

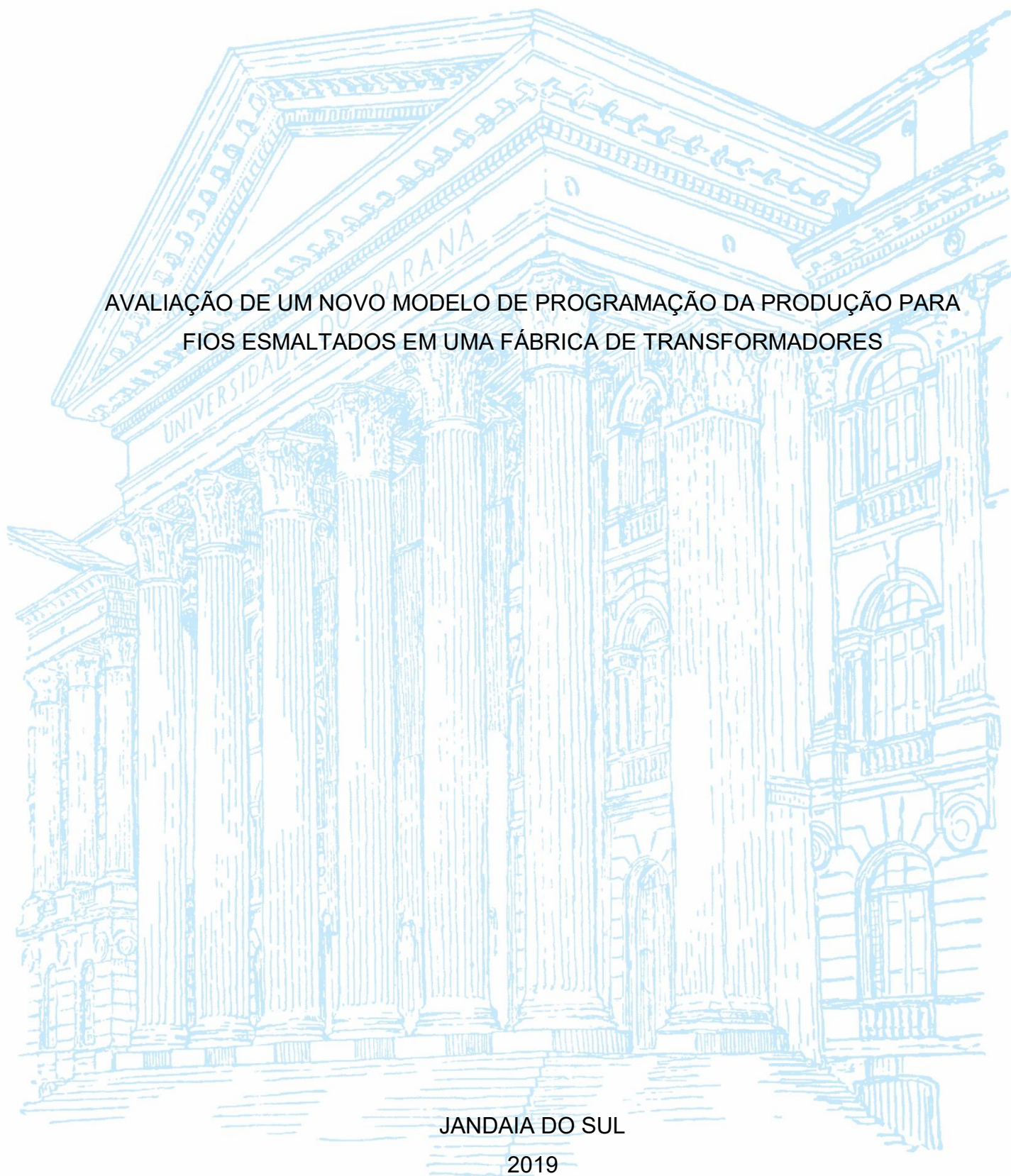
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PAULO HENRIQUE DE ARAÚJO ALMEIDA

AVALIAÇÃO DE UM NOVO MODELO DE PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO PARA
FIOS ESMALTADOS EM UMA FÁBRICA DE TRANSFORMADORES

JANDAIA DO SUL

2019



PAULO HENRIQUE DE ARAUJO ALMEIDA

AVALIAÇÃO DE UM NOVO MODELO DE PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO PARA
FIOS ESMALTADOS EM UMA FÁBRICA DE TRANSFORMADORES

Monografia apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Engenharia de
Produção pela Universidade Federal do Paraná.

Orientador(a): Prof(a). Dr André Luiz Gazoli de
Oliveira

JANDAIA DO SUL

2019

A447a Almeida, Paulo Henrique de Araujo
Avaliação de um modelo de programação da produção para fios
esmaltados em uma fábrica de transformadores. / Paulo Henrique de Araujo
Almeida. – Jandaia do Sul, 2019.
55 f.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira
Trabalho de Conclusão do Curso (graduação) – Universidade Federal do
Paraná. Campus Jandaia do Sul. Graduação em Engenharia de Produção.

1. Programação da produção. 2. Planejamento de necessidades de
materiais. 3. Custos e produtividade. I. Oliveira, André Luiz Gazoli de. II.
Título. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD: 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº 031 PAULO HENRIQUE DE ARAUJO ALMEIDA/2019/UFPR/R/JA/CCEP
PROCESSO Nº 23075.079917/2019-87
INTERESSADO: PAULO HENRIQUE DE ARAUJO ALMEIDA

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

Título: PROPOSTA DE UMA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO PARA UMA FÁBRICA DE FIOS ESMALTADOS
Autor(a): PAULO HENRIQUE DE ARAUJO ALMEIDA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de

Engenharia de Produção, aprovado pela seguinte banca examinadora.

André Luiz Gazoli de Oliveira (Orientador)

Marco Aurélio Reis dos Santos

Rafael Germano Dal Molin Filho



Documento assinado eletronicamente por **ANDRE LUIZ GAZOLI DE OLIVEIRA**,
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 16/12/2019, às 17:23, conforme art. 1º, III,
"b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL GERMANO DAL MOLIN FILHO**,
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 16/12/2019, às 17:52, conforme art. 1º, III,
"b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **MARCO AURELIO REIS DOS SANTOS**,
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 18/12/2019, às 11:40, conforme art. 1º, III,
"b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador 2387830 e o código CRC 2C97A3CE.

Dedico esse TCC aos meus pais e à minha irmã que sempre me apoiaram durante toda a jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar saúde e a possibilidade de finalizar essa jornada de muito aprendizado.

Agradeço aos meus pais, Paulo Moreira de Almeida e Maria Ivanilde de Araújo Almeida por me apoiar e fortalecer em todas as situações vividas até aqui. À minha irmã Júlia Caroline de Araújo Almeida Vendramini, por ser minha melhor amiga desde 04/10/1996. À minha namorada, pela paciência, compreensão e incentivo.

Agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira, que desde o primeiro dia letivo foi sempre solícito com todos os acadêmicos. Obrigado por todo o conhecimento e experiências compartilhadas. À todos os professores da graduação em especial os professores do curso de Engenharia de Produção, Juliana Shirabayashi, Marco Aurélio Reis, Rafael Germano e Willian Santos.

E a todos os amigos e colegas que contribuíram em minha formação e para a realização deste trabalho.

“Todo fato da ciência já foi condenado. Toda invenção já foi considerada impossível. Toda descoberta foi um choque nervoso para alguma ortodoxia. Toda inovação artística foi denunciada como fraude e insensatez. Nós não possuiríamos mais nada, não saberíamos mais e não seríamos mais do que os primeiros hominídeos simiescos se não fosse pelos rebeldes, os recalcitrantes e os intransigentes.”

(Robert Anton Wilsonfe)

RESUMO

Sob a perspectiva de crescimento do setor elétrico, as empresas do segmento vêm aumentando seus investimentos em processos e tecnologias de forma a manterem-se competitivas. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo, com base nos conceitos do MRP (*Material Requirement Planning*), avaliar um novo modelo de programação da produção para uma fábrica de fios esmaltados de uma fabricante de produtos elétricos do estado do Paraná com processo intermitente de três turnos de forma a aumentar a produtividade e reduzir custos de fabricação. Esse estudo classifica-se como pesquisa de natureza aplicada, do tipo exploratório e com abordagem quantitativa, utilizando-se de um estudo de caso para sua realização. A coleta de dados utiliza como ferramentas o relatório analítico de fios, sequenciamento e as ordens de produção. Com base nessas informações e na análise do cenário de programação, buscou-se melhorar a programação minimizando a parada das linhas por troca de programação e melhor planejamento de compra de materiais. Após a implantação do novo modelo de programação da produção, observou-se uma redução nos tempos de parada e sucata gerada por troca de programação de 56,75% e 66,73% respectivamente. Por fim, espera-se que o estudo sirva como base para a execução de futuros trabalhos em outras áreas da empresa.

Palavras-chave: Programação da Produção. Planejamento de Necessidades de Materiais. Custos e Produtividade.

ABSTRACT

From the perspective of the growth of the electric sector, the companies of the segment have been increasing their investments in processes and technologies in order to remain competitive. In this context, this paper aims, based on the concepts of MRP (Material Requirement Planning), evaluate a new production scheduling model to a factory enameled wire of a manufacturer of Paraná state electrical products with intermittent process of three shifts in order increase productivity and reduce manufacturing costs. This study is classified as a research of an applied nature, of the exploratory type and with a quantitative approach, using a case study for its accomplishment. Data collection uses the analytical wiring report, sequencing and production orders as tools. Based on this information and on the analysis of the programming scenario, we seek to optimize the programming by minimizing line stoppages by changing scheduling and better material purchase planning. After the implementation of the new production scheduling model, there was a reduction in downtime and scrap generated by schedule change of 56.75% and 66.73% respectively. Finally, the study is expected to serve as a basis for future work in other areas of the company.

Keywords: *Schedule of Production. Material Requirement Planning. Costs and Productivity.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRUTURAÇÃO DO TCC	18
FIGURA 2 – DINÂMICA DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO	20
FIGURA 3 – MODELO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO	24
FIGURA 4 - IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO OU CONTROLE.....	28
FIGURA 5 - ÁRVORE DO PRODUTO DE UM FIO ESMALTADO	33
FIGURA 6 - ESTRUTURA DAS ETAPAS DA PESQUISA	35
FIGURA 7 - MAPEAMENTO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE FIOS ESMALTADOS.....	36
FIGURA 8 – PLANILHA DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO	38
FIGURA 9 – PLANILHA DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO	39
FIGURA 10 – PLANILHA DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO	40
FIGURA 11 - PLANILHA DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO	42
FIGURA 12 - PLANILHA DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO	42

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – TEMPO DE PARADA POR TROCA DE PROGRAMAÇÃO DAS MÁQUINAS DE FIO ESMALTADO	44
GRÁFICO 2– SUCATA GERADA POR TROCA DE PROGRAMAÇÃO DAS MÁQUINAS DE FIO ESMALTADO	46

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - CLASSIFICAÇÕES DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	24
QUADRO 2 – SÍMBOLOS PADRÕES PARA MAPEAMENTO DE PROCESSOS	36
QUADRO 3 – VARIAÇÃO ENTRE PROG. X REALIZADO	41
QUADRO 4 – ATUALIZAÇÃO DAS CAPACIDADES DE PRODUÇÃO DIÁRIA	43

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

APS - *Advanced Planning & Schedule*

ATO – *Assemble to Order*

CR - *Critical Ration*

DDATE - *Due Date – Earlist Due Date Dist*

ERP - *Enterprise Resource Planning*

ETO – *Engineer to Order*

FCFS – *First Come, First Served*

ICEI – Índice de Confiança do Empresário Industrial

LCFS - *Last Come, First Served*

MES - *Manufacturing Execution System*

MPS - *Master Production Schedule*

MRP - *Material Requirement Planning*

MTO – *Make to order*

MTS – *Make to Stock*

OE – Objetivos Específicos

PCP - Planejamento e Controle de Produção

SOT - *Shortest Operating Time*

STR - *Slack Time Remaining*

STR/OP - *Slack Time Remaining Per Operation*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo geral	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	19
2.1.1 Planejamento estratégico da produção	22
2.1.2 Sistemas de Produção	23
2.1.3 Classificação dos Sistemas de Produção.....	24
2.1.4 Planejamento Mestre de Produção - MPS	25
2.1.5 Planejamento das necessidades de materiais	26
2.1.6 Sequenciamento e Planejamento, programação e controle de curto prazo	27
2.2 PRODUTIVIDADE E CUSTOS.....	29
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	31
3.1 CLASSIFICAÇÃO DO TCC	31
3.2 DESCRIÇÃO DO CASO.....	31
3.3 FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS	32
3.4 FERRAMENTA DE ANÁLISE DE DADOS	32
3.5 ETAPAS DA PESQUISA	34
4 DESENVOLVIMENTO	38
4.1 IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA	38
4.2 ACOMPANHAMENTO DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA	40
4.3 COMPARAÇÃO ENTRE REAL X SIMULADO	40
4.4 ATUALIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DA FERRAMENTA	42
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	44
5.1 ANÁLISE DE IMPACTO DA FERRAMENTA	44
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
6.1 CONTRIBUIÇÕES.....	47
6.2 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	48

REFERÊNCIAS.....	49
APÊNDICE A – RELATÓRIO ANALÍTICO DE FIOS.....	52
APÊNDICE B – ORDEM DE PRODUÇÃO	53
APÊNDICE C – SEQUENCIAMENTO DE PRODUÇÃO	54
APÊNDICE D – PLANILHA PROGRAMAÇÃO DE PRODUÇÃO	55

1 INTRODUÇÃO

A geração de eletricidade no Brasil segue em contínua expansão, com aproximadamente 5 mil usinas distribuindo energia elétrica para o país, segundo a ANEEL (2018) – Agência Nacional de Energia Elétrica. Naturalmente, a demanda por produtos que possibilitam a transmissão desta energia aumenta, citando como exemplo, patentemente, os transformadores de energia elétrica. A ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica indicou para o setor de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, no ano de 2017, um faturamento de R\$ 16,3 bilhões, com previsão de aumento de 10% ao término do ano de 2018. No entanto, o faturamento apresentou elevações nominais de 9% e 5%, o que correspondeu, em termos reais, a 1% e -3%, respectivamente, considerando a inflação da indústria elétrica calculada pelo IBGE, de 8% em 2018. Os principais indicadores desta indústria revelaram que, no 1º semestre de 2019, a atividade do setor ficou no mesmo nível do verificado no mesmo período de 2018. Para 2020 as expectativas são otimistas, visto que 74% das empresas projetam crescimento; 22%, estabilidade e 4%, queda em relação a 2019 (ABINEE, 2019).

Sob a perspectiva de crescimento, é possível apontar a hipótese de que números tão expressivos podem incentivar o surgimento de novas indústrias, que buscarão aumentar sua parcela de participação no mercado provocando um cenário mais competitivo. Portanto, nesta circunstância as exigências dos clientes aliadas da competitividade global fazem com que as empresas sejam forçadas a melhorar a qualidade com custos menores (PORTER, 2009). Nesse contexto, segundo Bowersox *et al.* (2007), a redução do *lead time* (tempo de atravessamento de uma determinada tarefa), se torna uma grande vantagem competitiva, considerando-a como ferramenta da melhoria contínua.

A programação da produção assume grande importância no ganho de competitividade de uma organização pois, segundo Corrêa *et al.* (2017), ela dita o que, quanto, quando e com que recursos produzir e/ou comprar.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O presente trabalho foi realizado com base na necessidade de melhorar a programação da produção da fábrica de fios esmaltados de uma empresa fabricante

de equipamentos elétricos. A empresa utiliza o fio esmaltado como matéria-prima para a produção do transformador. Parte desses fios é produzida internamente e o excedente da capacidade é comprado de fornecedores. O objetivo da fábrica interna de fios é atender a demanda, reduzir o tempo de ressuprimento dos fios esmaltados comprados e reduzir custos relacionados à compra dos fios esmaltados. A planta conta com duas máquinas, que serão denominadas máquinas M1 e M2, cada uma dispõe de duas linhas de produção, M1L1, M1L2, M2L1 e M2L2, e operam intermitentemente, 24h por dia, sete dias por semana.

O sistema atual de programação da produção da fábrica em estudo, leva em consideração a demanda total do mês e mostra de maneira detalhada o saldo em estoque de 16 dias úteis. O fio esmaltado é comprado apenas quando a demanda excede a capacidade de produção interna. O atual modelo acaba gerando dois principais problemas: má alocação de verba e/ou falta de material. Os dois estão relacionados a uma falha no sistema, pois o mesmo possibilita ver “quanto”, mas não “quando” o material será necessário no período. Dessa maneira, o primeiro problema ocorre quando o material é comprado fora do período desejável, podendo ser muito antes do consumo, acumulando estoque, ou após a demanda, ocasionando o segundo problema que é a falta de material. Esse problema pode ocorrer também em virtude da sequência de produção, pois devido às restrições de possuir quatro linhas, não é possível atender a demanda de cinco bitolas diferentes, por exemplo. Reforçando mais uma vez a necessidade de um horizonte de planejamento maior do que o atual de 16 dias úteis, pois assim seria possível realizar a programação de acordo com as datas de demanda, reduzindo tempo de *setup* das máquinas e sucata gerada a cada troca de bitola.

Em vista do exposto até o momento, apresenta-se a seguinte pergunta de pesquisa: De que maneira o PCP pode aumentar a produtividade e reduzir custos de uma linha de produção de fios esmaltados?

1.2 OBJETIVOS

Taylor (1907) propõe em seus estudos científicos dos processos, o método ideal para os colaboradores executarem as operações e assim aumentarem sua produtividade. Produtividade é definida por King *et al.* (2012) como a razão entre as saídas e entradas do sistema ou processo. Sendo consideradas saídas os produtos

acabados ou produtos intermediários da etapa para a próxima etapa de manufatura. Já para as entradas, são considerados todos os produtos transformadores (energia elétrica, matéria prima, insumos, horas trabalhadas por cada colaborador). Slack (2018) corrobora essa definição afirmando que a produtividade é a razão entre a produção de uma operação e o que é necessário para essa produção.

Deste modo, o objetivo deste trabalho é aplicar ferramentas e métodos de Planejamento e Controle de Produção em uma fábrica de fios esmaltados visando aumentar a produtividade e redução de custos do processo.

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como principal objetivo avaliar a implantação de um novo modelo para a programação da produção de fios esmaltados, com base nos conceitos do MRP visando reduzir os custos de fabricação e aumentar a produtividade de uma fábrica de fios esmaltados com processo intermitente de três turnos de uma indústria de equipamentos elétricos situada no norte do estado do Paraná.

1.2.2 Objetivos específicos

De maneira a alcançar o objetivo principal proposto no trabalho os objetivos específicos abaixo deverão ser cumpridos.

- a) OE1: Simular a programação de produção para os fios esmaltados por um período de quarenta e cinco dias;
- b) OE2: Implementar a programação de produção por vinte e um dias e acompanhar os resultados;
- c) OE3: Adequar as ferramentas de programação de produção;
- d) OE4: Avaliar o impacto nos custos de fabricação e na produtividade.

1.3 JUSTIFICATIVA

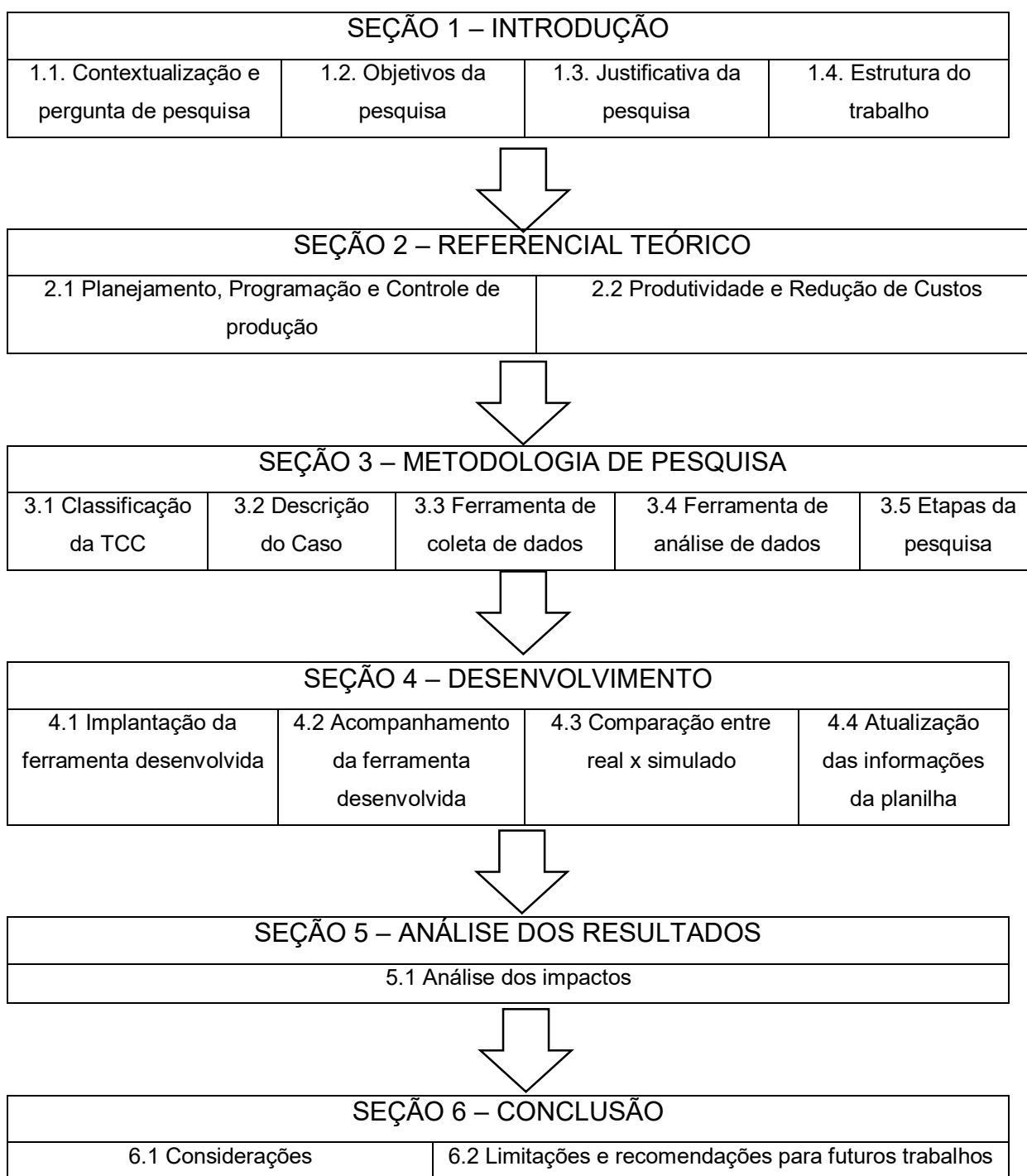
Sob a perspectiva acadêmica, este trabalho justifica-se pelo fato de possibilitar à academia analisar os resultados da implantação de uma ferramenta de programação da produção em uma planilha baseada em um MRP, que foi aplicada em um processo intermitente de três turnos em uma fábrica interna de fios esmaltados de uma organização de grande porte.

A partir da ótica profissional, a possibilidade de identificar restrições, capacidades e implementar melhorias no processo provocando o aumento da produtividade e redução de custos no setor, justifica a realização deste trabalho.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi estruturado em seis seções. A primeira seção apresentou introdução da pesquisa, especificando o contexto econômico e acadêmico do processo estudado resultando no problema de pesquisa, objetivos, justificativa, a estruturação do documento, a segunda seção trará o embasamento teórico dividido em dois tópicos, a seguir a terceira seção irá expor a metodologia de pesquisa utilizada, já na quarta seção, será apresentado o desenvolvimento do trabalho dividido em quatro tópicos, a análise dos resultados é encontrada na quinta seção, ficando para a seção seis a conclusão do presente trabalho. A figura 1 apresenta a estrutura do TCC.

FIGURA 1 - ESTRUTURAÇÃO DO TCC



FONTE: o autor (2019).

2 REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo apresenta o embasamento teórico, seus conceitos, e a perspectiva de diversos autores e como as mesmas convergem em relação ao tema central do trabalho: Planejamento e Controle da Produção.

2.1 PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

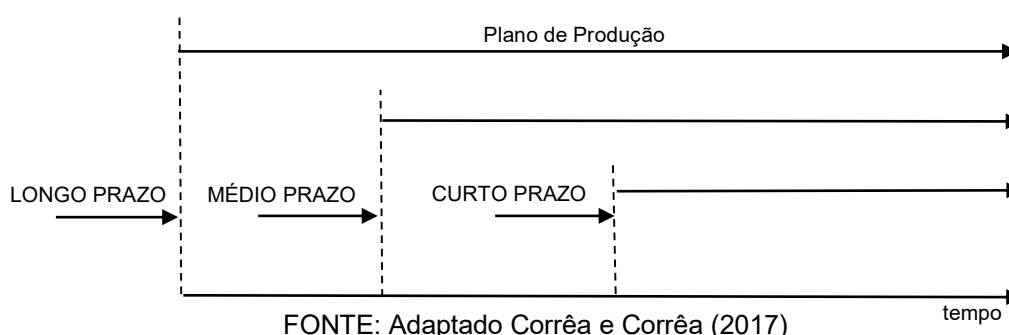
De acordo com Tubino (2007), o Planejamento e Controle de Produção (PCP) é o setor responsável por decidir o que, como, quanto, onde e quando produzir. É responsável também por garantir todo o fluxo da produção dentro de uma organização integrando os demais setores da empresa à produção. Cabe ao PCP elaborar um Sequenciamento de produção adequado considerando todos os recursos e limitações existentes de forma a melhorar os níveis de estoque. Segundo Slack *et al.* (2018), o estoque pode ser definido como o acúmulo de recursos armazenados em um sistema de transformação, ou seja, é qualquer recurso pertencente a uma organização, que por algum motivo, está armazenado para uso futuro. De acordo com Corrêa *et al.* (2017), o planejamento dos níveis adequados de estoques de matérias-primas e a programação das atividades de produção são de suma importância para que a organização não arque com a compra excessiva e obsolescência de materiais, ou com a escassez desses recursos. Por conseguinte, se faz necessário ter uma política de estoque adequada (NOGUEIRA, 2012).

De acordo com Santo; Batalha (2010), empresas que possuem o PCP bem estruturado e desenvolvido, dificilmente apresentam gargalos no processo produtivo, visto que esperasse que haja, com antecedência, um controle de entrada e saída de materiais bem como uma previsão de todas as atividades a serem realizadas. Assim sendo, essa área precisa ser explorada como ponto chave para a competitividade das organizações, visto que as atividades do PCP estão presentes nos três níveis hierárquicos de planejamento e controle das atividades produtivas de um sistema de produção, que são eles o estratégico, tático e operacional. Moreira (2012), completa esta linha de pensamento expressando que a organização deve estender esse planejamento em três horizontes de tempo: longo, médio e a curto prazo, considerando as demandas, recursos e capacidades nesses três períodos.

No nível estratégico, são definidas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa pela alta gerência e o PCP auxilia na tomada de decisão através da

formulação do Planejamento Estratégico da Produção, e da elaboração de um Plano de Produção. No nível tático, são estabelecidos os planos de médio prazo para a produção, em que cabe ao PCP desenvolver o Planejamento-Mestre da Produção (MPS). No nível operacional, são preparados os programas de curto prazo de produção e realizado o acompanhamento dos mesmos, o PCP prepara a Programação da Produção administrando estoques, sequenciando as linhas, emitindo e liberando as Ordens de Compras, Fabricação e Montagem, além de executar o Acompanhamento e Controle da Produção (TUBINO, 2007). A partir da Figura 2 verifica-se que as decisões a serem tomadas no período futuro dependem do período imediatamente anterior, isto ocorre devido à coerência que deve haver entre as decisões entre os três níveis de planejamento.

FIGURA 2 – DINÂMICA DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO



Para Chiavenato (2008), não deve haver espaço para improvisos em excesso e contínuos no cotidiano industrial de organizações que almejam alcançar seus objetivos corporativos e que deve-se buscar implementar a visão e cultura de aumentar a eficiência e a eficácia da empresa. Segundo o autor, a eficiência ocorre quando os recursos da organização são utilizados da melhor maneira possível para se alcançar o objetivo, enquanto eficácia significa apenas o alcance dos objetivos propostos pela empresa. Complementa ressaltando a importância do PCP, do controle adequado de sua produção e do planejamento estratégico da mesma.

Para que essas atividades obtenham sucesso é necessário que a comunicação e a logística da informação sejam rápidas e efetivas. Segundo Corrêa *et al.* (2017), muitas empresas não conseguem atingir esse sucesso, seja pela indisponibilidade do sistema de informações bem desenhado e implantado, ou pelo mau uso desses sistemas.

Nesses casos, uma das alternativas seria a utilização de *softwares* de gerenciamento de produção e estoques, denominados ERP's (*Enterprise Resource Planning*) e os MRP's (*Material Requirement Planning*). Essas ferramentas permitem a integração entre todos os setores da empresa, permitindo a troca rápida de informações entre eles, para que as necessidades sejam atendidas no prazo, com a qualidade e as características desejadas. O prazo de entrega está diretamente relacionado com a capacidade da fábrica de produzir o pedido. A capacidade possui três classificações (longo, médio e curto prazo) e é desenvolvida paralelamente ao planejamento de materiais sendo considerada uma atividade crítica, pois sua falta ou excesso acarreta em estresses, custos adicionais e a não obtenção de todos os benefícios do planejamento previamente realizado.

Por mais bem planejada que seja a programação, nem sempre a sua execução será como prevista, pois podem ocorrer fenômenos incontrolláveis que afetam diretamente na produtividade da programação, por exemplo, quebra de máquinas, absenteísmos, problemas de qualidade, falhas de comunicação. Os ERP's em geral não conseguem "enxergar" esses problemas antes que eles tenham ocorrido e muitas vezes não suprem a necessidade da empresa quanto à correção e prevenção destes fatores. Uma possibilidade para minimizar o impacto desses fatores seria a utilização de um *software* que complemente essas informações coordenadas e detalhadas dos eventos de chão-fábrica, na medida em que ocorrem, dessa forma permitindo ao programador uma tomada de decisão mais rápida, minimizando os impactos desses fenômenos. Existem algumas ferramentas tecnológicas, não disponíveis na organização estudada, que poderiam atender a essas necessidades, entre elas estão o MES e o APS.

Segundo Chase, *et al.* (2006), o MES (*Manufacturing Execution System*) pode ser definido como um sistema de informações que programa, despacha, rastreia, monitora e controla a produção no chão-de-fábrica. Considerada uma das tecnologias da Indústria 4.0, permite fazer uma comparação entre aquilo que estava inicialmente planejado em termos de produção e o que foi efetivamente executado de maneira holística e em tempo real. Porém as maiores barreiras para sua implantação é o alto custo e a resistência de culturas operacionais existentes para o seu funcionamento correto.

Já as ferramentas APS (*Advanced Planning & Schedule*) são sistemas de planejamento avançado da produção, complementares aos ERPs, que auxiliam a

gestão da produção e conseqüentemente as tomadas de decisão. Foram desenvolvidos a partir do surgimento de processos complexos e da necessidade de mantê-los operando a níveis satisfatórios. Um dos objetivos principais dos sistemas APS é a determinação exata da programação de produção, considerando as principais restrições referentes à disponibilidade de recursos (capacidades, materiais, mão de obra).

Nesse sentido Jürgen Kletti (2007) afirma que amplos esforços estão sendo feitos constantemente no intuito da colaboração e integração da utilização da informação e acredita que o uso sistemático de *softwares* auxiliares em ambientes de produção industrial proporciona um vultoso valor agregado, transparência, flexibilidade e maior produtividade.

2.1.1 Planejamento estratégico da produção

Mudanças rápidas que ocorrem tanto nos ambientes econômico, social, político e tecnológico, dentre outras razões, levam ao aumento da atenção que as empresas vêm dando a estratégia empresarial. De acordo com Nascimento (2006), a empresa somente conseguirá se desenvolver e manter-se competitiva se conseguir ajustar-se rapidamente à esse cenário, e o planejamento estratégico é uma técnica para que tais ajustes sejam feitos com inteligência. O Planejamento Estratégico estimula a alta gerência a pensar em termos do que é importante ou relativamente importante, e também o foco em assuntos de relevantes. Por ser um instrumento mais flexível que o Planejamento em Longo Prazo, o Planejamento Estratégico torna-se um elemento chave para a seleção da estratégia organizacional pois foca em apenas algumas características e medidas a serem tomadas, ao contrário do Planejamento a Longo Prazo que é abrangente demais e tenta estabelecer planos muito antes de serem necessários ou executados.

O Planejamento Estratégico se mostra uma ferramenta de tecnologia gerencial importantíssima e que sua não utilização pode colocar a empresa em desvantagem, visto que a concorrência potencialmente estará fazendo uso deste tipo de planejamento.

O Planejamento Estratégico é elaborado pela alta gerência da organização em face de dados informados pelos três principais setores: financeiro, comercial e produção. Respectivamente, os dados são referentes à saúde financeira,

sustentabilidade do negócio, previsão de vendas e capacidades de produção. A partir dessas informações busca-se maximizar os resultados das operações e minimizar os riscos nas tomadas de decisões. Como os impactos das decisões são de longo prazo, a empresa deve entender os limites de suas forças e habilidades no relacionamento com o meio ambiente, de maneira a criar vantagens competitivas em relação à concorrência, aproveitando-se de todas as situações que lhe trouxerem ganhos (TUBINO, 2007). Para Kaplan & Norton (1997), para entender o planejamento estratégico, como uma das ferramentas gerenciais mais utilizadas, é preciso definir as palavras que compõe este conceito separadamente. Segundo Teixeira e Alonso (2014), o planejamento estratégico é tratado como uma ferramenta da gestão que permite identificar possíveis oportunidades e ameaças presentes no ambiente em que a empresa exerce suas atividades. Já Fontes Filho (2006), define que o planejamento estratégico possibilita estabelecer um rumo a ser seguido pela empresa, desde determinar/identificar seu Sistema de Produção e a classificação do mesmo e possibilitar a elaboração dos planejamentos de médio e curto prazo da organização.

2.1.2 Sistemas de Produção

Segundo Vollman *et al.* (2006), o sistema produtivo é uma entidade que organiza e direciona o uso de uma gama de recursos tecnológicos, econômicos, humanos, físicos e financeiros em materiais, equipamentos, instalações, processos, procedimentos, visando transformar recursos naturais, obtidos direta ou indiretamente através de seus fornecedores, em produtos que atendam às necessidades de seus consumidores, agregando valor através do trabalho humano, de outros recursos naturais e de bens e serviços, concomitantemente ao atendimento, em distintos graus e naturezas, às demandas sociais, econômicas e financeiras do universo de agentes envolvidos.

Para Buffa *et al.* (1987), o sistema produtivo é o meio pelo qual ocorre a transformação dos recursos de entrada (*input*) em bens e serviços úteis como saídas (*output*), de igual maneira para Sipper *et al.* (1997) que definem um sistema de produção como sendo qualquer coisa que, por meio de processos, transforma um *input* em um *output* com certo valor agregado. Segundo Slack (2009), *inputs* são os recursos que são tratados, transformados ou convertidos de alguma forma, o *input* (entrada) refere-se a todo tipo de recurso que vai entrar por um determinado processo

com finalidade de produzir algo novo. Em que é fundamental que o controle no *input* ocorra de modo preciso, pois todas as atividades de produção a vir subsequente dependem destas informações. É possível entender melhor o conceito de Sistema de Produção a partir da Figura 3.

FIGURA 3 – MODELO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO



FONTE: Adaptado Slack *et al.* 1997

De acordo com Tubino (2007), o sistema produtivo adotado pela empresa tem ligação direta com o nível de complexidade para a elaboração e execução do planejamento e controle da produção.

2.1.3 Classificação dos Sistemas de Produção

De acordo com Lustosa *et al.* (2009), com o intuito de facilitar a compreensão de suas características e a relação entre as atividades produtivas, os sistemas de produção são classificados de diversas maneiras, conforme é apresentado no Quadro 1.

QUADRO 1 - CLASSIFICAÇÕES DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

TIPO DE CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Grau de padronização dos produtos	• Produtos padronizados • Produtos sob medida ou personalizados
Tipo de Operação	• Processos contínuos (larga escala) • Processos discretos • Repetitivos em massa (larga escala) • Repetitivos em lote (<i>flow shop</i>, linha de produção) • Por encomenda (<i>job shop</i>, <i>layout</i> funcional) • Por projeto (unitária, <i>layout</i> posicional fixo)
Ambiente de produção	• <i>Make-to-stock</i> (MTS) • <i>Assemble-to-order</i> (ATO) • <i>Make-to-order</i> (MTO) • <i>Engineer-to-order</i> (ETO)
Fluxo dos processos	• Processos em linha • Processos em lote • Processos por projetos
Natureza dos produtos	• Bens • Serviços

FONTE: Adaptado Lustosa *et al.* 2009

A necessidade de classificar os sistemas de produção está ligada à resposta ao mercado, a variedade e a quantidade do resultado final da transformação, pois essas variáveis interferem, por consequência, nas atividades de planejamento e controle da produção.

Russomano (2000), classifica de forma mais específica, dividindo os sistemas de produção em três tipos: contínuo, intermitente e construção de projetos. Dessa maneira, compara as principais características de um sistema com destaque na relação entre os tempos de preparo dos equipamentos e de operação, a quantidade de produtos, a capacidade ociosa, a arrumação das máquinas, a qualificação dos operários, o fluxo de produção e a quantidade de material em processamento.

Por existirem sistemas produtivos altamente complexos, uma forma de gerenciá-los é através dos chamados sistemas de planejamento e controle da produção, que são responsáveis por planejar, coordenar, dirigir e controlar a produção.

2.1.4 Planejamento Mestre de Produção - MPS

De acordo com Corrêa *et al.* (2017), o MPS - *Master Production Schedule* (Planejamento Mestre de Produção) converte a previsão de demanda e a carteira de pedidos em um plano de produção para produtos finais.

Essa conversão ocorre em ciclos de planejamento em que são definidos, respeitando as restrições de capacidade e disponibilidade de recursos, quais produtos acabados, em qual quantidade e em qual período fabricar (FERNANDES, 2010). O MPS tem também a função de avaliar as necessidades imediatas de capacidade produtiva, e servirá para definir eventuais compras necessárias, bem como estabelecer prioridades entre os produtos na programação (ROCHA, 2011).

Por fim, Akillioglu, *et al.* (2013), ressaltam que o MPS pode auxiliar na redução do *lead time* de entrega dos produtos, atendendo de maneira mais eficiente às necessidades do mercado consumidor.

Segundo Slack *et al.* (2009) o MPS é elaborado a partir de informações com escala de tempo que possuem, para cada produto final, as informações de demanda e estoque disponível atual. Ainda de acordo com o autor, o MPS tem como atividade a gestão de pedidos, visto que de posse das informações referente a capacidade produtiva e disponibilidade de materiais, durante o processo de entrada de pedido, possibilita saber se a empresa é capaz ou não de cumprir o prazo estipulado pelo cliente, visando garantir o atendimento do pedido desde o processo de vendas.

2.1.5 Planejamento das necessidades de materiais

Como descrito por Gaither (2011), estoques são necessários, mas a discussão é acerca de quanto estoque manter, pois além da importância estratégica, a manutenção de estoques reduz custos como, emissão de pedido, custos de falta de produtos ou materiais, custos de aquisição, custo da qualidade na partida, entre outros. De forma geral, manter o controle dos níveis de estoque, além de reduzir o risco de erros por excesso ou falta de materiais, consequentemente acarreta em redução de custos relacionados aos mesmos e consequentemente produz lucro às organizações, no entanto ainda existe muito espaço para melhorias e desenvolvimento nessa importante área, como afirma (MITTELO, 1999). Para o controle dos níveis de estoque é indispensável, após a elaboração do MPS, calcular a necessidade de materiais para cumprir com o planejamento previamente definido. É comumente realizado nessa etapa o uso do *software* MRP (*Material Requirements*

Planning), que devidamente parametrizado, auxilia na tomada de decisão quanto à gestão de estoque e garante a disponibilidade de itens comprados ou manufaturados no momento exato da produção (LUSTOSA, 2008; CORRÊA, 2017).

Segundo Vollmann et al. (2006), para um funcionamento adequado do MRP é necessário que duas entradas básicas sejam corretamente fornecidas. A primeira, é a ficha técnica do produto que apresenta qualitativa e quantitativamente os materiais que são necessários como componentes diretos. A segunda entrada básica é o *status* ou nível do estoque. Segundo Martins (2006), o MRP surgiu da necessidade de se planejar o atendimento da demanda dependente, isto é, aquela que decorre da demanda independente.

2.1.6 Sequenciamento e Planejamento, programação e controle de curto prazo

De acordo com Slack *et al.* (2018), será difícil realizar grandes mudanças no curto prazo devido a alocação da maioria dos recursos já ter sido previamente empreendida, então se faz necessário um monitoramento detalhado das atividades. Nesse nível de criticidade as demandas deverão ser desagregadas e tratadas individualmente fazendo considerações ocasionais dos objetivos operacionais.

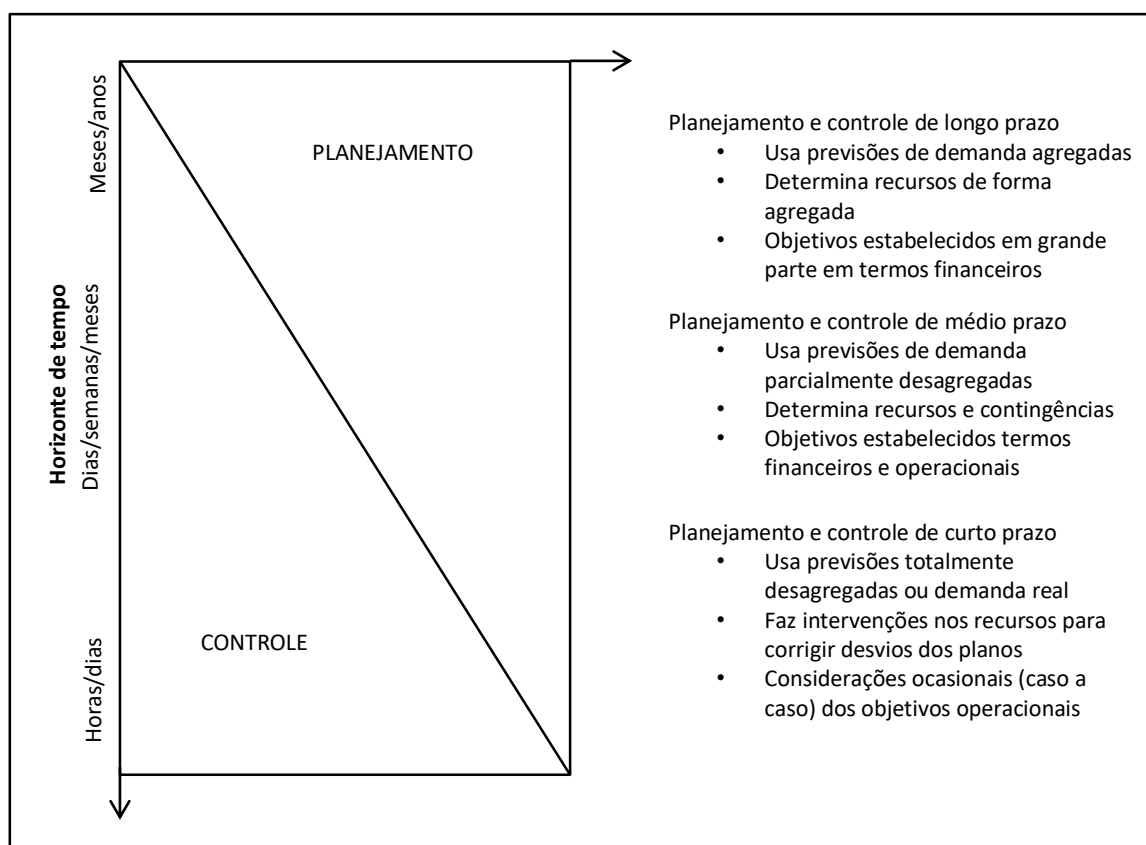
“No sequenciamento de produção, quanto maior for a similaridade das atividades que sucedem uma das outras, menores serão os tempos de setup, o equipamento será utilizado de forma mais eficiente, teremos uma redução do trabalho em processo e assim, aumento da produtividade e redução da ociosidade. Esta ação do Planejamento e Controle de Produção visa obter continuamente a melhor série de produção, buscando sempre a melhoria continua e eliminação de perdas no decorrer do processo, de modo que otimize a hora homem e hora máquina.” (SABOUNI E LOGENDRAN, p.8-22, 2013).

Dessa forma, caso o processo não ocorra conforme planejado, decisões deverão ser tomadas analisando o cenário atual visando minimizar impactos causados pelo desvio do processo. Tubino (2007), corrobora afirmando que a finalidade do controle e acompanhamento da produção é realizar uma ligação entre o planejamento e a execução das atividades operacionais, identificando os desvios da programação para fornecer ao responsável, informações para realizar a correção. No longo prazo,

o planejamento é estratégico a nível gerencial e os objetivos são muitas vezes estabelecidos em termos financeiros. No médio prazo, há a inclusão de termos operacionais e é utilizado previsões de demanda parcialmente desagregadas para estabelecer os objetivos. No curto prazo, é exigido tomada de decisão rápida e é utilizado previsões totalmente desagregadas ou demanda real, podendo ser necessário intervenções nos recursos para corrigir desvios dos planos traçados anteriormente. A partir da Figura 4 é possível verificar com mais detalhes como as atividades de planejamento e controle, estão relacionadas com o tempo.

Ainda no curto prazo, o sucesso do controle está altamente ligado ao sequenciamento da produção, em que este é caracterizado por determinar qual tarefa deve iniciar primeiro na máquina ou no centro de trabalho.

FIGURA 4 - IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO OU CONTROLE



FONTE: – Adaptado de Slack (2018)

Existem diversos critérios de sequenciamento e variam de acordo com a necessidade da organização e seu segmento. Chase *et al.* (2006), cita:

- FCFS (*first come, first served*): Primeira tarefa que entra, primeira a ser atendida/executada;
- SOT (*shortest operating time*): Executar primeiro a tarefa com o menor tempo de operação;
- DDATE (*due date – earlist due date list*): Executar primeiro a tarefa com data de entrega mais próxima;
- STR (*slack time remaining*): Executar primeiro a tarefa com folga mais curta;
- STR/OP (*slack time remaining per operation*): É executada primeiro a tarefa com o tempo de folga mais curto por números de operações;
- CR (*critical ration*): A tarefa com a menor razão crítica é executada primeiro;
- LCFS (*last come, first served*): Última tarefa que entra, primeira a ser atendida/executada;
- Ordem Aleatória: O supervisor e/ou operador escolhe qual tarefa executar primeiro.

2.2 PRODUTIVIDADE E CUSTOS

O conceito de produtividade evoluiu de uma abordagem unidimensional para um enfoque sistêmico. Uma das formas mais utilizadas para indicar o sucesso de uma operação é medindo sua produtividade. Produtividade é a razão entre a produção de uma operação e o que é necessário para essa produção. Ao nível da operação, revela o conceito taylorista de aumento da capacidade produtiva dos recursos comprometidos numa operação. Ao nível organizacional, reflete a relação entre o faturamento e os custos totais, denominada por FALCONI CAMPOS (1989) de taxa de valor agregado, e engloba desde os fornecedores até os clientes, fechando a cadeia produtiva. Ao nível da nação, reflete o conceito de renda per capita. Esse conceito pode ser melhor definido conforme a equação (1).

$$Produtividade = \frac{Output \text{ (saída) da operação}}{Input \text{ (entrada) na operação}} \quad (1)$$

O aumento da produtividade pode estar relacionado com a utilização adequada dos recursos, minimizando os desperdícios que acarreta de forma sistêmica em uma redução dos custos. Segundo Slack (2018), uma produção eficaz, com

abastecimento de materiais na quantidade e qualidade correta, no momento e locais necessários, gera redução de custos, pois não há excessos de estoques e nem espera dos clientes.

Segundo Moreira (2012), a produtividade diz respeito ao aproveitamento dos recursos disponíveis, de forma a quantificar o que se consegue produzir, em relação à quantidade de recursos disponíveis.

O custo é considerado um *input* para o cálculo da produtividade. A redução do custo de fabricação é possível através de um sequenciamento de produção melhorado que levará ao aumento da produtividade. Dessa forma, uma das maneiras de melhorar a produtividade é reduzir custos de seus *inputs* mantendo o nível de seus *outputs*, através do sequenciamento de produção.

Slack (2018), corrobora afirmando que os custos são afetados pelo equilíbrio entre capacidade e demanda. Níveis de capacidade excedente da demanda podem significar capacidade ociosa e, portanto, alto custo unitário. Dessa forma, Slack (2018), completa afirmando que quanto menor o custo de prestar e entregar serviços e produtos, menor pode ser o preço pago pelos clientes, ou seja, é possível maximizar o lucro a partir da minimização dos custos, melhorando constantemente seus processos, operações e produtos, atendendo à exigência do mercado por indústrias flexíveis, confiáveis e que possuam qualidade em seus produtos, tornando a administração do custo uma ferramenta estratégica das organizações que almejam ser competitivas.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DO TCC

Quanto à sua natureza, esse estudo classifica-se como pesquisa aplicada, uma vez que possui como objetivo principal a geração de conhecimentos relacionados à aplicação prática para a solução de problemas específicos (SILVA, 2005).

Em relação ao seu objetivo, classifica-se como exploratória, pois se pretende explorar o uso de uma ferramenta do Planejamento, Programação e Controle da Produção em um determinado contexto previamente escolhido pelo autor. (SILVEIRA e GERHARDT, 2009).

Sua abordagem é classificada como quantitativa, por centrar-se na objetividade, por possuir resultados que serão devidamente quantificados e que serão devidamente coletados por meio de um procedimento técnico específico. Quanto aos procedimentos técnicos (estratégia de pesquisa), o trabalho classifica-se como estudo de caso. Segundo Gil (2008), o estudo de caso caracteriza-se pelo estudo intenso de um ou de poucos elementos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado pelo elemento de estudo, tarefa praticamente inviável a outros tipos de metodologias. Sendo a principal função do estudo de caso, uma tentativa de esclarecer o motivo pelo qual a solução ou conjunto de soluções foram resolvidas, como foi realizado e como os resultados foram obtidos (MIGUEL, 2007).

3.2 DESCRIÇÃO DO CASO

A fábrica de fios que serviu como objeto de estudo para a realização deste trabalho pertence a uma empresa de manufatura que integra um grupo com mais de 50 anos de fundação e tem sede na região norte do estado do Paraná, sendo considerada uma das maiores fabricantes de equipamentos elétricos do país.

Os fios manufaturados na fábrica citada têm como objetivo atender a demanda da fábrica que manufatura o produto final da organização. Dessa forma é imprescindível que a fábrica de fios tenha níveis de estoque do produto final (fio esmaltado) adequados para que seu cliente não sofra com a escassez do produto que utiliza como matéria prima.

Teve como participantes envolvidos um técnico de fios, operadores das máquinas do processo dos três turnos e o estagiário do setor de PCP do curso de Engenharia de Produção.

A sistematização da programação da produção por meio de uma planilha integrada aos dados obtidos do sistema da empresa e apontamentos realizados pelos operadores foi de três meses. No entanto, para a implantação no sistema da organização, esse processo é de no mínimo seis meses. Tendo como *lead time* nove meses, desde a concepção da ideia, adequação, e sua efetiva utilização no sistema da organização.

O processo de coleta de dados é composto pelo relatório analítico de fios e folhas de sequenciamento de produção que apontam a produção, paradas e demais eventos ocorridos em cada linha das máquinas analisadas. Esse apontamento é feito pelo operador da máquina ao final do seu turno e compilado em uma planilha de controle pelo estagiário de PCP.

3.3 FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS

Visando o cumprimento do objetivo da pesquisa, a coleta de dados se mostra como parte fundamental de um projeto de pesquisa, visto que dela serão extraídas as informações que direcionarão a pesquisa (NASCIMENTO, 2007).

Para o presente trabalho, serão utilizados como ferramentas de coleta de dados os seguintes documentos:

- a) Relatório analítico de fios: que aponta de maneira visual o estoque de cada bitola de fios;
- b) Sequenciamento de produção: que indica qual a sequência da programação de produção;
- c) Ordem de produção de fios: indica a quantidade, máquina, linha e qual bitola será produzida.

Estes documentos podem ser verificados com mais detalhes na seção dos Apêndices.

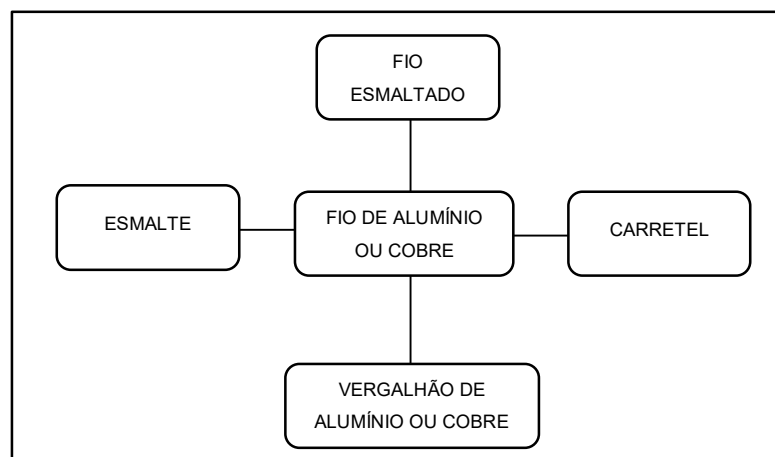
3.4 FERRAMENTA DE ANÁLISE DE DADOS

Para Slack *et al.* (2018), o MRP contribui com agilidade tornando-se uma poderosa ferramenta para que as empresas possam calcular as reais necessidades de matérias primas a qualquer momento do planejamento e controle da produção. De forma a atender esta demanda, é utilizado a administração do estoque junto aos pedidos que já foram confirmados pelos clientes. Se bem aplicada nos processos de produção, é possível obter uma redução das paradas das linhas de produção e custos de mão de obra operacional agregada, devido à flexibilidade e agilidade.

Para obter como saída a programação da produção de fios esmaltados, é utilizado como entrada a árvore do produto, estoques projetados e demanda confirmada.

Para Lustosa *et al.* (2008), na árvore do produto, os itens são agrupados em módulos ou subconjuntos que compõem o produto. Dessa forma, um item “pai” é composto por itens “filhos”. Considerando o fio esmaltado o item “pai”, teremos como itens “filhos” o vergalhão de (alumínio ou cobre), o esmalte e o carretel. A Figura 5 apresenta a árvore do produto de um fio esmaltado.

FIGURA 5 - ÁRVORE DO PRODUTO DE UM FIO ESMALTADO



FONTE: o autor (2019).

Para o cálculo do estoque projetado, Lustosa *et al.* (2008), sugere o cálculo das necessidades líquidas (NL), no entanto ressalta que as etapas devem ser seguidas em todos os níveis da estrutura do MRP, do nível mais alto para o mais baixo. As NL são obtidas a partir da diferença entre as necessidades brutas (NB), estoque disponível (ET) e recebimentos programados (RP), conforme expresso pela equação (2).

$$NL = NB - ET - RP \quad (2)$$

As necessidades brutas (NB), que são originadas da demanda independente e são automaticamente emitidas aos itens filhos a partir do cálculo do MRP. Em seguida são identificados os níveis do estoque disponível (ET) do item e os recebimentos programados (RP). Finalmente, é estabelecido o plano de ordem de produção (OP), que deverá atender a demanda considerando as informações levantadas anteriormente.

Para a produção dos fios esmaltados, foi analisada a demanda dos próximos sessenta dias e com base na política de estoques da organização e capacidade de fabricação, realizou-se a programação da produção e emissão de pedidos de compra para os casos em que a capacidade de produção foi excedida.

Para analisar a eficiência da programação de produção, foi realizada, semanalmente, a partir das informações apontadas na Ordem de Produção (Apêndice B) e planilhas de controle (Apêndice C) uma comparação entre o que foi programado e o que ocorreu. A partir das Ordens de Produção foi possível obter os tempos de parada das linhas e a causa da mesma, bem como o saldo de cada turno. Essas informações foram compiladas e serão apresentadas na seção 5. Do Apêndice C, tornou-se viável a comparação entre produção diária prevista e real que aliada às informações presente nas Ordens de Produção, permitiu analisar com mais assertividade os dados obtidos.

Dessa forma foi possível ajustar as capacidades das máquinas, aumentando cada vez mais a precisão da programação.

3.5 ETAPAS DA PESQUISA

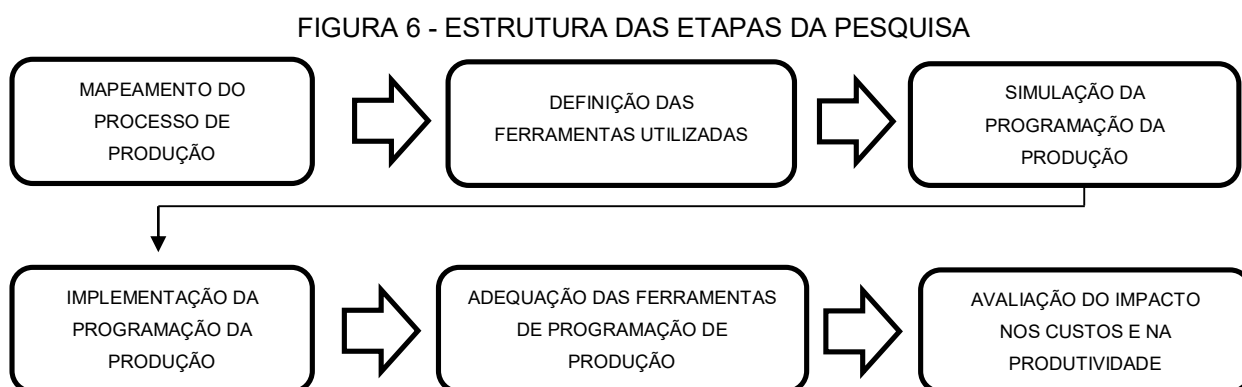
O presente trabalho traz a estrutura sistemática das etapas da pesquisa e o mapeamento do processo de forma a elucidar, respectivamente, as limitações e fases para direcionar os esforços de pesquisa.

Inicialmente, foi realizada uma análise do processo atual, modelo atual da programação, capacidades das máquinas e um maior entendimento dos materiais programados. Após alguns dias de programação, alguns pontos passíveis de melhoria

foram identificados, dentre eles o horizonte de demanda, restrição das linhas de esmaltagem para algumas bitolas de fio e ausência de dados da produção diária.

A partir de uma reunião com as partes interessadas, informações sobre as necessidades de programação da produção foram obtidas. A partir dessa troca de informações, teve início a elaboração de ferramentas para a programação de produção. Foram desenvolvidas duas planilhas: “Planejamento de Fios Esmaltados – Demanda detalhada”, e “Sequenciamento de produção”. A primeira permite aos setores de PCP e Planejamento de Materiais visualizarem um horizonte de sessenta dias, já a segunda permite aos operadores acompanharem as bitolas em produção, bem como realizar apontamentos de eventos ocorridos em seus turnos. Nessa etapa ocorreu também modificações em outras planilhas de controle para melhorar gestão da programação e planejamento de produção e compra de fios.

Estabelecidas e executadas as melhorias, o próximo passo foi a realização do acompanhamento diário da produção, recebimento de *feedback* dos operadores das linhas e apontamento na planilha das informações obtidas no chão de fábrica. A Figura 6 apresenta a estrutura das etapas da pesquisa.



FONTE: o autor (2019).

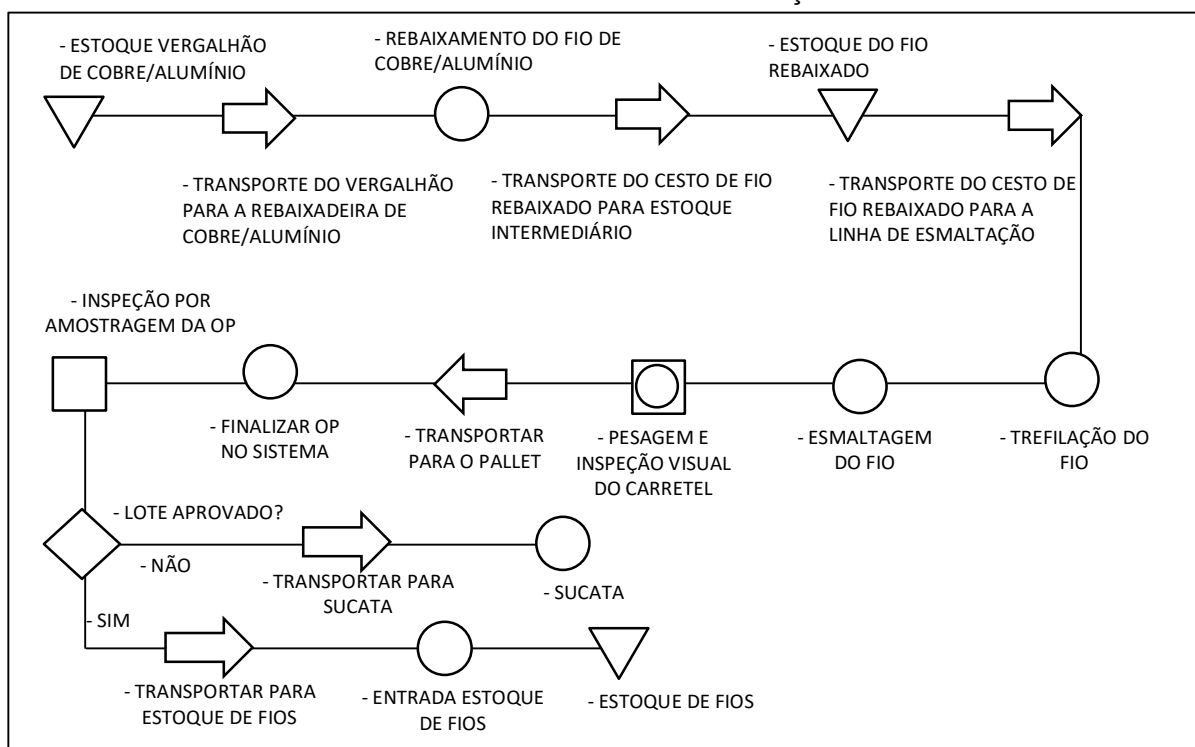
A produção de fios esmaltados é composta pelas seguintes etapas: rebaixamento do vergalhão, trefila dos fios, esmaltagem. É possível ver mais detalhes na Figura 7, estando sua legenda no Quadro 2.

A primeira etapa consiste em rebaixar os vergalhões (que podem ser de alumínio ou de cobre), ou seja, transformá-los de matéria-prima para produto intermediário. Após essa etapa, os fios ficam em cestos aguardando sua utilização nas máquinas de esmaltagem.

As máquinas M1 e M2 possuem duas linhas, e cada linha duas etapas. A primeira etapa consiste em trefilar os fios rebaixados de acordo com o diâmetro desejado. Uma das restrições identificadas nessa etapa é a de que das dez bitolas produzidas, as quatro maiores são produzidas apenas na máquina M2 e as duas menores bitolas apenas na máquina M1. As demais bitolas podem ser produzidas em qualquer linha das duas máquinas. De maneira geral, as bitolas mais finas tendem a apresentar menor produtividade nas máquinas, pois precisam passar mais vezes nas feiras da trefila até estarem no diâmetro desejado.

De forma contínua o fio entra na segunda etapa para receber o esmalte, este responsável por dar ao fio propriedades isolantes. E após doze passagens pelo esmalte, o fio está pronto para ser utilizado. As ordens são divididas em carretéis de 15 kg e são produzidas de acordo com a demanda. Após a produção, uma amostra de 10% passa por ensaios antes de serem liberados para a fábrica.

FIGURA 7 - MAPEAMENTO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE FIOS ESMALTADOS



FONTE: o autor (2019).

QUADRO 2 – SÍMBOLOS PADRÕES PARA MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Símbolo	Atividade
---------	-----------

	Operação, tarefa ou atividade de um trabalho.
	Movimento de materiais, informação ou pessoas de um lugar para outro.
	Inspeção, verificação ou exame de materiais, informações ou pessoas.
	Tomada de decisão.
	Estocagem de materiais, arquivos ou fila de pessoas.

FONTE: Adaptado de Corrêa (2017)

4 DESENVOLVIMENTO

Visando contribuir com o melhoramento dos níveis de estoque do produto acabado foram feitas de melhorias no sequenciamento de produção, os próximos tópicos do presente trabalho apresentarão como foram os processos de implantação, acompanhamento, ajustes e, na próxima seção, os resultados obtidos.

4.1 IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA

A partir da necessidade de se ampliar o horizonte de previsão de demanda, alguns pontos de melhoria do atual sistema de programação da produção foram identificados e então foi desenvolvida, em paralelo ao ERP da empresa, uma planilha em que foi possível realizar alguns ajustes e comparar com o método de programação da produção vigente.

Inicialmente foi obtida, a partir do sistema de gestão empresarial, a previsão demanda e compra detalhada dos fios no período dos próximos 60 dias. Sob esse cenário, os dados importados foram organizados em uma planilha que é apresentada, de maneira geral, na Figura 10, que teve como função trabalhar como um ERP que relacionou: previsão de demanda, capacidade de produção, produção efetiva, previsão de compra, compra efetiva e o saldo diário da programação da produção, com números fictícios. Essas informações são apresentadas com detalhes nas Figuras 8 e 9.

A partir dessas informações foi possível simular o melhor cenário possível do estoque para que a fábrica não sofra com a falta do material, ou o administrativo sofra com a restrição de recursos financeiros mal alocados devido a um estoque elevado.

Na Figura 8, é destacado os campos da planilha que trazem informações específicas de cada bitola de fio. Nessas células, contém informações referentes ao estoque mínimo e máximo, estoque atual, saldo para o estoque mínimo do mês, compras pendentes, consumo pendente do mês e capacidade de produção em kg/dia.

FIGURA 8 – PLANILHA DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

FIO 01	EST. MÍN	102
	EST. MÁX	147
	ESTOQUE	207
	SALDO P ESTOQUE MÍN - MÊS	105
	COMPRAS PENDENTES (S+P)	0
	CONSUMO PENDENTE DO MÊS	856
	CAP. PRODUÇÃO KG/DIA	40

FONTE: o autor (2019).

A Figura 9 nos mostra em destaque o cenário da bitola de fio. Nesse campo, é possível observar o período analisado, a demanda diária (demanda confirmada), OT (demanda prevista), produção simulado, produção realizado, previsão de compra (entrega prevista do material), entrega de material (entrega real do material) e o saldo diário.

FIGURA 9 – PLANILHA DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
DEMANDA DIÁRIA	10	120			50	30	25	20	80		
OT											
PRODUÇÃO SIMULADO	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
PRODUÇÃO REALIZADO											
PREV. COMPRA											
ENTREGA DE MATERIAL											
SALDO DIÁRIO	90	10	50	90	80	90	105	125	85	125	165

FONTE: o autor (2019).

Para facilitar o entendimento e a visualização gráfica da planilha, a Figura 10 nos traz uma visão de quatro bitolas de fios, para o período de 11 dias. Nela podemos observar todas as informações apresentadas anteriormente nessa seção e em qual máquina e linha a bitola está sendo produzida através da cor que a célula é pintada. Vale ressaltar que a planilha abrange a fabricação de 10 bitolas para um período de 60 dias sendo possível verificar seu modelo para um período maior do que os expostos anteriormente no Apêndice D. Em relação às máquinas e linhas, na planilha são denominadas da seguinte forma:

- M1L1: Máquina 1, Linha 1;

A partir da implantação e acompanhamento da planilha apresentada na seção anterior, foi possível observar oscilações médias de 10% entre os valores dos campos “Produção Simulado” e “Produção Realizado”, necessitando uma análise mais profunda dos motivos dessas variações. Essas variações são apresentadas no Quadro 3.

QUADRO 3 – VARIAÇÃO ENTRE PROG. X REALIZADO

DIA	MÁQ 1 – LINHA 1			MÁQ 1 – LINHA 2		
	FIO	PROG.	REALIZ.	FIO	PROG.	REALIZ.
1	FIO 01	40	39	FIO 02	35	32
2	FIO 01	40	42	FIO 02	35	35
3	FIO 01	40	44	FIO 02	35	38
4	FIO 01	40	46	FIO 02	35	39
5	FIO 01	40	47	FIO 02	35	39
6	FIO 01	40	46	FIO 02	35	40
7	FIO 01	40	47	FIO 02	35	39
8	FIO 01	40	46	FIO 02	35	40
9	FIO 01	40	44	FIO 02	35	39
10	FIO 01	40	46	FIO 02	35	39
11	FIO 01	40	47	FIO 02	35	39

FONTE: o autor (2019).

Dessa forma, excluindo fatores externos como “queda de energia”, por exemplo, foi possível observar que determinadas bitolas de fio têm uma melhor produtividade em determinadas linhas das máquinas, por motivos que ainda estão sendo investigados. Essas informações foram anotadas para que sejam consideradas nas próximas programações de modo a maximizar ainda mais a produção do período. Nas Figuras 11 e 12 é possível verificar, em destaque, as variações citadas no parágrafo anterior entre a produção prevista (Produção Simulado) e a produção realizada (Produção Realizado).

FIGURA 11 - PLANILHA DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

LINHAS		M1L1												
		M1L2												
		M2L1												
		M2L2												
			DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FIO 01	EST. MÍN	102	DEMANDA DIÁRIA	10	120			50	30	25	20	80		
	EST. MÁX	147	OT											
	ESTOQUE	207	PRODUÇÃO SIMULADO	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	SALDO P ESTOQUE MÍN - MÊS	105	PRODUÇÃO REALIZADO	39	42	44	46	47	46	47	46	44	46	47
	COMPRAS PENDENTES (S+P)	0	PREV. COMPRA											
	CONSUMO PENDENTE DO MÊS	856	ENTREGA DE MATERIAL											
	CAP. PRODUÇÃO KG/DIA	40	SALDO DIÁRIO	90	9	51	95	91	108	129	156	122	166	212

FONTE: o autor (2019).

FIGURA 12 - PLANILHA DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

LINHAS			M1L1	COMPARAÇÃO											
			M1L2												
			M2L1												
			M2L2												
				DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FIO 01	EST. MÍN	102	DEMANDA DIÁRIA	10	120				50	30	25	20	80		
	EST. MÁX	147	OT												
	ESTOQUE	207	PRODUÇÃO SIMULADO	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	SALDO P ESTOQUE MÍN - MÊS	105	PRODUÇÃO REALIZADO	39	42	44	46	47	46	47	46	44	46	47	
	COMPRAS PENDENTES (S+P)	0	PREV. COMPRA												
	CONSUMO PENDENTE DO MÊS	856	ENTREGA DE MATERIAL												
	CAP. PRODUÇÃO KG/DIA	40	SALDO DIÁRIO	90	9	51	95	91	108	129	156	122	166	212	
FIO 02	EST. MÍN	33	DEMANDA	0	59				35	48	34	55	55		
	EST. MÁX	48	OT												
	ESTOQUE	59	PRODUÇÃO SIMULADO	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
	SALDO P ESTOQUE MÍN - MÊS	26	PRODUÇÃO REALIZADO	32	35	38	39	39	40	39	40	39	39	39	39
	COMPRAS PENDENTES (S+P)	20	PREV. COMPRA												
	CONSUMO PENDENTE DO MÊS	632	ENTREGA DE MATERIAL												
	CAP. PRODUÇÃO KG/DIA	35	SALDO	59	32	67	105	49	40	46	50	35	74	113	
FIO 03	EST. MÍN	90	DEMANDA	0	7				12	6	19	0	331		
	EST. MÁX	131	OT												
	ESTOQUE	115	PRODUÇÃO SIMULADO												
	SALDO P ESTOQUE MÍN - MÊS	25	PRODUÇÃO REALIZADO												
	COMPRAS PENDENTES (S+P)	350	PREV. COMPRA							350					
	CONSUMO PENDENTE DO MÊS	823	ENTREGA DE MATERIAL												
	CAP. PRODUÇÃO KG/DIA	30	SALDO	115	108	108	108	96	90	71	421	90	90	90	
FIO 04	EST. MÍN	134	DEMANDA	0	0				20	0	0	0			
	EST. MÁX	194	OT												
	ESTOQUE	110	PRODUÇÃO SIMULADO												
	SALDO P ESTOQUE MÍN - MÊS	-24	PRODUÇÃO REALIZADO												
	COMPRAS PENDENTES (S+P)	0	PREV. COMPRA						50						
	CONSUMO PENDENTE DO MÊS	180	ENTREGA DE MATERIAL												
	CAP. PRODUÇÃO KG/DIA	30	SALDO	110	110	110	110	90	90	140	140	140	140	140	

FONTE: o autor (2019).

4.4 ATUALIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DA FERRAMENTA

Baseado nas análises realizadas na seção 4.2 que consideraram as variações na produção a partir da comparação entre produção real x produção simulada, as capacidades de cada bitola foram atualizadas para o mais próximo da média encontrada, conforme o Quadro 4.

QUADRO 4 – ATUALIZAÇÃO DAS CAPACIDADES DE PRODUÇÃO DIÁRIA

BITOLA DO FIO	CAPACIDADE DIÁRIA (kg)	
	ANTERIOR	ATUALIZADA
01	40	44
02	35	38
03	30	32
04	30	33
05	25	27
06	25	26
07	15	16
08	9	10
09	8	8
10	8	8

FONTE: o autor (2019).

Essa atualização permitiu que a programação fosse realizada com maior assertividade, viabilizando cada vez mais o melhoramento dos níveis dos estoques, programação de *setup* e consequentemente redução de perdas por sucata gerada nos *setups*.

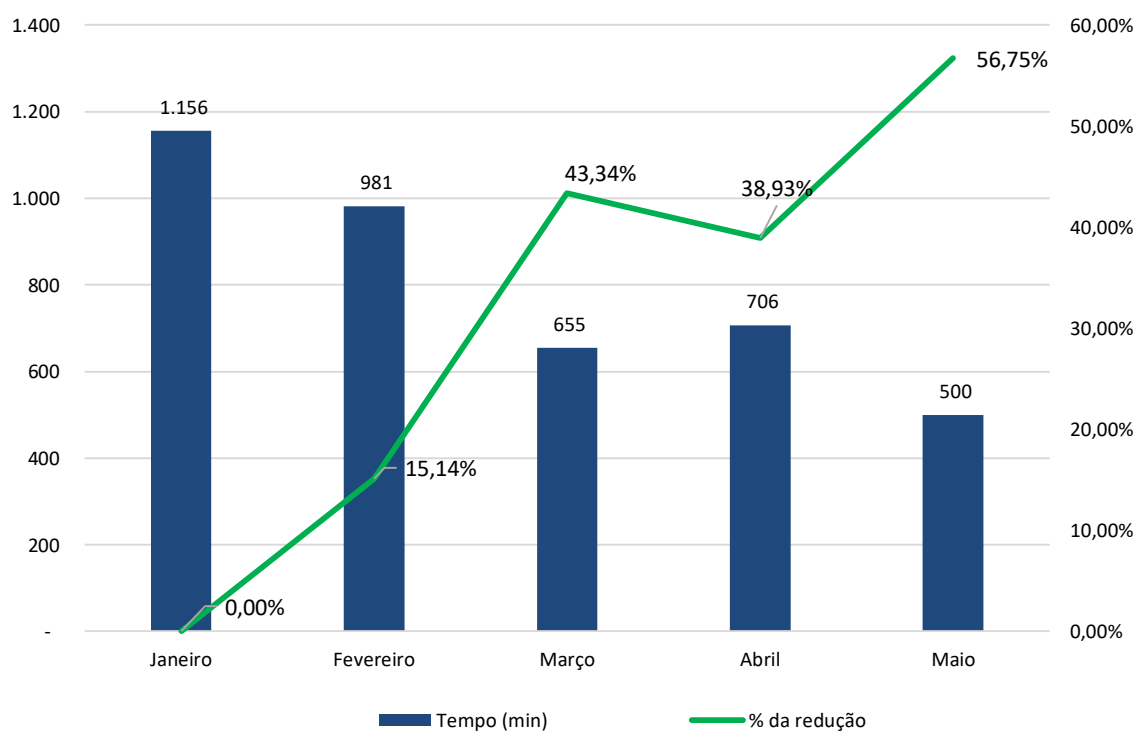
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DE IMPACTO DA FERRAMENTA

Visando reduzir os custos de fabricação e aumentar a produtividade do setor, esse modelo de programação idealizado e implantado, mostrou-se promissor a partir dos dados obtidos de redução tempo de parada da máquina. É possível constatar uma redução de mais de 50% no tempo de parada por troca de programação devido ao sequenciamento das ordens de produção melhorado.

O sequenciamento da produção está diretamente relacionado à quantidade de paradas da máquina, então este se mostra um fator relevante que afeta diretamente a produtividade da máquina, pois aumenta o tempo de utilização em relação a sua disponibilidade. É possível analisar no Gráfico 1, a redução do tempo de parada por troca de programação possibilitada pelo sequenciamento de programação desde a implementação dessa ferramenta.

GRÁFICO 1 – TEMPO DE PARADA POR TROCA DE PROGRAMAÇÃO DAS MÁQUINAS DE FIO ESMALTADO



FONTE: o autor (2019).

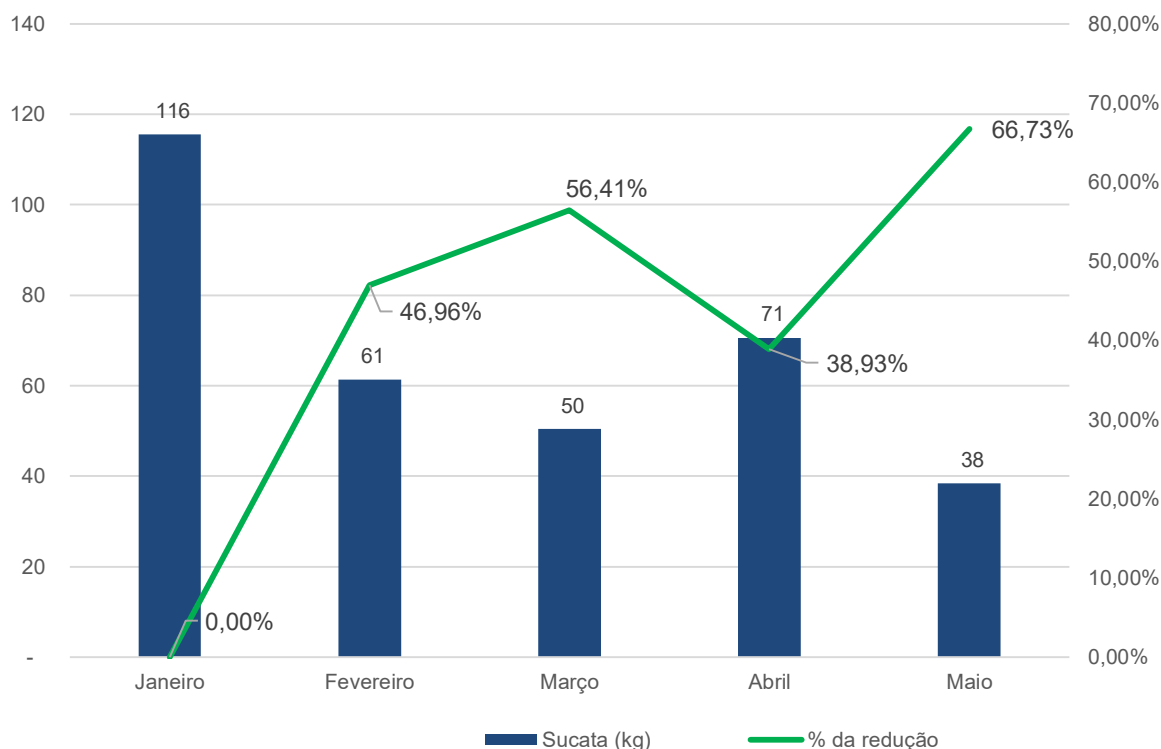
Quanto à produtividade, foi possível relacionar melhores índices ao sequenciamento da produção, visto que houve um aumento nos *Outputs* da produção, mantendo alguns *Inputs* fixos, no caso, custo de mão-de-obra aplicada, *Cm* custo operacional da máquina/equipamento. Detalhando a equação (1) apresentada na seção 1, fica mais claro como a redução das paradas afetou a produtividade de maneira positiva. Esse detalhamento é exposto na equação (3).

$$Produtividade = \frac{Pa}{Eel+Mp+In+Mo+Cm} \quad (3)$$

Tomando-se *Pa* como produto acabado, *Eel* como custo de energia elétrica consumida, *Mp* como custo de matéria-prima utilizada, *In* como custo de insumos utilizados, *Mo* como custo de mão-de-obra aplicada e *Cm* como custo operacional da máquina/equipamento.

Em relação ao custo de fabricação, não foi possível obter números precisos da redução, no entanto a equação (3) corrobora com a análise de redução de custo de fabricação através do aumento da produtividade visto que o custo com mão-de-obra não aumenta ou diminui em relação ao tempo de utilização das máquinas. Manter as máquinas operando o maior tempo possível, possibilitou também reduzir a sucata gerada em mais de 60% no decorrer da implantação do modelo de programação, que em tempos de alta competitividade pode ser considerada fator importante para redução de custos perante à concorrência. É possível verificar mais detalhes referente à redução de sucata na Gráfico 2.

GRÁFICO 2– SUCATA GERADA POR TROCA DE PROGRAMAÇÃO DAS MÁQUINAS DE FIO ESMALTADO



FONTE: o autor (2019).

No contexto acadêmico, esse trabalho permitiu observar as melhorias proporcionadas ao processo de fabricação estudado através da aplicação de conceitos teóricos, que muitas vezes são negligenciados por organizações. Confirmando a afirmação de Slack (2018), da seção 1, de que é possível a redução de custos e aumento da produtividade a partir de uma produção eficaz que utiliza os materiais na qualidade, quantidade, momento e locais corretos. Esse conceito converge com a afirmação de Chiavenato (2008), de que a eficiência ocorre quando os recursos da organização são utilizados da melhor maneira possível para se alcançar o objetivo determinado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme observado e justificado no decorrer deste trabalho, a utilização das ferramentas de programação da produção para aumentar a produtividade e reduzir custos, se mostraram de grande importância para às organizações que buscam aumentar sua competitividade, fator crítico para o sucesso de uma empresa dada a concorrência enfrentada atualmente.

Foi possível verificar a redução dos tempos de parada e redução de custos de 56,75% e 66,73% respectivamente, e consequentes da implantação do modelo de programação, a partir das informações apresentadas no Capítulo 5.

A execução desse trabalho permitiu um maior aprofundamento no conhecimento acerca do planejamento, programação e controle de produção e como esse setor tem relevância crucial para determinar a competitividade das empresas. Pois, tendo como função a interligação entre o setor administrativo e a produção das organizações, o PCP, além de indispensável na administração da empresa moderna, assume funções de mais alta importância para a sua operação (ZACARELLI, 1967). Consequentemente, após a definição dos planos, o PCP repassará o comando (ordens) aos demais departamentos da empresa, coordenando e controlando todas as atividades.

Possibilitou também a percepção da complexidade de desenvolver e implementar ferramentas em um processo produtivo, mesmo tendo todo o suporte da literatura e de trabalhos já desenvolvidos, pois mesmo que apresentem semelhanças, cada trabalho traz especificidades que podem facilitar ou tornar ainda mais complexo o seu desenvolvimento.

6.1 CONTRIBUIÇÕES

O trabalho desenvolvido contribuiu da seguinte forma para a academia:

- a) Confirmou, através dos resultados expostos no Capítulo 5, os conceitos expostos na revisão da literatura, que relacionam a programação da produção à produtividade e como esses fatores implicam na competitividade da organização.

- b) Possibilitou expor a necessidade e poder de contribuição da academia para com às organizações para o desenvolvimento de novos conhecimentos e validação de teorias já existentes aplicadas ao cenário real.
- c) Fomentou a discussão para o desenvolvimento de novos trabalhos relacionados ao tema voltados para outros cenários de processos produtivos.

Já no âmbito profissional as contribuições do presente trabalho foram:

- a) Aumento da produtividade e redução de custos do setor.
- b) Replicação do modelo de programação para outros setores.
- c) Possibilitou vivenciar o desenvolvimento e a aplicação de uma ferramenta através dos conceitos difundidos pela literatura.
- d) Revelou a importância e os benefícios para uma organização em possuir um profissional da área de engenharia de produção atuando nos processos de melhoria.

6.2 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No desenvolvimento desse trabalho, observou-se algumas dificuldades em relação a previsão de demanda e pedidos confirmados devido à oscilação do mercado.

Perante essas incertezas o sequenciamento acabou não sendo tão estável quanto planejado, mesmo os resultados se mostrando positivos, devido às demandas serem confirmadas apenas no curto prazo. Dessa forma, fica como sugestão para os próximos trabalhos relacionados ao planejamento, programação e controle de produção o estudo durante um período ainda maior, permitindo assim a criação de planos de ação mais assertivos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Desafios e oportunidades de participação da indústria da Mobilidade Elétrica no setor Elétrico Brasileiro.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656831/16457302/3_Apresentacao+ABINEE+040418.pdf/f4cb45b8-2005-e6d9-917d-43159c0bff6a?version=1.0>. Acesso em: 07 de março de 2019.

AKILLIOGLU, H.; FERREIRA, J.; ONORI, M. **Demand responsive planning: workload control implementation.** *Assembly Automation*, v. 33, n. 3, p. 247-259, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. **Desempenho Setorial.** Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>>. Acesso em: 25 de março de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. **Sondagem Conjuntural do Setor Elétrico e Eletrônico - Set/2019.** Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon16.htm>> Acesso em: 07 de novembro de 2019.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby - **Supply chain logistics management.** 2ª ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2006. ISBN 978-0-07-125414-4

BUFFA, E. S.; SARIN, R. K. **Modern production / operations management.** 8. ed. Los Angeles: John Wiley & Sons, 1987.

CHASE, RICHARD B.; JACOBS F. ROBERTN & AQUILANO, NICHOLAS J. **Administração da Produção para a Vantagem Competitiva.** 10a Edição. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CHIAVENATO, Idalberto. **Planejamento e controle de Produção.** 2 ed. Barueri, SP: Manole, 2008.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações.** 4. ed. Niterói: Editora Atlas, 2017

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G.N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção.** 5ª Edição. São Paulo: Atlas, 2017

FERNANDES, Flavio C.F.; GODINHO FILHO, Moacir. **Planejamento e controle da produção.** 1ª Edição. São Paulo: Atlas, 2010.

FONTES FILHO, J. R. **Planejamento estratégico da pequena e média empresa: aplicações no setor turístico.** Rio de Janeiro: Publitz Soluções Editoriais, 2006.
GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008

GAITHER, N. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Editora Pioneira Thomson learning, 8º. Edição 2011.

KAPLAN, R. & NORTON, P. **Balanced Scorecard: translating strategy into action**. Boston: Harvard Press, 1997

KLETI JÜRGEN. **Manufacturing Execution System (MES)** – Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2007.

KING, Ney Cesar de Oliveira; LIMA, Edson Pinheiro de; COSTA, Sérgio Eduardo Gouvêa da. **Produtividade sistêmica: conceitos e aplicações**. Prod., São Paulo, v. 24, n. 1, p. 160-176, mar. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132014000100013&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 17 abr. 2019.

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

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. 2ª Edição. São Paulo: Saraiva, 2006.

MIGUEL, P. A. C. **Estudo de Caso na Engenharia De Produção: Estruturação e Recomendações para sua Condução**., p. 219, POLI-USP, 2007

MITELLO, K. **Quem precisa de um ERP?** Info Exame, p. 140, mar. 1999

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

NASCIMENTO, D.P. **Planejamento estratégico**. Consultor em Programas de Qualidade. Jun 2006. Disponível em: <<http://noticia.twenet.com.br/desafio21>>. Acesso em: 04 jun 2019.

NASCIMENTO, E. N.; GONSALES, T. P.; GIMENIZ-PASCHOAL, S. R. Horiguela, M. L. M.; BRAGA, T. M. S. **Técnicas de coleta de dados utilizadas em artigos científicos da área de saúde**. Arquivo Ciência, Saúde Unipar. Umuarama, v. 11, n. 1, p. 39-44, jan./abr. 2007.

NOGUEIRA, A. **Logística Empresarial: Uma visão local com pensamento globalizado**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2012

PORTER, M. E. **Competição: On Competition**. 2ª ed. Revista e Ampliada. Campus, 2009.

ROCHA, Henrique Martins. **Apostila de Planejamento e Controle da Produção**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

RUSSOMANO, V. H. **Planejamento e Controle da Produção**. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 1995. São Paulo: Atlas, 2008.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SILVEIRA, D. T.; GERHARDT, T. E. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SIPPER, D.; BULFIN, R. **Production: Planning, Control and Integration**. New York, USA: McGraw-Hill, 1997.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart & JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**, Ed. 8.ed. – São Paulo: Atlas, 2018

SABOUNI, M.T.Y.; LOGENDRAN, R. **Carryover sequence-dependent group scheduling with the integration of internal and external setup times**. European Journal of Operational Research, v. 224, n.1, p.8-22, 2013

TAYLOR, F. W. **Princípios de Administração Científica**. Tradução de Arlindo Vieira Ramos, 8.ed. - São Paulo: Atlas, 1990

TEIXEIRA, C. A.; ALONSO, V. L. C.; **A Importância do Planejamento Estratégico para as Pequenas Empresas**. In: Simpósio de excelência em gestão e tecnologia (SEGeT), XI, 2014, Rio de Janeiro, RJ. Anais... Rio de Janeiro, RJ, 2014.

TUBINO, D.F. **O Planejamento e Controle da Produção – Teoria e Prática**. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

VOLLMANN, Thomas E; BERRY, Willan L.; WHYBARK, D.Clay; JACOBS, F.Roberts. **Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o Gerenciamento da cadeia de Suprimentos**. 5ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2006

ZACARELLI, Sérgio Baptista. **Programação e Controle da Produção**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1967. 279 p.

APÊNDICE A – RELATÓRIO ANALÍTICO DE FIOS

RELATÓRIO ANALÍTICO DE FIOS																	
FAMÍLIA: FIOS ESMALTADOS																	
DATA INÍCIO: 01/xx/2019 DATA FIM: 22/xx/2019																	
DESCRIÇÃO	ESTOQUE	01/xx	02/xx	03/xx	04/xx	05/xx	06/xx	07/xx	08/xx	09/xx	10/xx	11/xx	12/xx	13/xx	14/xx	15/xx	16/xx
FIO 1	56	56	56	52	48	37	25	80	62	33	21	19	13	5	-16	-29	-49
FIO 2	89	70	70	70	65	59	43	20	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	100	95
FIO 3	25	80	80	75	63	49	52	17	90	85	70	65	40	35	90	85	81
FIO 4	80	74	71	65	63	60	57	56	51	47	42	39	32	29	80	75	70
FIO 5	92	92	92	92	92	92	42	2	-38	-78	90	85	76	54	43	37	32
FIO 6	85	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	100	95	90	85	80
FIO 7	90	80	70	60	50	40	-80	90	80	70	60	50	90	80	90	70	60
FIO 8	84	84	84	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	-12	65	63
FIO 9	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	18	18	13	25	25	23
FIO 10	67	67	113	50	45	40	30	60	55	50	45	40	35	60	50	45	30

APÊNDICE B – ORDEM DE PRODUÇÃO

FAMÍLIA: FIOS ESMALTADOS		ORDEM DE PRODUÇÃO		000.000
DATA INÍCIO: 01/XX/20XX		DATA FIM: 03/XX/20XX		
PRODUTO: FIO 1		QTDE 120		
EQUIPAMENTO: MÁQ X		LINHA: X		

[illegible]

APÊNDICE C – SEQUENCIAMENTO DE PRODUÇÃO

SEQUENCIAMENTO DE PRODUÇÃO

FAMÍLIA: FIOS ESMALTADOS

DATA

INÍCIO: 01/XX/20XX

DATA FIM: 30/XX/20XX

DIA	MÁQ X - LINHA 1			MÁQ X - LINHA 2		
	FIO	PROG	REALIZ.	FIO	PROG	REALIZ.
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

APÊNDICE D – PLANILHA PROGRAMAÇÃO DE PRODUÇÃO

LINHAS			MIL1	MIL2	M2L1	M2L2																								
				DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
FIO 02	EST. MÍN	33	DEMANDA	13	83				62	71	32	0	0			62	94	30	38	50			95	84	0	36	37			
	EST. MÁX	48	OT																											
	ESTOQUE	59	PRODUÇÃO SIMULADO	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35		
	SALDO P ESTOQUE MÍN - MÊS	26	PRODUÇÃO REALIZADO	29	33	35	35	36	37	38	38	38	38	37	38	38	39	38	38	38	38	38	39	38	38	36	38	38		
	COMPRAS PENDENTES (S-P)	20	PREV. COMPRA																											
	CONSUMO PENDENTE DO MÊS	632	ENTREGA DE MATERIAL																											
	CAP. PRODUÇÃO KG/DIA	35	SALDO	59	5	38	73	46	11	16	54	92	130	168	143	87	95	96	84	122	160	103	58	96	98	97	135			
FIO 03	EST. MÍN	90	DEMANDA	10	82				25	38	91	0	0			0	6	0	23	0			106	252	254	30	0			
	EST. MÁX	131	OT																											
	ESTOQUE	115	PRODUÇÃO SIMULADO	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30										
	SALDO P ESTOQUE MÍN - MÊS	25	PRODUÇÃO REALIZADO	27	29	32	33	33	33	34	32	33	33	33	34	34	33	33	33	33	33									
	COMPRAS PENDENTES (S-P)	350	PREV. COMPRA												350															
	CONSUMO PENDENTE DO MÊS	1.032	ENTREGA DE MATERIAL																											
	CAP. PRODUÇÃO KG/DIA	30	SALDO	115	60	89	121	129	124	66	100	132	165	198	231	609	643	653	686	719	752	646	394	140	110	110	110			
FIO 04	EST. MÍN	134	DEMANDA	0	0				0	0	0	0	0			407	0	0	101	0			0	25	48	29	0			
	EST. MÁX	194	OT																											
	ESTOQUE	110	PRODUÇÃO SIMULADO	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30				
	SALDO P ESTOQUE MÍN - MÊS	-24	PRODUÇÃO REALIZADO	28	29	30	35	35	33	33	34	33	34	35	34	35	33	33	33	33	34	33	33	33	33	33				
	COMPRAS PENDENTES (S-P)	0	PREV. COMPRA																											
	CONSUMO PENDENTE DO MÊS	900	ENTREGA DE MATERIAL																											
	CAP. PRODUÇÃO KG/DIA	30	SALDO	110	138	167	197	232	267	300	333	367	400	434	62	96	131	63	96	129	162	196	204	189	193	226	226			
FIO 05	EST. MÍN	82	DEMANDA	250	162				12	10	23	0	0			0	0	0	0	0			16	45	38	85	10			
	EST. MÁX	162	OT																											
	ESTOQUE	93	PRODUÇÃO SIMULADO		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25														
	SALDO P ESTOQUE MÍN - MÊS	69	PRODUÇÃO REALIZADO		22	24	25	25	26	27	27	28	27	27	27															
	COMPRAS PENDENTES (S-P)	0	PREV. COMPRA																											
	CONSUMO PENDENTE DO MÊS	536	ENTREGA DE MATERIAL																											
	CAP. PRODUÇÃO KG/DIA	25	SALDO	162	0	22	46	59	74	77	104	131	159	186	213	240	240	240	240	240	240	224	179	141	56	46	46			