

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

VINICIUS ONGARATO DE OLIVEIRA

**MATERIAL REQUIREMENT PLANNING: PRÁTICAS DE
IMPLEMENTAÇÃO EM UMA EMPRESA DE IMPLEMENTOS
AGRÍCOLAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2018

VINICIUS ONGARATO DE OLIVEIRA

**MATERIAL REQUERIMENT PLANNING: PRÁTICAS DE
IMPLEMENTAÇÃO EM UMA EMPRESA DE IMPLEMENTOS
AGRÍCOLAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof^a. Dr^a Daiane Maria de Genaro Chirolí

PONTA GROSSA

2018



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ
CÂMPUS PONTA GROSSA
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

MATERIAL REQUIREMENT PLANNING: Práticas de implementação em uma empresa de implementos agrícolas.

por

Vinicius Ongarato de Oliveira

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 05 de Novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Daiane Maria de Genaro Chiroli
Prof. Orientador

Prof. Dra. Yslene Rocha Kachba
Membro titular

Prof. Dr. Juan Carlos Claros Garcia
Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

Dedico este trabalho a vida, e a todas as conquistas e derrotas, pois foram elas que me fizeram chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Gratidão, palavra que deve ser dita com a alma e não só com o coração. Por todos os momentos proporcionados em nossas vidas, devemos agradecer à alguém. Ao nascimento e educação devemos agradecer aos nossos familiares e amigos, ao ensino, devemos agradecer aos nossos mestres, e a vida, agradecemos a Deus. A partir disso, é você quem determina sua trajetória, o autor da própria história, pronto para escolher seus caminhos e tirar o aproveitamento de cada oportunidade que lhe for dada.

A este trabalho, agradeço:

Primeiramente a Deus, a causa primeira de todas as coisas.

Aos meus pais, Moisés e Nilvana, pela vida, educação e pelo exemplo.

Ao meu irmão Vitor, pelas discussões, conselhos e inspiração.

A minha namorada Maria Eduarda, pela paciência, carinho e companheirismo.

Aos meus mestres, pelo conhecimento adquirido até aqui.

A professora orientadora Daiane Chiroli, pelos conselhos e direcionamento.

Ao meu amigo Willian Hitoshi, pela confiança, amizade e por me proporcionar a oportunidade de trabalho.

A todos, meu sincero muito obrigado!

“Veni, vidi, vici.”

(Imperador Júlio César).

RESUMO

OLIVEIRA, Vinicius Ongarato. **Material Requirement Planning: práticas de implementação em uma indústria de implementos agrícolas.** 2018. 48. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

A busca pela redução de custos e uso eficiente dos recursos no sistema produtivo exigem que as empresas realizem uma impecável administração de seus materiais, ativos determinantes quando se fala das estratégias de produção de uma organização. Mesmo assim, muitas empresas ainda não utilizam ferramentas e técnicas de gestão muitas vezes simples, mas que trazem grandes resultados. Esta monografia tem como objetivo solucionar um problema prático de controle de estoques em uma empresa fabricante de máquinas agrícolas, o método utilizado se dá pela implementação do sistema de planejamento das necessidades de materiais (MRP), utilizando ferramentas como Análise ABC, *Bill Of Materials*, ponto de pedido e níveis de estoque. Como resultados obtidos, houve uma melhoria nos processos de fabricação de um maquinário para batata, aumentando a eficiência das informações. No processo de Serra em 73%, diminuindo seu *lead time* de 2 dias para 0,454 dias, no processos de Solda o *lead time* foi reduzido de 3 dias para 0,963 dias, e o tempo para a montagem do produto diminuiu de 2 dias para 0,916 dias. A melhoria nos processos levou a uma redução no *lead time* de fabricação do produto de 51%, reduzindo de 8 dias para 3,92 dias, diminuindo o *lead time* total do produto de 32 dias para 27,92 dias.

Palavras-chave: MRP. Gestão de Estoque. *Lead Time*. ABC. *Bill of Materials*.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Vinicius Ongarato. **Material Requirement Planning: implementation practices in the agricultural implements industry.** 2018. 48. Work Conclusion Course (Engineering Production) - Federal University of Technology - Paraná. Ponta Grossa, 2018.

The search for cost reduction and efficient usage of resources in the production system requires companies to make a spotless management of their materials, main assets when talking about the production strategies of an organization. Even so, many companies still do not use tools and management techniques that are often simple but still bring great results. The target of this monography is to solve a practical problem of inventory control in a company that manufactures agricultural machinery, the method used is Material Requirements Planning (MRP), using tools such as ABC Analysis, Bill of Materials, Order Point and Inventory Levels. As results obtained, there was an improvement in the potatoes machinery's manufacturing processes, increasing the information efficiency in the sawing process by 73%, reducing the lead time from 2 days to 0,454 days. In the welding processes the lead time decreased from 3 days to 0,963 days, as a result, the final assembly time decreased from 2 days to 0,916 days. This improvement in processes reduced the lead time up to 51% of product manufacturing, which decreased from 8 days to 3,92 days, reducing the total lead time of the product from 32 days to 27,92 days.

Keywords: MRP. Supply Management. Lead Time. ABC. Bill of Materials.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Visão geral das atividades do PCP	19
Figura 2 - Interligação do PPCP	20
Figura 3 - Preceitos básicos de um MRP	22
Figura 4- Ponto de pedido	30
Figura 5 - Fluxograma de atividades da empresa.	39
Figura 6 - Etapas de desenvolvimento do trabalho	41
Figura 7 – Fluxograma dos processos de fabricação	45
Figura 8 - Planilha de controle dos prazos de entrega das máquinas.....	47
Figura 9 - Modelo de relatório de paradas na produção.....	47
Figura 10 - Modelo de questionário.....	49
Figura 11 - Análise ABC das máquinas baseada na margem de contribuição no faturamento	51
Figura 12 - Série histórica da demanda da máquina AWB – 1600.....	52
Figura 13 - Parte da estrutura do <i>Bill of materials</i>	53
Figura 14 - Cálculo das necessidades de materiais	54
Figura 15 - <i>Lead time</i> dos fornecedores.....	55
Figura 16 - <i>Lead time</i> de fabricação	56
Figura 17 - Cálculo do estoque máximo e mínimo	57
Figura 18 - Estoque no final do período	58
Figura 19 - Primeiro pedido do MRP	59
Figura 20 - Comparação entre pedidos.....	60
Figura 21 - <i>Lead time</i> proposto	61
Figura 22 - Lista de separação do almoxarifado	62
Figura 23 - Carrinho para separação de matéria-prima	64
Figura 24 - Nova lista de corte para o processo de serra.....	65
Figura 25 - Lista de separação - AWB 1600 – Processo de serra.....	66
Figura 26 - Cálculo do tempo médio de corte.....	67
Figura 27 - Novo <i>lead time</i> do processo de serra.....	68
Figura 28 - Conjuntos AWB-1600.....	69
Figura 29 - Novo <i>lead time</i> de produção	70
Gráfico 1 - Curva ABC.....	33
Gráfico 2 - Causas que ocasionam paradas no setor	48
Gráfico 3 - Setores x Ocorrência de paradas	48
Gráfico 4 - Motivos de paradas no setor de solda.....	49
Gráfico 5 - Motivos de paradas no setor de Montagem.....	50
Quadro 1 – Exemplo de lista de materiais.....	22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 PROBLEMA	14
1.2 OBJETIVO GERAL	14
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.4 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	14
1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 LOGÍSTICA	17
2.1.1 Planejamento, Programação e Controle da Produção	17
2.1.2 Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP)	20
2.1.3 <i>Lead Time</i>	24
2.2 GESTÃO DE COMPRAS	24
2.3 ESTOQUE	26
2.3.1 Gestão de Estoques	28
2.3.2 Ponto de Pedido	29
2.3.3 Estoque De Segurança	30
2.4 CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAIS – ANÁLISE ABC	32
2.4.1 Metodologia de Aplicação da Técnica ABC	33
2.5 INDICADORES DE ESTOQUE	34
2.5.1 Inventário Físico	35
2.5.2 Acurácia do Estoque	35
2.5.3 Giro de Estoque	36
2.5.4 Cobertura de estoques	36
2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	37
3 METODOLOGIA	38
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	38
3.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA	38
3.3 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	40
3.3.1 Planejamento e Execução	41
3.3.2 Verificação de Melhorias	42
4 DESENVOLVIMENTO	44
4.1 SITUAÇÃO INICIAL	44
4.2 DIAGNÓSTICO	46
4.3 IMPLEMENTAÇÃO DO MRP	51
4.3.1 Análise ABC	51
4.3.2 Análise de Demanda	52
4.3.3 <i>Bill of Materials</i>	53
4.3.4 Cálculo das Necessidades de Materiais	53

4.3.5 <i>Lead Time</i> dos Fornecedores.....	55
4.3.6 <i>Lead Time</i> de Fabricação.....	56
4.3.7 <i>Lead Time</i> Total	57
4.3.8 Níveis de Estoque	57
4.3.10 Estoque Atual	58
4.3.11 Simulação de Pedido.....	59
4.3.12 Benefícios da Implementação do MRP	60
4.3.13 Processo de Almoxarifado.....	62
4.3.14 Processo de Serra.....	64
4.3.14.1 Lista de separação	66
4.3.14.2 <i>Lead time</i> do processo	67
4.3.14.3 Processo de solda.....	69
4.3.15 <i>Lead Time</i> Total	70
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO DESENVOLVIMENTO.....	72
5.1 LIMITAÇÕES E DIFICULDADES	74
5.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS.....	74
6 CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS.....	77
ANEXO A - LISTA DE CORTE DA AWB-1600 UTILIZADA PELO OPERADOR ..	82

1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo de uma organização é maximizar sua receita em cima do valor monetário investido, seja este valor investido em imóveis para expansão das fábricas, máquinas para a produção, investimentos financeiros ou estoques de matéria-prima para produção, além de realizar uma gestão eficiente de seus processos desde o fornecedor até o cliente final.

Paiva, et al, (2004), acreditam que as empresas devem se empenhar na melhoria de seus processos, visando aperfeiçoá-los, utilizando de maneira otimizada seus recursos, visando a maior eficiência com o menor custo.

O estoque é um ativo imobilizado que gera custos para a organização, ocupa espaço e necessita de um constante gerenciamento para que não sofra depreciação e conseqüentemente um descarte por invalidez, desperdiçando tempo, mão de obra e principalmente dinheiro.

Para uma gestão de estoques eficiente, a empresa necessita de um planejamento de recursos adequado e para que isso ocorra, o Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) pode ser utilizado como ferramenta.

Segundo Slack, et al, (1999), o MRP é um sistema que possibilita que as organizações calculem a quantidade de materiais necessária, no tempo necessário, sem que o pedido atrase ou se adiante. O MRP permite então, que não aconteçam paradas no processo produtivo por falta de matéria-prima ou excesso de estoque por itens comprados antes da sua hora de produção.

A alta competitividade dos mercados exige que as empresas controlem suas variáveis de forma precisa, e a gestão de estoque tem um papel muito importante para que a organização mantenha-se em constante produção. Para isso, os gestores devem criar um *trade off* entre quando, quanto e como comprar, sabendo até que ponto é seguro e viável manter um estoque.

A presente pesquisa visa a implementação do MRP afim de melhorar a gestão de estoque de uma empresa de máquinas agrícolas, definindo este *trade off* para a otimização das atividades do setor de compras.

1.1 PROBLEMA

A implementação de um MRP pode auxiliar nas estratégias de compras e diminuir o *lead time* de entrega de uma empresa de máquinas agrícolas?

1.2 OBJETIVO GERAL

A presente pesquisa tem como objetivo geral implementar o planejamento das necessidades de materiais (MRP) em uma empresa de implementos agrícolas.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o processo atual de gestão de materiais da empresa, desde a compra até o armazenamento;
- Verificar o fluxo de informações entre o setor de almoxarifado e compras;
- Compreender e calcular o *lead time* produtivo;
- Elaborar um plano de ação através de ferramentas específicas;
- Implementar metodologia através de um sistema de planejamento das necessidades de materiais (MRP) operacional.

1.4 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

De acordo com Moura (2004), uma gestão eficiente do estoque permite identificar melhorias nos processos, reduzindo custos e gerando economias para a empresa, devido aos expressivos gastos monetários envolvidos.

A empresa alvo do estudo, como uma fabricante de máquinas agrícolas, realiza seus processos de forma vertical, comprando o aço como a matéria-prima bruta e o transformando em uma máquina, seu produto final.

Ademais, estes fatores tornam o controle de estoques mais complexo e de suma importância, pois em seu almoxarifado existem matérias primas como chapas de aço, acabamentos e componentes eletrônicos, que compõem uma variedade extensa de itens, gerando assim, um alto valor monetário imobilizado.

Todas as empresas que transformam matéria-prima devem ter um bom controle de estoque, pois, seu desempenho afeta diretamente os resultados da organização. (POZO, 2002).

Nesse sentido, Viana (2002) afirma que controlar de forma efetiva o estoque possibilita que as empresas tenham ganhos na eficiência de seus processos, diminuam suas falhas e custos de produção, aumentando assim a rapidez e confiabilidade do atendimento do estoque com a produção demandada.

Logo, é pouco provável que uma empresa que possua um estoque desorganizado, possa alcançar sua capacidade máxima de lucro.

Contudo, o interesse maior da organização é otimizar o valor gasto, utilizando de forma correta os recursos financeiros, diminuindo assim as necessidades de capital investido em estoque. (DIAS, 2014).

1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O presente estudo limitar-se-á a gestão dos processos de produção e estocagem em uma empresa fabricantes de máquinas agrícolas localizada na região dos campos gerais.

Atualmente a empresa fabrica máquinas voltadas para agricultura e agropecuária, como plantadeiras e colheitadeiras de batata, equipamentos para limpeza de solo, bem como, movimentação e armazenagem de materiais. Devido à alta rotatividade de máquinas e uma falta de controle em seus processos de produção e setor de almoxarifado, muitos atrasos ocorrem durante os processos de fabricação, gerando um adiamento na data de entrega final do produto e conseqüentemente ocasionando a insatisfação do cliente.

Com a aplicação das ferramentas apropriadas para o caso em estudo, como o MRP, poderão ser analisados as causas destes atrasos, visando solucioná-los.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção será abordado o embasamento teórico que servirá de subsídio para atender aos objetivos propostos no presente trabalho, serão descritos conceitos acerca da logística e das atividades que integram esse processo na rotina das empresas das quais, destacam-se: Planejamento, programação e controle da produção e as ferramentas necessárias para sua ação.

2.1 LOGÍSTICA

De acordo com Severo (2006), o objetivo da logística é a distribuição do produto correto, respeitando as condições pré-estabelecidas e os prazos, afim de otimizar a transferência, estocagem manuseio e a comunicação do mesmo. Segundo Carvalho (2002) a “logística é a parte do gerenciamento da cadeia de abastecimento que planeja, implementa e controla o fluxo de armazenamento eficiente e econômico de matérias-primas, materiais semiacabados e produtos acabados”, sendo ela, a responsável pelo gerenciamento dos produtos, acabados, ou não e suas informações, desde a origem, até o consumidor final.

Contudo, a logística será responsável por todas as atividades que interligam os processos, desde o fluxo de materiais, como o de informações, sendo ela indispensável para que haja um bom funcionamento dos processos das empresas.

Segundo Severo (2006), uma subseção da logística é o Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) devido à complexidade envolvida no planejamento da capacidade e necessidade de materiais, integrando também um intenso fluxo de processamento de listas de materiais, pedidos e planos de roteirização, conforme serão descritos no tópico seguinte.

2.1.1 Planejamento, Programação e Controle da Produção

O planejamento e controle da produção é um sistema fundamental, pois toda a empresa precisa de um planejamento, seja ele de curto, médio ou longo prazo para iniciar suas atividades produtivas. É ele o ponto de partida para praticamente todas as

decisões empresariais (MOREIRA, 2002), principalmente para definir o que, quanto e quando produzir, comprar e entregar, além de quem e/ou onde e/ou como produzir. (FERNANDES; GODINHO, 2010).

Segundo Tubino (2007), a programação da produção é realizada a curto prazo, permitindo com que as atividades de produção sejam iniciadas, sequenciando-as, minimizando os *lead times* e o estoque do sistema. O nível de detalhamento com que serão executadas essas ordens da programação dependerá do sistema produtivo que está sendo programado.

Segundo Fernandes e Godinho (2010), as atividades exercidas pelo PCP são divididas em três níveis hierárquicos: Nível estratégico, onde serão definidas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa; Nível tático, onde são definidos os planos de médio prazo com base nas previsões de venda e Nível operacional, que são preparados os programas de curto prazo de produção, administrando estoques, sequenciando, emitindo e liberando as ordens de compra, fabricação e montagem.

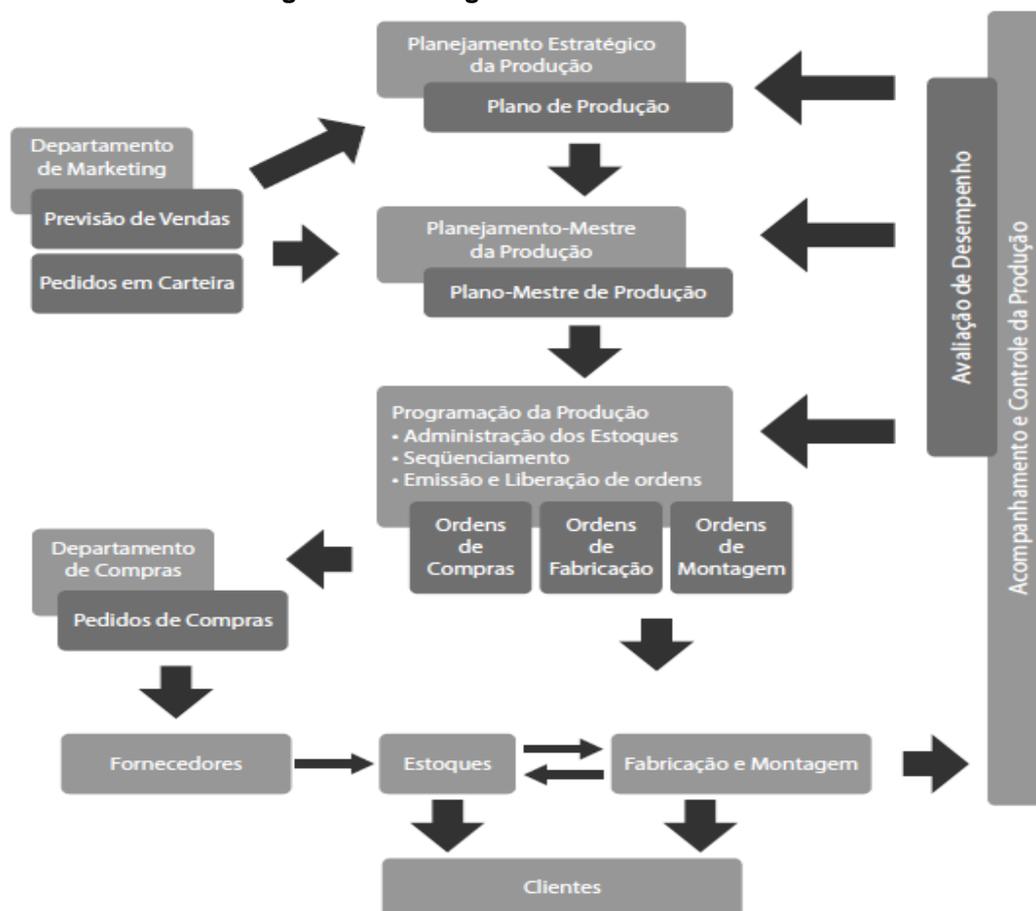
O PPCP administra informações advindas de vários setores da cadeia produtiva, fazendo com que haja uma interação entre os três níveis hierárquicos de planejamento, sendo eles o estratégico, tático e operacional. (CHIROLI, 2014).

Segundo Chirolí (2014), é imprescindível a qualidade da informação que chega ao PPCP. O funcionamento correto do sistema depende da integração dessas informações, para que os responsáveis pela tomada de decisão consigam utilizá-las de maneira exata, para questões de curto, médio e longo prazo.

A Figura 1 representa todo o fluxo de informações que o PPCP tem que lidar para atingir os objetivos propostos pela organização. Todas as informações obtidas pelo departamento de marketing e do acompanhamento e controle da produção, terão que ser filtradas pelo PCP para gerar o plano de produção, que juntamente com os pedidos em carteira e a avaliação de desempenho da produção irão alimentar o plano mestre de produção que realizara a coordenação das informações para enviá-las a parte operacional do PCP, o Programa de Produção.

O Programa de Produção realizará a administração dos estoques, sequenciamento e liberação das ordens (compra, fabricação e montagem). Após a emissão das ordens, os fornecedores deverão entregar no tempo certo a matéria-prima comprada, para que a fabricação e montagem possam entregar a tempo, o produto ao cliente.

Figura 1 - Visão geral das atividades do PCP

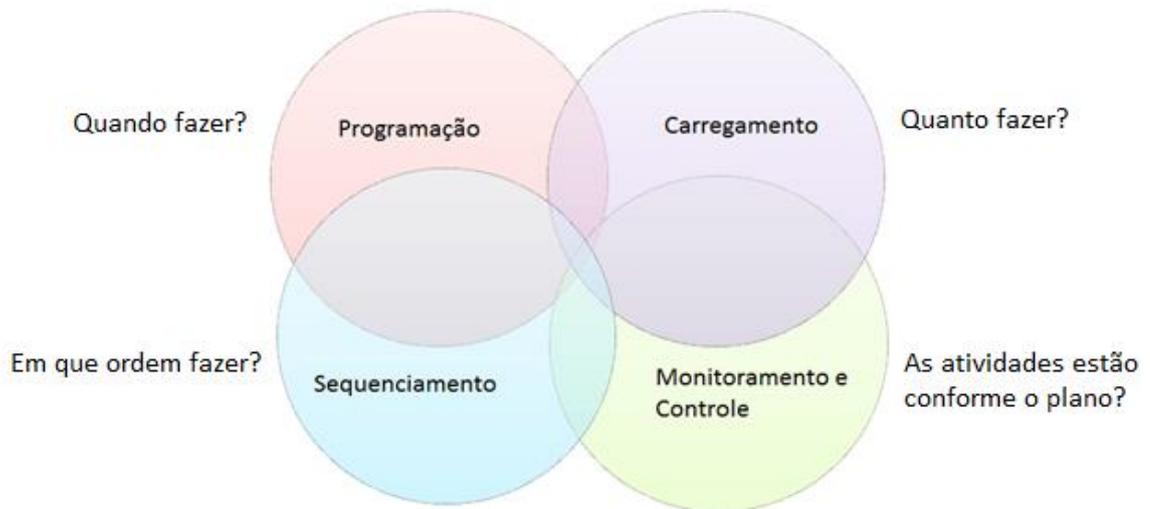


Fonte: Tubino (2000, p.25).

No que diz respeito ao controle da produção, afirmam Montana e Charnov (2010) que existem no ambiente produtivo dois níveis de controle: operacional e gerencial. O controle operacional analisa as funções das seções produtivas, bem como, a rotina da empresa, atuando no controle de atividades básicas de produção como manuseio correto das máquinas e funções. Já no controle gerencial, fiscaliza o desempenho, tanto individual quanto coletivo, de toda a empresa, monitorando o progresso da produção, comparando seu resultado com pré-planejamento.

No mesmo sentido, Slack (2002), relata haver uma correlação entre as atividades de Planejamento, Programação e Controle da Produção, conforme pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Interligação do PPCP



Fonte: Slack (2002).

Todas essas atividades estão relacionadas para atender aos três níveis de planejamento, operacional, tático e estratégico. Quando, quanto e em que ordem fazer refletem o objetivo de se atingir a quantidade produtiva adequada, no tempo estimado e atendendo a todos requisitos do plano de produção realizado pela alta administração.

A implantação de sistema de planejamento e controle da produção se torna imprescindível para se obter melhores resultados no processo produtivo levando a um diferencial competitivo do negócio. (VOLLMANN, et al, 2016). Através de uma gestão da cadeia de suprimentos, este planejamento integra todas etapas do processo produtivo, desde o fornecedor até o consumidor final, passando em diversas áreas fundamentais para a entrega final do produto.

O planejamento e controle da produção, juntamente à logística serão utilizados como pilares da presente pesquisa, não abordados com enfoque, mas citados para contextualização geral.

2.1.2 Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP)

Segundo Lustosa, et al, (2008), o objetivo geral de qualquer sistema de gestão de materiais é assegurar a disponibilidade de bens utilizados pela empresa quando forem necessários. O MRP atende a este requisitos mantendo o estoque em seu nível

mínimo e programando a disponibilidade desses bens exatamente quando planejado. No mesmo sentido, Madroñero, et al, (2015), diz que o planejamento das necessidades de materiais fornece a quantidade líquida de matéria-prima e componentes para cada período de planejamento.

Segundo Lopes e Lima (2008), o objetivo do MRP é adequar o fornecimento dos serviços e produtos juntamente do valor demandado. Para o correto funcionamento do sistema de planejamento e controle de materiais, as *necessidades líquidas* (NL) devem ser calculadas no início do período, como mostra a Equação 1.

Equação 1 - Equação básica do MRP

$$NL = NB - RP - ED$$

Onde:

NL: Necessidades líquidas no início do período;

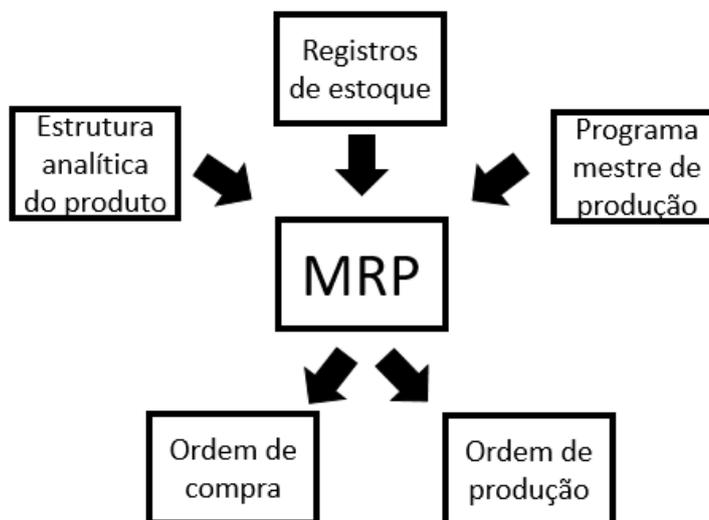
NB são as necessidades brutas durante o período;

RP: Quantidades que deverão estar disponíveis no começo do período dos recebimentos programados e ordens em andamento;

ED: Estoques disponíveis dos itens em questão.

O preceito básico do sistema MRP é o cálculo das necessidades, encontrando assim, as quantidades necessárias nos momentos necessários para a manufatura, para cumprir os prazos de entrega formando o menor estoque possível são necessários como entrada para o MRP três informações: o Programa Mestre de Produção (MPS), estoques disponíveis (registros de estoque) e a lista de materiais do produto ou *Bill Of Materials* (BOM). (CORREA, et al, 2009).

Figura 3 - Preceitos básicos de um MRP



Fonte: Corrêa, et al, (2009).

O programa mestre de produção (MPS) tem como objetivo coordenar a demanda do mercado e determinar quanto e quando será feito de cada produto final. O MPS faz isso à partir da disponibilidade de estoque de produtos acabados, dos pedidos já feitos em carteira e com demanda prevista, vendas acordadas, o *lead time* da produção do item e da política de determinação dos lotes de produção. (LUSTOSA, et al, 2009).

Segundo Chirolí (2014), a lista de materiais compõe os itens necessários para fabricar um bem ou executar um serviço. O Quadro 1 representa uma lista de materiais para a fabricação de um fogão de quatro bocas.

Quadro 1 – Exemplo de lista de materiais

ITEM	QUANTIDADE
Suporte de painelas	2 unidades
Interruptores	5 unidades
Queimadores	4 unidades
Lâmpada	1 unidade
Timer	1 unidade
Porta do forno	1 unidade
Válvula de gás	1 unidade
Tampa superior	1 unidade
Base fogão	1 unidade
Folha de metal fundo forno	1 unidade
Grade forno	2 unidades

Fonte: Chiroli (2014).

Como observado no Quadro 1, a lista de materiais compõe qual item e sua quantidade necessária para a fabricação do produto final.

Utilizando a estrutura analítica do produto, através de uma demanda já conhecida, o MRP calculará as necessidades de material que serão utilizados, então é verificado se a quantidade de itens em estoque é suficiente para atender esta demanda, se não, é emitida uma solicitação de compra ou uma ordem de produção. (MARTINS, ALT, 2006).

Sagbansua (2010) afirma que existem dois tipos de demanda, a dependente e independente. A primeira utiliza a demanda das matérias-primas e peças necessárias na produção de produtos finais, como exemplo, a demanda de peças utilizadas para a produção dos automóveis depende da demanda por automóvel, tornando a quantidade de peças dependente da quantidade de carros a serem fabricados, sendo assim o MRP é um sistema de demanda dependente. Por outro lado, a quantidade de carros a serem produzidos é uma demanda independente, pois não é um componente de outro produto.

Um importante fator a ser considerado é a diferença entre os *lead times* planejados pelos fornecedores e os *lead times* reais. Os *lead times* planejados contam apenas com o fluxo de informação, a promessa de entrega, já os *lead times* reais contam com o fluxo de material físico, que torna-se incerto e variável, dependendo de várias restrições como: tempo de transporte, capacidade de transporte, preço e avarias. (OUSSAMA, et al, 2016).

2.1.3 *Lead Time*

Segundo Ballou (2006) o *lead time* é o tempo total para que um produto ou serviço seja fabricado, processado ou executado por completo, desde o pedido do cliente até sua entrega.

O *lead time* é o período que compreende desde o início de uma atividade, produtiva ou não e seu término, que é utilizado para orientar os tempos de reposição de material, como de suprimentos de fornecedores e também os tempos de produção, relacionados ao atendimento do pedido realizado pelo cliente. (SELLITTO; WALTER, 2008).

Com a evolução dos mercados e o aumento a sensibilidade ao tempo de entrega, Pires (2004) afirma que os clientes procuram produtos e serviços com fornecedores que oferecem um bom desempenho e o menor prazo de entrega possível. Christopher (1998) relaciona a sensibilidade do mercado a três fatores: Redução do ciclo de vida do produto, fazendo com que toda criação, desenvolvimento e vida útil de novos produtos seja cada vez mais reduzido; Esforço para manter os estoques minimizados e Mercados cada vez mais imprevisíveis.

Para Harrison e Hoek (2003), o monitoramento eficiente do tempo que é efetivamente consumido para a produção de um item e o tempo que é desperdiçado durante toda o processo, pode ocasionar ganhos de competitividade no mercado atuante, reduzindo o tempo de espera do cliente, aumentando assim sua satisfação.

2.2 GESTÃO DE COMPRAS

A gestão de compras é um conceito que faz parte do processo logísticos das empresas, integrando-se à cadeia de suprimentos, fazendo com que ela seja responsável pelo nível de estoque, bem como pela aquisição dos recursos materiais que irão manter as atividades produtivas da empresa em desenvolvimento. (MARTINS, ALT, 2006)

O processo de gestão de compras integra a identificação, seleção e homologação de fornecedores, bem como a avaliação periódica destes, engloba ainda, a análise das necessidades e ordem efetiva de compra, não podendo ser visto

como uma área única, mas como um conjunto de atividades multifuncionais. (SLACK, et al, 2002)

As atividades de compras têm como objetivo procurar as melhores condições para as empresas na obtenção de recursos, e assim, coordenar o fluxo contínuo de suprimentos, garantindo o funcionamento dos programas de produção; comprando os materiais aos melhores preços e não fugindo aos parâmetros qualitativos. (DIAS, 2005)

De acordo com Martins e Alt (2006), estes recursos são itens utilizados no dia-a-dia, podendo ser classificados como materiais auxiliares, matéria-prima, produtos em processo e produtos acabados e como são adquiridos constantemente estes recursos são chamados de estoques.

Segundo Martins e Alt (2006), as principais informações recebidas (entradas) e enviadas (saídas) pela área de compras aos vários departamentos de uma empresa, podem ser definidas como:

Jurídico: Entrada: contratos assinados, pareceres sobre processos de compras, assessoria jurídica. Saída: solicitações de pareceres, informações de campo sobre fornecedores.

Informática: Entradas: informações sobre novas tecnologias, assessoria na utilização de EDI, e-mails, intranets, extranets, softwares de compra. Saída: informação sobre fornecedores, cópias de solicitações de compras e pedidos de compras, cópias de contratos de fornecimento e serviço.

Marketing e vendas: Entrada: condições do mercado de compradores, novos concorrentes, novos produtos, novas tecnologias de produtos e processos. Saída: custos de promoções, condições do mercado fornecedor.

Contabilidade e Finanças: Entrada: custos das compras, disponibilidade de caixa, assessoria nas negociações sobre condição de pagamento. Saída: orçamentos de compras, compromissos de pagamentos, custos dos itens comprados, informações para subsidiar estudos da relação de benefícios sobre custos.

Qualidade: Entrada: informações sobre qualidade, especificações de produtos a serem comprados. Saída: histórico sobre a qualidade dos fornecimentos.

Engenharia de produto e processo: Entrada: especificações de novos materiais, produtos a serem pesquisados e comprados, solicitações e levantamentos preliminares sobre fornecedores e preços. Saída: informações sobre os fornecedores, preços e condições de fornecimento.

Fabricação ou produção: Entrada: necessidades de materiais e/ou componentes do processo produtivo, informações sobre estoque disponíveis. Saída: prazos de entrega dos pedidos, recebimentos previstos.¹

¹ MARTINS, Petrônio Garcia; CAMPOS, Paulo Renato. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 1º ed. Editora Saraiva, 2006, p. 87-88.

Conforme observado, toda empresa necessita de grande interação entre todos seus departamentos ou processos, no caso de assim estar organizado, porém, essa interação deve ser eficiente afim de que tais esforços se somem.

Essa interação pode ser crucial para a sobrevivência da empresa em seu mercado, pois uma organização onde seus departamentos não se comunicam, pode assim gerar conflitos de informação. Os conflitos podem fazer com que o departamento de produção não saiba qual demanda deve ser atendida, ou quais são as especificações técnicas para produzir um item, mostrando que produção, vendas e engenharia do produto não se comunicam.

Sendo assim, a atividade de compras possibilita com que toda organização funcione atendendo os requisitos principais que são: gerar lucro e atender as expectativas dos clientes. Para isso, os produtos comprados devem ser constantemente averiguados, com um controle rígido de qualidade, custos e disponibilidade, fazendo com que os estoques estejam dispostos na hora, quantidade e qualidade certa requisitada.

2.3 ESTOQUE

Segundo Krajewski, et al (2012), “o estoque é gerado quando o recebimento de materiais, peças ou bens acabados é superior à sua utilização ou saída, é esgotado quando sua utilização é superior ao recebimento”.

Da mesma maneira, podemos considerar estoque, uma quantidade de bens armazenados em lugares específicos, respeitando as funções e características individuais, que irão atender as necessidades e objetivos da organização. (MOURA, 2004).

De acordo com Tubino (2007), são diversas as funções para que os estoques sejam criados. Dentre as principais, o autor destaca: garantir a independência entre etapas produtivas, permitir uma produção constante, possibilitar o uso de lotes econômicos, reduzir o *lead time* dos produtos, fator de segurança e vantagem de preço.

Para garantir a independência entre etapas, a empresa deve ter estoques entre as fases da cadeia produtiva, permitindo com que elas sejam independentes umas das outras, pois, se houver algum problema em alguma delas, não será transferido para as demais. Caso um fornecedor atrase o pedido, a empresa está protegida de uma falta de matéria-prima. Estoques de produto em processo resolvem problemas da falta de sincronismo entre postos de trabalho, ou de quebras de máquinas.

No que se refere a produção constante, os sistemas produtivos com variações sazonais em sua demanda, podem estocar matéria-prima ou produtos acabados para atender aos picos da demanda sazonal. Procura-se formar estoques em baixa demanda, mantendo um ritmo constante na produção, para quando ocorrer o aquecimento da mesma, vende-se o estoque para manter o ritmo constante de produção.

Quanto à possibilidade do uso de lotes econômicos, algumas etapas do sistema produtivo necessitam que haja uma quantidade grande a ser produzida ou movimentada, para que financeiramente a atividade valha a pena, como o transporte de cargas a longas distâncias, onde o caminhão tenha que estar com a carga maximizada.

No que diz respeito à redução dos *lead times* produtivos, um estoque dentro do sistema de produção, permite reduzir o prazo de entrega de um produto, ao invés de esperá-lo ser produzido e o mesmo, pode ser diretamente retirado do estoque.

Em relação ao fator de segurança, quando existem erros no modelo de previsão, as variações na demanda são absorvidas pelos estoques de segurança. Entregas de fornecedores fora do prazo, produto com baixa qualidade, programação ineficiente da produção, também são fatores que o estoque pode auxiliar.

Por fim, finaliza Tubino (2007), que as vantagens de preço podem ser obtidas com o aumento no nível estocado. Podendo se justificar em ganhos por escala, ou seja, quanto mais itens comprados, maior o desconto ou prevenção a possíveis aumento do custo. Essa decisão deve ser tomada pela área financeira, que administra o dinheiro e não pelo planejamento e controle da produção.

Resta-se claro que o estoque tem importantes papéis na cadeia de suprimentos, tais como possibilitar o atendimento de uma demanda superior à esperada, disponibilizando o produto ao cliente no tempo em que o mesmo deseja,

reduzir os custos da empresa através de economias de escala durante a produção e distribuição, podendo também influenciar no tempo de fluxo da cadeia de suprimentos. (CHOPRA, MEINDL, 2011).

Deste modo, existem diversas maneiras para se obter o estoque. Cada empresa terá que saber qual a melhor maneira de se estocar seus produtos, podendo ser eles matéria-prima, produtos entre processos ou produtos acabados. Para isso, a organização deve considerar ter uma gestão de estoques eficiente. Será essa gestão, que possibilitará a empresa a trabalhar com um nível de estoque otimizado, fazendo com que custos sejam reduzidos e a produção maximizada.

2.3.1 Gestão de Estoques

O gerenciamento de estoques, é um processo complexo, que exige informações sobre a demanda esperada, qual a quantidade em estoque para cada produto, qual o tamanho correto deste estoque, além de todas suas localizações, quantidades e momento adequado para novos pedidos. (KRAJEWSKI, et al, 2012).

Uma administração de recursos eficiente significa monitorar toda as etapas onde os suprimentos são movimentados, que atendem as necessidades e exigências da empresa, levando o material correto, no local certo, a um custo mínimo, na condição adequada, satisfazendo a alta administração da empresa. (POZO, 2002).

Alguns dos desafios para a gestão do estoque é a relação da escassez ou abundância do nível de produto estocado, onde cada direção seguida, terá seus impactos e desafios. (KORPONAI, et al, 2017).

No mesmo sentido, Alfieri, et al (2009), afirmam que uma antecipação na produção acarreta em custos de estoque e de produção, afetando também a disponibilidade de recursos da empresa. Enquanto a postergação na produção pode acarretar em grandes penalidades para a empresa, como atraso nos pedidos ou perda de demanda.

Os dois pontos são direções opostas a serem seguidas, a primeira, com níveis de estoque quase nulos, pode sofrer uma grave falta de matéria-prima para um aumento repentino na demanda, deixando assim de atender as necessidades do cliente, não lhe enviando o produto no momento esperado, comprometendo também o marketing e a produção. Do outro lado, a abundância no nível dos estoques garantirá

o atendimento imediato ao cliente, mas também acarretará para a organização custos elevados de capital imobilizado, manutenção e organização do almoxarifado.

Nos níveis do PCP, a gestão de estoque se encontra no nível operacional. Serão preparados neste nível, planos de curto prazo como: a emissão de ordens de produção e de compras, assim como o acompanhamento e controle da produção. Todas essas ações são os resultados do MRP. (NANCI, et al, 2008).

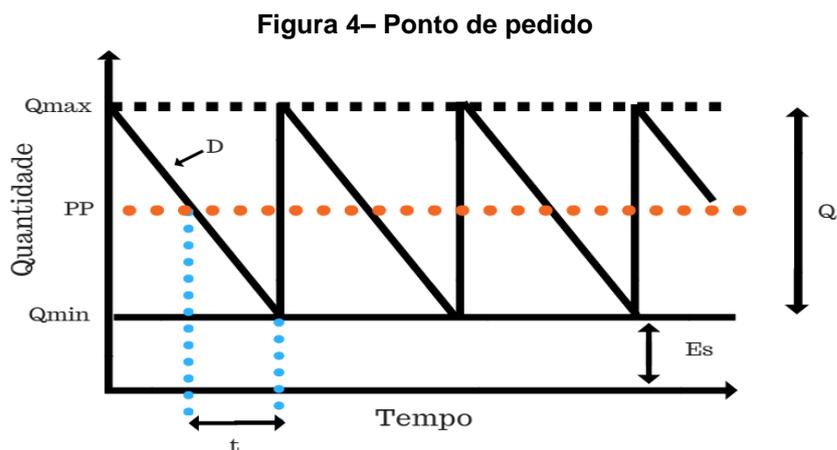
Segundo Dias (2010) o objetivo de qualquer organização é maximizar os lucros pelo capital investido, para isso, deve-se evitar ao máximo que este capital fique inativo. O estoque é utilizado como combustível para a expansão da empresa, possibilitando-a a atender seus clientes e compromissos.

Uma gestão eficiente do estoque possibilitará a empresa utilizar seus recursos da melhor forma possível, maximizando o faturamento em cima do mesmo. Utilizando o estoque como uma fonte para alcançar este objetivo, a empresa não pode deixar de levar em consideração que aquela quantia de itens parados é um capital inativo, sendo assim, dinheiro parado.

2.3.2 Ponto de Pedido

Segundo Corrêa e Corrêa (2009), o ponto de pedido, ou modelo de reposição, ocorre quando um item em estoque atinge uma quantidade mínima pré-determinada pela empresa. Ao atingir a quantidade estabelecida, é emitida uma ordem de compra ou de fabricação de um “lote de ressuprimento” do mesmo. Este modelo de reposição existe para que não falte o produto na hora desejada e para que haja tempo da entrega do lote pelo fornecedor ou de sua fabricação pela própria empresa.

De acordo com a Figura 3, pode-se observar como o modelo de ponto de pedido acontece.



Fonte: Tubino (2007).

A quantidade de itens existentes no ponto de pedido deve ser suficiente para atender o tempo de ressuprimento (t), que é o espaço de tempo entre a constatação da necessidade de pedido, até a entrada do item no estoque. Quanto maior for o tempo de ressuprimento, maior será o ponto de pedido, para garantir o atendimento das necessidades da organização. (TUBINO, 2007).

A demanda em função do tempo (D) consome os produtos até que eles cheguem em seu estoque de segurança, ponto em que o ressuprimento deverá acontecer, entrando em estoque o pedido (Q).

A importância de se conhecer um ponto de pedido preciso, para determinado produto, é crucial para que as operações aconteçam de forma fluida, sem paradas por falta de material. Essa falta pode ocasionar o atraso da produção, demora no atendimento ao cliente, gerando assim uma insatisfação do mesmo e diminuindo também, a acurácia daquele estoque.

2.3.3 Estoque De Segurança

O custo de estoque aumenta ao elevar o tamanho do estoque de segurança, tornando-se maior a chance de satisfação do cliente. Deve-se equilibrar o *trade-off* entre custos de estoque e atendimento ao cliente (KORPONAI, et al, 2017).

Segundo Chopra e Meindl (2011), manter um estoque de segurança irá atender a demanda quando a mesma ultrapassa a quantidade esperada, sendo este estoque maior proporcionalmente à incerteza do aumento da oferta ou demanda.

Um estoque de segurança maior, poderá atender uma flutuação positiva na demanda, que ocasionará o atendimento das necessidades dos clientes, mas acarretará automaticamente em maiores custos. Já o inverso, terão menores custos de manutenção as empresas que tiverem um menor estoque de segurança, mas ficam então vulneráveis a mudança repentina na demanda, caso aumente, não conseguirão atender seus clientes, gerando assim um atraso na produção.

O cálculo do estoque de segurança pode ser observado na Equação 2:

Equação 2 - Cálculo do estoque de segurança

$$ES = Z \times \sigma d \times \sqrt{t}$$

Onde:

ES: Estoque de segurança;

Z: Valor tabelado que representa a quantidade de desvios padrão que devemos utilizar em torno da média sob a curva normal pretendida (Nível de serviço);

σd : Desvio padrão da demanda;

t: Lead time médio dos fornecedores.

2.3.4 Lote Econômico de compra

O Lote Econômico de Compra (LEC) é a quantia ideal de um pedido minimizando os custos para atender a previsão de demanda, conforme pode ser observado na Equação 3.

Equação 3 - Cálculo do lote econômico de compra

$$LEC = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{C \cdot I}}$$

Onde:

LEC: Lote Econômico de Compra;

D: Demanda no período analisado;

A: Custo para transportar o pedido;

C: Custo do produto;

I: Taxa de encargos financeiros sobre os estoques (Custo de manutenção).

Para Slack (2002), o Lote Econômico de Compra realiza um levantamento dos custos para otimizar as decisões sobre os pedidos, fazendo com que se realize uma abordagem reativa do problema, sendo o mais correto ajustar a operação com intuito de reduzir os estoques para continuar atendendo o completo funcionamento do processo.

2.3.5 Estoque Máximo

O estoque máximo é a maior quantidade permitida de um item ao ser estocado. Sua quantia pode ser calculada somando-se o Lote Econômico de compra com o Estoque de Segurança, de acordo com a Equação 4:

Equação 4 - Cálculo do estoque máximo

$$EM = LEC + ES$$

Onde:

EM: Estoque máximo;

LEC: Lote Econômico de Compra

ES: Estoque de Segurança.

2.4 CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAIS – ANÁLISE ABC

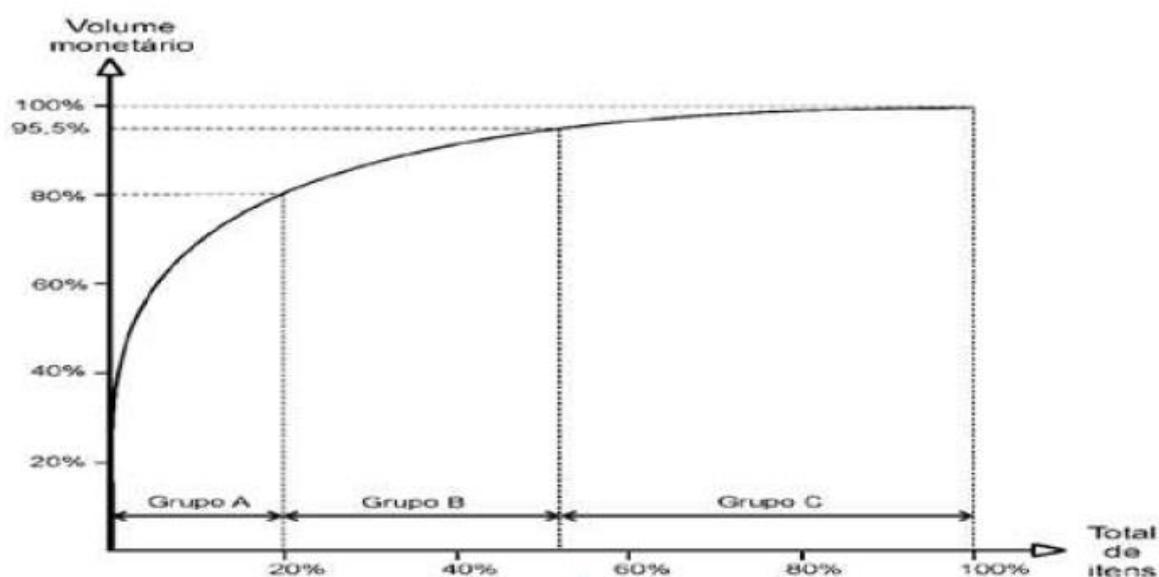
A análise ABC ou Diagrama 80-20 é comumente utilizada para examinar e categorizar os estoques, foi inspirado na teoria do italiano Vilfredo Pareto, em 1897, quando estudava sobre a renda da população de diversos países e descobriu que 80% das riquezas estavam nas mãos de apenas 20% da população italiana. (PINTO, 2002)

Segundo Martins e Alt (2006), o diagrama ABC consiste em verificar dentro de um período, o consumo monetário ou a quantidade dos itens estocados, para ordená-los em ordem decrescente de importância e classificá-los em: A (item imprescindível, sua falta causa parada de produção), B (sua falta não causa paradas na produção), C (demais itens).

Esta análise é baseada em números e porcentagens acumuladas no período definido para encontrar qual a importância dos itens em questão, podendo ser do volume de vendas, receita gerada, lucro obtido ou participação de mercado. (FERNANDES; GODINHO, 2010)

Pode-se observar no Gráfico 1, como funciona a classificação seguindo o sistema ABC:

Gráfico 1 - Curva ABC



Fonte: Slack (2002)

De acordo com o gráfico, os itens de classe A correspondem a 20% dos itens de maior valor, representando 80% da grandeza que mede a importância acumulada (valor do consumo anual). A classe B compõem 30% dos itens, representando 15% do valor acumulado, e por fim, os itens de classe C que correspondem a 50% dos itens e 5% do valor acumulado. (FERNANDES; GODINHO, 2010)

2.4.1 Metodologia de Aplicação da Técnica ABC

Segundo Corrêa e Corrêa (2009), para se obter um sistema mais eficiente em custos, deve-se definir os grupos de produtos estocados. Quando um item passa a ser considerado mais valioso ou tem um custo maior de manutenção, torna-se interessante classificá-lo de uma forma diferente, definindo assim itens que mereçam maior atenção.

Após classificá-los de forma diferente, serão utilizados sistemas mais caros e rigorosos para o controle de itens mais importantes, enquanto sistemas de menor valor, serão utilizados para o controle dos itens menos “importantes”. (CORRÊA; CORRÊA, 2009)

Os autores ainda definem oito passos para a aplicação da técnica ABC:

- Passo 1: Através de dados do período anterior, podendo ser em um ano, verificar a quantidade total utilizada década item, ou, realizar uma quantidade projetada de uso futuro;
- Passo 2: Definir o custo médio de cada item;
- Passo 3: Para cada item, multiplicar o custo médio encontrado no passo 2 pela quantidade total utilizada encontrada no passo 1;
- Passo 4: Ordenar o resultado da multiplicação do item anterior em ordem decrescente;
- Passo 5: Calcular os valores acumulados do valor de uso na ordem obtida no passo 4;
- Passo 6: Calcular em percentual acumulado os valores encontrados no passo 5, relativos ao valor de uso total dos itens;
- Passo 7: Em um gráfico, plotar os valores;
- Passo 8: Definir as classificações pela inclinação da curva, Para A uma grande inclinação, B inclinação média (em torno de 45°) e C para pequena inclinação.

É de suma importância a classificação dos estoques para que exista uma ordem prioritária a ser seguida, encontrando então, quais produtos exigem um maior custo, assim, possibilitando uma melhor decisão do setor financeiro para a compra de novas mercadorias. Como resultado, pode-se reduzir custos excessivos, melhorar a qualidade dos serviços prestados e aperfeiçoar os processos internos da empresa.

2.5 INDICADORES DE ESTOQUE

Através da gestão do estoque, os administradores podem controlar e melhorar as condições de produção da empresa, tendo sob controle, como estão sendo manuseadas suas matérias-primas. Os indicadores de estoque irão mensurar os

resultados deste controle, para que assim, a alta administração possa tomar as ações necessárias.

2.5.1 Inventário Físico

Segundo Martins e Alt (2009), o inventário físico é um indicador que compara a quantidade de itens em estoque físico com as quantidades registradas no controle, caso haja diferença entre estes valores, devem ser realizados os ajustes necessários para um controle eficiente. Os autores também definem duas aplicações para o inventário físico, sendo eles periódico e rotativo.

No inventário periódico, a contagem dos itens em estoque físico, é realizada em períodos determinados e quase sempre, em menor tempo, tendo em vista que, aguarda o final do exercício fiscal da empresa.

Em contrapartida, no estoque rotativo, a contagem dos itens é feita de forma permanente, dentro do período fiscal, porém, ainda que possua um tempo avantajado, exige uma quantidade de pessoas que são exclusivamente destinadas para realizar essa operação.

2.5.2 Acurácia do Estoque

A acurácia do estoque é um indicador onde pode-se verificar a qualidade da informação passada ao sistema de controle da empresa. Para isso, serão colocados em comparação a quantidade real de itens em estoque e os valores inseridos no sistema de controle (MARTINS; ALT, 2009).

$$\text{Acurácia} = \frac{\text{Número de itens com registro correto}}{\text{Número total de itens}} \times 100$$

Equação 5 - Cálculo da Acurácia do Estoque

Assim, um índice de acurácia ideal seria o de 100%, número esse difícil de se alcançar, em decorrência da grandeza dos estoques ou da quantidade de informações cadastradas de maneira errada.

Contudo é necessário então, que seja definida um percentual de tolerância para que haja um controle efetivo entre as diferenças entre os registros do sistema, e o dados físicos (BERTAGLIA, 2009).

2.5.3 Giro de Estoque

Segundo Martins e Alt (2006), “o giro de estoque mede quantas vezes, por unidade de tempo, o estoque se renovou ou girou”, como demonstra a Equação:

$$\text{Giro de estoques} = \frac{\text{Eduação 6 - Cálculo do Giro de Estoque}}{\text{Valor do estoque médio no período}} \frac{\text{Valor consumido no período}}{\text{Valor do estoque médio no período}}$$

De acordo com a referida fórmula, pode-se observar que, o valor consumido no período, é a quantidade total de matéria-prima utilizada no espaço de tempo analisado, bem como, o valor estoque médio, consiste na média do estoque final e inicial de cada período.

2.5.4 Cobertura de estoques

Segundo Martins e Alt (2006), a cobertura de estoque indica a quantidade de itens por unidade de tempo, que será capaz de cobrir a demanda média do período, ou seja, em quanto dias acontece um giro no estoque.

$$\text{Cobertura de estoque} = \frac{\text{Eduação 7 - Cálculo da Cobertura de Estoque}}{\text{Giro de estoque}} \frac{\text{Número de dias do período em estudo}}{\text{Giro de estoque}}$$

A cobertura de estoques é igual ao número de dias do período determinado pela empresa, dividido pelo giro de estoques.

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Nesta seção de revisão de literatura foram descritas as ferramentas e os procedimentos necessários para a implementação de um sistema de planejamento das necessidades de materiais.

As ferramentas utilizadas neste capítulo mostram como estão ligados os processos de compras, armazenamento e planejamento da produção. Para que exista uma linha de ligação entre os processos, deve-se utilizar uma metodologia de controle de modo que os mesmos operem de forma fluida e para tal, será utilizado a implementação do sistema MRP através deste trabalho.

As equações descritas na revisão de literatura que não foram utilizadas para implementação do estudo, terão sua indicação de uso nas propostas de trabalhos futuros.

No próximo capítulo, será apresentada a metodologia de implementação deste novo sistema de controle, considerando atual situação da empresa, visando analisar seus processos, desenvolver um método para a solução dos problemas encontrados e realizar sua implementação.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa científica deve ser classificada em quatro termos metodológicos, são eles: natureza, objetivos, abordagem e método. (GIL, 2002).

O presente trabalho, do viés de sua natureza, é uma pesquisa aplicada, por haver uma implementação do controle de estoques através de um sistema MRP.

Segundo Marconi e Lakatos (2009), uma pesquisa aplicada tem como objetivo um interesse prático, visando resultados e soluções de problemas do cotidiano.

Em relação aos objetivos, caracteriza-se o trabalho como normativo, pois, a pesquisa normativa busca o desenvolvimento de políticas, estratégias e ações para melhorias nos resultados já existentes na literatura, encontrando soluções ótimas e novas definições para problemas específicos. (TURRIONI, et al, 2012).

No que se refere a abordagem do problema, o estudo se encaixa como uma pesquisa combinada. Segundo Turrioni, et al, (2012), a pesquisa combinada é assim classificada quando o pesquisador combina aspectos qualitativos (interpretação de fenômenos de forma descritiva) e quantitativos (tradução de opiniões e informações em números), em todas ou algumas etapas do processo de pesquisa.

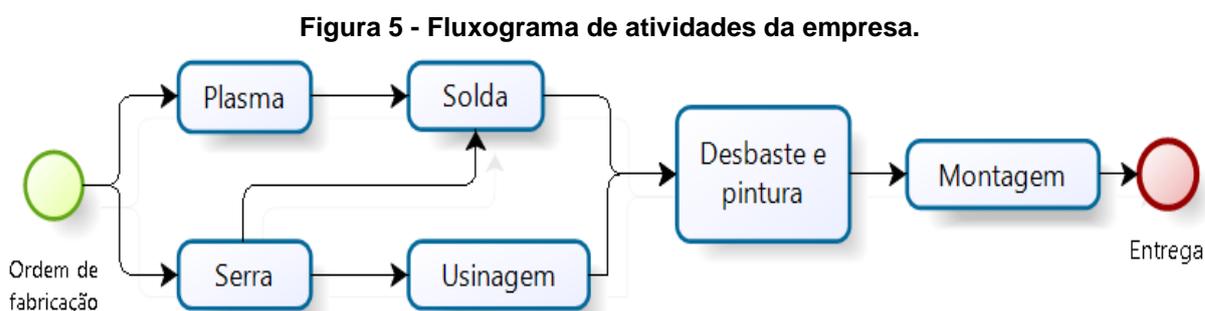
Quanto ao método, trata-se de uma pesquisa-ação. Este método trata da resolução de um problema coletivo, onde os colaboradores e pesquisadores estão envolvidos na situação de forma cooperativa ou participativa. (TURRIONI, et al, 2012).

3.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa utilizada como objeto do presente estudo, começou suas atividades em 1976, no segmento de fabricação de máquinas agrícolas para batatas. A empresa conta com 40 funcionários e tem como objetivo oferecer soluções através do desenvolvimento, assistência e comercialização de bens e serviços.

Atualmente, vem abrindo o mercado para novos segmentos como o algodão, cana-de-açúcar, silvicultura, limpeza de solo e equipamentos para movimentação e armazenagem de materiais, bem como a manutenção das máquinas produzidas.

A Figura 4 representa o fluxograma das atividades para a construção das máquinas desde as etapas iniciais, até a entrega do produto final. A sequência demonstrada neste trabalho, pode mudar dependendo do modelo de máquina a ser fabricado.



Fonte: Autoria própria.

Inicialmente, a empresa compra as matérias primas na forma bruta, como chapas e barras de ferro, que serão utilizadas durante o processo de fabricação das máquinas.

As chapas passarão pela máquina CNC a laser, e as barras serão cortadas nas serras de corte. Em seguida, serão realizados os processos de solda, acabamento e pintura das peças, para que após a secagem, a máquina possa ser finalizada no setor de montagem.

As etapas descritas pelo fluxograma representam o processo básico de criação das máquinas fabricadas pela empresa, processo este, que varia dependendo de sua complexidade, de acordo com o pedido do cliente, tamanho e especificações do produto.

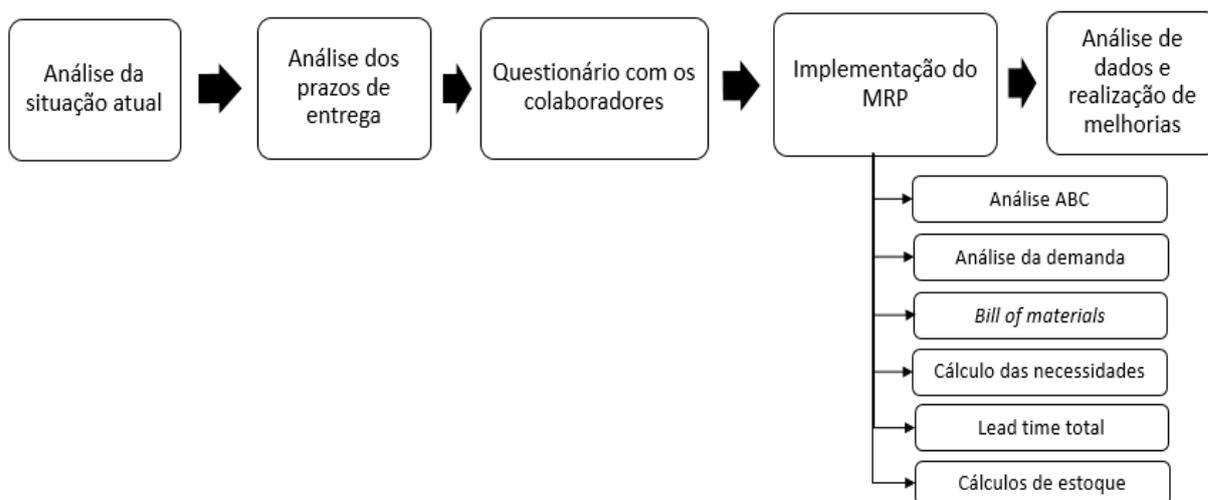
3.3 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A proposta e aplicações de melhorias foram realizadas através das etapas descritas no abaixo:

- Analisar da situação atual da empresa, através do levantamento dos problemas que afetam os setores envolvidos, como compras, estoque e produção. No setor de compras, identificar como são realizados os pedidos aos fornecedores, para o setores de estoque e produção, identificar o fluxo de informações e movimentações realizadas, verificando seus métodos de realização e identificando problemas, erros ou duplicidade nas informações;
- Realizar o levantamento dos prazos referentes a entrega das máquinas, para analisar se os prazos de entrega aos clientes estão sendo respeitados;
- Desenvolver um questionário com os colaboradores durante o horário de produção, para identificar quais os problemas mais recorrentes que ocasionam um mal funcionamento do processo produtivo e implementar novos sistemas para a sanar tais adversidades.
- Implementar o Sistema de Necessidades de Materiais (MRP) através das ferramentas específicas.
- Analisar os resultados obtidos, implementar as melhorias que forem identificadas, realizar uma nova análise do processo e obter uma comparação do novo sistema com o anteriormente utilizado, através do *lead time* do processo.

A Figura 6, representa o fluxograma das etapas de desenvolvimento do trabalho e aplicação das ferramentas em questão.

Figura 6 - Etapas de desenvolvimento do trabalho



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 5, pode-se observar que as etapas do desenvolvimento do trabalho, terão ferramentas próprias de análise e métodos para sua execução.

3.3.1 Planejamento e Execução

A empresa conta com aproximadamente 26 tipos de máquinas, mas para este estudo, foi analisada apenas a máquina com um maior percentual de receita, este percentual será encontrado pela Análise ABC.

Primeiramente foi analisado o cenário atual do setor de compras, de controle de estoque, e produção, através das ferramentas citadas nas referências bibliográficas e questionários, e então será desenvolvido a metodologia para a implementação do estudo.

Através dos arquivos da empresa, foram obtidos a lista de materiais para a fabricação total da máquina (*Bill Of Materials*) e os *lead times* dos fornecedores atuais para cada peça comprada. Essas listas foram passadas para o programa *Microsoft Excel®* para que seja montada a planilha de ordem de compra. Nesta planilha, também serão calculadas as quantidades máximas e mínimas de cada item a ser estocado e seus pontos de pedido. Os valores foram encontrados baseados numa previsão de demanda do produto, para que então, utilizando dos *lead times* dos fornecedores e das quantidades mínima e máxima exigida, o almoxarifado tenha embasamento ao realizar um pedido para o setor de compras.

O objetivo é implementar melhorias nos processos envolvidos para reduzir o *lead time* de produção da máquina e criar um sistema mais organizado de compras, para que não falte matéria prima durante o processo e evite o atraso na entrega dos produtos.

Na fase de implementação, todos os dados fornecidos pela empresa e planejamentos realizados foram colocados em prática para análise. Os responsáveis pelos setores envolvidos neste trabalho foram comunicados do novo sistema a ser implementado, o treinamento para o setor foi realizado e o sistema implementado conforme o plano de ação.

Após a implementação, foi feito o acompanhamento dos colaboradores responsáveis pelo setor de atuação da nova metodologia, sendo este fundamental para verificar se os dados e ferramentas estão sendo utilizados da forma adequada.

As informações foram analisadas e comparadas aos dados obtidos do método de compras e controle de estoque antigo, para verificar se houveram melhorias com o novo sistema.

3.3.2 Verificação de Melhorias

Após a implementação dos métodos propostos, foi verificado se houve melhoria na empresa a qual foi aplicado o método. Para isso, foram feitas comparações das informações de compras, estoque e processos utilizados antes e depois do trabalho.

As comparações foram realizadas da seguinte maneira:

- Comparação nas ordens de compra: tem o objetivo de verificar se houve economia monetária das novas ordens em relação às antigas;

- *Lead time* dos processos de fabricação: Comparar se houve melhorias em relação aos tempos dos processos de fabricação da máquina, visando eliminar o atraso na entrega para o cliente e aplicando melhorias nos processos;

- *Lead time* total de fabricação: Comparar o tempo total de fabricação da máquina após a implementação do sistema de controle, visando diminuir o *lead time*

total de fabricação da máquina, já que os prazos de entrega dos fornecedores não podem ser alterados.

Os comparativos puderam confirmar os benefícios da nova metodologia proposta, tornando-se possível uma implementação fixa deste novo sistema de controle na empresa.

4 DESENVOLVIMENTO

Conforme descrito na metodologia, neste capítulo serão apresentadas as ações realizadas para cumprir aos objetivos propostos. Deste modo, serão delimitados os procedimentos de análise do cenário atual da empresa elencando os pontos passíveis de melhorias, com o intuito de implementar soluções para determinados problemas. Foram implementadas metodologias como a gestão da compra de materiais e de estoque através de um sistema de planejamento das necessidades de materiais.

4.1 SITUAÇÃO INICIAL

A empresa segue um modelo de produção que é utilizado basicamente desde sua fundação. A demanda de seus produtos é sob encomenda, com possibilidades de pequenas alterações no projeto, dependendo da necessidade do cliente.

Assim que a empresa recebe o pedido, é emitida uma ordem de fabricação que é repassada para o supervisor de produção, que a encaminha, primeiramente, para os processos de serra e plasma, para que sejam cortados as barras, tubos, cantoneiras e chapas. Atualmente a empresa utiliza um sistema de *intranet* apenas para emitir notas, gestão financeira e organizar os códigos de seus produtos.

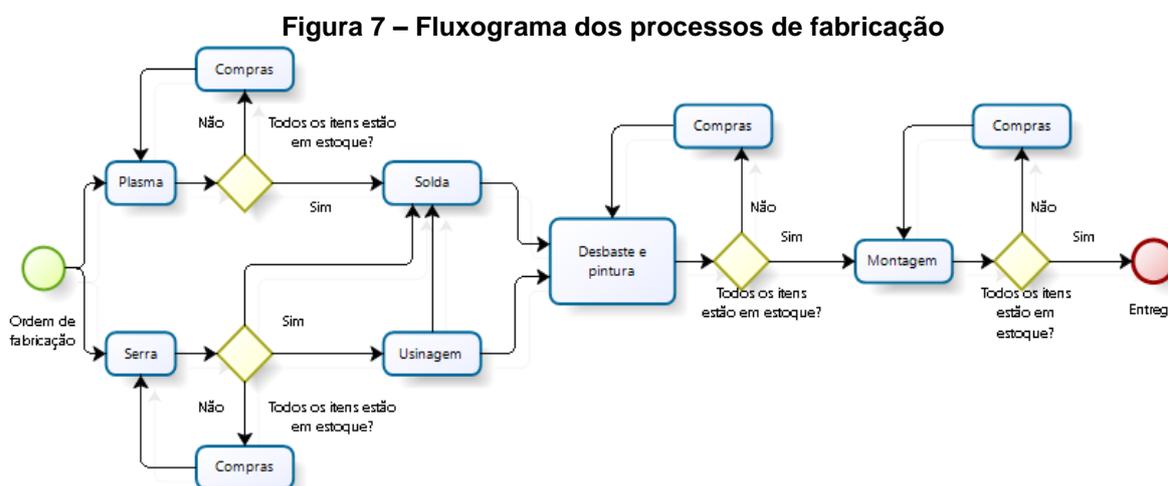
A fabricação das máquinas é iniciada nos processos de serra e plasma, onde os operadores cortam as matérias primas listadas e enviam para o próximo processo, podendo ser solda ou usinagem. Saber o próximo processo de cada peça se dá apenas pela memória do operador da serra e plasma, caso um novo operador seja contratado pela empresa não há um método padronizado de destinação dos itens.

Conforme as ordens de fabricação são repassadas para os processos seguintes, os operadores da solda ou usinagem, retiram através do código daquela peça, um desenho técnico, que contém a mesma peça com este processo já realizado, para que assim, utilizem este desenho como modelo a ser seguido.

Durante todo o processo de produção da máquina, são utilizados itens fabricados dentro do processo produtivo e também itens comprados de terceiros.

Estes itens comprados são armazenados em dois estoques, um estoque apenas de matéria prima totalmente bruta, como barras, tubos e chapas e o segundo tipo estoque que é o almoxarifado de itens transformados ou acabados prontos para montagem, itens transformados podem ser eixos, engrenagens e rolamentos, e de produtos acabados parafusos, porcas, tintas e pneus.

Conforme os operadores necessitam das peças durante os processos, buscam no almoxarifado de peças transformadas ou acabadas. O estoque de barras e chapas pertence apenas ao setor de serra e plasma, sendo os dois processos pontos de partida para a produção de qualquer máquina. O processo de fabricação está ilustrado na Figura 6:



Fonte: Autoria própria

O processo de compras de matéria prima pode ocorrer de duas formas. Na primeira, o operador solicita durante a produção a peça faltante, o responsável do almoxarifado verifica a disponibilidade no estoque, caso não exista a peça em estoque, o responsável emite uma ordem de compra ao setor financeiro com as quantidades baseadas em pedidos anteriores, para que o responsável de compras entre em contato com o fornecedor. Quando isto ocorre, a máquina já está sendo fabricada e sua produção é parada devido à espera dos componentes. Este problema acontece para a mesma máquina em diversos processos da produção, desde a solda até a montagem final.

A segunda forma, é quando se faz um inventário de itens estocados para verificar sua quantidade, caso o mesmo precise de reabastecimento. Atualmente a empresa tem uma diversidade de 2610 itens em estoque e este método é raramente utilizado. Se o item estiver em falta ou em pouca quantidade, quantidade essa determinada pelo próprio responsável do almoxarifado, sem embasamento, é emitida uma ordem de compra também fundamentada em pedidos anteriores.

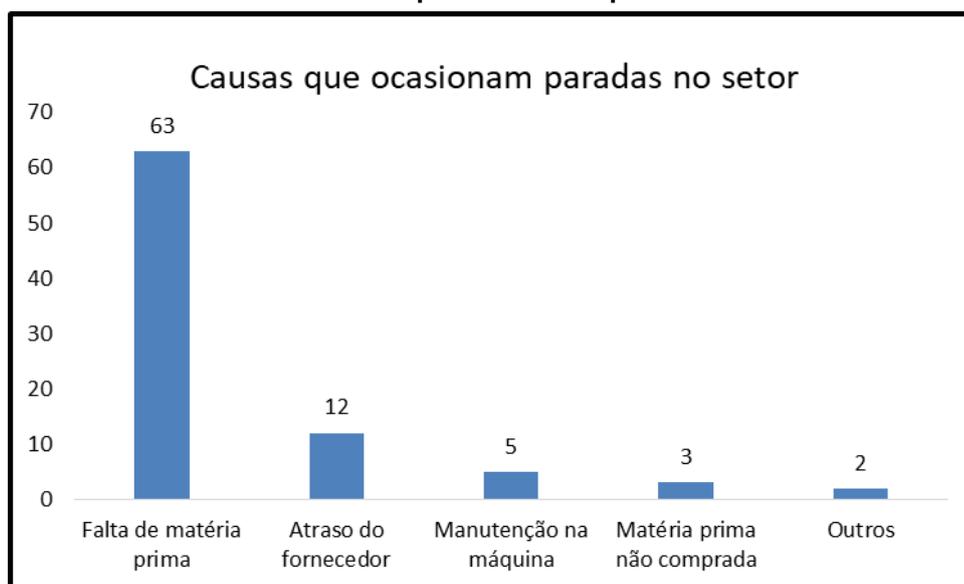
É possível apontar grandes possibilidades de melhorias durante todo o processo produtivo da empresa, suas etapas construídas de forma não estruturada permite uma grande abertura para erros e falhas devido à falta de controle e conhecimento de quem a executa, tornando assim, a organização suscetível a grandes atrasos de produção.

4.2 DIAGNÓSTICO

A empresa vem encontrando dificuldades para atender seus clientes dentro do prazo estabelecido, isto se deve pelo atraso que ocorre dentro da linha de produção, seja pela falta de matéria-prima durante o processo ou pela informação transmitida para os colaboradores de forma debilitada.

Para entender a situação atual da empresa em relação aos atrasos, foi desenvolvida uma planilha no *Microsoft Excel*®, com a relação de vendas do ano de 2017 e do primeiro semestre de 2018. Na Figura 7 é apresentada parte da planilha de controle dos prazos de entrega das máquinas já produzidas, nesta planilha tem-se as seguintes informações: Quantidade, máquina, modelo da máquina, estado destino, data da venda, data requerida pelo cliente, data de conclusão e dias de atraso (em vermelho e negativo caso tenha sido finalizado atraso).

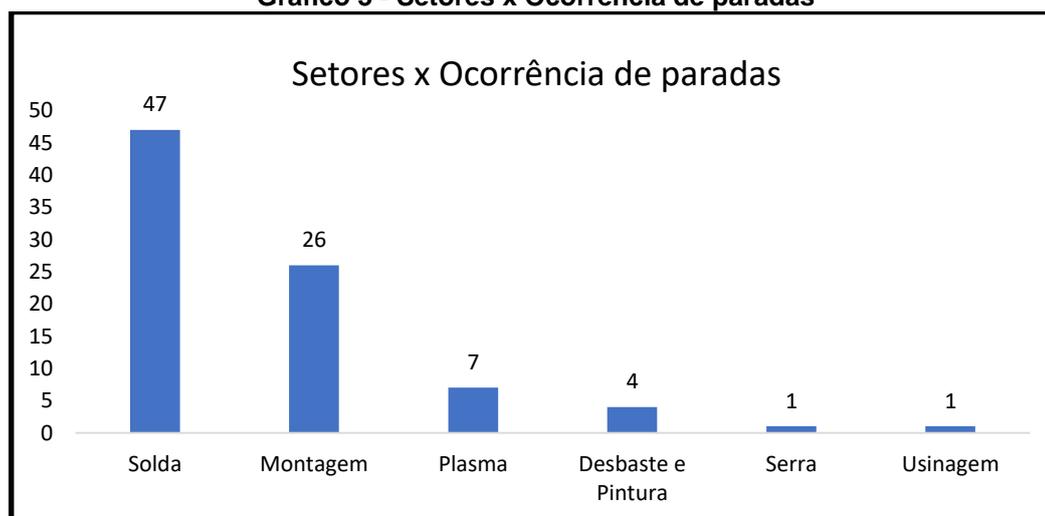
Por meio da Figura 7, pode-se observar que foram entregues 307 máquinas em todo o período analisado, deste total, 121 foram entregues atrasadas, representando 39,4% do total produzido. Assim, fica claro que existe um problema nos processos de produção e que o mesmo precisa ser resolvido para que a organização atinja os seus objetivos.

Gráfico 2 - Causas que ocasionam paradas no setor

Fonte: Autoria própria

Analisando o Gráfico 2, observou-se que o problema que mais ocasiona paradas nos setores de trabalho, bem como, atraso na data final de entrega dos produtos, é a falta de matéria prima.

Realizando um cruzamento entre as informações de falta de matéria prima pelos setores envolvidos da empresa, foram obtidos os resultados presentes no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Setores x Ocorrência de paradas

Fonte: Autoria própria

Pode-se notar, por meio do Gráfico 3, que os dois setores com a maior quantidade de paradas por falta de matéria prima são o de Solda e o de Montagem.

Identificado os setores onde mais ocasionam as paradas, desenvolveu-se uma ficha que permitisse aos colaboradores destes dois setores relatarem os motivos das paradas, conforme ilustra a Figura 9.

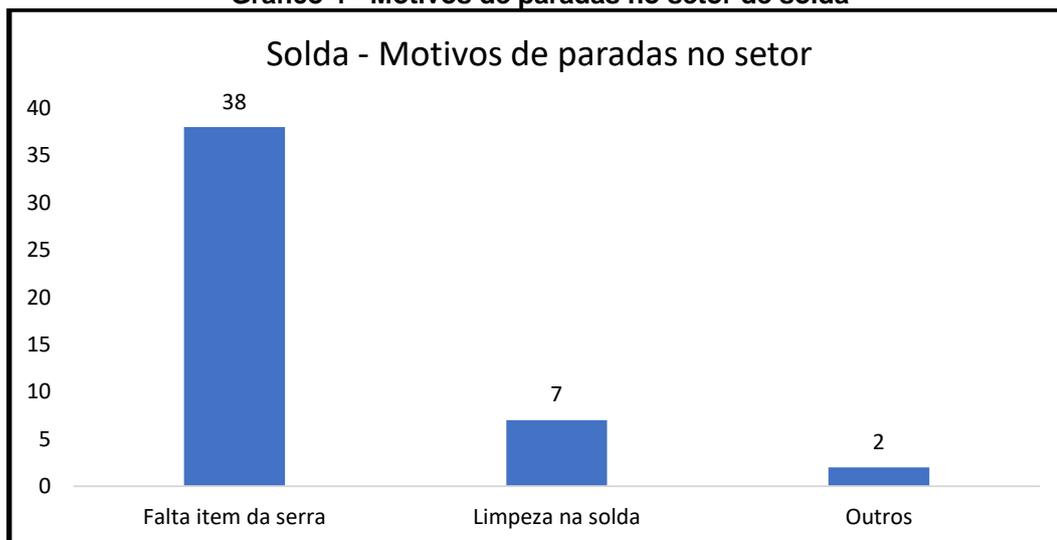
Figura 10 - Modelo de questionário

Relatório de paradas na produção
Setor envolvido:
Motivo da parada

Fonte: Autoria própria

Esta ficha foi preenchida pelos colaboradores por um período de 30 dias, posteriormente, para análise dos dados, os resultados foram plotadas no Gráficos 4 e 5, apresentando os motivos de paradas no setor de solda e montagem, respectivamente.

Gráfico 4 - Motivos de paradas no setor de solda

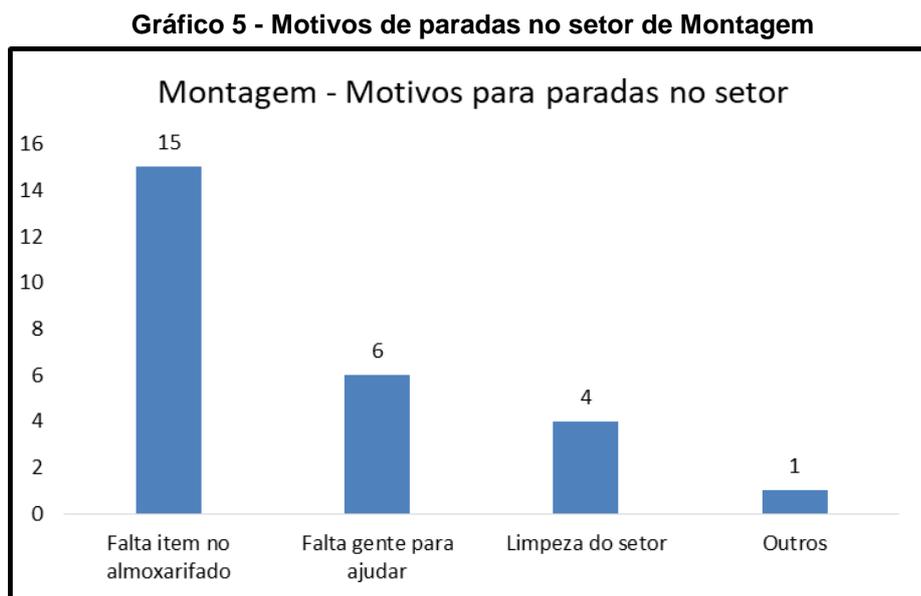


Fonte: Autoria própria

Como resultado, pode-se observar que 81% das paradas no setor de solda é motivado pela falta de itens advindos do processo de serra. Em uma análise mais

profunda, foi constatado que as ordens de fabricação do processo de serra chegavam a ter apenas 43% da quantidade real a ser cortada, o resultado dessa falta era motivado pelas paradas no setor de Solda para solicitar e esperar o corte da peça faltante.

Os resultados obtidos no setor de Montagem foram colocados no Gráfico 5.



Fonte: Autoria própria

Os dados obtidos do setor de montagem revelaram que 58% das paradas no processo de montagem se davam por conta da falta de itens no almoxarifado, conseqüentemente, verificou-se uma inexistência de um planejamento das necessidades de materiais na empresa.

Através dessas informações, decidiu-se que as ações tomadas devem tratar a causa destes dois problemas, ou seja, melhorar as ordens de fabricação referentes do setor de serra e a falta de um planejamento das necessidades de materiais. Para isso foram aplicados os conceitos de MRP, com o intuito de organizar e planejar as necessidades de materiais dentro da empresa.

4.3 IMPLEMENTAÇÃO DO MRP

Realizado o entendimento e análise do processo atual, o MRP foi estruturado e implementado para que as melhorias nos processos fossem alcançadas. Na fase de implementação foram efetivadas a coleta das informações referentes a situação atual da empresa, o tratamento destas informações, desmembrando-as em metas e diretrizes para alcançar os resultados desejados.

4.3.1 Análise ABC

Para a realizar o processo de implementação, o primeiro passo foi obter o histórico de vendas da empresa e realizar uma classificação ABC em relação aos produtos vendidos, identificando assim qual máquina possui maior importância econômica para empresa.

Encontrada a máquina que representa maior porcentagem de receita, foram implementadas as melhorias primeiramente sobre ela, com a finalidade de obter um planejamento de compras mais eficiente, atendendo assim a demanda do produto sem gerar atraso para o cliente.

Figura 11 - Análise ABC das máquinas baseada na margem de contribuição no faturamento

Período analisado:		Início: 01/01/2017 - Término: 28/06/2018			
ORDEM	Máquinas	TOTAL DO PERÍODO	MARGEM DO FATURAMENTO	ACUMULADO	CLASSIFICAÇÃO
1	AWB-1600	137	29,7%	29,7%	A
3	CT-2100	51	13,6%	43,3%	B
2	CWB-2L AZUL	3	12,0%	55,4%	B
5	AWB-1600 AR	13	7,6%	63,0%	C
4	PAI-2100	8	6,7%	69,6%	C
6	PA-275	18	6,0%	75,6%	C
7	EW-4000	24	4,2%	79,9%	C
8	ER-380	14	4,1%	83,9%	C
9	PA-480 AR	6	4,0%	87,9%	C
10	P-480	6	3,0%	91,0%	C
11	AWB-1800 AR	1	2,2%	93,1%	C
12	PAI-280	5	1,5%	94,6%	C
13	AD-480	6	1,2%	95,8%	C
14	P-480 AR	2	0,8%	96,6%	C
15	AWB-1900	2	0,7%	97,3%	C
16	PA-300	2	0,6%	97,9%	C
17	ER-375	2	0,5%	98,4%	C
18	PA-380	2	0,5%	98,9%	C
19	PA-285	2	0,5%	99,4%	C
20	PA-280	2	0,4%	99,8%	C
21	CP-1600	1	0,2%	100,0%	C
SOMA TOTAL		307			

Fonte: Autoria própria

À partir da Figura 10, pode-se observar que a máquina de maior influência no faturamento da empresa, e classificada pela análise como um item A, é a AWB-1600, representando 29,7% na margem total de receita.

Sendo assim, nos tópicos seguintes serão apresentados os passos de implementação do MRP e das melhorias sob a produção deste produto, onde será feito a análise de sua demanda, organização da estrutura do produto para elaboração de listas de separação, o cálculo do estoque máximo e mínimo de cada item.

4.3.2 Análise de Demanda

A previsão de demanda é indispensável para a realização de um planejamento estratégico da produção, pois, permitem que os administradores antevejam o futuro através de projeções baseadas em dados históricos. (TUBINO, 2000).

Na Figura 11 é possível identificar a demanda mensal da máquina AWB-1600. Foram vendidas em média 7,61 máquinas por mês no período analisado, para fins de cálculo das necessidades de materiais, este valor foi arredondado para a quantia de 8 máquinas por mês para os cálculos, visando atender sempre a demanda média.

Figura 12 - Série histórica da demanda da máquina AWB – 1600

		Demanda AWB-1600	
		Mês	Vendas
2017	Janeiro	8	
	Fevereiro	7	
	Março	7	
	Abril	9	
	Maio	8	
	Junho	5	
	Julho	7	
	Agosto	11	
	Setembro	8	
	Outubro	5	
	Novembro	6	
	Dezembro	8	
2018	Janeiro	8	
	Fevereiro	4	
	Março	11	
	Abril	9	
	Maio	10	
	Junho	6	
Soma total		137	
Média		7,61	

Fonte: Autoria própria

4.3.3 Bill of Materials

Bill of Materials permite representar através da estrutura do produto, todos os componentes e quantidades necessárias para a fabricação, auxiliando então na resposta das perguntas fundamentais do sistema de produção: o que, quanto e quando comprar e produzir. (CORRÊA, et al, 2008). Apresenta-se na Figura 12, a estrutura do produto AWB-1600.

Figura 13 - Parte da estrutura do *Bill of materials*

Produto	Desc. Produto	Quantidade por máquina
11667	ADESIVO ARRANCADEIRA AWB1600 (331 X 1771MM)	1,00
14374	ADESIVO LOGO BRANCO	1,00
460	ANEL TRAVA INTERNO 52MM	8,00
469	ANEL TRAVA INTERNO 90MM	4,00
1096	ARO BI-PARTIDO 3,25"A X 8"(RB-2417)2LMTA	4,00
411	ARRUELA LISA 1/2" ZB	77,00
413	ARRUELA LISA 3/4"	6,00
414	ARRUELA LISA 3/8" ZB	12,00
415	ARRUELA LISA 5/8" ZB	36,00
419	ARRUELA LISA 7/16"	4,00
421	ARRUELA PRESSÃO 1/2" ZB	11,00
423	ARRUELA PRESSÃO 3/4" ZB	1,00
424	ARRUELA PRESSÃO 3/8" ZB	21,00
425	ARRUELA PRESSÃO 5/16" ZB	3,00
426	ARRUELA PRESSÃO 5/8" ZB	6,00
15169	AWB - ROLETE DE ESTEIRA (FND-070)	8,00
12808	AWB-1600 - ROLETE DIANTEIRO ESTEIRA INVERTIDA	4,00
16965	AWB-1800 - BUCHA DA CAIXA	2,00
1910	BARRA ROSCADA 1" ZB	0,51
1906	BARRA ROSCADA 1/2" ZB	0,71
1563	CANTONEIRA BR 1/4" X 1 1/2"	0,56

Fonte: Autoria própria

A lista da Figura 12 é composta por todos os itens comprados pertinentes a fabricação da máquina. Deste modo, utilizando os dados da planilha e a demanda média do produto, é possível calcular a demanda mensal dos materiais que o compõem, bem como seus níveis máximo e mínimo a serem estocados.

4.3.4 Cálculo das Necessidades de Materiais

O cálculo da necessidade de materiais significa a quantidade de componentes necessária que deve estar disponível para a fabricação visando atender totalmente a demanda (CORRÊA, et al, 2009). O cálculo das Necessidades de Materiais pode ser obtido através da Equação 8.

Equação 8 - Cálculo das Necessidades de Materiais

$$NM = QTIm \times D$$

Onde:

NM: Necessidade de materiais

QTIm: Quantidade do Item na máquina

D: Demanda do período

Na Figura 13, pode-se observar parte da tabela que contém qual a quantidade necessária de cada componente para atender a demanda de 8 produtos por mês da máquina AWB-1600.

Figura 14 - Cálculo das necessidades de materiais

Produto	Desc. Produto	Quantidade por máquina	Quantidade total
11667	ADESIVO ARRANCADEIRA AWB1600 (331 X 1771MM)	1,00	8,00
14374	ADESIVO LOGO BRANCO	1,00	8,00
460	ANEL TRAVA INTERNO 52MM	8,00	64,00
469	ANEL TRAVA INTERNO 90MM	4,00	32,00
1096	ARO BI-PARTIDO 3,25"A X 8"(RB-2417)2LMTA	4,00	32,00
411	ARRUELA LISA 1/2" ZB	77,00	616,00
413	ARRUELA LISA 3/4"	6,00	48,00
414	ARRUELA LISA 3/8" ZB	12,00	96,00
415	ARRUELA LISA 5/8" ZB	36,00	288,00
419	ARRUELA LISA 7/16"	4,00	32,00
421	ARRUELA PRESSÃO 1/2" ZB	11,00	88,00
423	ARRUELA PRESSÃO 3/4" ZB	1,00	8,00
424	ARRUELA PRESSÃO 3/8" ZB	21,00	168,00
425	ARRUELA PRESSÃO 5/16" ZB	3,00	24,00
426	ARRUELA PRESSÃO 5/8" ZB	6,00	48,00
15169	AWB - ROLETE DE ESTEIRA (FND-070)	8,00	64,00
12808	AWB-1600 - ROLETE DIANTEIRO ESTEIRA INVERTIDA	4,00	32,00
16965	AWB-1800 - BUCHA DA CAIXA	2,00	16,00
1910	BARRA ROSCADA 1" ZB	0,51	4,05
1906	BARRA ROSCADA 1/2" ZB	0,71	5,68
1563	CANTONEIRA BR 1/4" X 1 1/2"	0 56	4 48

Fonte: Autoria própria

Através da Figura 13, consegue-se saber qual a quantidade total de cada item para atender toda a demanda sem que falte itens durante a produção da máquina. Após encontradas as quantidades totais, se faz necessário identificar o tempo de entrega dos fornecedores para cada item.

4.3.5 Lead Time dos Fornecedores

Por meio das notas fiscais de compra, foram obtidos os *lead times* dos fornecedores para cada matéria-prima pertencente à máquina, o qual variou de acordo com cada nota fiscal. Deste modo, foi possível adquirir uma média entre a série, para que o valor utilizado no estudo esteja entre o valor mínimo e máximo. Na Figura 14, é ilustrada parte da tabela com o tempo de entrega dos fornecedores para cada produto.

Figura 15 - Lead time dos fornecedores

Produ	Desc. Produto	FORNECEDOR	LEAD TIME (EM DIAS)		
			MIN	MÁX	Média
16965	AWB-1800 - BUCHA DA CAIXA	Fornecedor T	8	51	24
7334	ENGRENAGEM Z12 P-42 (WAT-1242)	Fornecedor T	8	51	24
1096	ARO BI-PARTIDO 3,25"A X 8"(RB-2417)2LMTA	Fornecedor U	17	28	24
3107	GRAXEIRA 2LMTA - 086CL6X1/8 NPTA	Fornecedor A3	13	22	19
4642	GRAXEIRA 2LMTA - 088CL6X1/8 NPT	Fornecedor A3	13	22	19
2534	ROLAMENTO NILOS 25X52 LSTO	Fornecedor A4	10	31	17
15808	ROLAMENTO NILOS 30X55X4 LSTO	Fornecedor A4	10	31	17
2557	ROLAMENTO NILOS 6205 ZAV	Fornecedor A4	10	31	17
531	PINO ARGOLA 3/8X2	Fornecedor A5	12	20	17
7965	PINO LISO TP25115 25X115	Fornecedor A5	12	20	17
7967	PINO LISO TP28115 28X115	Fornecedor A5	12	20	17
559	TRAVA R 8X120MM	Fornecedor A5	12	20	17
15169	AWB - ROLETE DE ESTEIRA (FND-070)	Fornecedor A6	3	44	17
12808	AWB-1600 - ROLETE DIANTEIRO ESTEIRA INVERTIDA	Fornecedor A7	4	46	16
1137	CUBO DA RODA ARRANCADEIRA WAT-8233	Fornecedor A7	4	46	16
1140	DISCO LISO	Fornecedor A7	4	46	16
1166	MANCAL DE TAMP A P4 N5 10 GGG-50	Fornecedor A7	4	46	16
1170	MANCAL F6208/6308	Fornecedor A7	4	46	16
11279	TAMPA CURTA DE CUBO	Fornecedor A7	4	46	16
1128	TAMPA DE MANCAL DE TAMP A P4 N5 10 GGG-50	Fornecedor A7	4	46	16

Fonte: Autoria própria

Observando a tabela contida na Figura 14, pode-se distinguir as colunas da seguinte forma: o *lead time* mínimo, é o menor tempo de entrega encontrado nas notas fiscais de compra, o *lead time* máximo é o maior tempo de entrega obtido nas notas fiscais, e o *lead time* médio é a média de todos os valores encontrados nas notas fiscais de compra, formando eles uma série histórica de entregas, não representando apenas a média entre o valor máximo e mínimo.

Os *lead times* máximos e mínimos estão contidos na tabela para fins de conhecimento do maior e menor tempo de entregas já realizados pelos fornecedores, a fim de que, caso aconteça algum atraso, exista um embasamento para o adiamento da produção, comunicação com o cliente ou negociação com o próprio fornecedor.

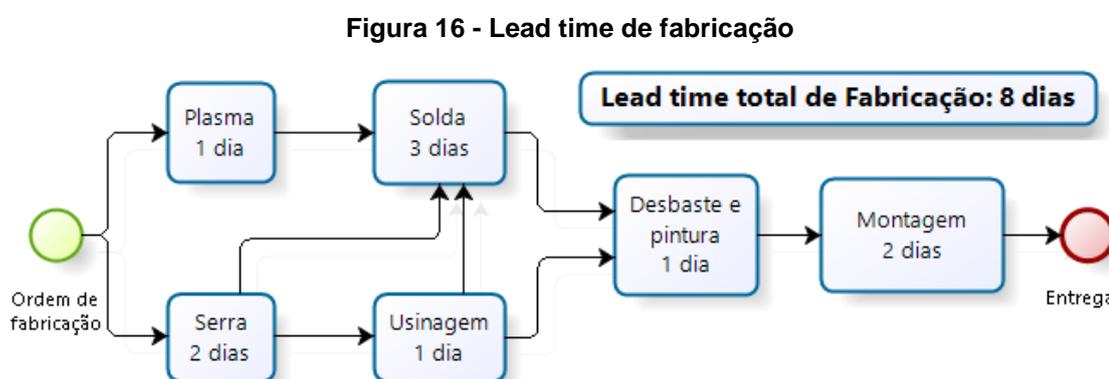
Os itens utilizados para o cálculo do *lead time* dos fornecedores, são as matérias primas essenciais, as quais a empresa deve aguardar sua entrega para produzir a máquina. Já os materiais que são compartilhados entre todas as máquinas,

como parafusos, porcas e arruelas, serão ignorados, visto que, além de elevar o *lead time* dos fornecedores, pois continuam os maiores tempos, são produtos que já mantêm um ponto de reposição fixo, devido ao seu uso constante.

Para fins de cálculo, será utilizado o *lead time* médio dos fornecedores, pois é o que mais se aproxima de um valor real de entrega para o produto, assim, ordenando os *lead times* do maior para o menor, temos um *lead time* máximo dos fornecedores de 24 dias.

4.3.6 Lead Time de Fabricação

Para a obtenção dos *lead times* de fabricação, foi preciso acompanhar a montagem de uma máquina alvo do estudo, do início ao fim da operação, e tirar um *lead time* de cada processo. A Figura 15 mostra o *lead time* de cada um dos processos envolvidos.



Fonte: Autoria própria

Por meio da Figura 15, pode-se observar que o *lead time* total de produção de uma máquina é de 8 dias, trabalhando-se 8 horas por dia, cinco dias na semana.

O processo que mais demanda tempo para a fabricação da máquina, é o processo de Solda, sendo também, o que mais sofre paradas de produção, por conta da falta de material advindo do processo de Serra, como evidenciado anteriormente e apresentado na Figura 6.

4.3.7 Lead Time Total

O *lead time* total é calculado somando-se o *lead time* dos fornecedores, com o *lead time* de produção. Em vista disso, o tempo total para a fabricação de uma máquina, é de 32 dias, sendo 24 dias para o *lead time* dos fornecedores e 8 para a produção.

4.3.8 Níveis de Estoque

Os níveis de estoque serão calculados para obter uma quantia máxima e mínima permitida de cada produto no almoxarifado, com o objetivo de que não falte produto para atender toda a demanda, mas que também, não haja produto em excesso, evitando o desperdício de mão de obra, tempo e dinheiro.

A Figura 16 mostra parte da planilha em que foram calculados o estoque máximo e de segurança, e em suas colunas contém: quantidade de item por máquina, quantidade de demanda (quantidade necessária para atender a demanda), lote de reposição, estoque máximo, consumo médio diário e estoque de segurança.

Figura 17 - Cálculo do estoque máximo e mínimo

Desc. Produto	Quantidade por máquina	Quantidade de demanda	Estoque máximo	Consumo médio diário	Estoque de segurança
AWB-1600 AR - LATERAL DIREITA	1,00	8	10	0,40	2
AWB-1600 AR - LATERAL ESQUERDA	1,00	8	10	0,40	2
AWB-1600 - LATERAL ESQUERDA DO CHASSI	1,00	8	10	0,40	2
AWB-1600 - LATERAL DIREITA DO CHASSI	1,00	8	10	0,40	2
TUBO RETANGULAR 100X150 E 6.30	1,69	13,52	17	0,68	3
TUBO MECANICO 87 X 57 (Ø88,9 X Ø54,5)	0,20	1,632	2	0	1
TUBO QUADRADO 70X70 E 6.35	1,56	12,48	20	1	7
TUBO RETANGULAR 40X80 E 4.75	1,88	15,04	19	0,75	4
CHAPA GROSSA QUENTE 3/8"	1,54	12,312	15	0,62	2
CHAPA GROSSA QUENTE 5/8"	0,30	2,4368	3	0,12	0
CHAPA GROSSA QUENTE 1/4"	0,21	1,7152	2	0,09	0
CHAPA GROSSA QUENTE 1/2"	0,29	2,336	3	0,12	0
CHAPA FINA QUENTE 3/16 - (4,75MM)	0,01	0,1024	0,122	0,01	0

Fonte: Autoria própria

Pela Figura 16 pode-se obter quais as quantidades máximas e mínimas necessárias para cada componente de fabricação da máquina. O estoque de segurança é calculado pela Equação 2 e o consumo médio diário, é calculado dividindo-se a quantidade de demanda, pelos dias trabalhados, neste caso 20 dias.

Neste estudo, o lote de reposição será a quantia suficiente para atender a demanda no período, realizando apenas um pedido durante o período. Destarte, o

estoque máximo, será a soma do lote de reposição com o estoque de segurança, como mostra a Equação 4.

4.3.10 Estoque Atual

Para a realização do primeiro pedido de compra utilizando o MRP, foi preciso conhecer no final do período, o estoque de cada item pertencente a estrutura da máquina. A Figura 18 mostra parte da planilha montada no *Microsoft Excel* do estoque no final do mês de Agosto de 2018.

Figura 18 - Estoque no final do período

Produto	Desc. Produto	Estoque final AGOSTO
13814	AWB-1600 AR - LATERAL DIREITA	0
13813	AWB-1600 AR - LATERAL ESQUERDA	0
14308	AWB-1600 - LATERAL ESQUERDA DO CHASSI	0
14307	AWB-1600 - LATERAL DIREITA DO CHASSI	0
1886	TUBO RETANGULAR 100X150 E 6.30	12,2
1725	TUBO MECANICO 87 X 57 (Ø88,9 X Ø54,5)	8,2
7200	TUBO QUADRADO 70X70 E 6.35	3,7
1868	TUBO RETANGULAR 40X80 E 4.75	13
10662	CHAPA GROSSA QUENTE 3/8"	5,4
10664	CHAPA GROSSA QUENTE 5/8"	4
3190	CHAPA GROSSA QUENTE 1/4"	5,2
10663	CHAPA GROSSA QUENTE 1/2"	8
1092	PNEU MACIÇO DURANTE 380X4	24
1137	CUBO DA RODA ARRANCADEIRA WAT-8233	20
3189	CHAPA FINA QUENTE 3/16 - (4,75MM)	2,5
1710	REDONDO BR 60MM TREF - 1045	7,1
1896	CHAPA FINA QUENTE 8 - (4.25MM)	4,3
2149	CHAPA FINA QUENTE 9 - (3,75MM)	5,8
13895	TUBO MECANICO 112 X 66 X 123MM (AWB-1600 AR)	4
672	ROLAMENTO 6308 ZZ 1º LINHA	28

Fonte: Autoria própria

Através da quantidade estocada no final do período, pôde-se calcular o próximo pedido baseado na estrutura do produto. Realizando a subtração entre o ponto de reposição e o estoque no fim do período, valor este que se for maior ou próximo de zero, deve-se comprar a quantia equivalente ao estoque máximo menos o estoque atual, se a subtração entre o estoque no fim do período e o ponto de reposição for menor que zero, então não se compra o item.

A Figura 19 mostra parte da planilha para o pedido referente ao mês de Setembro, contendo o código do item, sua descrição, o lead time máximo, médio e mínimo de entrega dos fornecedores e a quantidade requisitada.

Figura 19 - Primeiro pedido do MRP

Produto	Desc. Produto	FORNECEDOR	Tempo de entrega (dias)			PEDIDO
			MIN	MÁX	Média	
13814	AWB-1600 AR - LATERAL DIREITA	Fornecedor B	3	12	6	10
13813	AWB-1600 AR - LATERAL ESQUERDA	Fornecedor B	3	12	6	10
14308	AWB-1600 - LATERAL ESQUERDA DO CHASSI	Fornecedor B	3	12	6	10
14307	AWB-1600 - LATERAL DIREITA DO CHASSI	Fornecedor B	3	12	6	10
1886	TUBO RETANGULAR 100X150 E 6.30	Fornecedor C	2	17	5	0
1725	TUBO MECANICO 87 X 57 (Ø88,9 X Ø54,5)	Fornecedor G	2	23	7	0
7200	TUBO QUADRADO 70X70 E 6.35	Fornecedor J	12	12	12	16
1868	TUBO RETANGULAR 40X80 E 4.75	Fornecedor C	2	17	5	0
10662	CHAPA GROSSA QUENTE 3/8"	Fornecedor A	0	17	4	0
10664	CHAPA GROSSA QUENTE 5/8"	Fornecedor A	0	17	4	0
3190	CHAPA GROSSA QUENTE 1/4"	Fornecedor A	0	17	4	0
10663	CHAPA GROSSA QUENTE 1/2"	Fornecedor A	0	17	4	0
1092	PNEU MACIÇO DURANTE 380X4	Fornecedor B2	5	14	10	0
1137	CUBO DA RODA ARRANCADEIRA WAT-8233	Fornecedor A7	4	46	16	9
3189	CHAPA FINA QUENTE 3/16 - (4,75MM)	Fornecedor A	0	17	4	0
1710	REDONDO BR 60MM TREF - 1045	Fornecedor C	2	17	5	0
1896	CHAPA FINA QUENTE 8 - (4.25MM)	Fornecedor A	0	17	4	0
2149	CHAPA FINA QUENTE 9 - (3,75MM)	Fornecedor A	0	17	4	25
13895	TUBO MECANICO 112 X 66 X 123MM (AWB-1600 AR)	Fornecedor C4	7	9	7	7

Fonte: Autoria própria

Pode-se observar que muitos itens não necessitam ser comprados, pois são compartilhados com outras máquinas, é o caso de tubos, barras, chapas e itens de montagem como parafusos, porcas e arruelas. O pedido então é enviado ao setor de compras, para que seja feito o contato com os fornecedores e realizada a compra.

4.3.11 Simulação de Pedido

Para efeitos de comparação de pedidos, foram separados os itens exclusivos da máquina com o maior valor monetário, para que houvesse uma comparação entre o último pedido desses itens e um pedido atendendo o lote de reposição. Uma comparação com todos os itens não seria viável pois muitos itens de alto custo são utilizados em várias máquinas, então seus históricos de pedidos seriam muito maiores que o necessário, gerando uma informação distorcida.

A Figura 20 mostra o comparativo entre o custo da última compra dos itens escolhidos e a compra atendendo o tamanho do lote de reposição.

Figura 20 - Comparação entre pedidos

Desc. Produto	Quantidade por máquina	Custo unitário	Último pedido	Custo do último pedido	Lote de reposição	Custo do lote de reposição
AWB-1600 AR - LATERAL DIREITA	1	R\$ 510,40	6	R\$ 3.062,37	8	R\$ 4.083,16
AWB-1600 AR - LATERAL ESQUERDA	1	R\$ 510,40	6	R\$ 3.062,37	8	R\$ 4.083,16
AWB-1600 - LATERAL ESQUERDA DO CHASSI	1	R\$ 409,07	6	R\$ 2.454,42	8	R\$ 3.272,56
AWB-1600 - LATERAL DIREITA DO CHASSI	1	R\$ 373,72	6	R\$ 2.242,32	8	R\$ 2.989,76
TUBO MECANICO 112 X 66 X 123MM (AWB-1600 AR)	1	R\$ 78,28	6	R\$ 469,70	8	R\$ 626,27
ROLAMENTO 6308 ZZ 1ª LINHA	4	R\$ 70,54	20	R\$ 1.410,80	32	R\$ 2.257,28
ROLAMENTO 30206 1ª LINHA	4	R\$ 65,34	20	R\$ 1.306,80	32	R\$ 2.090,88
ROLAMENTO 30207 1ª LINHA	4	R\$ 65,33	10	R\$ 653,30	32	R\$ 2.090,56
DISCO DA RODA GUIA 22"	2	R\$ 63,00	10	R\$ 630,00	16	R\$ 1.008,00
AWB - ROLETE DIANTEIRO	1	R\$ 40,66	30	R\$ 1.219,80	8	R\$ 325,28
ROLAMENTO NILOS 6205 ZAV	8	R\$ 38,00	100	R\$ 3.800,00	64	R\$ 2.432,00
AWB-1800 - BUCHA DA CAIXA	2	R\$ 32,07	10	R\$ 320,72	16	R\$ 513,15
AWB - ROLETE DE ESTEIRA (FND-070)	8	R\$ 30,05	45	R\$ 1.352,25	64	R\$ 1.923,20
AWB-1600 AR - SUPORTE DIREITO DO PISTÃO	1	R\$ 29,89	4	R\$ 119,57	8	R\$ 239,14
AWB-1600 AR - SUPORTE ESQUERDO DO PISTÃO	1	R\$ 29,89	4	R\$ 119,57	8	R\$ 239,14
AWB-1600 AR - CHAPA DO ENGATE	1	R\$ 28,02	5	R\$ 140,10	8	R\$ 224,16
				R\$ 22.364,09		R\$ 28.397,70

Acréscimo de valor do pedido	26,98%
Porcentagem de itens fora da quantidade ideal	88%

Fonte: Autoria própria

Como pode-se observar na imagem acima, o último pedido foi realizado 88% em menor quantidade do que o necessário para atender a demanda, e o pedido ideal pelo lote de reposição irá custar apenas 26,98% a mais que o último pedido feito, um custo baixo em relação aos benefícios que o novo sistema irá trazer, como a melhoria na integração das informações, melhor controle de estoque e o atendimento da demanda sem atrasos, evitando mão de obra ociosa, melhorando o atendimento ao cliente consequentemente sua satisfação.

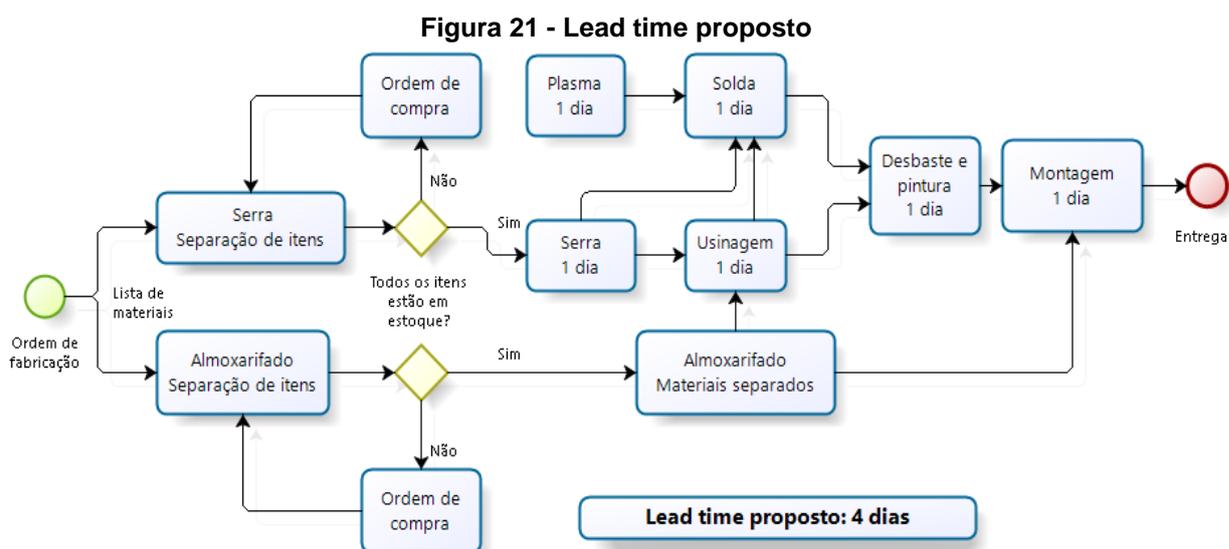
4.3.12 Benefícios da Implementação do MRP

Segundo Slack (2009), o planejamento das necessidades de materiais é uma poderosa ferramenta que traz agilidade para o cálculo das necessidades de materiais requerida pela empresa para atender a demanda, se bem aplicada, essa ferramenta se mostra eficiente na redução das paradas na linha de produção e diminuição do custo de mão de obra agregada, garantindo agilidade e flexibilidade nos processos envolvidos.

Paralelamente à implementação do sistema MRP, pontos de melhorias foram aparecendo graças ao estudo minucioso de como o processo de compras e produção funcionavam dentro da organização, e principalmente como interagem entre si.

Na Figura 6, podemos identificar diversos pontos que causam espera no processo, estes pontos são gerados pela falta de material e má utilização das informações entre setores, ocasionando uma parada nos postos de trabalho até que a matéria-prima seja comprada, conseqüentemente, o *lead time* de fabricação aumenta.

Para solucionar tais problemas, foi proposto uma mudança no fluxograma processual, visando não só a melhoria de processos, mas também contribuir com uma maior integração entre a produção e o setor administrativo, aumentando assim a agilidade e a confiabilidade das informações passadas entre os setores diminuindo e conseqüentemente diminuindo o *lead time* produtivo. Através da redução do *lead time* melhora-se o nível de atendimento do cliente, que estava sendo afetado com os atrasos incorridos. A Figura 21 mostra o novo fluxograma proposto.



Fonte: Autoria própria

Através da Figura 21, pode-se observar que o novo sistema de informações para a emissão de uma ordem de fabricação visa solucionar o problema da falta de materiais através da lista de separação de itens para o processo de serra e almojarifado.

A lista de separação foi criada através do *Bill Of Materials* do produto utilizada no sistema MRP, essa lista contém todos os itens referentes aos dois processos iniciais da produção de uma máquina. Ela irá permitir um *check list* prévio de todos os itens necessários para a fabricação, caso algum destes itens esteja em falta, ou até mesmo perto do nível de estoque de segurança, é emitida uma ordem de compra.

Separado os materiais em ambos setores, a produção pode ser iniciada, com a certeza de que todos os itens necessários para a fabricação da máquina estão em estoque.

Unificando a metodologia do MRP com o novo sistema de gestão da informação, sabendo as capacidades de melhorias dos dois novos sistemas, foi proposto a redução do *lead time* de fabricação de 8 para 4 dias.

4.3.13 Processo de Almojarifado

Para melhorar a aplicação do sistema de MRP e a gestão dos processos dentro do almojarifado, foi elaborada a lista de separação para a máquina do estudo no *Microsoft Excel*. A lista consiste em todos os itens pertencentes a máquina que são armazenadas no estoque do almojarifado, e é composta do código do produto, sua descrição, a quantidade de itens necessárias de acordo com a quantidade de máquinas requisitadas, estoque máximo, estoque de segurança, a quantidade em estoque após a retirada do item e o *check list* para já separar o item para o setor de montagem. Pode-se ver parte da lista de separação na Figura 22.

Figura 22 - Lista de separação do almojarifado

Cliente:						
Data do pedido:						
Número do pedido:						
1						
ITEM	Desc. Produto	Qtd para separar	Estoque máximo	Estoque de segurança	Quantidade em estoque	Check list
1092	PNEU MACIÇO DURANTE 380X4	2	24	8		
1137	CUBO DA RODA ARRANCADEIRA WAT-8233	2	29	13		
672	ROLAMENTO 6308 ZZ 1ª LINHA	4	37	5		
12530	ROLAMENTO 6205 2RS 1ª LINHA	14	135	23		
683	ROLAMENTO 30206 1ª LINHA	4	37	5		
684	ROLAMENTO 30207 1ª LINHA	4	37	5		

Fonte: Autoria própria

Utilizando-se da lista de separação, o operador retira o item do estoque, realiza o *check list* e separa todos os itens no carrinho de separação pertencente à máquina, para que quando o operador da montagem solicitar as peças de montagem, as mesmas estejam todas separadas e de fácil mobilidade para levar para o setor.

A partir deste procedimento o operador também irá sempre realizar o inventário dos itens, atualizando constantemente a quantidade estocada. Para o setor de montagem, a máquina necessita de 2 carrinhos para que todos os itens se acomodem com espaço, evitando o risco de impacto e consequentemente danificação ou quebra de algum deles.

Utilizando este procedimento, todos os 94 itens pertencentes à montagem eram levados de uma só vez para o setor, percorrendo-se uma distância de 66 metros na ida e volta entre os setores, que antes eram percorridas até 81 vezes, contagem realizada durante a montagem da última máquina avaliada antes da implementação da metodologia, totalizando 5346 metros.

Não só a distância percorrida diminuiu, mas a eficiência das peças estarem por completo no setor de montagem, antes da implementação, os montadores solicitavam a peça no estoque e voltavam para montá-la, realizando então o percurso inúmeras vezes durante o processo, também ocorria da peça não estar no almoxarifado, necessitando então da solicitação de compra da mesma, gerando atraso na montagem da máquina.

A Figura 23 mostra um exemplo de um carrinho já com parte dos itens pertencentes à máquina previamente separados.

Após a utilização do carrinho, foi realizado novamente o estudo do *lead time* para a montagem, realizada por 2 montadores simultaneamente. Como resultado, houve uma redução no *lead time* de montagem passando de 2 dias de trabalho (16 horas) para 7 horas e 20 minutos, além da distância percorrida ser significativamente diminuída de 5346 metros para 66 metros.

Em uma caminhada normal, o colaborador levou 27 segundos para percorrer os 33 metros de um setor ao outro, realizando o percurso então a 1,22 metros por segundo, ao dividir a distância que o mesmo percorria (5346 metros), pela velocidade de caminhada, obtêm-se 4381,96 segundos perdidos durante a caminhada, totalizando 73,03 minutos ou aproximadamente 1 hora e 13 minutos.

Figura 23 - Carrinho para separação de matéria-prima



Fonte: Autoria própria

As melhorias obtidas nos processos de montagem e almoxarifado mostram que uma análise feita de modo global aos processos envolvidos, não só visando as causas mas sim o efeito, pode gerar grandes mudanças tanto para o operador quanto para o sistema produtivo, tornando então o processo menos exaustivo para o responsável e tornando os processos da organização mais eficientes.

4.3.14 Processo de Serra

Como visto, o processo de serra sofre com a falta de informação necessária para produzir toda a máquina, com isso, algumas peças necessárias deixam de ser cortadas, exigindo então, que outros colaboradores saiam de seus postos de serviço para requisitar a peça faltante, ocasionando paradas no setor.

Para se ter o conhecimento de como o processo de serra é feito, foi obtida a lista de corte da máquina e constatou-se que o operador cortava apenas 27% da máquina, faltando ainda muitos itens na lista, que geravam grandes atrasos na produção quando requisitados. No Anexo A podemos ver a lista utilizada atualmente no setor de serra.

Além de serem cortadas a minoria das peças, o operador realizava seu serviço sem agrupar os tipos de corte, não otimizando assim os tempos de carga e descarga e *setup* da máquina, fazendo com que o mesmo, carregasse e descarregasse a mesma matéria-prima várias vezes para realizar diferentes cortes. Este fato também ocorria ao passo de que os operadores de solda e usinagem vinham com requisições de corte, o operador realizava a retirada e realocação da mesma barra na quantidade de cortes referentes aquela barra.

Para encontrar a quantidade total dos itens que deveriam ser cortados no processo de serra, foi utilizada a estrutura geral do produto, já obtida para o cálculo das necessidades de materiais. Fez-se então um tratamento nos dados da lista, isolando apenas os itens que seriam destinados ao processo de serra.

Com estes itens, foi criada uma planilha no *Microsoft Excel*, com todas as informações necessárias para o operador, sendo elas: um campo para o *check list* de corte; a descrição do material; quantidade; tamanho; grau de corte; próximo processo; conjunto no qual ele pertence e código da intranet, como pode-se observar na Figura 24.

Figura 24 - Nova lista de corte para o processo de serra

A	B	C	D	E	F	G	H
Check list	Descrição	mm	Quantidade	Grau	Proximo Processo	Conjunto	Código
2	Barra chata "3/16" x 1.1/4" - 1020	60	1	90° 90°	Furação	Chassi AWB1600	211.12.02
3	Barra chata "3/16" x 1.1/4" - 1020	60	1	90° 90°	Furação	Chassi AWB1600	211.12.02
4	Barra chata 1/2" x 2" - 1020	2479,95	1	90° 90°	Solda	Chassi AWB1600	211.12.34
5	Barra chata 1/2" x 2" - 1020	2479,95	1	90° 90°	Solda	Chassi AWB1600	211.05.60
6	Barra chata 1/2" x 2" - 1020	100	2	90° 90°	Solda	Chassi AWB1600	601.08.46
7	Barra chata 1/2" x 2" - 1020	100	2	90° 90°	Solda	Chassi AWB1600	601.08.46
8	Barra chata 1/2" x 2.1/2" - 1020	150	2	90° 30°	Dobra	Chassi AWB1600	211.08.19
9	Barra chata 1/2" x 2.1/2" - 1020	550	1	30° 90°	Dobra	Chassi AWB1600	601.03.50
10	Barra chata 1/2" x 3" - 1020	100	2	90° 90°	Solda	Chassi AWB1600	211.08.15
11	Barra chata 3/16" x 1.1/2" - 1020	120	1	90° 90°	Solda	Chassi AWB1600	211.08.20
12	Barra chata 3/16" x 1.1/2" - 1020	120	1	90° 90°	Solda	Chassi AWB1600	211.08.20
13	Barra chata 3/8" x 1" - 1020	140	1	45° 90°	Usinagem	Kit Batedor AWB-1600	601.08.49
14	Barra chata 3/8" x 1.1/4" - 1020	200	2	90° 90°	Solda	Chassi AWB1600	211.08.75
15	Barra chata 3/8" x 2.1/2" - 1020	250	1	90° 90°	Solda	Kit Disco Guia Direito	211.08.78
16	Barra chata 3/8" x 2.1/2" - 1020	100	1	90° 90°	Solda	Kit Disco Guia Direito	211.12.83
17	Barra chata 3/8" x 2.1/2" - 1020	50	1	90° 90°	Solda	Kit Disco Guia Direito	211.08.77
18	Barra chata 3/8" x 2.1/2" - 1020	250	1	90° 90°	Solda	Kit Disco Guia Direito	211.08.78
19	Barra chata 3/8" x 2.1/2" - 1020	100	1	90° 90°	Solda	Kit Disco Guia Direito	211.12.83
20	Barra chata 3/8" x 2.1/2" - 1020	50	1	90° 90°	Furação	Kit Disco Guia Direito	211.08.77
21	Barra chata 3/8" x 5" - 1020	400	2	90° 90°	Solda	Chassi AWB1600	601.08.64
22	Barra chata 5/8" x 3" - 1020	515	2	90° 90°	Solda	Chassi AWB1600	211.12.116

Fonte: Autoria própria

Através da Figura 24 pode-se observar uma melhor organização das informações, em comparação à lista utilizada anteriormente pelo operador, pois, os dados já estão filtrados com os componentes previamente agrupados, fazendo com que o operador não precise racionar quantos cortes serão feitos em um determinado tipo de item.

Na montagem da lista de corte, também foi realizada a otimização de corte da barra, utilizando o aproveitamento de ângulos e tamanhos de corte, para que o operador diminua o refugo e consiga realizar todos os cortes necessários de uma só vez.

Com a nova lista criada, foi realizado o treinamento do operador para sua utilização, fazendo com que o mesmo iniciasse o uso da nova ordem de fabricação e como seria passado aos setores seguintes.

4.3.14.1 Lista de separação

Para a completa implementação da metodologia proposta no setor de serra, foi criada uma lista de verificação e separação para itens necessários para a produção da máquina, para que o operador tenha a certeza de que possui todos os itens e suas quantidades necessárias antes de começar a fabricação da máquina e que possa separá-los, retirando-as do seu estoque, o estaleiro de matéria-prima. A Figura 25 mostra parte da lista enviada ao operador.

Figura 25 - Lista de separação - AWB 1600 – Processo de serra

Check list	LISTA DE SEPARAÇÃO - AWB1600 SERRA	TOTAL UTILIZADO (mm)
	Barra chata 3/16" x 1.1/4" - 1020	120
	Barra chata 1/2" x 2" - 1020	5165,9
	Barra chata 1/2" x 2.1/2" - 1020	703
	Barra chata 1/2" x 3" - 1020	200
	Barra chata 3/16" x 1.1/2" - 1020	240
	Barra chata 3/8" x 1" - 1020	140
	Barra chata 3/8" x 1.1/4" - 1020	400
	Barra chata 3/8" x 2.1/2" - 1020	800
	Barra chata 3/8" x 5" - 1020	800
	Barra chata 5/8" x 3" - 1020	1030
	Barra quadrada 3/4" trefilada 1020	60
	Barra redonda Ø 1.1/2" trefilada 1020	240,5
	Barra redonda Ø 1/2" trefilada 1020	4034,76
	Barra redonda Ø 2.1/2" trefilada 1020	38
	Barra redonda Ø 25mm trefilada 1045	232
	Barra redonda Ø 30mm trefilada 1045	209
	Barra redonda Ø 35mm trefilada 1045	3390

Fonte: Autoria própria

Na Figura 25 pode-se observar a lista de separação com toda a variedade de matéria-prima utilizada e seu uso total, para que o operador possa realizar uma pré-separação dos itens certificando-se de ter além de toda a variedade utilizada, suas medidas.

4.3.14.2 *Lead time* do processo

Como visto no estudo, a má operacionalização que era realizada no processo de serra afetava diretamente a capacidade de produção do processo de solda e assim, os *lead times* dos dois processos eram os maiores da produção.

Com as melhorias implementadas, calculou-se o novo *lead time* do processo de serra, através dos tempos de corte de cada tipo de barra utilizada para a fabricação do produto, incluindo também o tempo de carga e descarga das matérias-primas. A Figura 26 mostra parte da planilha que com a descrição do item cortado, o tempo de corte cronometrado em segundos e qual a média entre todos os tempos.

Figura 26 - Cálculo do tempo médio de corte

<i>Tempo médio de corte</i>	
	75 segundos
Descrição	Tempo de corte (s)
Barra chata 3/16" x 1.1/4" - 1020	28
Barra chata 3/16" x 1.1/4" - 1020	28
Barra chata 1/2" x 2" - 1020	55
Barra chata 1/2" x 2" - 1020	55
Barra chata 1/2" x 2" - 1020	55
Barra chata 1/2" x 2" - 1020	55
Barra chata 1/2" x 2.1/2" - 1020	51
Barra chata 1/2" x 2.1/2" - 1020	51
Barra chata 1/2" x 3" - 1020	52
Barra chata 3/16" x 1.1/2" - 1020	30
Barra chata 3/16" x 1.1/2" - 1020	30
Barra chata 3/8" x 1" - 1020	48
Barra chata 3/8" x 1.1/4" - 1020	52
Barra chata 3/8" x 2.1/2" - 1020	54
Barra chata 3/8" x 2.1/2" - 1020	54
Barra chata 3/8" x 2.1/2" - 1020	54
Barra chata 3/8" x 2.1/2" - 1020	54
Barra chata 3/8" x 2.1/2" - 1020	54

Fonte: Autoria própria

Como parâmetro para o cálculo do *lead time*, foi utilizado o tempo médio de corte, de 75 segundos, e para os tempos de carga e descarga de matéria-prima foi

utilizado como base de cálculo o valor de 1 minuto, tempo esse suficiente para que o operador utilize o elevador de carga ou simplesmente retire a barra ele mesmo dependendo do tamanho do item de forma com que não haja necessidade de realizar a operação com prensa, evitando assim acidentes de trabalho.

A Figura 27 mostra parte da planilha utilizada para encontrar o novo *lead time* do processo, na planilha contém as informações: descrição do produto, quantidade cortada, tempo de carga, tempo de corte médio e o tempo de descarga.

Figura 27 - Novo *lead time* do processo de serra

Descrição	Quantidade	Tempo de carga (min)	Tempo de corte médio (min)	Tempo de descarga (min)
Barra chata "3/16" x 1.1/4" - 1020	1	1	1,25	1
Barra chata "3/16" x 1.1/4" - 1020	1	1	1,25	1
Barra chata 1/2" x 2" - 1020	1	1	1,25	1
Barra chata 1/2" x 2" - 1020	1	1	1,25	1
Barra chata 1/2" x 2" - 1020	2	1	2,5	1
Barra chata 1/2" x 2" - 1020	2	1	2,5	1
Barra chata 1/2" x 2.1/2" - 1020	2	1	2,5	1
Barra chata 1/2" x 2.1/2" - 1020	1	1	1,25	1
Barra chata 1/2" x 3" - 1020	2	1	2,5	1
Barra chata 3/16" x 1.1/2" - 1020	1	1	1,25	1
Barra chata 3/16" x 1.1/2" - 1020	1	1	1,25	1
Barra chata 3/8" x 1" - 1020	1	1	1,25	1
Barra chata 3/8" x 1.1/4" - 1020	2	1	2,5	1
Barra chata 3/8" x 2.1/2" - 1020	1	1	1,25	1

Tempo total de corte	142,5	minutos
Tempo total carga	38	minutos
Tempo total descarga	38	minutos
Tempo total máquina	218,5	minutos
Tempo total máquina	3 horas e 38,4 minutos	

Fonte: Autoria própria

Como mostra a Figura 27, o novo *lead time* do processo após as melhorias realizadas é de 3 horas e 38,4 minutos, menos de um terço do primeiro *lead time* calculado, que foram 2 dias (16 horas) para a realização de todas as atividades do processo de serra referentes a essa máquina.

O *lead time* anterior era extremamente alto pois, devido à falta de informação no setor, o operador cortava apenas o que pertenciam a sua lista e enviava estes itens aos processos seguintes. A partir deste momento, outras máquinas entravam em fabricação, até que os processos de solda e usinagem recebiam a ordem de produção do componente da primeira máquina, percebendo a falta destes produtos, os

operadores precisavam parar seus serviços para realizar o pedido do componente ao operador da serra, que já estava fabricando outras máquinas. Só após o término das outras máquinas o operador cortava e fornecia as peças aos setores seguintes.

Após a implementação das novas metodologias de processos, conhecendo o processo seguinte, com todas as peças da máquina cortadas e do conjunto referente à peça, o operador da serra pode tornar o processo empurrado, ou seja, fornecer todos os itens aos processos seguintes sem ocasionar a pausa daquele setor para o requerimento de peças.

4.3.14.3 Processo de solda

Após as melhorias implementadas no processo de serra, conseqüentemente o processo de solda foi afetado positivamente, recebendo então todos os itens referentes à máquina e separados por conjunto, foi proposto então que houvesse uma divisão de cada conjunto para cada operador de solda. Na forma anterior que se trabalhava, cada operador de solda era responsável por uma máquina completa.

O novo sistema repassado aos soldadores foi que o conjunto da máquina que viesse pré-separado e pronto para a soldagem, teria prioridade no processo, pois as outras máquinas ainda são fabricadas da primeira forma apresentada como problema neste estudo.

Pode-se observar na Figura 28 que a máquina AWB-1600 é montada a partir de 10 conjuntos principais.

Figura 28 - Conjuntos AWB-1600

Conjuntos AWB-1600	
1	Chassi
2	Kit Batedor
3	Kit Disco Guia Direito
4	Kit Esticador de Corrente
5	Esteira de Ganchos
6	Kit Eixo de Suspensão
7	Kit Transmissão
8	Montagem Rolo Cônico Central
9	Rolete
10	Kit Eixo de Tração

Fonte: Autoria própria

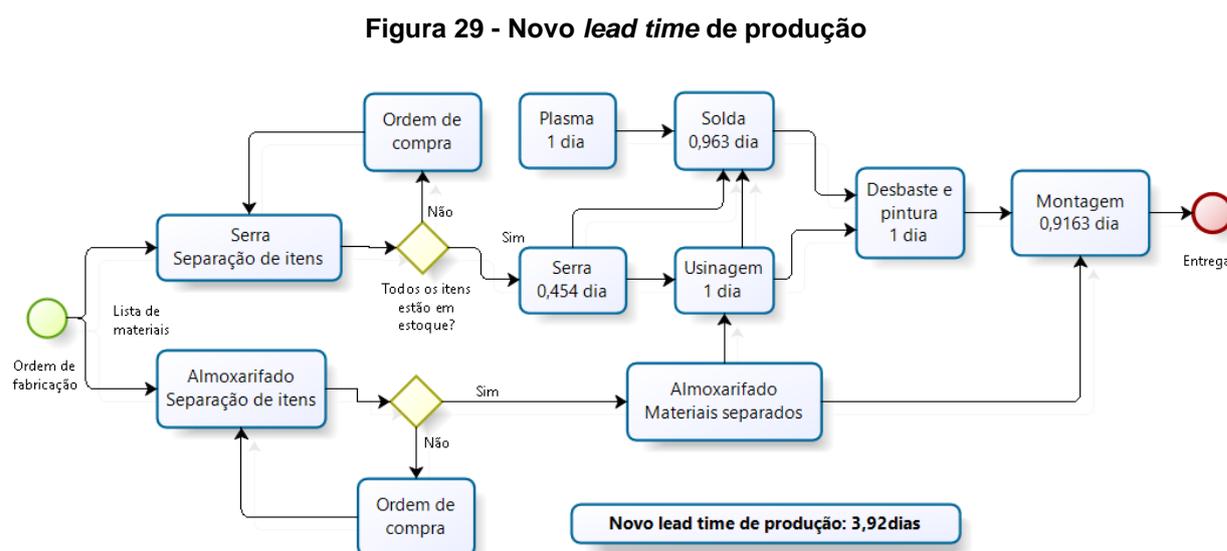
A empresa possui atualmente 15 soldadores, utilizando essa metodologia de repassar os conjuntos pré-separados, um para cada colaborador, pode-se obter um novo *lead time* de 7 horas e 42 minutos para finalização da soldagem de todos os componentes e o encaminhamento para o setor de desbaste e pintura.

A melhoria do processo de serra e a melhor divisão de componentes a serem soldados por cada operador, gerou também uma redução no *lead time* do processo de mais de um terço, passando de 3 dias de trabalho (24 horas) para 0,963 dia (7 horas e 42 minutos).

Os resultados obtidos no setor de solda mostram como é importante ter atenção sob todos os processos de uma empresa, pois, através da melhoria realizada em um processo, organizando as informações que entram e direcionando os resultados que saem para os locais corretos, pode-se então gerar uma melhoria não só no processo em estudo, mas em toda cadeia de produção.

4.3.15 Lead Time Total

Após a implementação das melhorias, o novo *lead time* foi calculado, como mostra a Figura 29.



Fonte: Autoria própria

Através da figura acima, podemos identificar que o novo fluxograma dos processos tornou o repasse de informação mais eficiente, evitando a parada no

sistema de produção, juntamente com as melhorias do sistema MRP o *lead time* de produção passou de 8 dias para 3,92 dias, uma redução de 51% em relação ao *lead time* antigo.

Os resultados mostram a eficiência de uma análise completa do sistema de produção, ao identificar um erro dentro de um processo, podemos desmembrá-lo em diversos problemas, que, com soluções simples e cotidianas, obtêm-se um resultado extremamente efetivo dentro da organização.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento de uma organização está diretamente ligado à eficiência e a capacidade de executar os seus processos, como elemento primordial o estabelecimento da sincronia entre os setores da empresa podem tornar as tomadas de decisões mais eficientes e assertivas, auxiliando no alcance dos objetivos da empresa e a conquista do mercado atuante.

A metodologia aplicada no trabalho foi direcionada para atender o objetivo geral proposto, sendo este a implementação de um sistema MRP para a melhoria do sistema de compras e almoxarifado, implementando uma nova rotina de compras e gestão da informação dentro de uma indústria e comércio de máquinas agrícolas. Para este objetivo ser alcançado.

Através da classificação ABC foi possível identificar o produto com a maior influência econômica para a empresa, e foi realizada a implementação do método MRP no mesmo. Sua estrutura então foi retirada do *software* utilizado para a construção de máquinas.

Após organizada a estrutura, foi realizado uma busca através de relatórios de vendas para serem analisadas as demandas do produto, num período de um ano e meio, foi utilizada sua demanda média mensal, o que permitiu o cálculo das necessidades de materiais junto à estrutura do produto para atender as necessidades de um mês de produção.

Calculando-se a necessidade mensal de materiais, foram calculados os *lead-times* de entrega dos fornecedores, obtidos através de notas fiscais de compra. Para o cálculo do *lead time* total do produto, também foi verificado o *lead time* de fabricação da máquina, para que somado o maior *lead time* dentre todos os produtos entregues pelos fornecedores e o *lead time* de produção, fosse encontrado o *lead time* total do produto.

Através dos dados obtidos no estudo, também foram calculados os estoques máximos, estoque de segurança e o lote de reposição dos produtos que estruturam a máquina. O resultado obtido pelos cálculos de lote de reposição acarretaram em um aumento de 26,98% no pedido de compra realizado pela empresa, o que mostra que o aumento é pequeno perto das melhorias que as quantidades corretas estocadas dos

produtos podem trazer de benefícios, como fluidez no processo produtivo, entrega dos produtos dentro do prazo e principalmente satisfação do cliente.

Foram realizados questionários realizados com os 40 funcionários da empresa, notou-se a necessidade de um planejamento de compras e uma melhoria do processo de fabricação da máquina, especialmente no processo de serra, que continha apenas 27% do que realmente deveria ser cortado de toda a máquina.

Para o processo de compras e serra, foi criada uma planilha de pré-separação de itens, o que evitou que máquinas fossem produzidas sem conter produtos em estoque. A pré-separação em carrinhos específicos para a máquina no almoxarifado tornou o processo de montagem otimizado, fazendo com que o operador buscasse todas as peças referentes à máquina apenas uma vez, montando-a em metade do tempo antes utilizado, passando de 2 dias para 7 horas e 20 minutos.

O processo de serra, além da lista de pré-separação, que permitiu que o processo não se iniciasse sem matéria prima, também recebeu uma planilha completa de corte, com 100% dos itens a serem cortados e com suas especificações detalhadas, proporcionando assim uma diminuição do *lead time* de corte pela metade, passando de 2 dias para 3 horas e 34 minutos.

Conseqüentemente com a melhoria do processo de serra, o processo de Solda, que mais sofria com os atrasos e falta de material advindos da serra, teve seu *lead time* reduzido de 3 dias para 7 horas e 38 minutos, otimizando o trabalho dos soldadores, pois, antes ociosos ou trabalhando em outras máquinas, podem agora cada um soldar um conjunto e liberá-los para o processo de pintura.

Por meio das melhorias implementadas, o *lead time* de fabricação do produto foi reduzido pela metade, passando de 8 dias para 3,92 dias, o que representa uma significativa melhora de grande importância para a empresa, devido ao alto fluxo de vendas, proporcionando então melhor confiabilidade nos prazos de entrega e o principal, a satisfação do cliente.

A implementação do método do planejamento das necessidades de materiais possibilitou um melhor fluxo de informações entre os setores, identificou diversos pontos passíveis de melhorias e consolidou uma melhoria extremamente efetiva na produção do item avaliado.

5.1 LIMITAÇÕES E DIFICULDADES

Mesmo com os objetivos alcançados, durante a implementação do trabalho foram encontradas resistências por parte dos colaboradores em relação a mudança de rotina, sendo necessária a constante verificação sobre o uso da metodologia proposta.

O setor que demonstrou maior resistência foi o de almoxarifado, devido ao aumento de tarefas que o operador passou a realizar durante a fabricação de uma máquina.

Os operadores do setor de montagem também demonstraram certa resistência pelo fato de que não havia mais motivo para uma eventual demora para buscar peças no estoque, pois muitas vezes, a atividade de ir buscar a peça no almoxarifado se tornava uma volta pela fábrica para ganhar tempo. Verificou-se que muitas vezes, os funcionários deixavam peças propositalmente no setor de almoxarifado para voltar e assim deixar de executar as atividades em seu posto de trabalho.

5.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Para que a metodologia possa ser estendida futuramente para outros produtos, será preciso a fomentação da cultura de melhoria contínua em todos os seus processos e conscientização de seus colaboradores, devido ao grande tempo exercendo a mesma função, ainda mostram resistência a pequenas mudanças e melhorias, não reconhecendo o benefício das mesmas.

Para o processo de almoxarifado, os indicadores de estoque propostos na revisão de literatura podem ser utilizados constantemente, para melhorar a eficiência do setor.

A acurácia do estoque pode ser utilizada para contar e comparar os dados reais com o do sistema de controle, o ideal é que a empresa adote uma conferência em períodos de tempo constante, como semanas ou meses. O proposto no trabalho

é atualização constante, em cada momento em que uma máquina é pedida, executa-se um inventário das peças pertencentes à máquina.

O giro de estoque e a cobertura podem ser utilizados para conferir como estão se comportando os itens em estoque, através destes indicadores podemos ver qual a velocidade de renovação dos itens estocados e por quanto tempo eles podem cobrir a demanda.

Devido ao curto tempo de estágio na empresa, a implementação em todas as máquinas não foi possível, ficando como recomendação futura a implementação em todas as máquinas fabricadas.

6 CONCLUSÃO

Esta pesquisa objetivou a importância da implementação de um bom planejamento das necessidades de materiais. Por meio da análise do processo e fluxo de informações, foi possível mapear os processos de gestão de materiais e de informação da empresa, compreendendo seus processos de produção e calculando seu *lead time* produtivo.

Foram encontrados através das análises, pontos passíveis de melhoria, elaborando então um plano de ação para a implementação do novo sistema.

Através da implementação do estudo, houve um aumento na eficiência das informações envolvidas nos processos de fabricação em até 73% e uma redução no *lead time* de até 77,3%, ocasionando uma redução de 51% no *lead time* de produção da máquina avaliada pelo estudo, passando de 8 dias para 3,97 dias.

Os resultados obtidos mostram a importância de um planejamento e controle da produção bem estruturado. Deste modo, podemos afirmar que a implementação de um sistema MRP pode auxiliar na estratégia de compras de uma empresa melhorando a qualidade no fluxo de informações, unindo os setores envolvidos durante todo o processo produtivo e conseqüentemente, diminuindo seu *lead time* de entrega, melhorando então, tanto a qualidade de seus produtos, quanto os processos envolvidos para a fabricação do mesmo.

REFERÊNCIAS

ALFIERI, A.; TOLIO, T.; URGO, M.. **A Project scheduling approach to production and Material Requirement Planning in Manufacturing-to-Order environments**. Volume 23. Junho, 2012. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10845-010-0396-1>>.

ARNOLD, T. Jr. **Administração de materiais**. São Paulo. Atlas, 1999.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística empresarial**. 5ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2006.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento**. 2º ed. São Paulo. Editora Saraiva, 2009.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Belo Horizonte: Editora Fundação Christiano Ottoni, 1996.

CARVALHO, J.M. C. **Logística**. 3º ed. Lisboa. Editora Silabo, 2002.

CHIROLI, D. M.G. **Logística de produção e serviços**. Reimpressão revista e atualizada. Editora Unicesumar. Maringá, 2014.

CHOPRA, S. ; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: Estratégia, planejamento e operações**. 4ºed. São Paulo. PEARSON, 2011

CHRISTOPHER, M. **Logistics and supply chain management**. Londres. Pretience Hall, 1998.

CORRÊA, H. L. CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2º ed. São Paulo. ATLAS, 2009.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M.. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5º ed. Atlas. São Paulo, 2008.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: Princípios, conceitos e gestão.** São Paulo. Atlas, 2014.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: Uma abordagem logística.** 5ªed. São Paulo. Atlas, 2010.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO, M. F. **Planejamento e controle da produção: Dos fundamentos ao essencial.** 1º ed. Editora Atlas. São Paulo, 2010.

GIL, A. C. **“Como elaborar projetos de pesquisa”.** São Paulo 5 (2002): 61.

HARRISSON, A; HOEK, R, V. **Estratégia e gerenciamento de logística.** Tradução de Bazán Tecnologia e Linguística. São Paulo. Futura, 2003.

KORPONAI, J.; BÁNYAINÉ, T.; ILLÉS, B.. **Effect of the Safety Stock on the Probability of Occurrence of the Stock Shortage.** Volume 182. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817312420>>.

KRAJEWSKI, L; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M.. **Administração de produção e operações.** 8º ed. São Paulo. PEARSON, 2012.

LOPES, R.A; GOMES de LIMA, J.F.**Planejamento e Controle da Produção: Um estudo de caso no setor de artigos esportivos de uma indústria manufatureira.** Rio de Janeiro. Enegep, 2008. p 1 – 10.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, Marco A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. **Planejamento e Controle da Produção.** 2 reimpressão. Rio de Janeiro. Elsevier, 2008.

MADROÑERO, M. D.; MULA, J.; JIMÉNEZ, M.. **Material Requirement Planning under Fuzzy Lead times.** Volume 48. 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315003274>>.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 6º ed. ATLAS S.A. São Paulo, 2009.

MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C.. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais.** 1º ed. Editora Saraiva, 2006.

MONTADA, P, J. CHARNOV, B, H. **Administração**. 3^o ed. São Paulo. Saraiva, 2010.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2^o ed. São Paulo.

MOURA, C. E. de. **Gestão de Estoques**. 1^a. Edição. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2004.

NANCI, L. C; LUSTOSA, L. **Planejamento Agregado e Planejamento Mestre da Produção**. In: LUSTOSA, L. et al. Planejamento e Controle da Produção. Rio de Janeiro. Elsevier, 2008.

OUSSAMA, B. A.; ROMAIN, G.; THIERRY, C.. **MRP parameter evaluation under fuzzy lead times**. Volume 49. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240589631630917X>>.

PAIVA, E. L.; CARVALHO JUNIOR, J. M.; FENSTESEIFER, J. E. **Estratégia de Produção e de Operações**: conceitos, melhores práticas, visão de futuro. Porto Alegre: Bookman, 2004.

PINTO, C.V. **Organização e gestão da manutenção**. 2^oed. Lisboa. Edições Monitor, 2002.

PIRES, S.R.I. **Gestão da cadeia de suprimentos**: Conceitos, estratégias, práticas e casos – *Supply Chain Management*. São Paulo: ATLAS, 2004.

POZO, Hamilton. **Administração de recursos Materiais e Patrimoniais**: Uma abordagem logística. 6^o ed. São Paulo, ATLAS, 2002.

POZO, H. **Administração de recursos Materiais e Patrimoniais**. São Paulo, Atlas, 2002.

SAGBANSUA, L.. **Information Technologies and Material Requirement Planning (MRP) in Supply Chain Management (SCM) as a basis for a new model**. Volume 4. 2010. Disponível em: <<https://doaj.org/article/9f7b550eba7f4871955554f64731c737>>.

SEVERO, Filho J. **Administração de logística integrada: Materiais, PCP, Marketing.** Rio de Janeiro: E-Papers, 2006.

SIPPER, D.; BULFIN, R. L. JR. **Production: Planning, Control and Integration.** Nova York. McGraw-Hill, 1997.

SLACK, N; JOHNSTON, R.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A. **Administração da Produção.** Edição compacta: Atlas, 1999.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON R.. **Administração da produção.** 2º ed. São Paulo. Editora Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.. **Administração da produção.** 3ª Edição. São Paulo: Atlas, 2009.

TUBINO, D. F.. **Manual do Planejamento e controle da produção.** 2 ed. São Paulo. ATLAS. 2000.

TUBINO, D. F.. **Planejamento e controle da produção: Teoria e prática.** São Paulo. ATLAS. 2007.

TURRIONI, J.B.; MELLO, C. H. P. **METODOLOGIA DE PESQUISA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI. Itajubá, 2012.

VERGARA, S. C.. **Gestão da Qualidade.** 3º ed. Editora FGV. Rio de Janeiro, 2006.

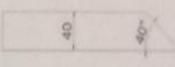
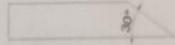
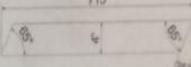
VIANA, J.J.. **Administração de materiais.** São Paulo: Atlas S. A. 2002.

VOLLMAN, E.T. et al. **Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.** 5º ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

WERKEMA, M. C. C.. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos.** Volume 2. Belo Horizonte. Editora Littera Maciel Ltda, 1995.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª Ed. Porto Alegre. Editora: Bookman. 2001

ANEXO A - Lista de corte da AWB-1600 utilizada pelo operador

		LISTA DE CORTE: ARRANCADEIRA AWB-1600							
MODULO	QTDE	DESCRIÇÃO	DIMENSOES			Check List	Check List	OBSERVAÇÕES	
CHASSI	1	TUBO RETANGULAR	100 X 150 X 6,3	1690		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	2	TUBO RETANGULAR	40 X 80 X 4,75	740	ENVIAR PARA FURAÇÃO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	2	TUBO QUADRADO	40 X 40 X 4,75	1608		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	2	BARRA CHATA	3/16" X 1.1/2"	110		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	2	BARRA CHATA	3/8" X 1.1/4"	200		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	2	BARRA CHATA	3/8" X 1.1/4"	200		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	2	BARRA CHATA	3/8" X 5"	400		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	2	BARRA CHATA	1/2" X 2"	2425		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	2	BARRA CHATA	1/2" X 2.1/2"	200		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	2	BARRA CHATA	5/8" X 3"	515	ENVIAR PARA FURAÇÃO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	VIGA "U"	4" X 1.5/8" (E 6,27)	715	ENVIAR PARA FURAÇÃO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
1	TUBO REDONDC INDUSTRIAL	60,3 X 47,7 (E 6,3)	1608		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
TRAZEIRINHA	2	TUBO QUADRADO	40 X 40 X 4,75	1608		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	4	TUBO QUADRADO	40 X 40 X 4,75	60		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	1	TUBO REDONDC DIN 2440 1/2"	21,3 X 16 (E 2,65)	1000		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	BARRA CHATA	3/16" X 2"	614	ENVIAR PARA FURAÇÃO E DOBRA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
CUBO DO DISCO	2	TUBO RETANGULAR	40 X 80 X 4,75	198	ENVIAR PARA FURAÇÃO E TORNO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	2	BARRA CHATA	3/8" X 2.1/2"	50		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	2	BARRA CHATA	3/8" X 2.1/2"	250		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
RODADO	2	BARRA CHATA	5/10	1"	1/2"	ENVIAR PARA FURAÇÃO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
CAPA LIMITADOR A	2	TUBO REDONDC DIN 2440 1/2"	21,3 X 16 (E 2,65)	105		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
BRACINHO DO BATEDOR	1	TUBO QUADRADO	40 X 40 X 4,75	520	ENVIAR PARA FURAÇÃO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PF	
FACA	1	CANTONEIRA	3/16" X 1.1/2"	1575		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	1	CANTONEIRA	3/8" X 2"	1575		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		