se apresentaram melhores para as condições estipuladas. A determinação da quantidade das ordens, foi realizada a partir do valor do coeficiente de determinação (R^2) que deve ser o mais próximo de 1 (um).

Figura 19 - Gráfico de suavização polinomial – Família Azul



Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Figura 20 - Gráfico de suavização polinomial – Família Verde



Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A partir das equações apresentadas, calculam-se as demandas previstas para cada período sazonal, substituindo-se na equação, o mês correspondente (x). Assim a partir da suavização das vendas, foram redefinidos os valores para as Produções Planejadas (PP) de cada família, estes são apresentados nas Tabela 19, Tabela 20 e

Tabela 21.

Tabela 19 - Plano de produção recalculado da família Vermelha

Período	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
DP	50	57	73	86	79	58	70	84	76	85	87	44
DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EI	15	25	28	35	29	20	32	32	18	17	17	5
PP	60	60	80	80	70	70	70	70	75	85	75	55
EF	25	28	35	29	20	32	32	18	17	17	5	16
VP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	50	57	73	86	79	58	70	84	76	85	87	44

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Tabela 20 - Plano de produção recalculado da família Azul

Período	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
DP	64	85	80	82	85	69	95	69	50	87	91	52
DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EI	15	21	16	16	14	9	20	5	6	26	9	8
PP	70	80	80	80	80	80	80	70	70	70	90	60
EF	21	16	16	14	9	20	5	6	26	9	8	16
VP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	64	85	80	82	85	69	95	69	50	87	91	52

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Tabela 21 - Plano de produção recalculado da família Verde

Período	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
DP	9	12	18	14	19	16	16	33	50	16	19	53
DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EI	10	31	49	41	37	38	42	46	43	18	17	3
PP	30	30	10	10	20	20	20	30	25	15	5	50
EF	31	49	41	37	38	42	46	43	18	17	3	0
VP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	9	12	18	14	19	16	16	33	50	16	19	53

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Como descrito anteriormente, foram utilizadas as curvas de suavização polinomial para estimar a Produção Planejada (PP), de forma a minimizar a média de Estoque Final (EF). Com a suavização polinomial, pode-se minimizar o estoque inicial da família Vermelha e Verde, que passaram de 25 equipamentos (ver Tabela 13 e Tabela 17), para 15 e 10 equipamentos respectivamente. Os valores da Demanda Real (DR) estão apresentados com valor zero, pois trata-se de um plano de produção para demandas futuras, não tendo nenhuma venda já registrada. As

Vendas Perdidas (VP) continuam zeradas, pelo PP conseguir atender a totalidade das demandas em todos os meses.

Como consequência da utilização da técnica de suavização polinomial, foi possível otimizar a Produção Mensal Total (PMT), conforme observado na Tabela 22, que apresenta um comparativo do PMT para cada mês e Estoque Final (EF) antes e depois do ajuste, pode-se observar que após a aplicação da ferramenta, a produção passou de 170 equipamentos, obtidos com uma produção linear (ver Tabela 18), para 160 no mês de janeiro, e 165 no mês de dezembro, fazendo com que a produção opere abaixo da capacidade máxima, já a média do EF, que era de 34 equipamentos, passe a ser 22, reduzindo-o em aproximadamente 35%.

Tabela 22 - Comparativo do total de produção e estoque final antes e depois da suavização polinomial

Período		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Antes	PMT	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
	EF	37	43	42	38	34	43	39	34	32	26	17	24
Depois	PMT	160	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	165
	EF	26	31	31	27	22	31	28	22	20	14	5	11

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A partir da aplicação do plano de produção, observa-se que com o estudo e aplicação de ferramentas voltadas para o planejamento e otimização do processo, pôde-se diminuir a capacidade produtiva e o estoque final dos meses, de modo que a empresa sofra menos com a restrição do espaço limitado, e podendo adiantar algumas atividades nos meses que não opera com capacidade máxima, onde os operadores poderão trabalhar de forma mais pacífica, podendo evitar erros provenientes de atrasos na produção.

4.3.5 Plano-mestre da produção

O Plano-Mestre da Produção (PMP) para Tubino (2017), é responsável por desmembrar o plano de produção, a fim de criar um planejamento a médio prazo, analisando a capacidade produtiva com as demandas, e criando um *link* a curto prazo, desagrupando as famílias em produtos únicos para iniciar a programação da produção.

Para o desenvolvimento do PMP, são utilizadas tabelas no levantamento das necessidades, de produto a produto, com base na Demanda Prevista (DP), Estoque

Inicial (EI), Produção Planejada (PP) e Estoque Final (EF). Na elaboração destas foi utilizado o valor de vendas do ano anterior dos equipamentos, para cada mês, multiplicando-os pelo percentual de aumento médio de sua respectiva família. Somando os valores da demanda prevista dos equipamentos que compõem cada família, obtêm-se o valor da DP utilizado no plano de produção. As Tabela 23, Tabela 24, Tabela 25, Tabela 26 e Tabela 27, representam a elaboração do PMP para os cinco equipamentos base desta pesquisa, definidos anteriormente.

Tabela 23 - PMP do equipamento A

Período	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
DP	34	33	51	58	33	22	35	38	58	56	76	30
EI	10	17	19	23	19	16	20	20	14	13	13	3
PP	41	35	56	54	29	27	35	32	57	56	66	38
EF	17	19	23	19	16	20	20	14	13	13	3	10

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Tabela 24 - PMP do equipamento B

Período	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
DP	16	24	22	28	46	36	35	46	18	29	11	14
EI	5	8	9	12	10	4	12	12	4	4	4	2
PP	19	25	24	26	41	43	35	38	18	29	9	18
EF	8	9	12	10	4	12	12	4	4	4	2	6

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Tabela 25 - PMP do equipamento C

Período	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
DP	25	27	34	35	36	28	41	24	12	23	28	17
EI	5	7	6	6	5	3	7	1	1	6	1	1
PP	27	25	34	34	34	32	35	24	17	19	28	20
EF	7	6	6	5	3	7	1	1	6	1	1	4

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Tabela 26 - PMP do equipamento D

Período	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
DP	39	58	46	47	49	41	54	45	38	64	63	35
EI	10	14	10	10	9	6	13	4	5	20	8	7
PP	43	55	46	46	46	48	45	46	53	51	62	40
EF	14	10	10	9	6	13	4	5	20	8	7	12

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Tabela 27 - PMP do equipamento K

Período	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
DP	9	12	18	14	19	16	16	33	50	16	19	53
EI	10	31	49	41	37	38	42	46	43	18	17	3
PP	30	30	10	10	20	20	20	30	25	15	5	50
EF	31	49	41	37	38	42	46	43	18	17	3	0

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

As Tabela 23, Tabela 24, Tabela 25, Tabela 26 e Tabela 27 apresentam o PMP para cada modelo de equipamento base, definindo o Estoque Inicial (EI) necessário no primeiro mês (janeiro), a Produção de Planejada (PP) mensal necessária para que não ocorra um Estoque Final (EF) grande, e nem negativo, o que significaria uma perda de venda no mês. Para o cálculo da PP no plano-mestre, foi considerado o valor obtido a partir da Produção Planejada no plano de produção (cap. 4.3.4), multiplicado pelo percentual que esse valor representa na demanda total do mês, de sua respectiva família, também apresentada no plano de produção. O EI do mês de janeiro, foi distribuída uma quantidade maior, para os equipamentos com número de vendas mais significativos, resultando em um estoque mais elevado entre os meses, sendo aproveitado como um estoque de segurança. Para a família Vermelha o equipamento A, se apresentou com maior valor de EI, para família Azul, o maior valor se apresentou no equipamento D, e como na família Verde há apenas o equipamento K, os dados representados são os mesmos definidos no plano de produção, para sua família.

4.3.6 Programação da produção

Na Tabela 28 é apresentada um panorama geral da programação da produção, onde são apresentadas os níveis de produção semanal, esta pode ser utilizada como modelo para realização das próximas programações. O motivo pela abordagem da programação ser realizada de maneira superficial, é devido à falta de informações levantadas na empresa, como o *lead time* das operações, as demandas semanais, os tempos de atividades, entre outras.

Tabela 28 - Programação da produção para janeiro de 2020

Mês de referência Janeiro		Semana				Produção mensal	PP
		1º	2º	3º	4º		
Equipamentos	A	11	10	10	10	41	41
	B	5	5	5	4	19	19
	C	6	6	7	8	27	27
	D	10	11	11	11	43	43
	K	8	8	7	7	30	30
Produção semanal		40	40	40	40		

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A Tabela 28 apresenta a programação da produção para o mês de Janeiro, com base na Produção Planejada (PP), obtida a partir do plano-mestre da produção (cap. 4.3.5) para os equipamentos base. A definição dos valores semanais de produção foi distribuída de forma média para as 4 semanas, buscando o menor valor total da produção semanal. Obteve-se um valor de 40 equipamentos semanais, aproximadamente 89% da capacidade máxima de produção semanal, definida anteriormente (ver Tabela 6). A Produção mensal, que é a soma das quantidades produzidas por semana, deve ser igual ou superior a PP, para conseguir atender as demandas totais. A partir desse modelo, pode-se estimar uma programação da produção genérica, para os demais meses do ano. Visando o auxílio da programação da produção, será utilizada a ferramenta PERT/CPM, adaptando-a para os dados levantados, para encontrar o caminho crítico das atividades realizadas pelo setor de produção e montagem.

A elaboração dessa ferramenta, necessita da apresentação das atividades realizadas para finalização de um equipamento, seja apresentada de forma detalhada. Com base no nas informações do Tabela 4 (cap. 4.1.3) foram discriminadas as atividades para produção do equipamento A, conforme mostra a Tabela 29, que ilustra as atividades necessárias para produção completa do equipamento, suas dependências e o percentual de tempo que cada atividade exige, por meio da distribuição igualitária do percentual encontrado anteriormente.

Tabela 29 - Atividades para produção do equipamento A

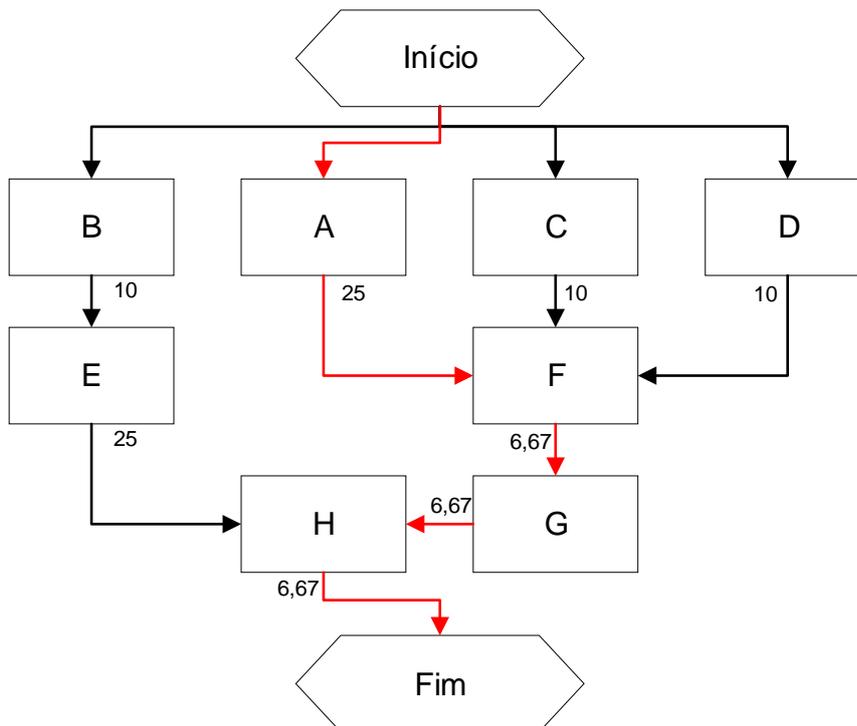
	Atividades	Dependência	Tempo (%)
A	Produção dos cabos, chicotes, fios, entre outros	Não sofre dependência	25
B	Polimentos	Não sofre dependência	10
C	Pré-montagem das chapas metálicas	Não sofre dependência	10
D	Pré-montagem dos componentes plásticos	Não sofre dependência	10
E	Produção dos cabeçotes, aplicadores, entre outros	B	25
F	Montagem do equipamento	A, C, D	6,67
G	Montagem das placas eletrônicas	F	6,67
H	Finalização do equipamento	E, G	6,67

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A Tabela 29 apresenta as atividades realizadas para produção do equipamento A, não necessariamente na ordem listada, onde para as atividades de polimento e pré-montagem dos componentes plásticos, há a necessidade do material adquirido pela terceirização da usinagem e para a atividade C, surge a necessidade do material adquirido pelo corte a *laser*, também proveniente de terceirização. As demais atividades, ocorre a dependência sobre as atividades listadas anteriormente. Nesta definição foi distribuído o percentual das macro atividades da Tabela 4, entre suas respectivas micro atividades.

Com base na Tabela 29 pode-se criar um fluxo de atividades, para aplicação da ferramenta PERT/CPM, onde será possível apresentar o caminho crítico do processo, com base no percentual do tempo necessário por cada atividade. Esse fluxo é apresentado por meio da Figura 21.

Figura 21 - Caminho crítico das atividades do equipamento A



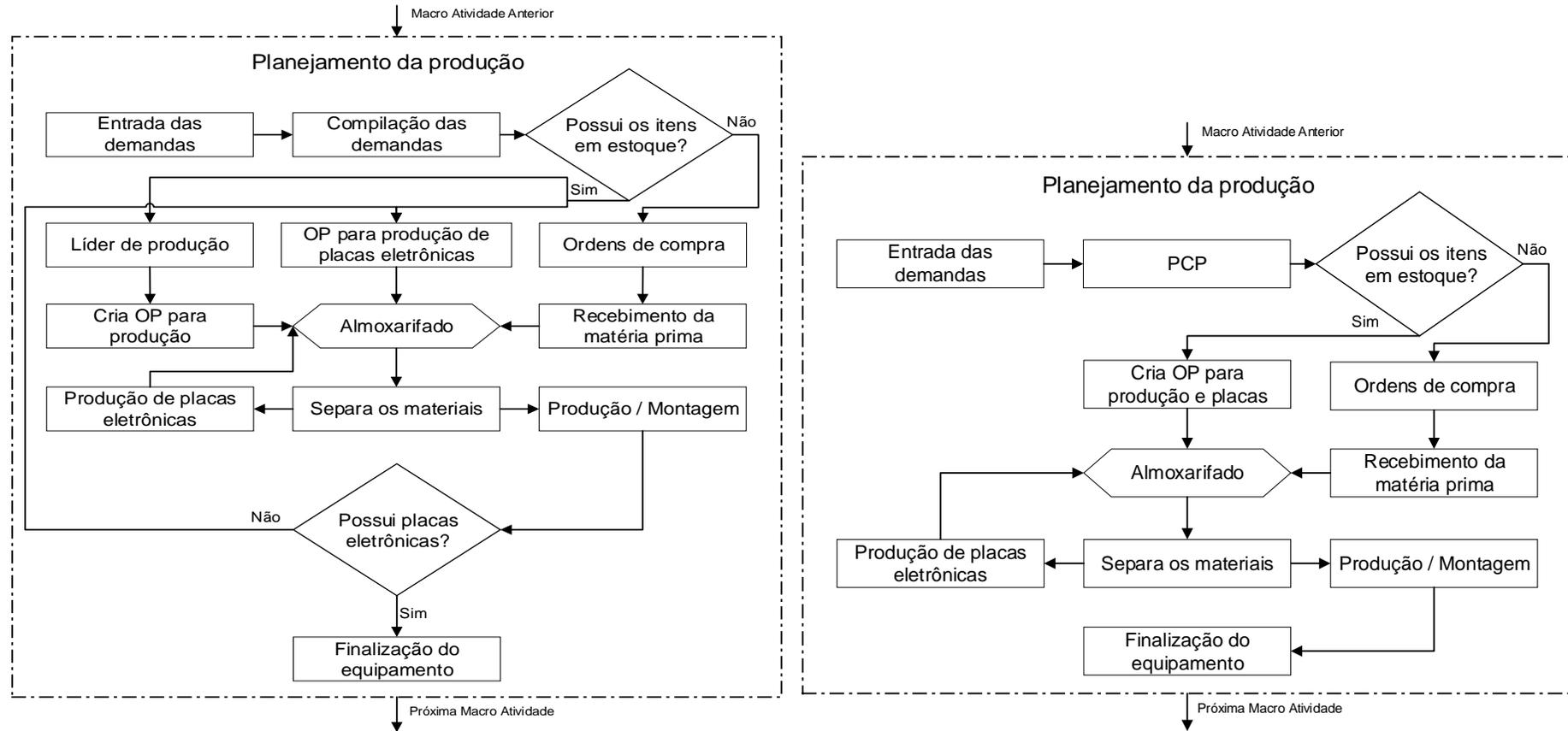
Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

A partir dos percentuais de tempo de processo e das dependências que uma atividade exerce sobre a outra, foi possível traçar o caminho crítico, que representa o trajeto mais longo até sua conclusão. A partir disso, pode-se observar que a atividade A, de produção de cabos, chicotes, entre outro, é uma das principais responsável pelo tempo elevado nesse caminho, reforçando a iniciativa de adoção pela terceirização deste processo, para otimizar o tempo total, aumentando a capacidade da manufatura do equipamento.

4.4 Otimização do fluxo de planejamento da produção

Visando obter uma maior fluidez para o fluxo das informações na área de planejamento da produção, realizou-se a otimização do fluxograma do planejamento da produção apresentando no capítulo 4.2 (ver Figura 13), visando minimizar o número de atividades, e redistribuindo a responsabilidade de setores que realizam tarefas de competência do PCP. A Figura 22 apresenta esse comparativo entre o fluxo atual, e a proposta de otimização para esse fluxo de informações.

Figura 22 - Comparativo do fluxo atual e otimizado do planejamento da produção



(A) Fluxo atual do planejamento da produção

(B) Fluxo otimizado para o planejamento da produção

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019).

Através da otimização do fluxo de planejamento da produção atual, foi possível diminuir duas atividades que anteriormente estavam sobre a responsabilidade da produção, uma delas foi a transmissão das demandas para o líder de produção, se houvessem os itens necessários em estoque, e a partir dela, a outra seria a criação das OP's pelo mesmo. Assim, com a eliminação, ambas as atividades passam a ser responsabilidade do setor de PCP, que cria as OP's e introduz no início do fluxo de planejamento, refletindo em uma otimização de aproximadamente 18%.

Com a introdução do PCP, este realizará com base no plano-mestre e plano de produção os planejamentos de forma mais coerente e concreta, não resultando no momento que o setor de produção e montagem for iniciar a finalização dos equipamentos, na falta de placas eletrônicas, ou outros materiais, o que levaria à criação de novas OP's e ordens de compra, o que gera atrasos no fluxo das atividades.

Por meio do desenvolvimento e aplicação das ferramentas, pode-se observar a necessidade emergente que as empresas tem sobre a implantação de um setor responsável pelo planejamento e controle da produção, pois depender apenas do conhecimento intrínseco de cada funcionário, faz com que a empresa se torne ligada a ele, não abrindo margens para o desenvolvimento de melhorias.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou estudar o Planejamento e Controle da Produção (PCP), com base nas teorias e técnicas encontradas na literatura, visando otimizar o processo de tomada de decisões e o sequenciamento de atividades da produção. Por meio desse desenvolvimento, foi possível realizar o levantamento dos dados de capacidade produtiva, das demandas dos anos anteriores e previsões das demandas para anos seguintes, com intuito de criar uma ideia das possíveis dificuldades que a empresa enfrentará com o aumento das vendas, devido a qualidade empregada e o crescimento no mercado.

Para o desenvolvimento do PCP, foram abordados os temas de modo que fosse possível construir um planejamento e controle adequado para as necessidades encontradas na empresa, partindo de técnicas como o levantamento de suas características, sua estrutura, apresentação do *layout* da área produtiva que esta possui, o maquinário encontrado nos setores, as demandas dos anos anteriores e a lógica de sequenciamento das atividades utilizada.

Além das técnicas citadas anteriormente, foram utilizadas ferramentas mais específicas para o desenvolvimento do PCP, como histórico de vendas, a partir da média dos anos anteriores, para definição do percentual de aumento, queda ou constância nas vendas, a seleção dos equipamentos com maior impacto, sendo estes no faturamento final ou na quantidade de vendas mensais, bem como o agrupamento dos mesmos selecionados em famílias, por meio da similaridade de tratamento realizado. Outras ferramentas utilizadas foram a realização da previsão das demandas futuras por meio do percentual encontrado no histórico de vendas, o desenvolvimento do plano de produção, por meio da demanda, capacidade produtiva e da consideração do percentual de aumento de vendas anual sobre os equipamentos e a criação do plano-mestre de produção, desmembrando o plano de produção, para restringir as ações que a empresa deverá realizar posteriormente.

Mediante a aplicação destas técnicas pode-se concluir que o objetivo geral deste trabalho foi atendido, obtendo um planejamento e controle da produção fundamentado, onde, se houverem desligamentos de colaboradores da empresa, não haverá impactos substanciais no planejamento dos processos, pois os dados se encontram registrados e teoricamente comprovados, não estando ligados a conhecimentos empíricos de responsáveis dos setores, atendendo as necessidades

emergentes da empresa.

Com o auxílio da responsável do setor financeiro da empresa, foi possível, a partir dos dados registrados de vendas de 2016 até 2019, e do faturamento da empresa, que para os anos levantados teve uma média de aproximadamente R\$4.500.000,00, estruturar o histórico de vendas, levantar a capacidade máxima produtiva que ela possui, sendo está de aproximadamente de 1.800 equipamentos, bem como levantar as características do modo que a produção opera, sendo guiada pela entrada das demandas, caracterizada então como produção puxada.

Por meio do histórico de vendas, que para os anos aplicados nesta pesquisa foi em média 1.600 equipamentos, foi realizada a previsão das demandas até 2030, com base na estimativa do percentual de aumento sobre as vendas, levantado para as famílias de equipamentos definidos.

Com a previsão das demandas, calculou-se a capacidade necessária que a empresa precisaria para atendê-las, desde o ano de 2018 a 2030. Com a capacidade passando de 98% em 2018 para aproximadamente 622% em 2030. Perante os valores que superando a capacidade máxima, foram propostas soluções para que a empresa pudesse acompanhar o aumento da capacidade, sem que deixasse de vender ou perdesse o prazo de entrega aos clientes. As soluções partiram de hipóteses que necessitam de menor investimento inicial, como a contratação, adoção de horas extras e terceirizações das operações que são menos críticas para a confecção do produto final. Para o ano de 2020, onde a necessidade da capacidade era de 133%, com a contratação de um funcionário e a inclusão de 1 hora extra, a capacidade produtiva passaria a atender a necessidade da demanda para o ano.

Baseado na literatura foi possível avaliar o sistema produtivo da empresa e desenvolver, alinhado as demandas futuras e na capacidade produtiva, um plano de produção que atendesse as necessidades imediatas do setor responsável para as famílias consideradas no ano de 2020. Foram traçadas duas possibilidades, uma produção linear, igual para todos os meses, e um plano de produção a partir da suavização polinomial do gráfico de demanda prevista. A primeira solução garante uma produção constante, mas com elevada quantidade de estoque para os nove primeiros meses, já a segunda solução, além de diminuir em 35% a média de estoque, nos meses de janeiro e dezembro consegue reduzir a produção, em 6% e 3% respectivamente.

A partir do plano de produção, foi confeccionado o plano-mestre da produção, desmembrando o plano inicial, e realizando o planejamento da produção para cada tipo de equipamento definido, garantindo que a produção cumpra as demandas sem que ocorram grandes estoques finais e perda nas vendas.

Com a definição da produção necessária para cada equipamento pelo plano-mestre, foi realizada a programação da produção semanal para um dos equipamentos definidos, a fim de criar um modelo para possível aplicação em toda a linha de produção da empresa. A partir das atividades necessárias para manufatura do equipamento programado, foi utilizada a ferramenta PERT/CPM, para verificação do caminho crítico, possibilitando a identificação da atividade mais impactante no tempo de produção. Mediante a definição dessa atividade, que se refere a atividade indicada para terceirização, pode-se observar a importância da aplicação da solução de investimento em terceirização.

Posteriormente foi realizada a otimização do fluxo de informações realizadas pelo setor de planejamento da produção, onde obteve-se um nível maior de fluidez das informações, com uma otimização de aproximadamente 18%, com a readequação de atividades, e a introdução do setor de PCP, que é indispensável para as empresas que visam disputar seu espaço no mercado, mantendo seus nomes em destaques para com o seu setor de atividade. Com a área de PCP, a empresa terá a possibilidade de aplicar outras ferramentas em seus demais setores, visto que a partir dos resultados desse trabalho, há uma clara defasagem na produção, que com o aumento nas demandas, não conseguirá atendê-las dentro dos prazos estipulados.

Na aplicação das ferramentas foram encontradas limitações, devido à falta de dados, como observado na programação da produção, onde devido a empresa não possuir dados estruturados de tempo de *setup*, demanda semanal, *lead times*, e outras variáveis, não foi possível a criação da programação segundo as teorias apresentadas por Tubino (2017).

Dificuldades envolvendo a terceirização das atividades, e investimento em novas tecnologias, foram enfrentadas no momento de propor soluções para a produção, devido ao tempo insuficiente para orçar as atividades com demais empresas, os custos envolvendo por exemplo, a produção das atividades secundárias, e verificação do maquinário mais adequado para introdução na linha de produção, visando aumento na capacidade produtiva.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Uma sugestão para novas aplicações do presente trabalho na empresa em estudo, se torna interessante o desenvolvimento de um planejamento e controle da produção para os demais equipamentos desconsiderados nesta pesquisa, para uma adequação de toda linha de produção. Assim realizando novamente o cálculo do percentual médio de aumento nas vendas, para as famílias de produtos, considerando um intervalo maior que os 4 anos utilizados.

Também pode-se considerar estudos voltados a aplicação da Teoria das Restrições (TOC), que podem se apresentar interessantes para a empresa, a fim de identificar gargalos e desperdícios realizados no decorrer das atividades.

Por fim a aplicação de ferramentas como MRP para controle do estoque, seria um tema importante para ser trabalhado dentro da empresa, devido à falta de materiais recorrentes no momento da produção, o que leva a atrasos e pode interferir no planejamento desenvolvido.

REFERÊNCIAS

- BARRETO, E.G.L.; SANTOS, R.L.S.; MENEZES, V.L.; SILVA, R.M. A melhoria do processo produtivo em uma empresa de *fast food* através do PERT/CPM. **Revista Gestão Industrial**, Curitiba, v. 6, n. 4, p.231-245, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/S1808-04482010000400012>. Acesso em: 30 maio de 2019.
- BARROS FILHO, J.R. de. **Metodologia para implantação e melhoria do Planejamento e Controle da Produção em Pequenas e Médias Empresas**. 1999. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/80761/143956.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 de maio de 2019.
- BATISTA, J.A.; NUNES, D.L.; TAMAKI, D.M.C. Estudo de caso: Implantação da ferramenta MRP em uma empresa do setor Elétrico de Itajubá. Paraná, In: Congresso de Engenharia de Produção, 7., 2017, Ponta Grossa. Anais Eletrônico... Ponta Grossa UTFPR. 2017. Disponível em: <http://www.aprepro.org.br/conbrepro/2017/down.php?id=2836&q=1>. Acesso em: 15 de agosto de 2019.
- BATISTA, M.N.; CAMPOS, D.C. **Metodologias de Pesquisa em Ciências: análise quantitativa e qualitativa**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- BEZERRA, F.M. **Planejamento e controle da produção em uma pequena organização produtiva: da concepção à implantação**. 2014. 122 f. Dissertação (Mestrado para Pós-graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.producao.ufrj.br/index.php/en/theses-and-dissertations/dissertation/2014/54--47/file>. Acesso em: 22 de maio de 2019.
- CHIAVENATO, I. **Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2008.
- FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Rio Grande do Sul: Artmed, 2009.
- GIL, A.C. **Estudo de Caso**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- LUSTOSA, L.; MESQUITA, M.A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. **Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005. Disponível em: <https://www.academia.edu/21529289/Administra%C3%A7%C3%A3o_Da_Produ%C3%A7%C3%A3o_-_Petronio_G_Martins_Fernando_P_Laugeni>. Acesso em: 22 de maio de 2019.

SEBRAE. **Anuário do Trabalho na Micro e Pequena Empresa 2013**. 6. ed. São Paulo: Dieese, 2013. 284 p. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf>. Acesso em: 22 de maio de 2019.

SEBRAE A. Perfil das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RO/Anexos/Perfil%20das%20ME%20e%20EPP%20-%2004%202018.pdf>>. Acesso em: 22 de julho de 2019.

SEBRAE B. Panorama dos Pequenos Negócios. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/Panorama_dos_Pequenos_Negocios_2018_AF.pdf>. Acesso em: 22 de junho de 2019.

SLACK, N.; JONES, A.B.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

TORRES, M.S. **Proposta de um método para a implantação de um sistema de planejamento fino da produção baseado na teoria das restrições**. 1999. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2944/000284154.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 22 de maio de 2019.

TUBINO, D.F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e prática**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

VERGARA, W.R.; TEIXEIRA, R.T.; YAMANARI, J.S. Análise de risco em projetos de engenharia: uso do PERT/CPM com simulação. **Revista Exacta**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 74-88, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5585/exactaep.v15n1.6779>. Acesso em: 30 maio de 2019.

ZAN, G. L.; SELLITTO, M. A. Técnica de previsão de demanda: um estudo de caso triplo com dados de vendas de materiais eletro-mecânicos. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, Bauru, v.0, n. 3, p. 95-106, 2007. Disponível em: <<https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/172/120>>. Acesso em: 30 maio de 2019.

APÊNDICE A – Termo de autorização para pesquisa



Solicitação de Autorização para Pesquisa

Jaraguá do Sul, 21 de agosto de 2019

Eu, **Yuri König**, responsável principal pelo projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) denominado preliminarmente de **“Desenvolvimento de uma proposta de planejamento e controle da produção para empresa de equipamento eletrônicos”**, do Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica do IFSC – Câmpus Jaraguá do Sul - RAU, venho pelo presente, solicitar autorização da [REDACTED]

[REDACTED] para a realização da coleta de dados em sua empresa no período de 08/2019 a 12/2019, com o objetivo de “realizar o desenvolvimento de uma proposta de planejamento e controle de produção”. Esta pesquisa está sendo orientada pelo Prof. Cassiano Rodrigues Moura, pesquisador do IFSC.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, solicito autorização para a realizar a coleta de dados que consistirá de análise do ambiente, entrevistas individuais com funcionários e imagens através de fotos e vídeos. Saliento que as coletas serão tratadas de forma anônima e confidencial, isto é, em nenhum momento será divulgado o nome de um funcionário e da empresa, em qualquer fase do estudo. As imagens serão divulgadas somente nesta pesquisa e os resultados divulgados em eventos e/ou revistas científicas, tomando o cuidado de não identificar pessoa, marca ou produto da empresa.

Contando com a autorização desta instituição, agradecemos e coloco-me à disposição para qualquer esclarecimento.

Yuri König

Yuri König - Pesquisador Principal
yurikonig13@gmail.com
(47) 9 9908-2906

Autorizo:

Nome: [REDACTED]

FAMÍLIA/TEMPO	Faturamento (R\$)								Total
	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	
A	120.274,28	100.057,42	172.781,91	207.614,99	114.308,82	76.143,03	119.982,13	137.520,67	1.048.683,25
B	46.630,79	42.353,97	32.538,82	59.641,39	87.245,59	75.227,37	73.152,64	90.922,08	507.712,65
C	104.660,78	76.442,97	144.789,32	81.997,19	83.496,01	66.611,29	77.708,93	65.741,18	701.447,67
D	115.179,04	121.049,19	165.418,55	127.154,46	120.780,40	76.748,68	125.410,00	88.921,32	940.661,64
E	8.253,78	1.360,13	6.748,55	4.068,61	4.255,70	2.919,63	0,00	2.720,26	30.326,66
F	10.904,26	2.415,00	14.133,45	6.037,06	5.761,35	2.528,92	2.180,85	0,00	43.960,89
G	7.393,50	8.960,55	13.986,39	12.617,95	14.423,06	0,00	0,00	9.100,56	66.482,01
H	2.900,01	1.011,37	2.065,11	1.011,37	2.098,87	3.690,85	1.011,37	4.838,76	18.627,71
I	3.641,15	0,00	5.273,00	0,00	9.676,44	3.357,90	3.450,30	2.992,50	28.391,29
J	2.064,02	7.145,67	5.492,90	4.260,40	4.598,67	2.100,00	3.069,61	732,37	29.463,64
K	9.499,91	7.391,92	11.504,65	8.337,67	12.648,39	10.155,36	7.951,52	20.694,94	88.184,36
M	9.212,81	5.426,40	3.800,70	13.793,50	7.664,20	7.599,70	7.421,40	9.276,75	64.195,46
N	0,00	0,00	8.939,63	27.258,74	10.357,89	36.666,12	12.150,00	0,00	95.372,38
									3.663.509,61

EQUIPAMENTOS/TEMPO	Média de faturamento dos anos (R\$)			
	2016	2017	2018	jan-agos.2019
A	2.239.438,13	2.107.775,38	1.603.375,90	1.048.683,25
B	248.025,76	425.051,09	479.187,21	507.712,65
C	283.464,16	615.856,06	823.608,91	701.447,67
D	848.106,77	1.288.009,34	1.552.145,13	940.661,64
E	117.287,32	132.268,36	108.387,35	30.326,66
F	167.301,05	331.624,78	204.788,70	43.960,89
G	66.451,47	180.340,70	108.199,07	66.482,01
H	3.749,94	18.633,75	22.857,83	18.627,71
I	76.324,72	24.896,15	30.248,85	28.391,29
J	21.381,88	37.640,28	45.970,70	29.463,64
K	141.537,84	153.584,08	167.104,36	88.184,36
M	1.647,30	32.998,41	56.298,27	64.195,46
N	61.639,34	68.205,56	108.684,17	95.372,38
TOTAL	4.276.355,68	5.416.883,94	5.310.856,45	3.663.509,61

EQUIPAMENTOS/TEMPO	Média de vendas por ano (un.)			
	16 - 17	17 - 18	18 - 19	jan - agos/19
A	522	469	371	267
B	76	132	183	222
C	69	155	230	207
D	244	376	488	314
E	124	89	75	20
F	139	152	83	13
G	16	26	23	14
H	4	16	21	17
I	57	11	16	13
J	31	42	58	41
K	232	216	244	129
M	1	12	29	32
N	19	12	29	23
Total	1534	1708	1851	1344