

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

BRUNO RUBIRA CORREA
CARLOS HENRIQUE SHIMIZU ANDRADE

**IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE UMA
FÁBRICA DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2016

BRUNO RUBIRA CORREA
CARLOS HENRIQUE SHIMIZU ANDRADE

**IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE UMA
FÁBRICA DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito para aprovação na disciplina.

Orientador: Prof. Doutor Paulo Antonio Reaes

CURITIBA
2016

TERMO DE ENCAMINHAMENTO

Por meio deste termo, encaminhamos para apresentação o Projeto de Pesquisa “IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE UMA FÁBRICA DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS”, realizado pelos alunos BRUNO RUBIRA CORREA E CARLOS HENRIQUE SHIMIZU ANDRADE, como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 – TCC2 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Doutor Paulo Antonio Reaes
UTFPR - Damec

Curitiba, 02 de junho de 2016

TERMO DE APROVAÇÃO

Por meio deste termo, aprovamos a Proposta do Projeto de Pesquisa “IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE UMA FÁBRICA DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS”, realizado pelos alunos BRUNO RUBIRA CORREA E CARLOS HENRIQUE SHIMIZU ANDRADE, como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Prof. Dr. Paulo Antonio Reaes
DAMEC, UTFPR
Orientador

Prof. Me. Osvaldo Verussa Junior
DAMEC, UTFPR
Avaliador

Prof. Me. Rodrigo Ulisses Garbin da Rocha
DAMEC, UTFPR
Avaliador

Curitiba, 02 de junho de 2016

RESUMO

ANDRADE, Carlos H. S.; CORREA, Bruno Rubira. **Implantação de melhorias no sistema de produção de uma fábrica de implementos agrícolas**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

A indústria atual busca melhoramento nos processos produtivos, não apenas com investimento em maquinários de ponta. Com a globalização do mercado e o aumento da oferta, acompanhado do crescimento da demanda pelo produto, os fabricantes desejam obter êxito acompanhando as exigências do consumidor em relação à tecnologia, qualidade e prazos de entrega. É importante destacar a situação econômica atual, tanto nacional quanto internacional. No Brasil existe um crescimento da demanda da produção nacional, devido ao aumento do dólar, o que diminui a importação e aumenta a procura por similares nacionais. Pelo fato da indústria abordada neste projeto trabalhar com uma produção inteiramente nacional, sem o uso de insumos externos ao país, ela se enquadra no cenário anteriormente explanado. Desta forma, a realização deste trabalho teve a intenção de trazer benefícios, tais como uma nova dinâmica de produção, através da cronometragem dos tempos dos processos de fabricação e montagem, gerando roteiros de fabricação com a intenção de uma melhora na produtividade da empresa.

Palavras-chave: Cronometragem, Processo, Produtividade.

LISTA DE SIGLAS

EAP – Estrutura Analítica de Projeto

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PMI – *Project Management Institute*

WBS – *Work Breakdown Structure*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Plaina Agrícola PAB 550.....	14
Figura 2 - Modelo de folha de cronometragem	25
Figura 3 – Passo 1 - EAP.....	28
Figura 4 – Passo 2 - EAP.....	28
Figura 5 – Passo 3 - EAP.....	28
Figura 6 – Passo 4 - EAP.....	29
Figura 7 – Passo 5 – EAP.....	29
Figura 8 - Tipos de processos de manufatura e a relação Volume x Variedade	33
Figura 9 – Exemplo de Gráfico de Gantt	36
Figura 10 - Fluxograma da Metodologia Aplicada.....	38
Figura 11- Componentes da Plaina PAB 550	41
Figura 12 - Concha.....	43
Figura 13 - Kit Acoplador	44
Figura 14– Tubos do kit hidráulico	45
Figura 15 – Mangueiras do kit hidráulico.....	46
Figura 16 – Cilindro de levante	48
Figura 17 - Cilindro de basculante.....	49
Figura 18 – Conjunto estrutural	50
Figura 19 - Modelo de Ordem de Fabricação.....	56
Figura 20 – Código das ordens de fabricação	57
Figura 21 - Exemplo de ordem de fabricação	59
Figura 22 – EAP de produção.	60
Figura 24 – Matriz de Gantt do dia último de produção.....	63
Figura 25 - Interrupção da Montagem.	67
Figura 26 – Peças semiacabadas sem destino imediato.	68
Figura 27 – Peças semiacabadas sem destino imediato.	69
Figura 28 – Componentes fabricados em excesso.	70
Figura 29 – Chapas de aço cortadas em excesso.	71
Figura 30 – Descarte de peças.....	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relações entre tipos de processo de manufatura e tipos básicos de leiaute	26
Quadro 2 – Ordens de Fabricação.....	52
Quadro 3 – Legenda da Matriz de Gantt.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Listagem Concha.....	43
Tabela 2 - Listagem Kit Acoplador.....	44
Tabela 3 - Listagem tubos do kit hidráulico	46
Tabela 4 - Listagem mangueiras do kit hidráulico.....	47
Tabela 5 - Listagem mangueiras do kit hidráulico.....	48
Tabela 6 - Listagem cilindro de basculante	49
Tabela 7 - Listagem do conjunto estrutural	51
Tabela 8 - Tabela de tempos estimados / arbitrados por peça	55
Tabela 9 - Roteiro de Fabricação.....	65

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Contextualização do Tema	13
1.2	Delimitação do tema	14
1.3	Caracterização do problema	15
1.4	Objetivos	16
1.4.1	Objetivo Geral	16
1.4.2	Objetivos Específicos	16
1.5	Justificativa	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Administração da Produção	18
2.2	Estudo de Movimentos e de Tempos.....	21
2.2.1	Conceitos Básicos	21
2.2.2	Métodos utilizados na obtenção do tempo-padrão	22
2.2.3	Equipamentos auxiliares no Estudo de Tempos	23
2.3	Principais tipos de leiautes.....	25
2.4	Estrutura Analítica do Projeto (EAP)	27
2.5	Gestão Baseada em Processos.....	30
2.6	Hierarquia dos Processos	30
2.7	Classificação de sistemas de produção	31
2.8	Tipos de processos de manufatura	32
2.9	Organização do Trabalho	34
2.10	Roteiro de Fabricação	34
2.11	Gráfico de Gantt	35
3	METODOLOGIA.....	37
3.1	Descrição da Metodologia.....	37
3.1.1	Listagem das etapas e processos de fabricação.....	38
3.1.2	Estudo dos Tempos	39
3.1.3	Roteiro de Fabricação	39
3.1.4	Avaliação e validação empírica	39
3.1.5	Correções e ajustes	39
3.1.6	Elaboração da EAP de Produção e Matriz de Gantt	40
3.2	Justificativa da metodologia.....	40
4	DESENVOLVIMENTO	41
4.1	Discretização da Plaina e listagem de seus componentes	41
4.1.1	Concha.....	42

4.1.2	Kit Acoplador	44
4.1.3	Kit Hidráulico	45
4.1.4	Estrutural	49
4.2	Alocação de peças dentro de Ordens de Fabricação	51
4.3	Listagem dos Processos	52
4.4	Estudo dos Tempos	53
4.5	Documentação das Ordens de Fabricação	55
4.5.1	Número da Ordem	56
4.5.2	Ordem de Pré-Requisito	57
4.5.3	Nome da peça a ser fabricada	57
4.5.4	Código de projeto	57
4.5.5	Descrição, Quantidade, matéria-prima e dimensões	58
4.5.6	Descrição da Operação	58
4.5.7	Tempos unitários (U) e totais (T) da operação	58
4.5.8	Responsável	58
4.5.9	Observações	58
4.5.10	Tempo total do processo	58
4.5.11	Código de Barras	59
4.6	EAP (Estrutura Analítica de Projeto) de Produção	59
4.7	Sequenciamento	61
4.7.1	Sequenciamento da Plaina PAB550	61
4.8	Matriz de Gantt dos processos	62
4.9	Roteiro de Fabricação	63
4.9.1	Estrutura do Roteiro	63
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	66
5.1	Diminuição da espera para montagem	67
5.2	Diminuição de peças ociosas	68
5.3	Eliminação de peças fabricadas sem ordem de fabricação	70
5.4	Ocorrência de gargalos	71
5.5	Desperdício de Material e Peças	72
5.6	Diminuição de Estoques	73
5.7	Projeção de Implantação	73
5.7.1	Produtividade	73
5.7.2	Custos e valor agregado	73
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
7.	REFÊRENCIAS	77
8	APÊNDICES	80
	APÊNDICE A – Matrizes de Gantt	80

A.1	Produção da Plaina PAB 550 (DIA 1)	80
A.2	Produção da Plaina PAB 550 (DIA 2)	81
A.3	Produção da Plaina PAB 550 (DIA 3)	82
A.4	Produção da Plaina PAB 550 (DIA 4)	83
APÊNDICE B – Roteiro de Produção		84
B.1	Roteiro de Produção da Plaina PAB 550 (DIA 1)	84
B.2	Roteiro de Produção da Plaina PAB 550 (DIA 2)	84
B.3	Roteiro de Produção da Plaina PAB 550 (DIA 3)	85
B.4	Roteiro de Produção da Plaina PAB 550 (DIA 4)	85

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do Tema

O cenário econômico brasileiro no ano de 2015, com o dólar e a inflação em constante ascensão, tornava cada vez mais cara a importação de maquinário agrícola, acarretando um aumento das vendas internas. Estes fatores favoreciam a busca da melhoria do planejamento e produtividade nas empresas nacionais desse setor para fazer frente ao aumento de demanda. Por conta disso, o setor produtivo buscava flexibilizar a produção e reduzir desperdícios sem diminuir a qualidade dos produtos. A otimização dos processos, mão de obra e, sobretudo, tempo de produção, passaram a ser partes fundamentais no processo de fabricação, visando, dessa forma, aumentar a produtividade e a lucratividade da indústria.

A produtividade industrial e a qualidade do produto são peças chave para o crescimento da empresa. Sendo assim, o conhecimento destes critérios pelo gestor se torna indispensável para que o desempenho da empresa se destaque frente à concorrência, principalmente em momentos favoráveis da economia.

O presente trabalho de TCC foi desenvolvido em uma fábrica de maquinários e acessórios agrícolas instalada na cidade de Passo Fundo, no Rio Grande do Sul. Fundada na década de 70, com o objetivo de vendas de peças e manutenção de máquinas, apresentou um crescimento não acompanhado da estrutura organizacional necessária. Apesar disso, possui 10 mil metros quadrados de área, onde estão dispostos os setores administrativo, logístico, e de fabricação. A empresa possui 150 colaboradores, entre eles representantes, operadores de máquinas, administradores e todo o corpo executivo. Atualmente, fornece ao mercado interno e externo, através de seu catálogo, máquinas tais como, plainas, guinchos, guindastes, e espalhadores de palha.

1.2 Delimitação do tema

As plainas agrícolas apresentam grande presença em diversos setores da agricultura e pecuária. Neste trabalho, foi analisado especificamente o caso da produção de uma máquina inserida neste contexto, a Plaina Agrícola PAB 550, ilustrada na Fig. 1. Produzida em uma fábrica de maquinários e acessórios agrícolas da cidade de Passo Fundo, no Rio Grande do Sul (RS).



Figura 1 – Plaina Agrícola PAB 550

Fonte: Adaptado do Fabricante (2015).

Todos os modelos possuem dois cilindros para articulação dos equipamentos, proporcionando praticidade para carregamento de produtos. Um diferencial é o comando *joystick*, que facilita a operação da plaina, reduzindo o tempo de operação e deixando livre o comando original do trator. O equipamento ainda possui um sistema de fácil acoplamento ao trator através de engates rápidos, o que agrega uma maior praticidade para o usuário nas operações.

Este projeto foi focado na melhoria do sistema de informação da produção da Plaina Agrícola modelo PAB 550, que é compatível com todas as

marcas de tratores. O motivo de se ter escolhido essa linha para a realização do trabalho é que ela representa um volume de produção significativo.

1.3 Caracterização do problema

A Plaina Agrícola PAB 550, cuja fabricação foi o foco do estudo conforme abordado anteriormente, é um dos cinco modelos de plainas fabricados, sendo ele o de maior demanda. Seu processo de fabricação consiste no corte das chapas metálicas, passando por processos de solda, pintura, acabamento e montagem.

Inicialmente, observou-se que a matéria prima e componentes terceirizados que entram na fábrica são registrados apenas no início do processo. Ao longo da cadeia de produção, não existe um rastreamento que permita uma visão mais detalhada das operações. As peças, ao serem disponibilizadas ao chão de fábrica, não possuem retorno ou controle.

Verificou-se também a ausência de um procedimento para a avaliação da qualidade da matéria-prima, no ato do recebimento, tampouco documentos de liberação. Somado ao fato de não existirem lotes e rastreabilidade após o recebimento do item, dificulta-se a identificação do responsável caso ocorram problemas de qualidade na produção ou na entrega do produto final ao cliente.

O empenho de materiais e itens de consumo está acima da proporção correta de pedidos, devido à falta de controle no almoxarifado. Sendo assim, a possibilidade de que a matéria prima em estoque se torne obsoleto excede o esperado, atuando diretamente nos custos industriais de forma prejudicial.

A carência de um Planejamento e Controle de Produção (PCP) acarreta um número reduzido de itens produzidos com ordens de fabricação, pois somente uma pequena porcentagem possui seus processos cadastrados. Isto gera um descompasso no volume de materiais e trabalhos executados pela fábrica, além de permitir diretamente a interferência de demais departamentos no processo produtivo.

Informações de gerenciamento e ordens de produção são transmitidas verbalmente, ocasionando uma divergência entre informações e quantidades.

Como resultado direto, cria-se um estoque obsoleto, constituído por partes do estoque que deterioraram ou foram danificadas ou reprovadas na linha de produção, acarretando ainda erros nas próximas programações.

Neste contexto, o trabalho utilizou-se de ferramentas e *softwares* e gestão de produção para obter essas melhorias e avaliar se os impactos das soluções desses problemas de planejamento, organização e acréscimo de produtividade.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve por objetivo introduzir melhorias no processo de produção da Plana Agrícola PAB 550 através do desenvolvimento de práticas e do uso de ferramentas que forneçam informações precisas à empresa de cada etapa do processo e que lhe assegurem aumento de produtividade. Para tanto, foram estudadas e implantadas ferramentas da área de gestão de produção. No desenvolvimento deste trabalho verificaram-se as falhas e identificaram-se as oportunidades de melhorias, a fim de sugerir soluções para os problemas encontrados.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Documentar os processos de fabricação e montagem que envolvem o modelo PAB 550;
- Cronometrar o tempo de cada etapa de fabricação e montagem;
- Avaliar as ferramentas de gestão da produção adequadas para o controle e planejamento de estoques e da produção.
- Determinar parâmetros críticos necessários para o sequenciamento dos processos;
- Criar um roteiro de fabricação;

- Elaborar o processo de subdivisão do projeto em elementos menores e mais facilmente gerenciáveis, de acordo com a Estrutura Analítica de Projetos (EAP);
- Gerar uma matriz de Gantt;
- Identificar e sugerir um *software* de gestão de materiais

1.5 Justificativa

O tema escolhido para este trabalho permitiu a aplicação dos conhecimentos obtidos no curso de Engenharia Mecânica. A partir de então, teve-se um cenário fundamentado nas relações de diversas áreas, entre elas:

- Corte e conformação de chapas;
- Usinagem;
- Soldagem;
- Tratamentos de superfície;
- Montagem;
- Engenharia de produção e processos;
- Cronoanálise;
- Gestão de materiais;

Portanto, a realização deste projeto trouxe oportunidade de aprendizado teórico e, principalmente, prático em áreas de importância para o curso dos autores desse TCC, proporcionando crescimento tanto acadêmico quanto profissional. Além disso, a redução de custos aliada à diminuição de tempo de produção gerou interesse da empresa na proposta do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A partir dos problemas encontrados e objetivos traçados no capítulo anterior desse trabalho, fez-se então uma abordagem aos conceitos de administração da produção, tais como: Estudo de Movimentos e de Tempos, Estrutura Analítica do Projeto (EAP), Gestão Baseada em Processos, Roteiro de Fabricação, entre outros, buscando fundamentar as ações que serão aplicadas durante a solução destes problemas.

2.1 Administração da Produção

Segundo Chiavenato (2004), a administração é o processo de planejar, organizar, dirigir e controlar o uso de recursos a fim de alcançar objetivos organizacionais.

Para um melhor entendimento do assunto Slack *et al.* (2007) argumenta que devem-se deixar claras algumas definições:

- **Função de produção** (ou simplesmente função produção): representa a reunião de recursos destinados à produção de seus bens e serviços. Qualquer organização possui uma função produção porque produz algum tipo de bem e/ou serviço. Entretanto, nem todos os tipos de organização, necessariamente, denominam a função produção por esse nome.
- **Gerentes de produção**: são funcionários da organização que exercem responsabilidade particular de administrar algum ou todos os recursos envolvidos pela função produção. Novamente, em algumas organizações, o gerente de produção pode receber outra denominação. Por exemplo, pode ser chamado "gerente de tráfego" em uma empresa de distribuição, "gerente administrativo" em um hospital ou "gerente de loja" em um supermercado.
- **Administração da produção** (ou de operações): termo usado para as atividades, decisões e responsabilidades dos gerentes de produção.

Estes conceitos vêm sendo moldados há algum tempo, e foi importante conhecermos o contexto em que surgiram as primeiras preocupações sobre o assunto.

Como publicado por Martins e Laugeni (2015), a produção artesanal começou a entrar em decadência com o advento da Revolução Industrial. Com a descoberta da máquina a vapor em 1764 por James Watt, tem início o processo de substituição da força humana pela força da máquina. Os Artesãos, que anteriormente trabalhavam em oficinas, agora trabalhavam em fabricas. Isso gerou novas exigências para os processos de fabricação, desde a padronização dos produtos e o desenvolvimento de quadros gerais de gestão e supervisão, até planejamento e controle financeiros.

Muitos dos conceitos que parecem óbvios hoje, não eram na época de 1790, como o conceito de padronização de componentes introduzido por Whitney. Teve início, então, o registro por meio de croquis dos produtos e processos fabris, que hoje são realizados através de desenhos assistidos por computador e *softwares* de gestão.

No fim do século XIX surgiram nos Estados Unidos os trabalhos de Taylor. Assim, surge a sistematização do conceito de produtividade, isto é, a procura incessante por melhores métodos de trabalho e processos de produção com o objetivo de se obter melhoria da produtividade com o menor custo possível.

Segundo Chiavenato (2004), Taylor observou que as indústrias de sua época padeciam de três males:

- Ociosidade sistemática dos operários, que reduziam a produção acerca de um terço da que seria normal, para evitar a redução das tarifas de salários pela gerência. Há três causas determinantes da ociosidade no trabalho:
 1. O engano disseminado entre os trabalhadores de que o maior rendimento do homem e da máquina provoca desemprego.
 2. O sistema defeituoso de Administração que força os operários à ociosidade no trabalho a fim de proteger seus interesses pessoais.

3. Os métodos empíricos ineficientes utilizados nas empresas, com os quais o operário desperdiça grande parte de seu esforço e tempo.

- Desconhecimento, pela gerência, das rotinas de trabalho e do tempo necessário para sua realização.
- Falta de uniformidade das técnicas e dos métodos de trabalho.

Coelho e Gonzaga (2007), explicam que Taylor conseguiu fundamentar seus estudos no que chamou de Princípios Científicos para administração de empresas, que alterou as relações entre os operários, e evitava com que estes questionassem ordens e instruções. Elaborando, então, quatro Princípios de administração Científica:

- Princípio do planejamento – Taylor mostra que esse princípio consistia na substituição do julgamento individual do operário e na troca do improvisado e da prática por métodos planejados e testados.
- Princípio da preparação dos trabalhadores – Baseava-se em selecionar os trabalhadores de acordo com suas capacidades (aptidões), para depois prepara-los e aperfeiçoa-los para produzirem mais e melhor, de acordo com o método traçado.
- Princípio do controle – Consistia em controlar o trabalho para que se tivesse a certeza de que ele estava de acordo com a metodologia estabelecida e dentro da meta de produção.
- Princípio da execução – Era baseado em distribuir diferentemente as funções e as responsabilidades para que o trabalho fosse o mais disciplinado possível.

As atividades desenvolvidas por uma empresa visando atender seus objetivos de curto, médio e longo prazo, se inter-relacionam muitas vezes, de forma extremamente complexa. Como tais atividades, na tentativa de transformar insumos, como matérias-primas, em produtos acabados e/ou serviços, consomem recursos e nem sempre agregam valor ao produto final. É objetivo da Administração da Produção/Operações a gestão eficaz dessas atividades. Dentro desse conceito, encontramos a Administração da

Produção/Operações em áreas de atuação dos diretores, gerentes. Supervisores e/ou qualquer colaborador da empresa (MARTINS e LAUGENI, 2015).

2.2 Estudo de Movimentos e de Tempos

2.2.1 Conceitos Básicos

A cronoanálise é uma técnica que lida com o tempo necessário para a conclusão dos processos de uma fábrica. Tem sua origem atribuída, entre outros, aos trabalhos feitos por Taylor, no qual focou o estudo de tempos com a decomposição das operações em elementos e a avaliação do ritmo do operador, e de Gilbreth, que estudou detalhadamente os movimentos, criando tabelas com o nome de cada movimento, no intuito de otimizar a execução de uma operação escolhendo os movimentos mais simples, de menor fadiga e com maior valor de trabalho agregado.

O estudo de tempos e movimentos, como também é conhecida a cronoanálise, é uma forma de mensurar o trabalho por meio de medição de tempo gasto, permitindo calcular o tempo padrão que é utilizado para determinar a capacidade produtiva da empresa, elaborar programas de produção e determinar o valor da mão-de-obra direta no cálculo do custo do produto vendido (PEINADO; GRAEML, 2007).

O uso da ferramenta de estudos de tempos e movimentos tem como objetivos, em primeiro lugar eliminar esforços desnecessários ao executar uma operação, procurar habilitar os empregados a sua função, estabelecer normas para execução do trabalho e descobrir métodos que venham proporcionar melhorias no processo produtivo (FIGUEIREDO; OLIVEIRA; SANTOS, 2011).

Segundo Barnes (1995), embora o estudo de tempos tenha sua maior aplicação na determinação dos tempos-padrão de operação (tempo, em minutos, que uma pessoa adaptada ao trabalho levará para realizá-lo), hoje ele é usado com diversas finalidades como:

- Estabelecer programações e planejar o trabalho;

- Determinar os custos-padrão e como um auxílio ao preparo de orçamentos;
- Estimar o custo de um produto antes do início da fabricação. Esta informação é de valor no preparo de propostas para concorrências e na determinação do preço de venda do produto;
- Determinar a eficiência de máquinas, o número de máquinas que uma pessoa pode operar, o número de homens necessários ao funcionamento de um grupo, e como um auxílio ao balanceamento de linhas de montagem e de trabalho controlado por transportadores;
- Determinar tempos-padrão a serem usados como base para o pagamento de incentivo a mão-de-obra direta;

De acordo com Slack *et al.* (2007), o Estudo do Tempo constitui-se de três etapas para obter o tempo básico para os elementos do trabalho:

- Observação e medição do tempo necessário para realizar cada elemento do trabalho;
- Ajustar ou “normalizar” cada elemento observado;
- Calcular a média dos tempos ajustados para obter o tempo básico para o elemento.

Para Toledo Júnior *et al.* (1988), o tempo-padrão possibilitou o controle da produtividade e da eficiência dentro do processo e, sem a determinação desses padrões, não existiria a possibilidade de exercer o controle sobre o desempenho da produção.

2.2.2 Métodos utilizados na obtenção do tempo-padrão

a) Cronometragem

De acordo com Peroni (1990), a cronometragem é o método mais empregado na indústria para a medida do trabalho. Por meio dela, determina-se a quantidade de tempo necessária para se executar um trabalho, medindo o tempo gasto em suas operações elementares.

A cronometragem de uma operação completa raramente é realizada com apenas um elemento. O trabalho deve ser dividido em elementos, e cada um deles deve ser cronometrado individualmente.

Nessa divisão em elementos, três regras básicas devem ser observadas:

- Para se obter a leitura exata do cronômetro, deve haver uma separação clara entre os elementos.
- O tempo de manuseio deve ser separado do tempo máquina.
- Os elementos constantes devem ser separados dos elementos variáveis.

A partir desses conceitos e da constatação de que o trabalho foi desenvolvido por operadores devidamente habilitados e treinados é que se apresenta o momento propício ao estudo dos tempos por meio da folha de cronometragem.

b) **Método de tempo estimado e atuação passada**

O método de tempo estimado, segundo Barnes (1995), é utilizado frequentemente para a estimativa de custos e orçamentos, não sendo recomendado para estabelecer padrões de tempo da mão de obra direta a fim de determinação de incentivo salarial. A estimativa de tempo-padrão não necessita de cronometragens ou filmagens, porém deverá ser realizada por uma pessoa com considerável experiência nos processos envolvidos (SLACK *et al.*, 2007). Já o método de atuação passada levará em consideração as informações provenientes dos arquivos da empresa (BARNES, 1995).

2.2.3 Equipamentos auxiliares no Estudo de Tempos

O equipamento necessário a execução de um estudo de tempos consiste de um aparelho medidor e de equipamentos auxiliares. A medida do tempo pode ser efetuada, de acordo com Barnes (1995) usando os seguintes instrumentos:

- **Cronômetro:** equipamento mais utilizado no registro dos tempos;
- **Filmadora:** equipamento auxiliar que apresenta como vantagem o registro fiel de todos os diversos movimentos executados pelo operador, auxiliando o analista do trabalho a verificar se o método do trabalho foi integralmente respeitado pelo operador.
- **Prancheta para observações:** uma prancheta é usada para segurar o papel e o cronômetro. Nos casos onde se trabalha em pé, é desejável que o cronômetro e a folha de observações estejam dispostos de forma mais conveniente.
- **Folha de observações e cronometragem:** Registros das informações que inclui uma descrição detalhada da operação contendo o nome do operador, do cronometrista, a data e o local do estudo. Também deve incluir um espaço para o registro das leituras (representada pela letra L) do cronômetro de cada elemento da operação, assim como o tempo total da operação somando as operações precedentes (representado pela letra T), para a avaliação do ritmo do operador e para os cálculos. A Fig. 2 apresenta um modelo desse tipo de folha.

Folha de Cronometragem:				Oficina:					Posto:			
Operação:				Cronometrista:					Data:			
Elementos	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	Média	

Figura 2 - Modelo de folha de cronometragem
 Fonte: Peroni (1990)

2.3 Principais tipos de leiautes

O leiaute de manufatura é a maneira segundo qual se encontram dispostos fisicamente os recursos transformadores, ou seja, instalações, máquinas e equipamentos e limita também como a matéria prima (recursos transformados) irá ser processada durante as operações. Sua principal função é melhorar os fluxos, reduzindo os custos e aumentando a produtividade.

Slack *et al.* (2007), classifica quatro tipos de leiaute:

- **Posicional:** Conhecido como leiaute de posição fixa. Sua característica principal é que os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores;
- **Por processo:** Também chamado de *job shop* ou funcional, o leiaute apresenta um arranjo onde processo similares são localizados juntos um do outro;

- **Celular tradicional:** Os recursos transformados são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação na qual todos os recursos transformadores necessários se encontram;
- **Por produto:** No *flow shop*, cada produto, elemento de informação ou cliente segue um mesmo roteiro no qual a sequência de atividades requerida coincide com a sequência na qual os processos foram arranjados fisicamente.

O Quadro 1 mostra como é possível relacionar os tipos de processos de manufatura e os tipos básicos de leiaute mencionados anteriormente. Por exemplo, o processo do tipo Lote pode apresentar tanto leiaute do tipo celular quanto leiaute por processo.

<i>TIPOS DE PROCESSO DE MANUFATURA</i>	<i>TIPOS BÁSICOS DE LEIAUTE</i>
Processo por Projeto	Leiaute Posicional
Processo Tipo <i>Jobbing</i>	Leiaute por Processo
Processo Tipo Lote	Leiaute celular
Processo em Massa	Leiaute por Produto
Processo Contínuo	

Quadro 1 – Relações entre tipos de processo de manufatura e tipos básicos de leiaute

Fonte: adaptado de Slack *et al.* (2007)

2.4 Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

A EAP é a expressão da língua portuguesa para WBS (*Work Breakdown Structure*). De acordo com o PMI (Instituto de Gerenciamento de Projetos, sigla em inglês para *Project Management Institute*) (2008), ela representa uma decomposição hierárquica, orientada às entregas do trabalho a ser executada pela equipe, para atingir os objetivos do projeto e criar as entregas requisitadas. Cada nível descendente da EAP deve representar uma definição gradualmente mais detalhada da definição do trabalho do projeto.

Por meio de uma estrutura semelhante a um organograma, a EAP representa o que deverá ser entregue pelo projeto. Ela permite detalhar quais as entregas que devem ser geradas em função dos objetivos do projeto.

A organização das entregas através de uma EAP vem sendo fortemente utilizada nos projetos de sucesso em todo o mundo, já que permite o esclarecimento à equipe do projeto, fornecedores, clientes, patrocinadores e demais interessados sobre o que se espera em termos de resultados do projeto e, conseqüentemente, do que será monitorado e controlado.

Desde o início do projeto devemos pensar nele de uma forma sistêmica, isso é, pensar nele como um todo e em suas partes (decomposição hierárquica). Pelo glossário do PMI (2008), a decomposição é uma técnica que subdivide o escopo do projeto e as entregas do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis até que o trabalho do projeto associado à realização do escopo do projeto e ao fornecimento das entregas seja definido em detalhes suficientes para dar suporte à execução, ao monitoramento e ao controle do trabalho.

A estratégia sugerida por Sotille *et al.* (2009) para a criação de uma EAP segue os seguintes passos:

1. Escrever o nome do projeto no primeiro nível da EAP. A Fig. 4 ilustra esse 1º passo;

```
graph TD; A[Nome do Projeto];
```

Figura 3 - Passo 1 - EAP

Fonte: Sotille et al. (2009)

2. Iniciar o segundo nível com as entregas de Gerenciamento do projeto e de Encerramento. A Fig. 5 ilustra esse 2º passo;

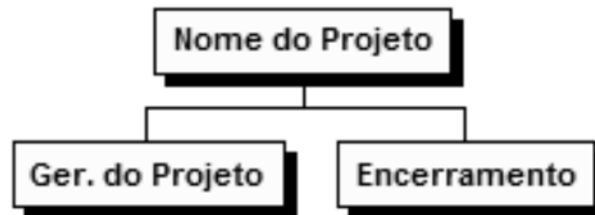


Figura 4 - Passo 2 - EAP

Fonte: Sotille et al. (2009)

3. Acrescentar as fases do ciclo de vida (entrega completa da fase) do projeto no segundo nível. A Fig. 6 ilustra esse 3º passo;



Figura 5 - Passo 3 - EAP

Fonte: Sotille et al. (2009)

4. Decompor as entregas (produtos ou serviços) em subprodutos (entregas parciais) que as compõem. A Fig. 7 ilustra esse 4º passo;

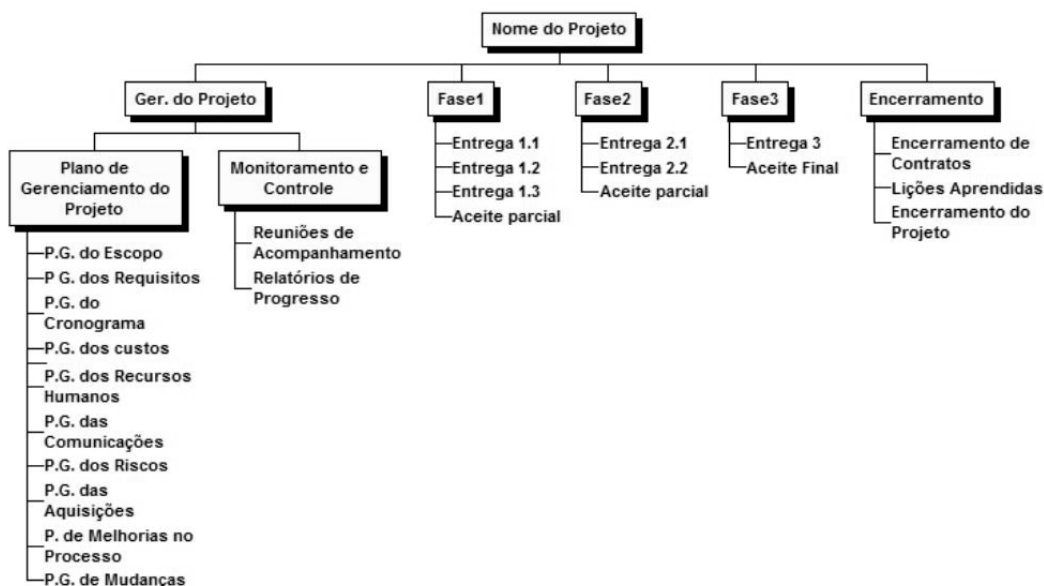


Figura 6 - Passo 4 - EAP

Fonte: Sotille *et al.* (2009)

5. Decompor as entregas parciais até um nível de detalhe que viabilize o planejamento e controle em termos de tempo, custo, qualidade, risco, atribuição de responsabilidades e contratação, se for o caso. A Fig. 8 ilustra esse 5º passo na Fase 3;

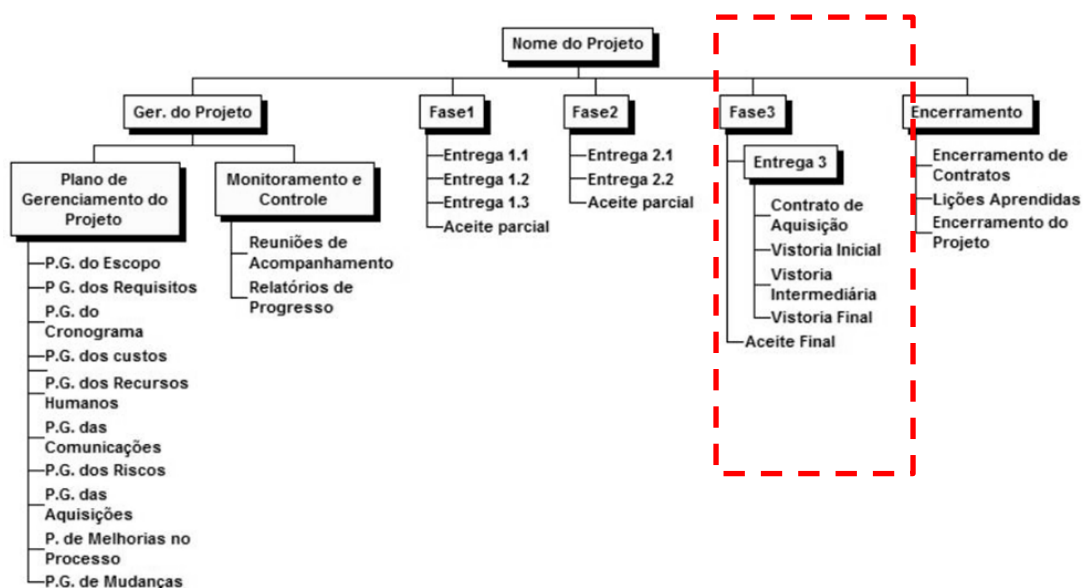


Figura 7 - Passo 5 – EAP

Fonte: Sotille *et al.* (2009)

6. Revisar continuamente a EAP, refinando-a quando necessário, até que a mesma esteja apta a ser aprovada;

2.5 Gestão Baseada em Processos

Todo o trabalho importante realizado nas empresas faz parte de algum processo. Não existe um produto ou serviço oferecido por uma empresa sem um processo organizacional (BARBARÁ, 2012). Resumidamente, um processo é uma série de ações que geram um resultado (PMI, 2006).

A definição de processo também pode ser explanada como:

- Um conjunto definido de passos para a realização de uma tarefa;
- Aquele que é descrito suficientemente em detalhes de forma que possa ser consistentemente usado;
- Que auxiliam no planejamento e na execução de um serviço.
- Grupo de atividades realizadas em uma sequência lógica com o objetivo de produzir um bem ou serviço que tem valor para um grupo específico de clientes;

Então, entende-se que Gestão de Processos é o enfoque técnico administrativo aplicado por uma organização, no intuito de obter melhorias na cadeia de processos, assegurando o melhor desempenho possível do sistema integrado a partir da mínima utilização de recursos e do máximo índice de acerto (BARBARÁ, 2012).

2.6 Hierarquia dos Processos

O entendimento sobre como os processos podem ser logicamente organizados e fisicamente estruturados (hierarquia) facilita a gestão da organização com foco nos processos.

De acordo com Correa (2012), o termo gestão por processos significa: gestão como sinônimo de administração, e processos como a realização de

uma soma de atividades sequenciais e lógicas que transformam entradas - representadas por insumos nos quais se agrega valor - em saídas - representadas por produtos ou serviços que geram um resultado para o cliente.

Assim, todo processo deve possuir ações em série e estas devem estar organizadas de forma racional transformando o que entra - acrescentando valor - em uma saída adequada para um cliente.

Segundo Correa (2012), a hierarquia de processo descreve o mesmo de modo vertical, ou seja, do seu nível maior até o menor. A lógica da hierarquia processual segue a mesma dos organogramas das empresas, porém, ao invés de tratar de níveis hierárquicos de lideranças ou de áreas, trata de níveis hierárquicos de processos.

A hierarquia de processos serve ainda para a identificação dos processos essenciais e para análise sistêmica das empresas.

2.7 Classificação de sistemas de produção

Tubino (2007) descreve a classificação de sistemas de produção e os separa em três tipos base, pelo grau de padronização, pelo tipo de operação, pela natureza do produto.

Primeiramente, a classificação pelo grau de padronização. São sistemas que produzem produtos padronizados os que apresentam bens ou serviços de alto grau de uniformidade e são produzidos em grande escala, enquanto sistemas que produzem produtos sob medida realizam bens ou serviços desenvolvidos para um cliente específico.

Em seguida pelo tipo de operação, classificados como processos contínuos aqueles que envolvem a produção de bens ou serviços que não podem ser identificados individualmente, e processos discretos os que envolvem a produção de bens ou serviços que podem ser isolados, em lotes ou unidades, e identificados em relação aos demais. Podem ser subdivididos em:

- **Processos repetitivos em massa:** produção em grande escala de produtos altamente padronizados;

- **Processos repetitivos em lote:** produção em lotes de um volume médio de bens ou serviços padronizados;
- **Processos por projeto:** atendimento de uma necessidade específica dos clientes, o produto concebido em estreita ligação com o cliente tem uma data determinada para ser concluído. Uma vez concluído, o sistema de produção se volta para um novo projeto.

Por fim pela natureza do produto, descrevendo a manufatura de bens como quando o produto fabricado é tangível, e como prestador de serviços quando o produto gerado é intangível.

2.8 Tipos de processos de manufatura

De acordo com Slack *et al.* (2007), os tipos de processos de manufatura são classificados como: projeto, *Jobbing*, lotes, em massa e contínuo.

Para tal classificação os fatores que determinam esses tipos de processos são a variedade e o volume de produtos, como ilustra a Fig. 3.

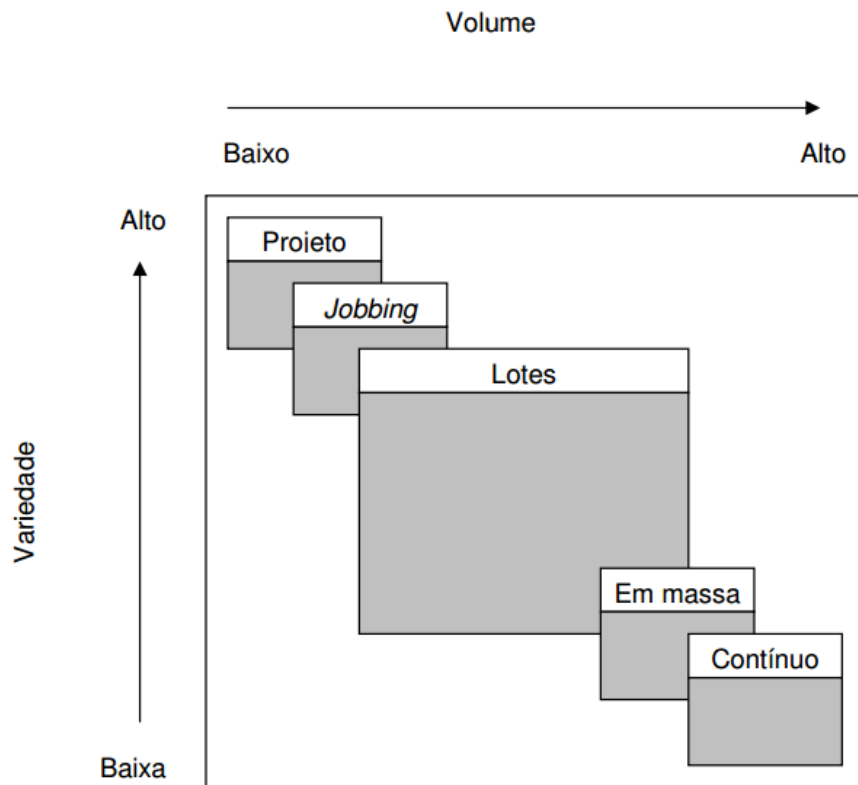


Figura 8 - Tipos de processos de manufatura e a relação Volume x Variedade

Fonte: Slack *et al.* (2007)

Verifica-se que para altos volumes de produção a variedade de produtos torna-se menor para viabilizar economicamente o produto. Ao contrário disso, percebe-se que para um menor volume haverá uma maior variedade de produtos.

Cada tipo de processo citado anteriormente possui características específicas:

- **Projeto:** Caracteriza-se por baixo volume e elevada variedade, com pedidos normalmente únicos;
- **Jobbing:** É voltada a produção de itens de alta variedade e baixa quantidade, com uma frequência de pedido de dois ou mais itens iguais;
- **Lote:** Apresenta uma relação equilibrada entre volume e variedade, podendo atender um número de clientes;
- **Em massa:** Com sua alta previsibilidade o processo apresenta um alto volume de produção e baixa variedade;

- Contínuo: Possui baixíssimo nível de variedade e elevados volumes de produção.

2.9 Organização do Trabalho

De acordo com Davis (1966), entende-se a organização do trabalho como a especificação do conteúdo, métodos e inter-relações entre os cargos, de modo a satisfazer os requisitos organizacionais e tecnológicos, assim como os requisitos sociais e individuais do ocupante do cargo. Sob essa perspectiva, Fleury (1980) afirma que o processo de organização do trabalho envolve dimensões técnicas e dimensões sociais, que caracterizam o enfoque sócio técnico, a partir do qual desenvolvemos a pesquisa.

Portanto, a Organização do Trabalho ou Projeto de Trabalho é definida como a organização de toda a operação, envolvendo materiais, tecnologias utilizadas e funcionários presentes no processo. Define, ao final, a forma como as pessoas agem em relação ao seu trabalho (SLACK *et al.*, 2007).

Devem ser asseguradas atitudes e respostas a seis questões fundamentais no projeto, como:

- Condições ambientais no local de trabalho;
- Melhor método para desempenhar o trabalho;
- Tecnologia disponível para a operação;
- A duração de cada tarefa e número de pessoas envolvidas;
- Tarefa específica de cada funcionário;
- Manutenção do comprometimento do funcionário com a melhor realização de suas tarefas.

2.10 Roteiro de Fabricação

Segundo Slack *et al.* (2007), o roteiro de fabricação deve fazer parte de um projeto preliminar. Este projeto preliminar deve especificar os componentes do pacote, definir os processos para criar o pacote, a estrutura de

processamento de clientes e por fim avaliar e buscar melhorias no projeto. As folhas de roteiro (também conhecidas como diagramas de processo de operações), que fazem parte do projeto preliminar, fornecem mais informações sobre as atividades envolvidas no processo, incluindo uma descrição da atividade e as ferramentas ou equipamentos necessários, assim como os tempos necessários para cada atividade.

2.11 Gráfico de Gantt

O método de programação mais usado para estabelecer os prazos das atividades é o do gráfico de Gantt (SLACK *et al.*, 2007), ilustrado na Fig. 9. É uma ferramenta simples que representa o tempo como uma barra num gráfico.

As vantagens dos gráficos de Gantt são que eles proporcionam uma representação visual simples do que deveria e o que está realmente acontecendo na operação a cada momento. Além disso, eles podem ser usados para "testar" programas alternativos. É uma tarefa simples representar programações alternativas (mesmo que não seja uma tarefa simples encontrar uma programação que se encaixe a todos os recursos satisfatoriamente). É claro que o gráfico de Gantt não é uma ferramenta de otimização. Ele simplesmente facilita o desenvolvimento de programações alternativas por comunicá-las eficazmente (SLACK *et al.*, 2007).

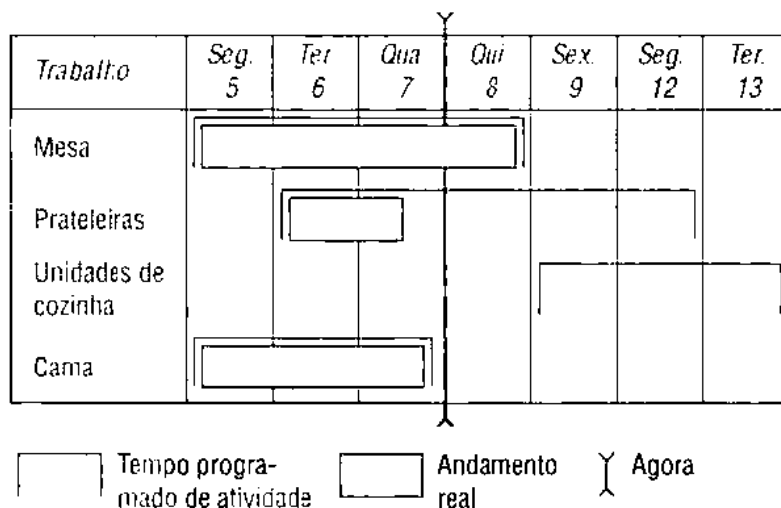


Figura 9 - Exemplo de Gráfico de Gantt

Fonte: Slack et al. (2007).

Apoiado nos conceitos apresentados nesse capítulo de referencial teórico, o próximo capítulo definiu a metodologia a ser seguida no presente Trabalho de Conclusão de Curso.

3 METODOLOGIA

Nesse capítulo, apoiado nos anteriores, se estabeleceu a metodologia a ser seguida no presente Trabalho de Conclusão de Curso.

3.1 Descrição da Metodologia

No estudo de caso deste trabalho, o sistema de produção é discreto, ou seja, produção de bens que poderão ser isolados, em lotes ou unidades, com cada lote ou produto podendo ser identificado individualmente em relação aos demais, em oposição à produção do tipo contínua.

O tipo de processo de produção da Plaina Agrícola PAB 550 se adequa exclusivamente um único entre os estudados no capítulo anterior no item 2.5. As plainas são, na essência, fabricadas idênticas umas às outras, caracterizando um Processo Repetitivo, tipo Lote. A pesquisa avaliou essencialmente as etapas repetitivas do processo, ou seja, a parte comum a todas as plainas produzidas.

Por se caracterizar um processo repetitivo, a fabricação da plaina concentrou o foco do estudo, realizando comparações entre o processo originalmente utilizado e o processo estabelecido ao longo do projeto de pesquisa. Esses parâmetros de comparação estão apresentados mediante fotos dos processos, tempos médios de fabricação antes e depois das mudanças propostas nesse trabalho, para a verificação e validação das melhorias sugeridas.

As etapas da metodologia proposta foram:

1. Listagem das etapas do processo de fabricação;
2. Elaboração do Estudo do Tempo dos processos envolvidos;
3. Desenvolvimento e descrição do Roteiro de Fabricação;
4. Criação de ordens de fabricação específicas para cada peça produzida, montagem ou serviço realizado pela empresa:

5. Avaliação de propostas de melhorias do processo e validação empírica dos métodos, tempos e programa de produção;
6. Correções e ajustes do Método e Programa de Produção;
7. Elaboração da EAP de Produção e Matriz de Gantt;
8. Criação do Memorial Descritivo do processo.

Estas etapas também podem ser visualizadas pelo fluxograma resumido da metodologia na Fig. 10.



Figura 10 - Fluxograma da Metodologia Aplicada

Fonte: Autoria Própria (2015).

3.1.1 Listagem das etapas e processos de fabricação

Atualmente a produção da plaina se faz com o auxílio da lista de componentes e dos desenhos de fabricação e montagem.

Com base nessas informações todas as etapas de fabricação de peças foram discretizadas, ou seja, analisadas isoladamente uma a uma, de acordo com sua natureza e função, a fim de viabilizar que o estudo detalhado dos tempos-padrão envolvidos em cada tarefa possa ser realizado.

O produto da listagem dessas etapas do processo facilitou o próximo passo da metodologia: o estudo dos tempos.

3.1.2 Estudo dos Tempos

Após serem listadas e classificadas as etapas do processo, foram estimados os tempos individuais de cada operação (tempo padrão). Os tempos foram obtidos por um colaborador existente na produção com o auxílio do operador de máquina ou montador pelo processo, de forma que os resultados apresentados contaram com o consenso das partes envolvidas.

Estão contidos dentro do tempo-padrão: o tempo necessário para a movimentação das peças, o tempo de *setup* das máquinas, o da realização da tarefa, tempos de compensação de fadiga e resfriamento/secagem do componente, se necessário.

3.1.3 Roteiro de Fabricação

Seguindo os conceitos de sequenciamento e de regras de prioridade na produção, estudados no capítulo anterior, esta fase consistiu na elaboração do Roteiro de Fabricação (RF). Dentro deste roteiro constam as ordens e detalhes das etapas do processo e as diretrizes estabelecidas que visou o aumento da eficiência produtiva e a eliminação de tempos ociosos, gargalos e ausência de materiais.

3.1.4 Avaliação e validação empírica

Uma vez obtido o Roteiro de Fabricação, o processo de fabricação foi avaliado e validado empiricamente seguindo, pela primeira vez, as orientações definidas pelo sequenciamento das tarefas. Nesta etapa foram observadas as eventuais melhorias que o roteiro veio a precisar, além do tempo total de fabricação da plaina.

3.1.5 Correções e ajustes

Na etapa de correções e ajustes do método proposto, foram analisadas as informações técnicas provenientes das etapas anteriores e realizou-se as modificações necessárias para a obtenção de melhores indicadores de

produtividade e qualidade. Desta etapa saíram os dados utilizados nas etapas seguintes: elaboração da EAP de Produção e Matriz de Gantt.

3.1.6 Elaboração da EAP de Produção e Matriz de Gantt

Com os dados consolidados após as correções, se fez o detalhamento gráfico da produção, destinado a consolidar o conceito do programa adotado e à representação final das informações técnicas do projeto. Nesta etapa foi criada, utilizando-se o *software MS Project*, a EAP de Produção, contendo essencialmente o fluxo das etapas. E, finalmente, também criada a Matriz de Gantt, que consolidou os tempos estimados do processo.

3.2 Justificativa da metodologia

A metodologia escolhida na resolução do problema baseou-se nas premissas adotadas por Tubino (2007) na visão geral das atividades de Planejamento e Controle da Produção. Elas definem a elaboração do Roteiro de Fabricação através da obtenção de meios que definem o sequenciamento produtivo e a criação de gráficos, fundamentais para o acompanhamento e controle da produção.

Como concluído por Olsen (2015), o projeto de melhorias de um processo produtivo mediante estudo de tempos, elaboração de ordens e sequenciamento de produção viabiliza os conhecimentos necessários à aplicação de metodologias de introdução de melhorias produtivas aos demais produtos.

4 DESENVOLVIMENTO

Feita a fundamentação teórica e definida a metodologia adotada, foi iniciado o desenvolvimento do trabalho. Seguindo os conhecimentos abordados nos capítulos anteriores, seguiu-se o projeto com a descrição dos componentes na plaina, processos de fabricação, sequenciamento, matriz de Gantt, EAP e por final o roteiro de fabricação.

Todos os dados e informações necessárias para o desenvolvimento deste projeto foram coletados em loco, juntamente com os colaboradores da empresa responsável pela fabricação do equipamento.

4.1 Discretização da Plaina e listagem de seus componentes

Primeiramente, se fez a discretização completa da plaina PAB550. Os desenhos e listagens dos componentes foram obtidos diretamente dos desenhos de engenharia. Na figura 11 é possível observar, de início, sem muitos detalhes, as partes que o compõem.

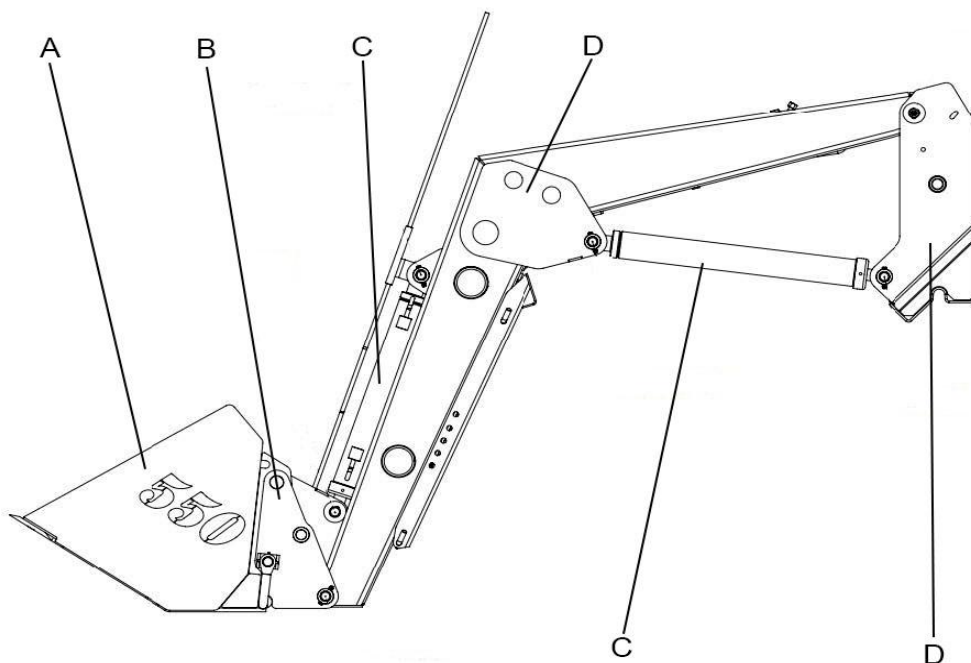


Figura 11- Componentes da Plaina PAB 550

Fonte: Adaptado fabricante (2015)

São elas:

- A) Concha
- B) Kit Acoplador
- C) Kit Hidráulico
- D) Estrutural

As partes do equipamento são fabricadas, ou compradas, de maneira isolada. Ou seja, a montagem do produto é realizada apenas nos processos finais de fabricação. Tendo conhecimento de todos os componentes, tornou-se possível quantificar tanto a matéria prima utilizada, quanto os processos envolvidos na fabricação.

Com o auxílio de um dos colaboradores, deu-se início a um processo de cronoanálise, o qual possibilitou identificar o tempo de cada um dos processos envolvidos.

Para a continuidade do trabalho, listou-se estes componentes para melhor compreensão do próprio produto e dos processos.

4.1.1 Concha

Para atender às necessidades específicas de trabalho, são produzidos equipamentos especiais acopláveis ao sistema, no caso do modelo PAB 550 escolhido para o projeto, esse equipamento é a concha, mostrada na Figura 12.

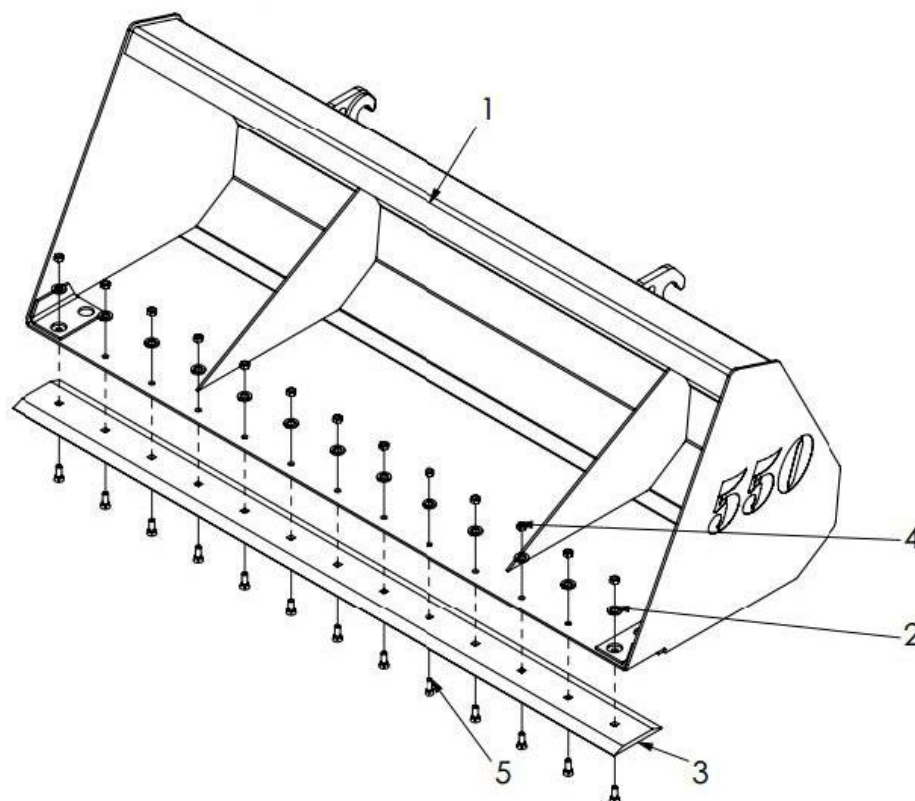


Figura 12 - Concha

Fonte: Adaptado fabricante (2015).

A fabricação em si da concha não é completamente descrita. Nas descrições passadas pela empresa ela é considerada uma peça inteira ou conjunto como pode-se ver na Tabela 1, juntamente com os demais componentes.

Tabela 1 - Listagem Concha

CONCHA			
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QTD.
1	029.001.00	CJ SD CONCHA PAB 550	1
2	CO0423	ARRUELA DE PRESSÃO 3/4" ZB	13
3	CO1090	NAVALHA PAB 550	1
4	CO1202	PORCA SEXT G8 ZB NC 1/2" (ANSI B 18.2.2)	13
5	CO1342	PARAF P/ ARADO A3 1/2" x 1.1/2"	13

Fonte: Autoria Própria (2015).

4.1.2 Kit Acoplador

O kit acoplador é responsável pelo acoplamento da concha, e a conecta com o restante do equipamento. Também é responsável por mover a concha, através dos cilindros fixados ao acoplador. O kit acoplador é ilustrado na Figura 13.

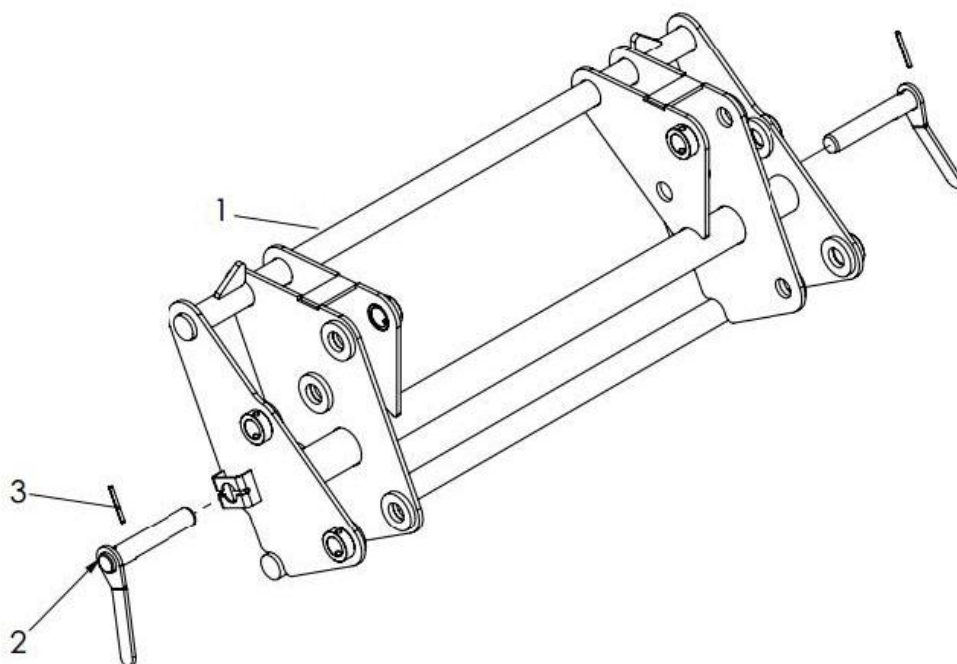


Figura 13 - Kit Acoplador

Fonte: Adaptado fabricante (2015).

O componente estrutural se compõe de 3 itens, listados na Tabela 2.

Tabela 2 - Listagem Kit Acoplador

KIT ACOPLADOR			
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QTD.
1	024.022.00	CJ SD KIT PAB 550	1
2	024.023.00	PINO 31,75 X 155	13
3	CO0022	PINO ELÁSTICO 6 X 60	1

Fonte: Autoria Própria (2015).

4.1.3 Kit Hidráulico

O kit hidráulico é responsável por transmitir toda a força realizada pelos atuadores às partes móveis do PAB 550.

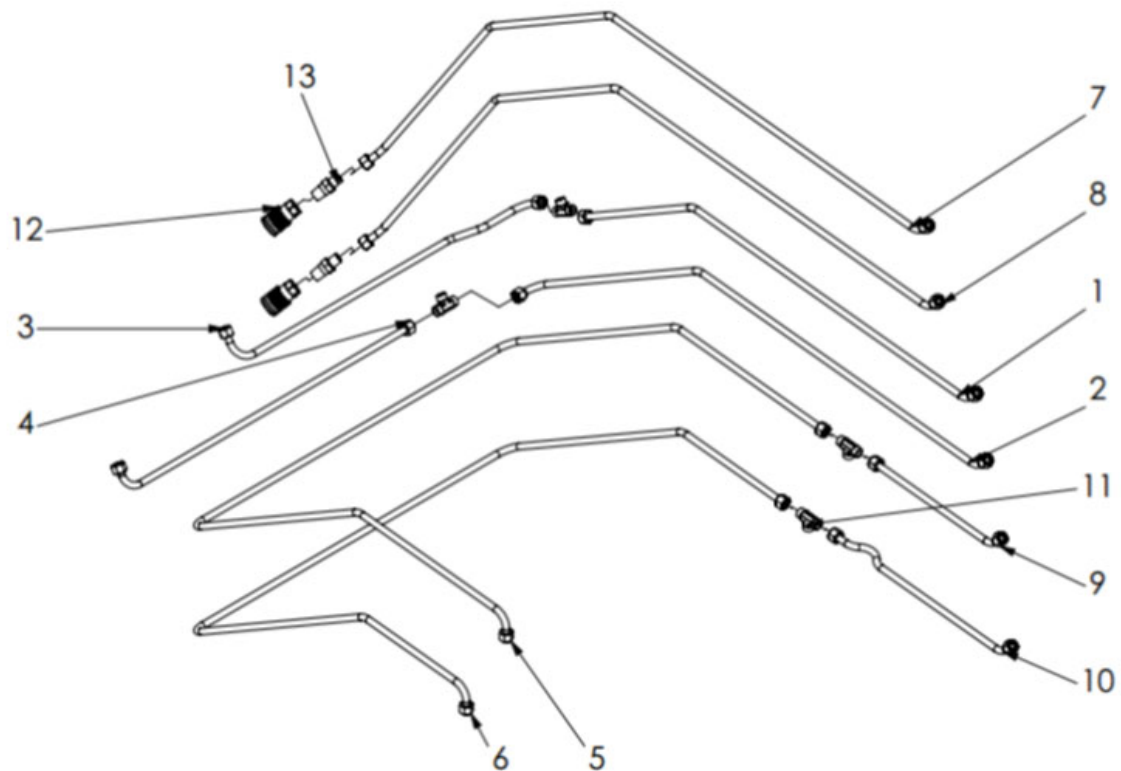


Figura 14– Tubos do kit hidráulico

Fonte: Adaptado fabricante (2015).

O kit é composto por conjuntos de peças com funções diferentes. As peças na Figura 14 são tubos hidráulicos, estão listadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Listagem tubos do kit hidráulico

KIT HIDRÁULICO 1			
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QTD.
1	024.011.00	CJ. TUBO HIDR. ACION. CIL. BASC.	1
2	024.012.00	CJ. TUBO HIDR. RETORNO CIL. BASC.	1
3	024.013.00	CJ. TUBO HIDR. MENOR ACION. CIL. BASC.	1
4	024.014.00	CJ. TUBO HIDR. MENOR RETORNO CIL. BASC.	1
5	024.015.00	CJ. TUBO HIDR. RETORNO. CIL. LEVANTE	1
6	024.016.00	CJ. TUBO HIDR. ACION. CIL. LEVANTE	1
7	024.017.00	CJ. TUBO HIDR. ACION. CIL. AUXILIAR	1
8	024.018.00	CJ. TUBO HIDR. RETORNO. CIL. AUXILIAR	1
9	024.019.00	CJ. TUBO HIDR. MENOR. RETORNO CIL. LEVANTE	1
10	024.020.00	CJ. TUBO HIDR. MENOR ACION. CIL. LEVANTE	1
11	CO2053	CONEXÃO HID. T M18 x TUBO 12	4
12	CO2210	ENGATE RÁPIDO FÊMEA 1/2"	2
13	CO2731	ADAPT. RETOR MACHO M18 x 1,5 x NPT 1/2" (UMA 12 x 1/2 NPT - L)	2

Fonte: Autoria Própria (2015).

Os componentes da Figura 15 são mangueiras hidráulicas, estão listadas, também, na Tabela 4.

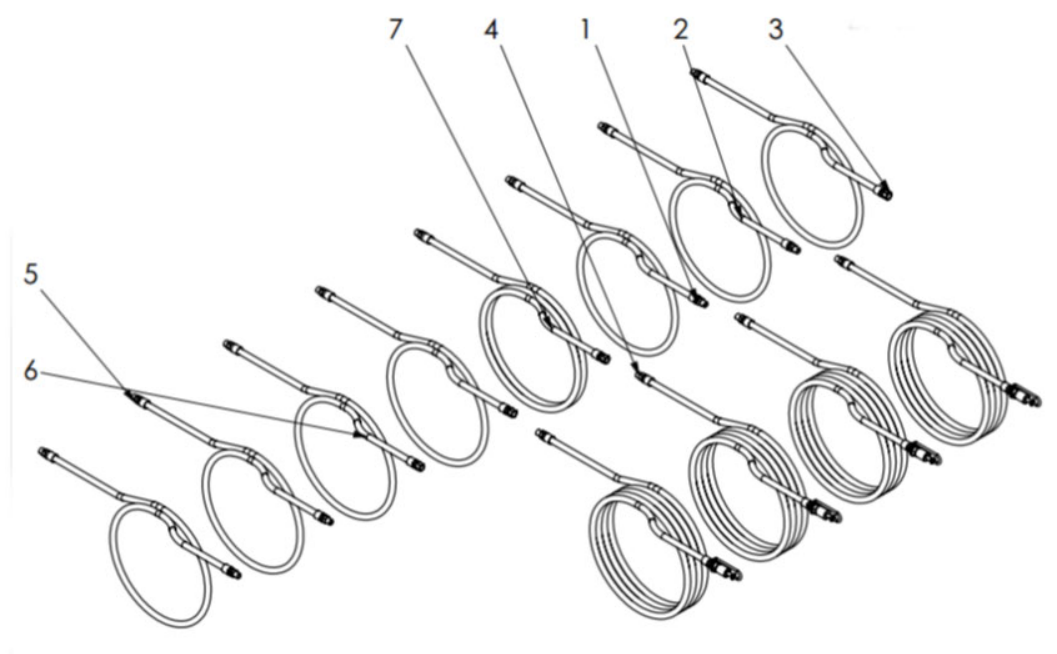


Figura 15 – Mangueiras do kit hidráulico

Fonte: Adaptado fabricante (2015).

Tabela 4 - Listagem mangueiras do kit hidráulico

KIT HIDRÁULICO 2			
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QTD.
1	023.008.00	MANG. HIDR. 3/8" R2AT x 850mm MACHO M18 x MACHO NPT 1/2"	1
2	023.009.00	MANG. HIDR. 3/8" R2AT x 850mm MACHO M18 x MACHO NPT 1/2"	1
3	023.010.00	MANG. HIDR. 3/8" R2AT x 650mm FÊMEA M18 x MACHO NPT 1/2"	1
4	024.039.00	MANG. HIDR. 3/8" R2AT x 4600mm MACHO M18 x ENG. RÁPIDO MACHO	1
5	024.040.00	MANG. HIDR. 3/8" R2AT x 1000mm MACHO M18 x MACHO NPT 1/2"	1
6	024.051.00	MANG. HIDR. 3/8" R2AT x 950mm FÊMEA M18 x MACHO NPT 1/2"	1
7	024.053.00	MANG. HIDR. 3/8" R2AT x 1115mm FÊMEA M18 x MACHO NPT 1/2"	1

Fonte: Autoria Própria (2015).

O componente da figura 16 é um atuador mecânico, responsável por aplicar força e promover movimento às demais partes do equipamento, também chamado de pistão hidráulico, e seus componentes estão listados na Tabela 5.

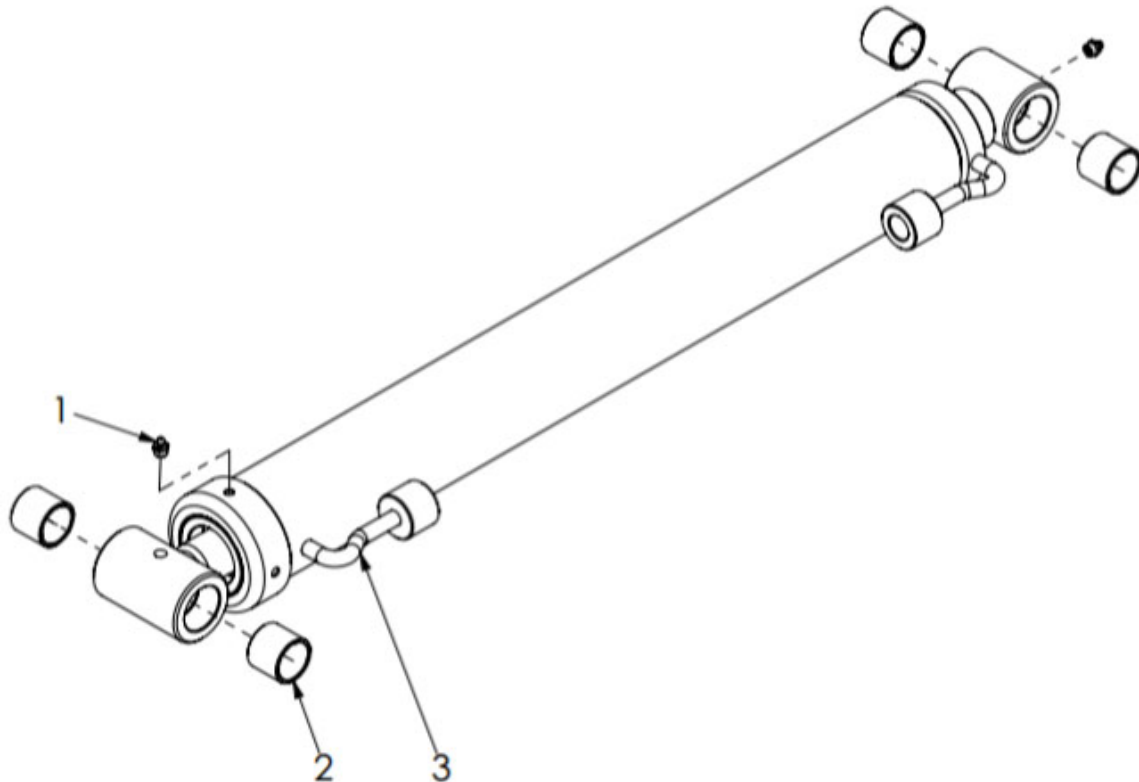


Figura 16 – Cilindro de levante

Fonte: Adaptado fabricante (2015).

Tabela 5 - Listagem mangueiras do kit hidráulico

KIT HIDRÁULICO 3			
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QTD.
1	CO0520	GRAXEIRA RETA MB10 x 1.00	2
2	CO1348	BUCHA DO H / CILINDROS BAND 550	4
3	CO2683	CJ CILINDRO 76.2 x 38.1 x C650 x F880	1

Fonte: Aatoria Própria (2015).

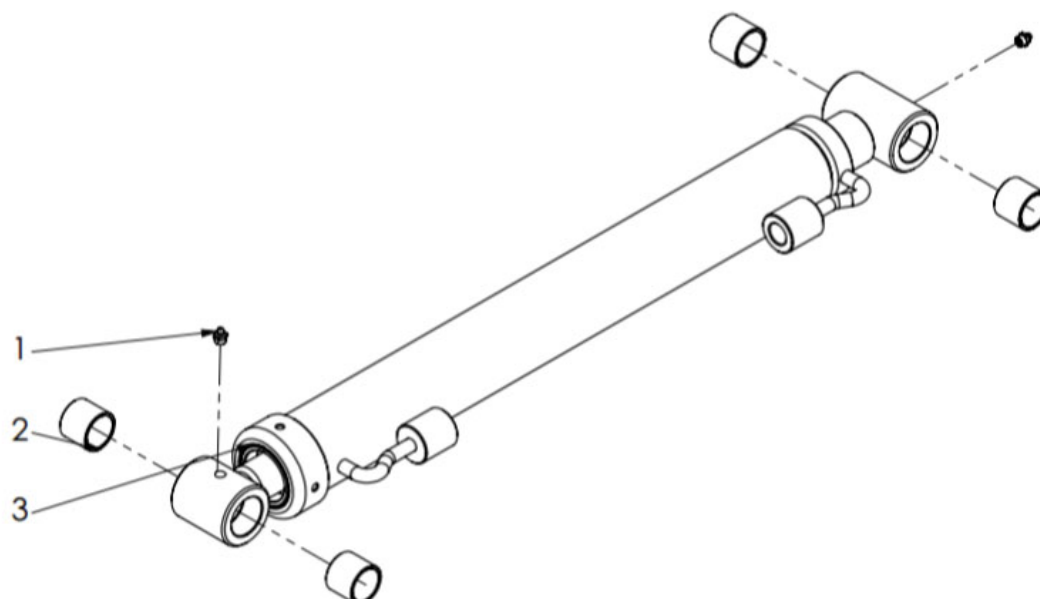


Figura 17 - Cilindro de basculante

Fonte: Adaptado fabricante (2015).

Assim como o Levante da Figura 16, o componente da Figura 17 é um pistão hidráulico e está discretizado na Tabela 6.

Tabela 6 - Listagem cilindro de basculante

KIT HIDRÁULICO 4			
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QTD.
1	CO0520	GRAXEIRA RETA MB10 x 1.00	2
2	CO1348	BUCHA DO H / CILINDROS BAND 550	4
3	CO2684	CJ CILINDRO 63.5 x 38.1 x C550	1

Fonte: Aatoria Própria (2015).

4.1.4 Estrutural

A estrutura é responsável por dar sustentação e rigidez a todo o equipamento. Portanto, é nele que se solicitam os maiores esforços, e por este motivo apresenta grande robustez.

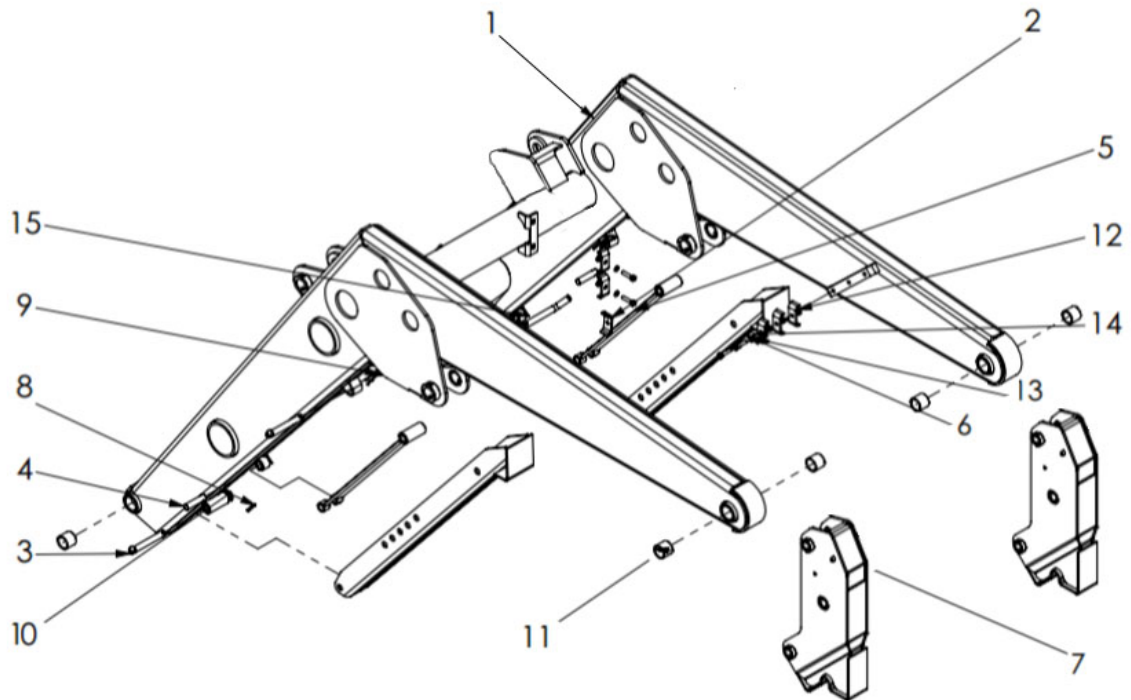


Figura 18 – Conjunto estrutural

Fonte: Adaptado fabricante (2015).

Da mesma maneira, a peça central da estrutura, representado pelo índice 1 na Figura 18, é considerada como um conjunto pela fabricante.

A parte estrutural do equipamento compreende 15 (quinze) itens, conforme a tabela 7.

Tabela 7 - Listagem do conjunto estrutural

ESTRUTURAL			
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QTD.
1	023.003.00	CJ SD "H" BAND 550	1
2	024.002.01	PRESILHA TUB. HIDR.	9
3	024.002.02	PINO MAIOR PÉ	4
4	024.002.03	PINO MENOR PÉ	2
5	024.008.00	CJ. SD TRAVA PÉ	2
6	024.009.0	PÉ DE APOIO	2
7	023.001.00	TORRE PAB SIMPLES	2
8	CO0021	PINO ELÁSTICO 6 x 40	2
9	CO0317	GRAMPO R 4 x 90	2
10	CO0503	ARRUELA LISA ZB M 8 (DIN 125)	2
11	CO1348	BUCHA DO H / CILINDROS BAND 550	8
12	CO0526	PORCA SEXT C8 ZB MA 8 (DIN 934 DIN 13)	9
13	CO0549	PARAF. SEXT. C8.8 ZB RT MA 8 x 35 (DIN 993 DIN 13)	9
14	CO0582	ARRUELA LISA ZB M8 (DIN 125)	9
15	CO0686	PINO ELÁSTICO 1/8" x 1	2

Fonte: Aatoria Própria (2015).

4.2 Alocação de peças dentro de Ordens de Fabricação

Para cada peça que necessite um processo de fabricação, deve-se então criar uma documentação de ordem de fabricação, o qual deve constar não apenas os processos, mas como a matéria prima necessária entre outros, que serão explicados na seção 4.5 deste trabalho.

Na tabela 8, pode-se visualizar os códigos da das ordens, juntamente com as peças e os processos necessários para a sua fabricação.

ORDENS DE FABRICAÇÃO - PAB 550			
CONCHA		KIT HIDRAULICO 2	
A01.01.00	CJ SD CONHA PAB 550	A03.02.00	KIT MANGUEIRAS PAB 550
A01.01.01	CORTE	KIT HIDRAULICO 3	
A01.01.02	DOBRA	A03.03.00	CILINDRO LEVANTE PAB 550
A01.01.03	USINAGEM	A03.03.01	MONTAGEM (COMPONENTES)
A01.01.04	SOLDA DE MONTAGEM/ FINAL	KIT HIDRAULICO 4	
A01.01.05	TRATAMENTO SUPERFICIAL	A03.04.00	CILINDRO BASCULANTE PAB 550
A01.01.06	PINTURA	A03.04.01	MONTAGEM (COMPONENTES)
A01.01.07	MONTAGEM (COMPONENTES)	ESTRUTURAL	
KIT ACOPLADOR		A04.01.00	CJ SD "H" BAND 550
A02.01.00	CJ SD KIT PAB 550	A04.01.01	CORTE
A02.01.01	CORTE	A04.01.02	DOBRA
A02.01.02	USINAGEM	A04.01.03	USINAGEM
A02.01.03	SOLDA DE MONTAGEM/ FINAL	A04.01.04	SOLDA DE MONTAGEM/ FINAL
A02.01.04	TRATAMENTO SUPERFICIAL	A04.01.05	TRATAMENTO SUPERFICIAL
A02.01.05	PINTURA	A04.01.06	PINTURA
A02.01.06	MONTAGEM (COMPONENTES)	A04.01.07	MONTAGEM (COMPONENTES)
KIT HIDRAULICO 1		MONTAGEM FINAL	
A03.01.00	CJ. HIDRAULICO PAB 550	A05.01.00	ESTRUTURAL + ACOPLADOR + CONCHA
A03.01.01	CORTE	A05.02.00	HIDRÁULICO
A03.01.02	DOBRA		
A03.01.03	MONTAGEM (COMPONENTES)		

Quadro 2 – Ordens de Fabricação

Fonte: Autoria Própria (2015).

4.3 Listagem dos Processos

Durante a fabricação, cada componente presente na plaina passa por algum tipo de processo. Estes processos demandam tempo e mão de obra. Eles são identificados de acordo com o tipo de máquina necessária para executar tal processo.

A partir dos estudos e coleta dos dados, listamos os processos envolvidos a seguir:

- Usinagem (torneamento, fresamento, furação, mandrilhamento);
- Soldagem;
- Corte de chapa;
- Dobramento de chapa;
- Tratamento de superfície (jateamento e pintura);
- Chanframento de chapas;
- Serviços manuais gerais (ajustagem).
- Montagem.

Essa discretização por processos permitiu uma melhor visibilidade da produção, permitindo a construção de um sequenciamento da fabricação da plaina. Tais processos devem estar expostos também nas ordens de fabricação.

4.4 Estudo dos Tempos

Para a continuação do estudo dos processos, foi necessário o estudo dos tempos demandados para cada um deles.

A medição dos tempos foi realizada por um dos colaboradores da empresa. Para cada processo, o tempo-padrão foi definido, sendo que esta medição foi realizada várias vezes até que se obtivesse um número considerável de dados para se chegar à um valor consistente.

Nas tarefas de obtenção da matéria prima no almoxarifado, dobras e corte (plasma) o tempo do processo é muito menor do que o tempo de preparo do material, portanto arbitrou-se 10 minutos para cada operação por peça. Da mesma maneira, no processo de pintura, o tempo de secagem é muito superior ao da atividade em si. O tempo de secagem em estufa deve ser maior do que 8

horas, portanto, arbitrou-se o tempo conforme recomendado, com seu uso para o próximo dia de produção.

No caso das tarefas realizadas por terceiros, como a usinagem e o tratamento superficial, o tempo estipulado de processo foi de um dia, considerando a chegada das peças na primeira hora do próximo dia. Sendo que para ambos os processos, as peças são despachadas nas primeiras horas do dia anterior.

Os tempos-padrão para as soldagens e montagens foram obtidos a partir da cronometragem e de estimativas baseadas em fabricações anteriores. Pode ocorrer variação no tempo de acordo com a máquina utilizada ou experiência do colaborador.

Para o presente projeto onde o problema está na baixa produtividade provinda pela falta de sequenciamento e roteiro de fabricação, o estudo do tempo realizado serviu principalmente para fornecer os dados necessários para as emissões de ordens de fabricação e para uma melhor ideia do sequenciamento. Por isso, a melhoria da produtividade causada simplesmente pelo aprimoramento dos tempos-padrão dos processos não foi o objetivo de estudo desse trabalho.

A tabela 9 apresenta os tempos estimados e utilizados para o sequenciamento e análise.

Tabela 8 - Tabela de tempos estimados / arbitrados por peça

TEMPOS ESTIMADOS/ ARBITRADOS	
TIPO DE OPERAÇÃO	TEMPO
Obtenção de matéria-prima	10 MIN
Corte (Chapa/Tubo)	10 MIN
Dobra (Chapa/Tubo)	10 MIN
Usinagem	1 DIA
Solda Montagem	20 MIN
Solda Final	60 MIN
Tratamento superficial	1 DIA
Pintura/Secagem	1 DIA
Montagem (Componentes)	30 MIN
Montagem do Grupo	60 MIN
Montagem Final	120 MIN

Fonte: A autoria própria (2015).

4.5 Documentação das Ordens de Fabricação

A elaboração e documentação das Ordens de Fabricação estendeu-se a todos os processos realizados dentro da fábrica, sendo necessária a elaboração de ordens de fabricação que abrangem atividades como obtenção de matéria prima, montagem ou serviços manuais, entre outras. Para a criação e codificação das ordens para o a plaina PAB 550, foi criado o *template* da Figura 19. Nos subitens 4.5.1 a 4.5.11 são descritos os campos desse *template* exemplificados na Figura 21.


<table border="1"> <tr> <td>NUMERO DA ORDEM</td> </tr> <tr> <td>ORDEM DE PRÉ REQUISITO</td> </tr> </table>		NUMERO DA ORDEM	ORDEM DE PRÉ REQUISITO	NOME DA PEÇA A SER FABRICADA			
NUMERO DA ORDEM							
ORDEM DE PRÉ REQUISITO							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	MATÉRIA PRIMA	DIMENSÕES			
N° DA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	TEMPO (U)	TEMPO (T)	RESPONSÁVEL			
OBSERVAÇÕES	TEMPO TOTAL DO PROCESSO EM MINUTOS		CÓDIGO DE BARRAS				
							

Figura 19 - Modelo de Ordem de Fabricação

Fonte: Autoria Própria (2015).

4.5.1 Número da Ordem

No lado esquerdo superior encontra-se o número da ordem de fabricação, onde o primeiro dígito representará o equipamento no qual a ordem será dedicada, ou seja, todas as ordens de fabricação geradas com o mesmo dígito inicial estão ligadas a etapas de fabricação pertencentes ao mesmo produto.

No caso da plaina PAB 550, o implemento agrícola será representado pelo dígito inicial "A". Os próximos dois algarismos representam qual grupo da discretização a ordem pertence. E os dois algarismos subsequentes, representam a etapa da operação dentro do mesmo grupo. No caso da PAB 550, apenas o Kit Hidráulico possui mais de uma etapa de produção dentro do mesmo grupo. Os dois números subsequentes identificam a operação na qual a ordem é direcionada de acordo com a Tabela 8.

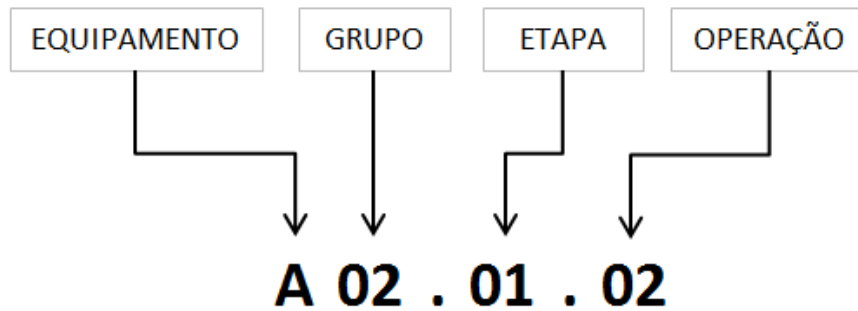


Figura 20 – Código das ordens de fabricação

Fonte: Autoria Própria (2015).

Na Figura 20 podemos concluir que se trata da ordem de fabricação da Plaina PAB 550, do grupo do Kit Acoplador, sendo a primeira etapa da ordem, na operação de usinagem.

4.5.2 Ordem de Pré-Requisito

Abaixo do número da ordem de fabricação localiza-se o número da ordem de pré-requisito, indicando a ordem de fabricação necessária que deverá ser concluída anteriormente para o início da ordem atual.

4.5.3 Nome da peça a ser fabricada

Ao lado direito dos números de ordens, encontra-se o nome do grupo/projeto do item.

4.5.4 Código de projeto

A coluna “Código” indica o código do desenho de fabricação, item importante para manter as informações fornecidas pela engenharia de produto coerentes na comunicação com a engenharia de processos.

4.5.5 Descrição, Quantidade, matéria-prima e dimensões

Os campos descrevem o código fornecido pela engenharia de projetos, indicando a quantidade de peças fabricadas, a matéria prima que será utilizada e as dimensões.

4.5.6 Descrição da Operação

Número de operação e Operação contidos na Figura 19 representam o espaço dedicado à numeração e descrição das operações a serem realizadas.

4.5.7 Tempos unitários (U) e totais (T) da operação

Do lado direito da operação, encontra-se os tempos calculados anteriormente para a respectiva operação, de forma única. Caso tal ordem necessite da mesma operação mais de uma vez, será calculado o tempo total e preenchido ao lado.

4.5.8 Responsável

Dentro da ordem de fabricação, para cada operação, há um espaço destinado a identificar o responsável por determinada função dentro do procedimento.

4.5.9 Observações

Espaço dedicado eventuais observações a serem feitas pela engenharia aos operadores.

4.5.10 Tempo total do processo

Item no qual é indicado o tempo total necessário para a realização do processo.

4.5.11 Código de Barras

O código de barras será utilizado para o controle das emissões e encerramentos das ordens de fabricação, diminuindo o tempo do processo no qual o funcionário responsável por esta atividade dedicará.


A03.03.01		KIT HIDRÁULICO 3		
A03.03.00				
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	MATÉRIA PRIMA	DIMENSÕES
CO0520	GRAXEIRA RETA	2	-	MB10 x 1.00
CO1348	BUCHA DO H / CILINDROS BAND 550	4	-	-
CO2683	CJ CILINDRO	1	-	76.2 x 38.1 x C650 x F880
Nº DA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO	TEMPO (U)	TEMPO (T)	RESPONSÁVEL
1	MONTAGEM (COMPONENTES)	30	30	OPERADOR 1
OBSERVAÇÕES	TEMPO TOTAL DO PROCESSO EM MINUTOS	30	CÓDIGO DE BARRAS	
				

Figura 21 - Exemplo de ordem de fabricação

Fonte: Autoria Própria (2015).

4.6 EAP (Estrutura Analítica de Projeto) de Produção

Emitidas as ordens de fabricação, pôde-se então identificar os processos e realizou-se a EAP de produção contendo o caminho seguido pelas ordens por todo o processo produtivo. Foi fundamental a criação desta estrutura para que a seguir fosse possível a construção do sequenciamento da produção. A Figura 22 apresenta a imagem da EAP da fabricação da plaina.

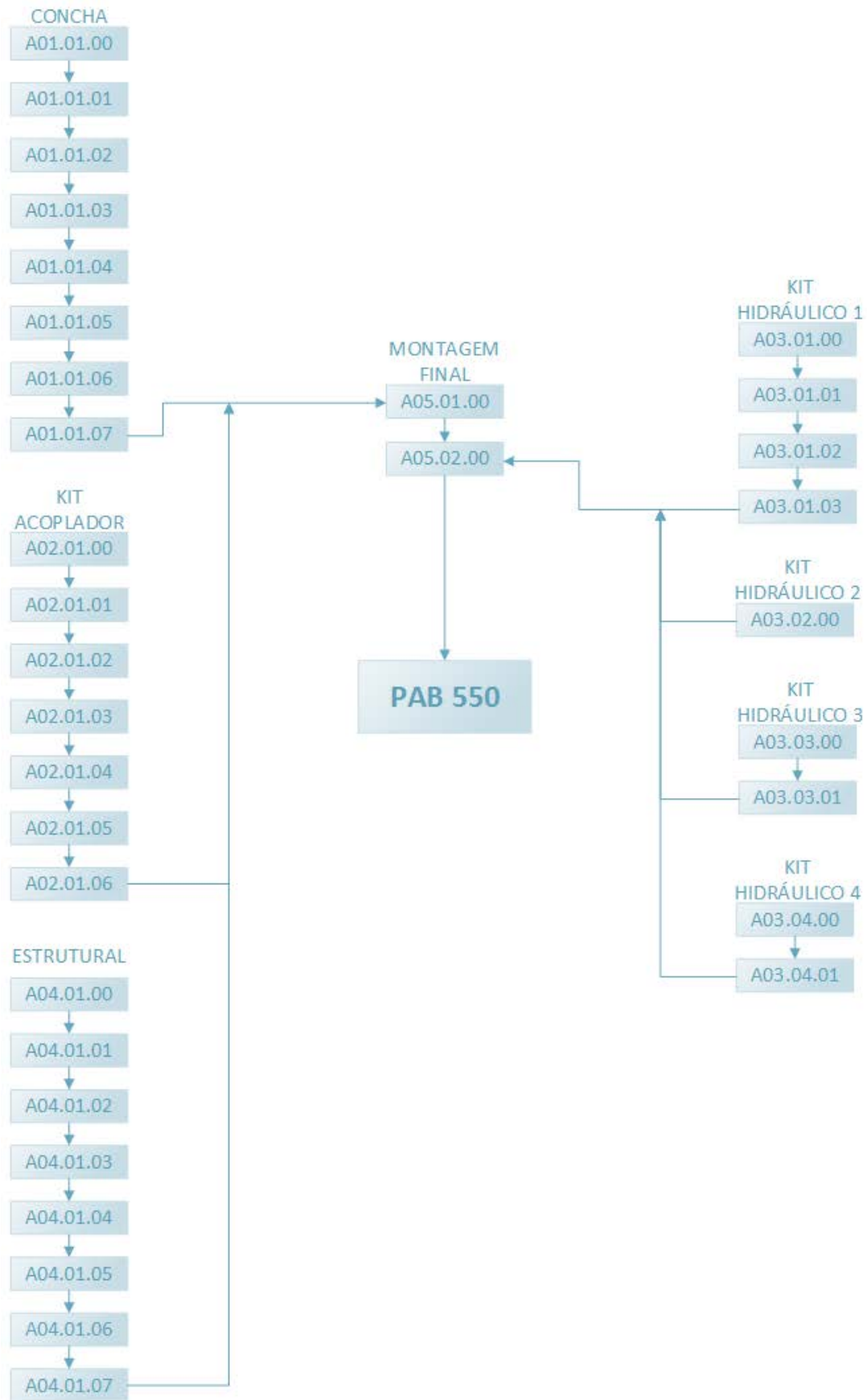


Figura 22 – EAP de produção.

Fonte: Autoria Própria (2015).

4.7 Sequenciamento

Como definido nas ordens de fabricação, o primeiro procedimento é referente às matérias-primas utilizadas para cada conjunto ou peça. A medida que o material se torna disponível, iniciam-se os processos referentes às demais ordens.

No sequenciamento foram definidas as disponibilidades das máquinas em relação aos processos a elas destinadas, respeitando um intervalo mínimo de 10 minutos entre uma operação e outra.

Foi definido que os componentes da plaina deveriam estar disponíveis para a montagem e pintura todos ao mesmo tempo para evitar ociosidade durante a fabricação.

Buscando um melhor resultado estabeleceu-se então um padrão no sequenciamento das atividades. Desta maneira chegou-se à seguinte definição: considerar a obtenção das matérias primas nos processos; alocar os processos de forma que peças do mesmo componente sejam fabricadas em sequência, sempre que possível; evitar gargalos e ociosidade de peças; evitar grandes intervalos entre processos na mesma máquina, dando assim fluidez às atividades; considerar possíveis atrasos.

4.7.1 Sequenciamento da Plaina PAB550

Desta maneira, a produção da plaina PAB 550 se inicia com a obtenção da matéria prima necessária, cortes e dobras.

Atualmente a usinagem e o tratamento superficial são realizados por terceiros, como já mencionado anteriormente. Estes processos tem um prazo médio de um dia, porém podem chegar a dois dias dependendo da disponibilidade dos fornecedores. Neste trabalho consideraremos que a entrega ocorre em um dia pois corresponde a grande maioria das situações.

É importante ressaltar que existem outros produtos de outros modelos também em fabricação, e muitas vezes uma determinada máquina, apesar de

não estar em uso para processos da PAB 550, poderá estar em uso nas atividades de fabricação de outro equipamento.

Em um último momento iniciam-se as etapas de montagem e pintura, que devem ser finalizadas o quanto antes para que as peças tenham as 8 horas de secagem mínimas recomendadas.

4.8 Matriz de Gantt dos processos

Para uma melhor visualização dos processos, foi feito uma matriz de Gantt, que foi construída visando demonstrar a natureza dos processos e separando-os por cores diferentes. Tendo como auxílio a ferramenta *MS Project*, foi considerado o dia com 8 horas úteis e respeitado os intervalos de 10 minutos entre as operações subsequentes de cada máquina.

Nesta matriz, cada linha corresponde a um processo dentro de um grupo, que segue a legenda da Figura 23 e as colunas correspondem ao tempo, que está dividido em intervalos de 15 minutos.

A Figura 24 mostra a matriz de Gantt gerada para o último dia de processo. A matriz completa para os quatro dias de fabricação encontra-se no Apêndice A.

GRUPO	COR
CONCHA	laranja
KIT ACOPLADOR	azul
ESTRUTURAL	verde
KIT HIDRAULICO 1	roxo
KIT HIDRAULICO 2	amarelo
KIT HIDRAULICO 3	cinza
KIT HIDRAULICO 4	rosa
MONTAGEM FINAL	vermelho

Quadro 3 – Legenda da Matriz de Gantt

Fonte: Autoria Própria (2015).

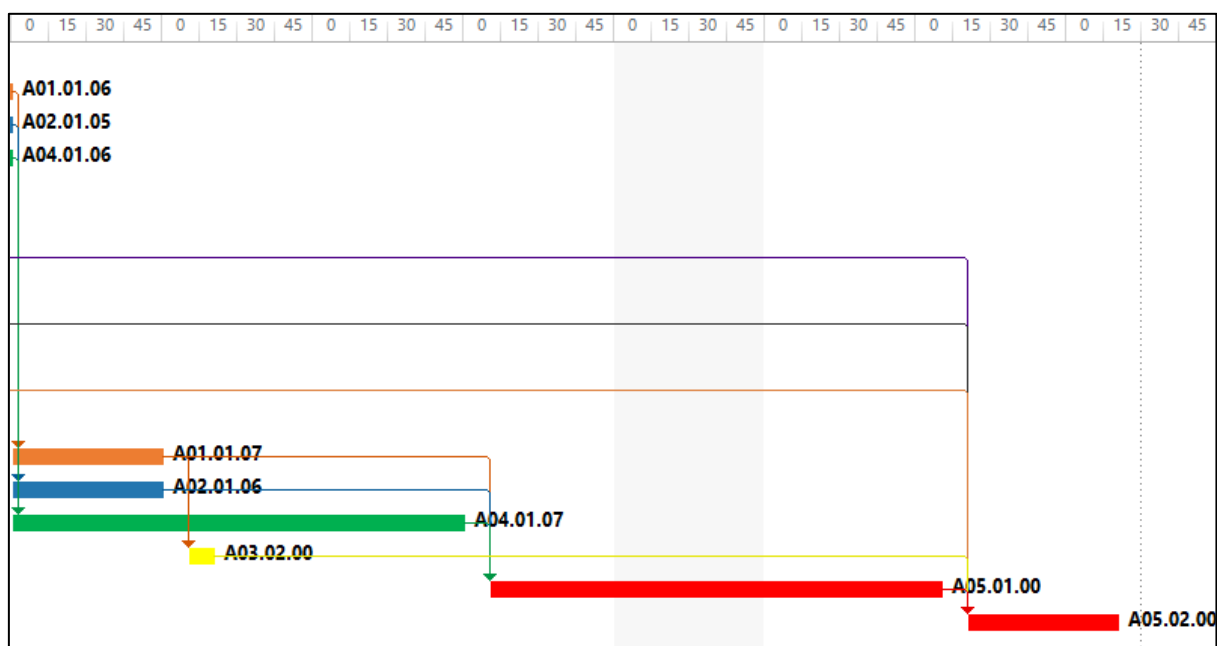


Figura 23 – Matriz de Gantt do dia último de produção.

Fonte: Autoria Própria (2015).

4.9 Roteiro de Fabricação

Finalmente, com as informações obtidas foi possível elaborar um roteiro de fabricação da PAB 550. Este roteiro deve ser seguido pelos operadores envolvidos nos processos, a fim de atingir o melhor aproveitamento do espaço e maquinário disponível na planta.

Neste roteiro foram adicionadas informações com o intuito de criar um diário dos processos produtivos. Resumindo, o objetivo foi dar uma diretriz aos colaboradores, e o que acaba por dar uma normalização, ou um padrão, ao processo, levando à uma melhor eficiência e aproveitamento de matéria-prima.

4.9.1 Estrutura do Roteiro

A estruturação de roteiros de fabricação e as informações contidas nele, dependem exclusivamente da incumbência dada pelos responsáveis por sua criação. Neste estudo de caso, onde o objetivo é a melhoria da produtividade, o

foco principal foi dado ao sequenciamento dos processos e suas etapas, juntamente aos tempos envolvidos na fabricação do conjunto.

O roteiro de fabricação desenvolvido a partir do sequenciamento deu ênfase à programação da produção, ao processo e maquinário utilizado e os horários esperados para o início e fim de cada processo. O roteiro busca informar de forma objetiva e literal as etapas seguidas e seus detalhes principais.

A elaboração do roteiro de fabricação para a plaina PAB 550 abrangeu os quatro dias de produção de forma integral, desde a saída da matéria-prima do almoxarifado ao produto finalizado.

A tabela 10 contém o roteiro de fabricação para o primeiro dia de produção. A primeira coluna com o termo “ OP (DIÁRIA) ” indica o número da operação realizada no dia, e ao seu lado, o termo “ OP (TOTAL) ”, representa o número da operação considerando os quatros dias de fabricação. “OF” é o código da ordem de fabricação e “MÁQUINA” designa a máquina onde o processo irá ocorrer ou, caso seja um processo manual, indicará o colaborador para a realização da ordem pedida. As colunas de “ÍNICIO” e “FIM” indicam o dia, “D”, a hora “H” e o minuto “M” determinado para o início e o término do processo.

Tabela 9 - Roteiro de Fabricação

DIA 1					
OP (DIÁRIA)	OP (TOTAL)	OF	MÁQUINA	INÍCIO	FIM
1	1	A01.01.00	OPERADOR	D1H0M00	D1H0M10
2	2	A01.01.01	OXIPIRA MASTER	D1H0M20	D1H0M50
3	3	A01.01.02	SORG PSS 600/60	D1H1M00	D1H1M10
4	4	A01.01.03	TERCEIRIZADO	D1H1M20	D2H0M00
5	5	A04.01.00	OPERADOR	D1H0M20	D1H0M30
6	6	A04.01.01	OXIPIRA MASTER	D1H1M00	D1H1M30
7	7	A04.01.02	SORG PSS 600/60	D1H1M40	D1H1M50
8	8	A04.01.03	TERCEIRIZADO	D1H2M00	D2H0M00
9	9	A02.01.00	OPERADOR	D1H0M40	D1H0M50
10	10	A02.01.01	OXIPIRA MASTER	D1H2M00	D1H2M30
11	11	A02.01.02	TERCEIRIZADO	D1H2M40	D2H0M00

Fonte: Autoria Própria (2015).

Como pode ser observado na Tabela 10, a sétima operação do primeiro dia, sendo também a sétima operação na fabricação da plaina como um todo, refere-se à ordem de fabricação A04.01.02 na qual a máquina utilizada para a realização da dobra foi a SORG PSS 600/60 com início na hora “1” e minuto “40” do primeiro dia de trabalho e término na hora “1” e minuto “50” do mesmo dia. Ao final do trabalho, é possível observar o roteiro para os quatro dias de trabalho no Apêndice B.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A metodologia empregada na pesquisa não foi idêntica à prevista inicialmente. Durante o processo de obtenção dos dados referentes aos processos de fabricação e estudo de tempo, foi notada a complexidade existente no mesmo, tornando a importância da fidelidade desses resultados de alta relevância para o montante da pesquisa, portanto, exigindo maior atenção e tempo para a conclusão desse processo.

O cronograma previsto foi seguido como esperado, sofrendo apenas mudanças no tempo de desenvolvimento do sequenciamento, conseqüentemente, ocasionou atraso nas etapas subseqüentes, sendo elas a matriz de Gantt e o roteiro de fabricação, mas não alterou o planejamento inicial de forma significativa.

Dos resultados obtidos com a realização desse projeto de pesquisa concluiu-se que será possível obter ganhos em produtividade pela empresa, principalmente no que tange a organização do processo produtivo, diminuição de gargalos e redução dos tempos ocioso na produção do equipamento escolhido como foco do projeto.

Através da listagem dos componentes e matérias primas é possível determinar a quantidade de material necessário para a fabricação de uma plaina PAB 550 e, a partir desse valor mínimo delimitado, será possível desenvolver um melhor planejamento em relação a manufatura enxuta e até mesmo realizar a terceirização de mão de obra quando essa se fizer necessária.

Com o desenvolvimento das 34 (trinta e quatro) ordens de fabricação, a montagem da EAP de fabricação e a elaboração da matriz de Gantt de sequenciamento de produção, ocorreu um detalhamento rigoroso de todos os processos envolvidos que foram criteriosamente ordenados dentro de um roteiro de produção. Tal roteiro torna-se uma ferramenta de melhoria e apoio ao fluxo produtivo da empresa, também possuindo a função de buscar um aperfeiçoamento no próprio controle de produção.

5.1 Diminuição da espera para montagem

O primeiro resultado esperado após a implantação dos roteiros de fabricação é a diminuição do tempo de espera entre montagens, de componentes e do produto final. Pela ausência de um planejamento de produção, é comum partes de certos grupos de equipamento estarem fabricadas e não montadas pela falta de alguma peça. É possível observar o processo de montagem final da plaina interrompido na Figura 25 por falta dos pinos necessários para a montagem do acoplamento na estrutura.



Figura 24 - Interrupção da Montagem.

Fonte: Autoria Própria (2015).

Com a utilização correta e precisa do roteiro de fabricação, o problema acima pode ser sanado, pois será dada prioridade aos tratamentos realizados por terceiros, ou seja, peças que atualmente são requisitadas em lotes e não se tem controle para qual produto ela estará sendo direcionada, agora estarão sempre vinculadas a uma ordem de fabricação.

5.2 Diminuição de peças ociosas

Um dos principais problemas encontrados ao longo dos processos de fabricação são as quantidades de peças semiacabadas espalhadas ao longo do chão de fábrica. Pela falta de sincronismo na ordem e na quantidade em que as chapas são cortadas e/ou dobradas, somado a não definição de uma sequência de fabricação dos produtos soldados, várias ordens são interrompidas por falta de material. Todos esses fatores acarretam um excesso de peças idênticas paradas durante o processo de fabricação.



Figura 25 – Peças semiacabadas sem destino imediato.

Fonte: Autoria Própria (2015).



Figura 26 – Peças semiacabadas sem destino imediato.

Fonte: Autoria Própria (2015).

A foto da Figura 26 apresenta inúmeros componentes do grupo estrutural já soldados sem previsão para a próxima etapa de fabricação. Já na Figura 27 é possível observar a interrupção da fabricação do acoplador pela falta de material cortado e usinado.

Com o uso do roteiro criado pela pesquisa, eventos como os citados anteriormente não irão acontecer, pois o sequenciamento possibilita a prevenção de interrupções de processos. Por outro lado, deve ser dado um treinamento adequado aos operadores para o reconhecimento e identificação das peças e componentes, tornando-os cientes da natureza da peça dentro da produção e o seguimento que ela terá após a sua operação, fará com que o processo flua de forma mais eficiente diminuindo o acúmulo de peças ociosas entre as etapas de fabricação.

5.3 Eliminação de peças fabricadas sem ordem de fabricação

Assim como as peças ociosas, com a falta de sequenciamento e o desconhecimento do operador em relação a etapa em que se encontrava a produção e a necessidade da quantidade a fabricar, muitas vezes são produzidos diversos componentes sem emissão de ordem ou necessidade da mesma. Essas práticas geram um estoque intermediário desnecessário no meio do processo de produção e um excesso de peças já fabricadas sem a necessidade ou destino definido. A Figura 28 permite observar diversas conchas fabricadas, mas em espera na linha sem um destino imediato. Na Figura 29 observa-se o excesso de peças ociosas já cortadas no chão da fábrica sem destinação imediata. Com o roteiro estabelecido, é possível evitar a fabricação de peças não desejadas e consequentemente, a diminuição do estoque.



Figura 27 – Componentes fabricados em excesso.

Fonte: Autoria Própria (2015).



Figura 28 – Chapas de aço cortadas em excesso.

Fonte: Autoria Própria (2015).

5.4 Ocorrência de gargalos

O tempo de fabricação superior de uma peça em relação ao tempo das outras em uma linha de produção pode ocasionar um gargalo de produção. É um evento que ocorre em muitas as fábricas, e no estudo de caso em questão, não foi diferente. As peças que possuem operações fora da planta demandam um tempo muito maior, sendo motivo de espera e acúmulo de ordens de fabricação.

Com o método utilizado pelo sequenciamento, todas as ordens de fabricação que utilizam operações externas foram colocadas nas primeiras horas do dia de início do seu processo produtivo. Com isso, pode-se programar que tais peças sejam despachadas no meio/final do expediente de trabalho, aumentando consideravelmente a probabilidade de operação externa durar apenas um dia útil, não atrasando o roteiro programado.

5.5 Desperdício de Material e Peças

Com o excesso de fabricação de peças sem necessidade e o acúmulo delas na linha, com o tempo, tal excesso se torna um estoque obsoleto. Esse estoque acaba não podendo ser mais usado em processos futuros de produção devido a sua degradação. A Figura 30 ilustra diversas peças com suas dimensões corretas sendo descartadas e causando desperdício.



Figura 29 – Descarte de peças.

Fonte: Autoria Própria (2015).

Esse desperdício afeta diretamente o estoque, no qual é necessário trabalhar em um nível maior para suprir tais perdas. Com o roteiro e as ordens estabelecidas, observa-se uma grande diminuição nos desperdícios de peças, e conseqüentemente, no menor consumo de matéria prima.

5.6 Diminuição de Estoques

Através do sequenciamento estabelecido e a utilização do roteiro de fabricação, é possível prever uma diminuição no estoque de matéria prima, como também no estoque intermediário devido as ordens de fabricação criadas. A eliminação de peças ociosas e a diminuição dos desperdícios de material e peças, somado a redução da fabricação de peças sem ordens de produção, deverá acarretar uma diminuição no estoque principal assim como no estoque intermediário.

5.7 Projeção de Implantação

5.7.1 Produtividade

A média de tempo atual para a fabricação da plaina PAB 550 oscila entre 7 a 8 dias úteis. Como não ocorreu nenhuma alteração de projeto, tanto de desenho de fabricação como de componentes e processos envolvidos, a otimização prevista para o processo produtivo prevê reduzir a fabricação para 4 dias úteis, devido à organização do trabalho e sequenciamento das atividades respeitando o cronograma criado.

Vale ressaltar que para uma programação de produção mensal, deverá ocorrer uma alteração da mesma de forma a priorizar a fabricação por lotes ou a intercalação do início de produção de cada carregador, ocupando o menor número de máquinas simultaneamente para permitir a fabricação de outros produtos e modelos.

5.7.2 Custos e valor agregado

Elaborar um comparativo entre custos atuais e os custos após a implementação do projeto de pesquisa demonstrou-se uma tarefa de grande complexidade devido à escassez de documentação e controle dos processos de fabricação atual.

Mas fica claro o melhor aproveitamento das horas trabalhadas por parte dos trabalhadores, pois o mesmo equipamento poderá ser fabricado em metade do tempo em que atualmente é feito. Gerando assim, um rendimento maior dos salários dos colaboradores em relação ao valor agregado a plaina fabricada e, conseqüentemente, aumentando a disponibilidade para a realização de outras operações, agregando maior valor também aos outros produtos fabricados pela empresa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso exposto possibilitou a visualização dos problemas que o crescimento desordenado de uma empresa de médio/grande porte acarreta em seus processos, assim como uma metodologia concreta de resolução de problemas que envolvem problemas de baixa produtividade com um projeto de implantação consistente.

Concretamente o estudo teve como foco principal a criação de documentos e ações que aprimorassem o processo produtivo de uma plaina agrícola (Plaina PAB 550). E este estudo atendeu esse objetivo.

Por outro lado, a maior dificuldade encontrada foi a restrição de informações relacionadas ao projeto da plaina por parte da empresa, sendo esse o motivo pelo qual foi considerado boa parte das peças como apenas um conjunto, como no caso do item 1 do conjunto estrutural (CJ SD "H" BAND 550). Sabendo que tal conjunto é composto por diversas peças, o detalhamento de cada peça e seu respectivo processo produtivo iria acrescentar uma riqueza maior ao trabalho. Mesmo com esse obstáculo, foi possível chegar a um resultado bastante consistente, atendendo os objetivos traçados no início do projeto.

Salienta-se que sem uma base de dados provinda de um método confiável para a determinação dos tempos dos processos, dificilmente a companhia irá conhecer quais operações devem ser priorizadas para futuras ações de melhoria. Consequentemente, este projeto também irá contribuir para o desenvolvimento de uma base de dados para o direcionamento de projetos de melhoria futuros, que proporcione maior eficiência nos processos e redução de custos produtivos.

O projeto que se iniciou apenas com desenhos de fabricação e montagem das peças e a lista de componentes, com a aplicação de diversos conceitos de engenharia de produção visando obter maior produtividade na fabricação de um produto de considerável complexidade, com diferentes tipos de matéria prima e inúmeras peças, como é o caso da plaina PAB 550, foi possível desenvolver um procedimento que permite obter uma produção controlada e planejada de forma clara e sucinta.

Esse trabalho empregou diversos conhecimentos que são essenciais ao engenheiro mecânico que atua na área de gestão industrial, quando deste se almeja a implantação de melhorias em processos produtivos já existentes ou também desenvolvimento de novos projetos dotando-os já de um sistema produtivo que garanta produtividade industrial.

Portanto, este estudo de caso contribui com um estudo completo e uma comprovação prática da eficácia de uma metodologia de implantação de projeto de melhorias de um processo produtivo baseado no estudo de tempos de operações, elaboração de ordens de fabricação e sequenciamento de produção. Ao mesmo tempo que disponibiliza um guia prático, para outras empresas, de uma sistemática concreta e eficaz para a aumento da produtiva.

Por fim, os objetivos traçados no início do projeto foram alcançados com sucesso, com excessão da identificação e sugestão de um *software* de gestão de materiais, devido ao curto espaço de tempo para a realização do trabalho.

Como propostas para trabalhos futuros, a extensão desse projeto para os outros produtos do fabricante trará ainda mais sincronismo para a fábrica como um todo, gerando um ganho em diversos aspectos.

7. REFÊRENCIAS

BANDEIRANTE – INDÚSTRIA DE MÁQUINAS. **Plainas Agrícolas**. Disponível em: <<http://www.maqband.ind.br/inicial.php?produtos&pg=plaina&idioma=>>> Acesso em: 02/10/2015.

BARBARÁ, S. **Gestão por Processos - Fundamentos, Técnicas e Modelos de Implementação** - 2ª Ed. 2012.

BARNES, R, M.; **Estudo de Tempos e Movimentos: projeto e medida do trabalho**. 6º ed. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

CHIAVENATO, I. **Teoria Geral da Administração**. 7º ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

COELHO. José Márcio; GONZAGA. Ricardo Martins; **Administração Científica de Taylor: O Homem do Tempo**. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/producao-academica/administracao-cientifica-de-taylor-o-homem-do-tempo/318/>>> Acesso em 8/10/2015.

CORREA, Juliano. **A Hierarquia de Processos na Gestão por Processos**. Disponível em: <<http://rhcomprofessorjuliano.blogspot.com.br/2012/12/a-hierarquia-de-processos-na-gestao-por.html>> Acesso em 8/10/2015.

DAVIS, Loius E. **The Design of jobs. Industrial relations**, 1966.

FIGUEIREDO Francisca Jeanne Sidrim de; OLIVEIRA Teresa Rachel Costa de; SANTOS Ana Paula Bezerra Machado. **Estudo de tempos em uma indústria e comércio de calçados e injetados LTDA. – XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Belo Horizonte, MG, Brasil, 2011.

FLEURY, Afonso Carlos Correa. **Produtividade e Organização do Trabalho na Indústria**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1980.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 3ª Edição, 2015.

OLSEN, Eduardo A. P. **Projeto de Implantação de Melhorias no Sistema de Produção de uma Fábrica de Carregadores Florestais**. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Industrial Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, A. Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba : UnicenP, 2007.

PERONI, Wilson José. **Manual de Estudo de Tempos e Movimentos - CNI - Federação das Indústrias**, 1990.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)**. 4. ed. PMI Standard – ANSI, 2008.

_____. **Practice standard for work breakdown structures**. 2. ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2006.

SLACK. N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 3ª Edição, 2007.

SOTILLE, Mauro A. *et al.* **Gerenciamento do Escopo em projetos**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 2009.

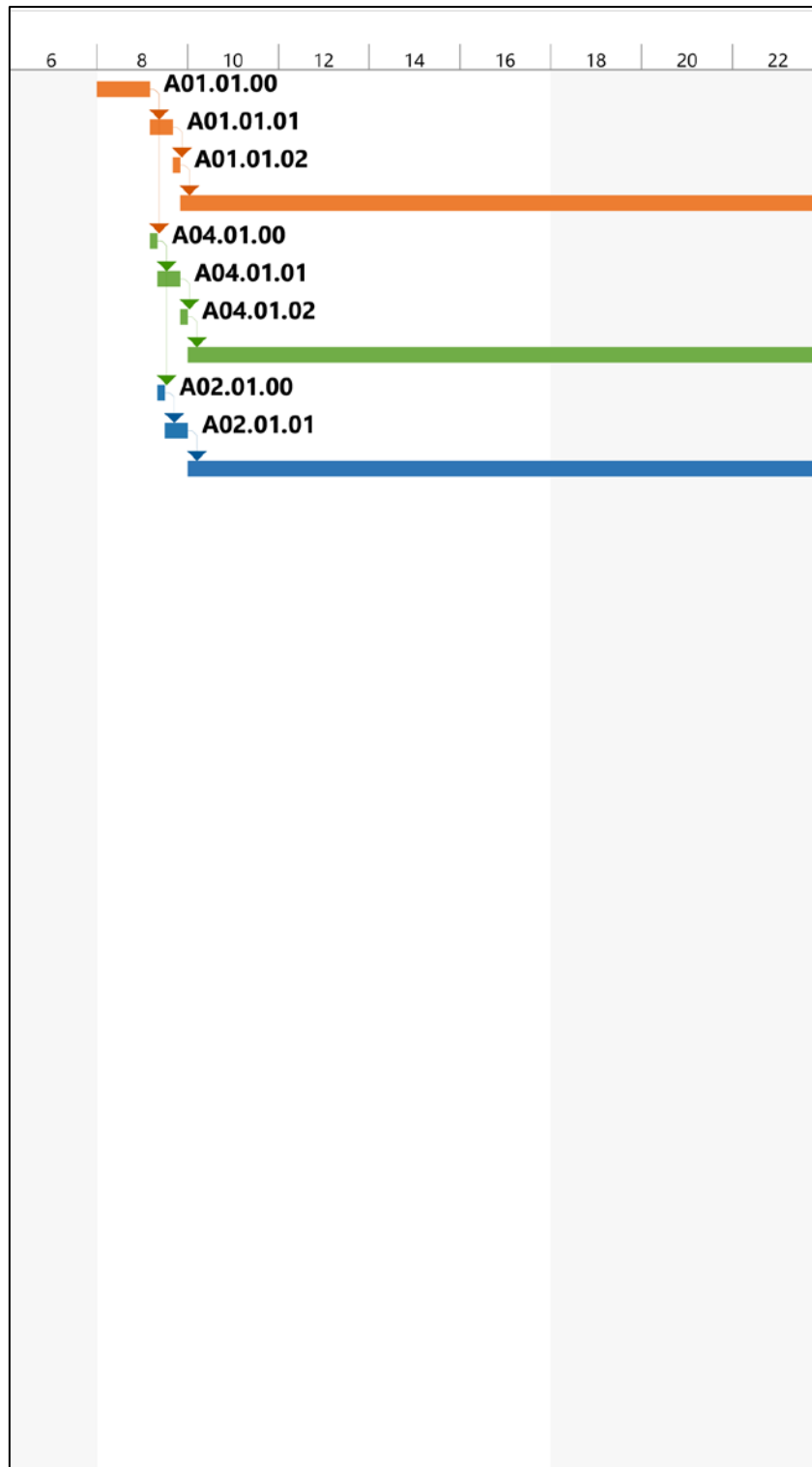
TOLEDO JUNIOR, Itys Fides Bueno; KURATOMI, Shoei. **Cronoanálise**. 4ª ed. São Paulo: Editora Itysho, 1988.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**, São Paulo, Atlas, 2ª Edição, 2007.

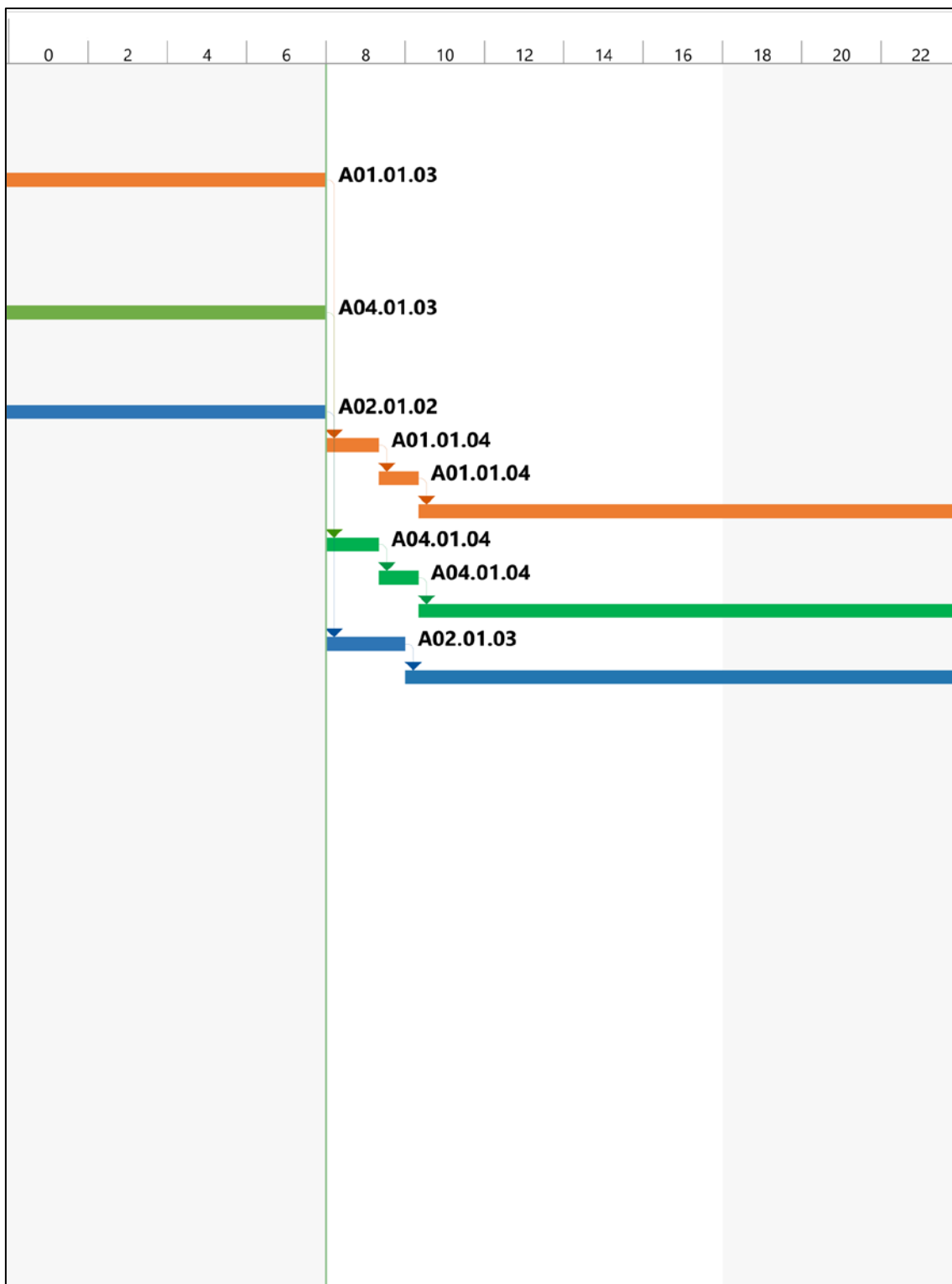
8 APÊNDICES

APÊNDICE A – Matrizes de Gantt

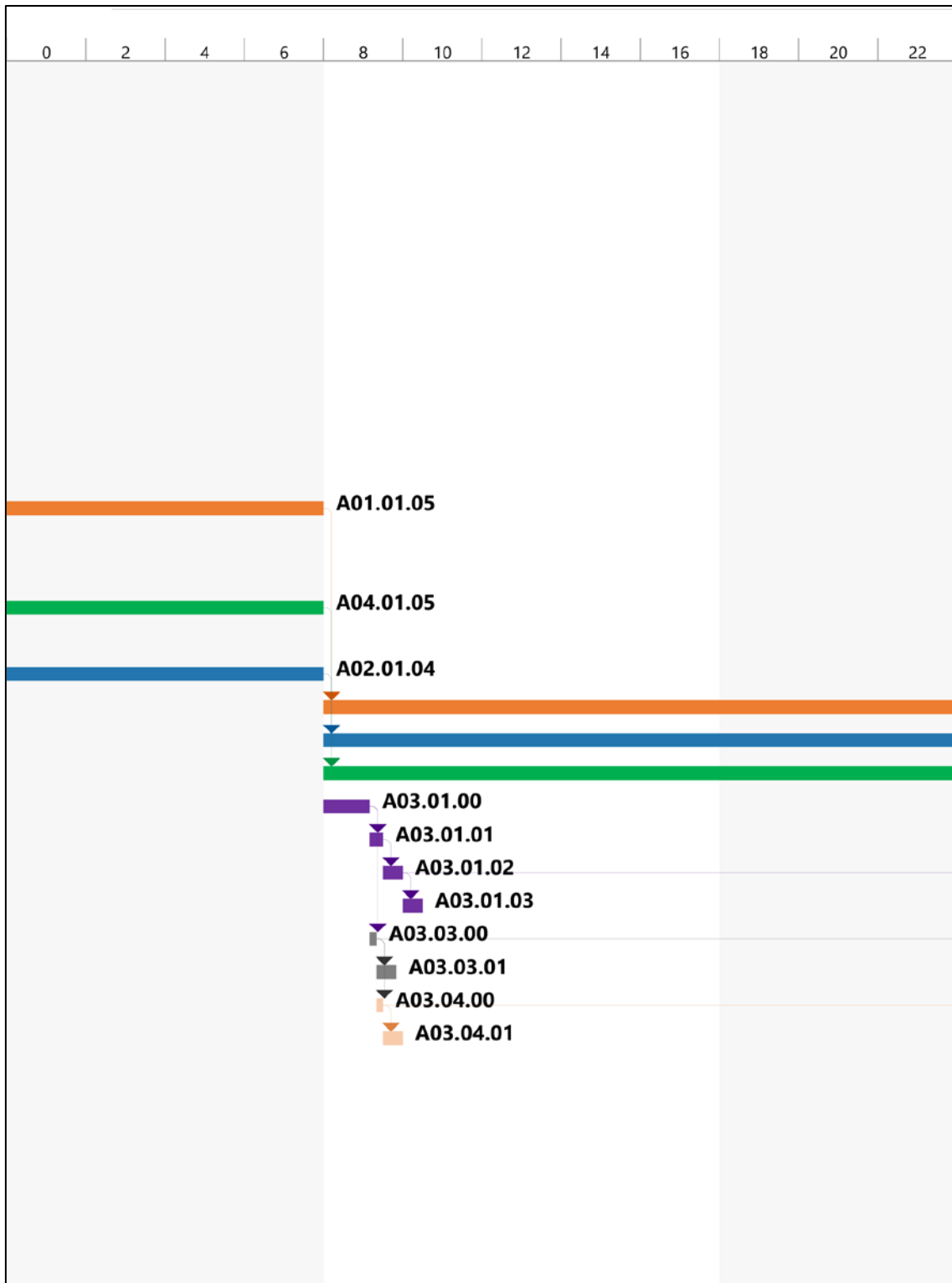
A.1 Produção da Plaina PAB 550 (DIA 1)



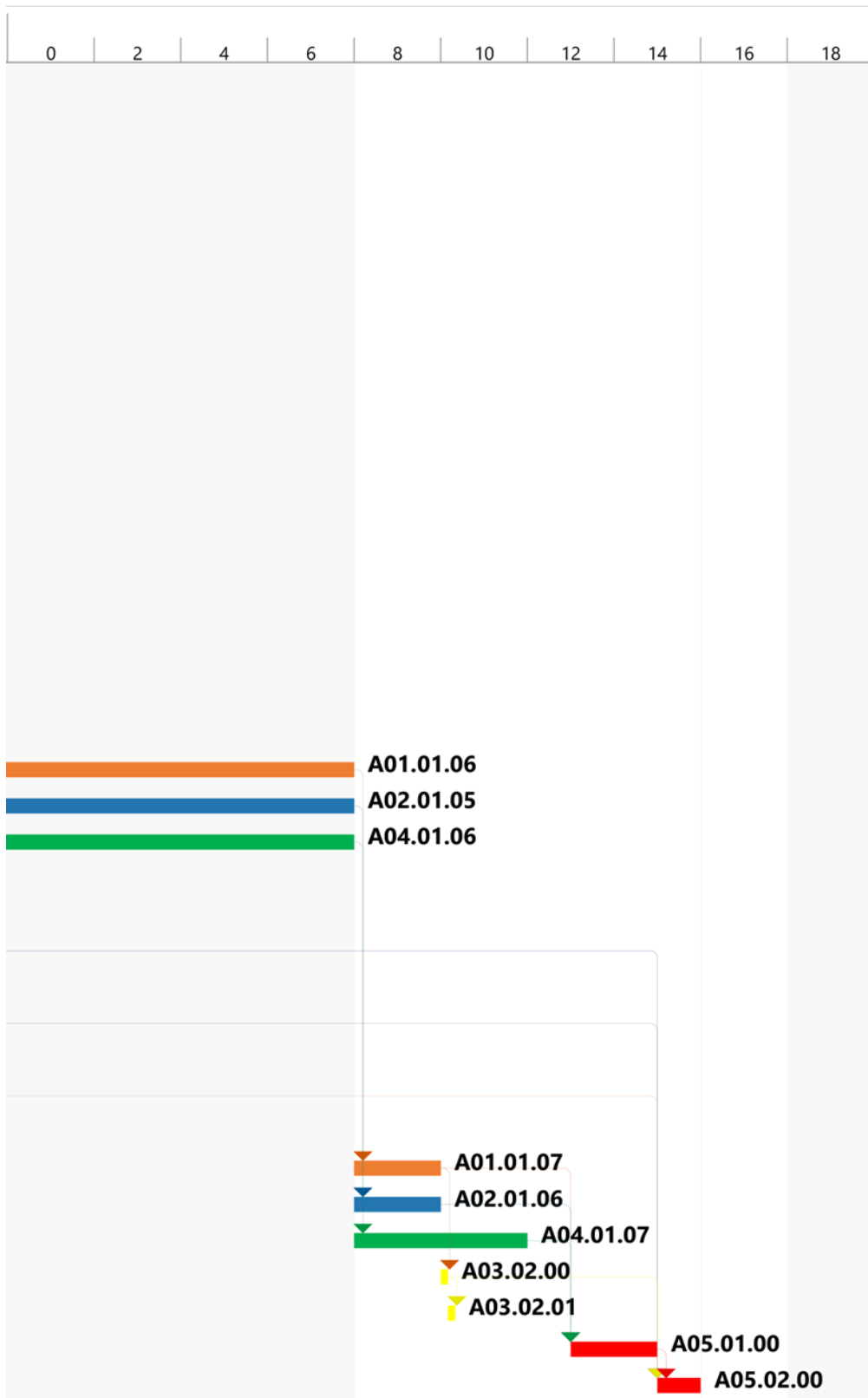
A.2 Produção da Plaina PAB 550 (DIA 2)



A.3 Produção da Plaina PAB 550 (DIA 3)



A.4 Produção da Plaina PAB 550 (DIA 4)



APÊNDICE B – Roteiro de Produção

B.1 Roteiro de Produção da Plaina PAB 550 (DIA 1)

DIA 1					
OP (DIÁRIA)	OP (TOTAL)	OF	MÁQUINA	INÍCIO	FIM
1	1	A01.01.00	OPERADOR	D1H0M00	D1H0M10
2	2	A01.01.01	OXIPIRA MASTER	D1H0M20	D1H0M50
3	3	A01.01.02	SORG PSS 600/60	D1H1M00	D1H1M10
4	4	A01.01.03	TERCEIRIZADO	D1H1M20	D2H0M00
5	5	A04.01.00	OPERADOR	D1H0M20	D1H0M30
6	6	A04.01.01	OXIPIRA MASTER	D1H1M00	D1H1M30
7	7	A04.01.02	SORG PSS 600/60	D1H1M40	D1H1M50
8	8	A04.01.03	TERCEIRIZADO	D1H2M00	D2H0M00
9	9	A02.01.00	OPERADOR	D1H0M40	D1H0M50
10	10	A02.01.01	OXIPIRA MASTER	D1H2M00	D1H2M30
11	11	A02.01.02	TERCEIRIZADO	D1H2M40	D2H0M00

B.2 Roteiro de Produção da Plaina PAB 550 (DIA 2)

DIA 2					
OP (DIÁRIA)	OP (TOTAL)	OF	MÁQUINA	INÍCIO	FIM
1	12	A01.01.04	OPERADOR	D2H0M00	D2H0M20
2	13	A01.01.04	SOLDA ROBÔ	D2H0M30	D2H1M30
3	14	A01.01.05	TERCEIRIZADO	D2H1M40	D3H0M00
4	15	A04.01.04	OPERADOR	D2H0M30	D2H0M50
5	16	A04.01.04	SOLDA ROBÔ	D2H1M00	D2H2M00
6	17	A04.01.05	TERCEIRIZADO	D2H2M10	D3H0M00
7	18	A02.01.03	OPERADOR	D2H1M00	D2H2M00
8	19	A02.01.04	TERCEIRIZADO	D2H1M40	D3H0M00

B.3 Roteiro de Produção da Plaina PAB 550 (DIA 3)

DIA 3					
OP (DIÁRIA)	OP (TOTAL)	OF	MÁQUINA	INÍCIO	FIM
1	20	A01.01.06	ESTUFA	D3H0M00	D4M0H00
2	21	A02.01.05	ESTUFA	D3H1M00	D4M0H00
3	22	A04.01.06	ESTUFA	D3H2M00	D4M0H00
4	23	A03.01.00	OPERADOR	D3H0M00	D3H0M10
5	24	A03.01.01	SERRA	D3H0M20	D3H0M40
6	25	A03.01.02	DOBRADOR DE TUBO MANUAL	D3H0M50	D3H1M20
7	26	A03.01.03	OPERADOR	D3H1M30	D3H2M00
8	27	A03.03.00	OPERADOR	D3H0M20	D3H0M30
9	28	A03.03.01	OPERADOR	D3H0M40	D3H1M10
10	29	A03.04.00	OPERADOR	D3H0M40	D3H0M50
11	30	A03.04.01	OPERADOR	D3H1M00	H3H1M30

B.4 Roteiro de Produção da Plaina PAB 550 (DIA 4)

DIA 4					
OP (DIÁRIA)	OP (TOTAL)	OF	MÁQUINA	INÍCIO	FIM
1	31	A01.01.07	OPERADOR	D4H0M00	D4H1M00
2	32	A02.01.06	OPERADOR	D4H0M00	D4H1M00
3	33	A04.01.07	OPERADOR	D4H0M00	D4H3M00
4	34	A03.02.00	OPERADOR	D4H2M30	D4H2M40
6	35	A05.01.00	OPERADOR	D4H2M50	D4H4M50
7	36	A05.02.00	OPERADOR	D4H5M00	D4H6M00