



Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Análise e Proposta de Rearranjo de Layout: Estudo de Caso
em uma Empresa de Implementos Rodoviários**

Alberico da Silva Basilio Junior

TCC-EP-01-2010

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Análise e Proposta de Rearranjo de Layout: Estudo de Caso
em uma Empresa de Implementos Rodoviários**

Alberico da Silva Basilio Junior

TCC-EP-01-2010

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador(a): Prof^a. MSc.: Maria de Lourdes Santiago Luz

**Maringá - Paraná
2010**

Alberico da Silva Basilio Junior

Análise e Proposta de Rearranjo de Layout: Estudo de Caso em uma Empresa de Implementos Rodoviários

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador(a): Prof.^(a): Msc. Maria de Lourdes Santiago Luz
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

Prof.^(o): Dr. Gilberto Clóvis Antonelli
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

Maringá, outubro de 2010

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois é devido a ele que cheguei até aqui, e sem ele não dou nenhum passo a mais.

Dedico aos meus pais (Alberico e Nazete) e toda minha família que sempre me apoiou sendo minha base indestrutível.

Dedico à minha querida Rosana pelo companheirismo e apoio dado até aqui.

Dedico aos meus amigos pela força e incentivo nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter chegado até aqui e sempre me dar força para sempre seguir em frente.

Agradeço a Prof^o Msc. Maria de Lourdes Santiago Luz pela orientação e ensinamentos passados, que foram fundamentais para realização deste trabalho.

Agradeço a empresa Noma Do Brasil S/A pela oportunidade de experiência alcançada até aqui.

Agradeço minha família pelo apoio, ensinamentos e amor que me fortaleceram para chegar até aqui.

Agradeço ao MUDI (Museu Dinâmico Interdisciplinar) pela oportunidade de ter feito parte de seus projetos agregando conhecimento tanto para a vida profissional, quanto pessoal.

Agradeço a Eng^a. Ângela pelos ensinamentos passados durante o meu estágio na construtora Catamarã.

Agradeço à minha querida Rosana pelo apoio e companheirismo dado até aqui.

Agradeço à minha turma, que em grande maioria esta junta desde o primeiro ano de curso e que sempre me ajudou e apoiou nos momentos mais difíceis e que sem os quais não estaria aqui hoje.

RESUMO

O estudo apresentado foi realizado no setor de basculantes que fabricam caçambas em uma empresa do ramo de implementos agrícolas, e teve como objetivo analisar o sistema de produção e realizar uma proposta de readequação do mesmo, de forma que se atenda a crescente demanda de mercado até então. Devido à expansão do mercado em relação aos produtos estudados, e da incapacidade do setor em atendê-lo, verificou-se a necessidade de reestruturação do setor para que possa atender essa demanda. No setor estudado são fabricados cinco tipos de implementos basculantes, sendo coletados os tempos de cada etapa durante o processo de produção de cada implemento, podendo assim visualizar o seqüenciamento dos processos de produção através do gráfico de Gantt, obter a capacidade produtiva do setor que inicialmente era de 72 implementos e comparar com a demanda requerida do mercado que, no mês de maio, chegou a 138 implementos com tendência de crescimento. A partir da capacidade produtiva e da demanda requerida foi realizado o balanceamento entre os recursos existentes e os necessários de forma que atendesse a necessidade exigida, realocando-os em um layout de maneira que houvesse redução no tempo de transporte entre os processos. Foi realizado o orçamento dos recursos necessários e estimado o retorno sobre o investimento em 9 meses de produção. Com o estudo realizado pode-se verificar a grande importância da análise de um setor produtivo, onde é possível verificar as reais necessidades e quais as melhores soluções para saná-las.

Palavras-chave: Sistemas de produção, Readequação, Demanda do mercado, Layout, Implementos Rodoviários.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa	13
1.2 Definição e Delimitação do Problema	13
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo geral	14
1.3.2 Objetivos específicos	14
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Estratégia	15
2.2 Sistema de Produção	17
2.3 Tipos de Arranjos Físicos	17
2.4 Princípios do Layout	21
2.5 Documentação do Projeto	21
2.5.1 Dados Disponíveis	21
2.5.2 Estrutura do Produto	22
2.5.3 Produto Explodido	23
2.5.4 Plano de Processo	24
2.5.5 Folhas de Verificação	24
2.5.6 Representações de Fluxo do Processo	25
2.6 Capacidade Produtiva	26
2.7 Dimensionamento dos Fatores de Produção	27
2.7.1 Tempo de Manufatura (TM) ou Lead Time	28
2.7.2 Diagrama Homem/Máquina	29
2.7.3 Dimensionamento dos materiais	30
2.7.4 Dimensionamento de áreas de centro de trabalho	30
2.8 O Diagrama de Gantt e Rede Pert e CPM	31
2.9 Literatura Metodológica	33
2.9.1 Planejamento Sistemático do Layout	33
2.9.2 Método Carta de Para	34
2.9.3 Balanceamento de Linhas de Montagem para Multiprodutos	35
2.9.4 Carta de processos múltiplos	35
2.9.5 Metodologias complementares	36

3 METODOLOGIA	37
4 ESTUDO DE CASO.....	38
4.1 A Empresa	38
4.2 Mix de Produtos	38
4.2.1 Tanque.....	39
4.2.2 Base	39
4.2.3 Especial.....	40
4.2.4 Basculante	41
4.2.5 Documentação do projeto dos basculantes.....	43
4.3 Definição do Setor Produtivo	47
4.3.1 Sistema produtivo do setor.....	47
4.4 Descrição do Processo de Produção	49
4.5 Coleta e Análise de Dados.....	54
4.5.1 Visualização do seqüenciamento de produção.....	56
4.6 Dimensionamento da capacidade dos centros de produção.....	63
4.7 Crescimento da Demanda	64
4.8 Novo Layout	65
4.9 Alocação do Novo Layout.....	70
4.10 Viabilidade do Novo Layout	75
4.9.1 Aceitação do novo layout e sua implantação	75
4.11 Discussões dos Resultados	77
5 CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS	80
APÊNDICES	882
ANEXOS	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Hierarquia de Estratégias	16
Figura 2: Arranjo por processo.....	18
Figura 3: Layout em linha	19
Figura 4: Arranjo físico Celular	20
Figura 5: Exemplo de árvore do produto.....	23
Figura 6: Plano de montagem.....	24
Figura 7: Fluxograma	26
Figura 8: Representação TM	28
Figura 9: Diagrama homem máquina	29
Figura 10: Gráfico de Gantt.....	32
Figura 11: Rede Pert- CPM.....	33
Figura 12: Fluxograma do Sistema de Procedimentos SLP	34
Figura 13: Semi-Reboque Articulado Tanque.....	39
Figura 14: Semi-Reboques: Articulado Graneleiro e Sider	39
Figura 15: Semi-Reboques: Articulado Toras e Porta-Contâiners	40
Figura 16: Semi-Reboques: Carrega-Tudo.....	40
Figura 17: Semi-Reboques Articulado Basculante (Dianteiro e Traseiro)	41
Figura 18: Basculante 25m ³	42
Figura 19: Basculante 20m ³	42
Figura 20: Basculante 35 m ³	43
Figura 21: Plano de processo do implemento SRAB Traseiro	44
Figura 22: Plano de processo do implemento SRAB Traseiro	45
Figura 24: Layout Inicial do setor de Basculante dividido em células.	47
Figura 25: Fluxograma do processo de montagem de basculantes.....	48
Figura 26: Montagem do corpo do implemento Semi - reboque basculante 25 m ³	49
Figura 27: Foto montagem da peças dos implemento Semi Reboque Articulado Traseiro em cima do gabarito.	50
Figura 28: Foto da montagem do chassi do Implemento SRAB Dianteiro	51
Figura 29: Foto soldagem caixa no chão	52
Figura 30: Foto montagem de uma Tampa do Semi Reboque basculante 25 m ³	53
Figura 31: do processo de acoplamento implemento SRAB Traseiro.....	54
Figura 32: Gráfico de Pert CPM dos processos de ocorrência de um implemento 20-25 m ³	57
Figura 33: Gráfico de Gantt dos processos de ocorrência do implemento 20-25 m ³	58
Figura 34: Gráfico de Gantt dos processos de ocorrência do implemento 25-30 m ³	59
Figura 35: Gráfico de Gantt dos processos de ocorrência do implemento 35-40 m ³	60
Figura 36: Gráfico de Gantt dos processos de ocorrência do implemento SRAB Traseiro.....	61
Figura 37: Gráfico de Gantt dos processos de ocorrência do implemento SRAB Dianteiro	62
Figura 38: Gráfico de produção do setor	64
Figura 39: Relação de implementos vendidos, pedidos e Fabricado.	65
Figura 40: Gabarito para duas caixas de cargas.....	66
Figura 41: Gabarito Chassi Inferior.....	67
Figura 42: Gabarito de caixa de carga SRB 25 m ³ e 35 m ³	67
Figura 43: Gabarito para dois chassis	67
Figura 44: Templates do gabarito chassi maior com área de 330,7 m ²	70
Figura 45: Alocação dos Templates no Layout Proposto	71
Figura 46: Novo Layout dividido em células.	72
Figura 47: Fluxo do Novo Layout.	73
Figura 48: Fluxograma para o Layout Proposto	74
Figura 49: Foto Novo Gabarito de Caixa de Carga, instalado no mês de setembro.	76
Figura 50: Foto do Gabarito de Chassi.....	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 : Informações necessárias para a documentação	26
Quadro 02: de tempos do processo de montagem do implemento Semi-Reboque basculante 20-25 ³	55
Quadro 03: De tempos do processo de montagem do implemento Semi-Reboque basculante 25-30 m ³	55
Quadro 04: De tempos do processo de montagem do implemento Semi-Reboque basculante 35-40 m ³	55
Quadro 05 : De tempos do processo de montagem do implemento Semi-Reboque basculante Artic. Traseiro ...	55
Quadro 06: de tempos do processo de montagem do implemento Semi-Reboque basculante Art. Dianteiro	56
Quadro 07: Capacidade produtiva do setor estudado inicialmente.	63
Quadro 08: Produção de Implementos	64
Quadro 09: Relação de implementos pedidos e vendidos.	65
Quadro 10: Quadro de redimensionamento da capacidade para atender a demanda requerida.	66
Quadro 11: Orçamento dos recursos necessários para o novo Layout.	75
Quadro 12: Seqüenciamento da Implantação do novo Layout	75

SIGLAS

CNC	Controle Numérico Computadorizado
CPM	Critical Path Method
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PERT	Program Evaluation and Review Technique
SRAB	Semi-Reboque Articularado Basculante
SRB	Semi-Reboque Basculante
TC	Tempo de Ciclo

1. INTRODUÇÃO

Levando em consideração o aumento da competitividade do mercado, e a crescente demanda de produtos e serviços em alguns setores, torna-se necessário, cada vez mais, que as empresas busquem o aprimoramento contínuo dos processos produtivos visando atender aos clientes com qualidade, rapidez e o menor custo final possível.

Para que a empresa possa aumentar a produtividade e sua produção, há a necessidade de aplicar novos métodos e seqüências que estejam inseridos dentro de um layout adequado, tornando os processos mais eficientes e evitando perdas de tempo desnecessárias, o que levará à redução do custo final, além da análise da expansão do setor, suprimindo assim, a demanda requerida.

Não há custo mais dispendioso do que no tempo perdido entre as etapas da confecção de um produto. Apesar de constituir-se um desafio para todas as áreas, combater o tempo gasto desnecessariamente é de extrema importância e tem recebido cada vez mais atenção das empresas que visam o crescimento contínuo.

Dentro desta lógica, surge a necessidade de um estudo detalhado do melhor layout a ser empregado, antes da implementação do mesmo. O tempo aplicado no planejamento do arranjo físico antes de sua execução evita que as perdas, principalmente as perdas por transporte, assumam grandes proporções e permite que todas as modificações se integrem segundo um programa global e coerente, estabelecendo uma seqüência lógica para as mudanças (ARAÚJO et al., 2009).

O estudo detalhado de um layout objetiva trazer soluções visando melhorar o processo de trabalho, usar eficientemente a mão de obra disponível, promover o conforto e a segurança do empregado, minimizando a movimentação de materiais e pessoas, normalmente pela aproximação de equipamentos e pontos de estocagem, além de fazer uso econômico da área e maximizar a flexibilidade e a produtividade (SANTOS et al., 2006). Estudos de layout industrial se aplicam à otimização de instalações existentes, expansões, transferência de instalações ou projeto de novas instalações (GAITHER e FRAZIER, 2001).

Para a escolha do melhor layout a ser utilizado é necessário o entendimento dos diversos tipos de layouts existentes e em quais cenários eles melhor se enquadram, para que se possa

escolher o arranjo de layout que trará resultados positivos para o bem estar e crescimento da empresa.

1.1 Justificativa

A crescente demanda proporcionada por um mercado em expansão gera a necessidade do aumento da produção no setor de implementos rodoviários. Através do estudo do sistema de produção e através de ferramentas de controle, visa-se aumentar a produtividade e expandir o setor estudado.

Analisar o tempo despendido nas operações, destacando-se os tempos utilizados no transporte e no processo de produção de cada etapa, retrata a importância da pesquisa, pela responsabilidade que será aplicada no intuito de aumentar a produção, através do rearranjo do layout. Este rearranjo envolverá diversos investimentos que podem levar à geração de lucros, em caso de um planejamento satisfatório ou em prejuízos em caso de um mau planejamento.

1.2 Definição e Delimitação do Problema

O estudo estará delimitado à linha de montagem de semi – reboques basculantes.

Tal estudo foi definido devido à limitação da produção atual, que não atende a demanda que se encontra em crescimento devido ao mercado em expansão, gerando atraso nas entregas dos pedidos. Isto ocorre também, pela falta do suprimento, em tempo hábil, dos pedidos solicitados à empresa.

Aliado a este fato, existe ainda a escassez de mão de obra, assim como a existência de mão de obra não qualificada, que trabalha com a necessidade de ter sempre a produção em andamento, não sendo permitido parar a produção, durante o expediente, para quaisquer alterações julgadas pertinentes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Analisar, diagnosticar e readequar o layout para o atendimento da demanda de mercado.

1.3.2 Objetivos específicos

- Observar o sistema de produção e aplicar ferramentas de análise, controle, e identificação, a fim de expandir o setor e conseqüentemente aumentar a produção atual.
- Analisar e verificar a capacidade de produção inicialmente, e o balanceamento inicial encontrado.
- Identificar a demanda requerida do crescimento do mercado atual.
- Identificar quais os recursos necessários para o atendimento da demanda requerida, assim como a melhor alocação em um novo layout proposto.
- Traçar cronograma da implantação do novo layout proposto.
- Identificar os custos envolvidos nas alterações a serem propostas e em quanto tempo esse custo será pago, analisando assim, a viabilidade ou não das alterações propostas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Estratégia

A estratégia é o planejamento de longo prazo, servindo como guia para a empresa traçar seus objetivos e fluxos de operações no decorrer do tempo. A estratégia empresarial condiciona-se a um grupo de mudanças competitivas e pontos que envolvem o mercado comercial e é executada pelos responsáveis pela gerência para atingir o melhor desenvolvimento da empresa.

A estratégia pode ser definida como um grupo composto por objetivo, finalidade, meta e diretriz fundamental, alocados de forma a definir em que posição a organização está, qual o tipo de organização que ela corresponde ou deseja corresponder.

As estratégias podem ser classificadas de acordo com o nível que possuem dentro da estrutura organizacional, aonde são tomadas as decisões. Assim, as estratégias podem ser classificadas em três níveis hierárquicos: estratégia corporativa; estratégia competitiva e estratégias funcionais.

A estratégia corporativa traça os objetivos e as metas efetivas para longos prazos de tempo e é responsável por produzir meios para atingi-los. Assim, reproduzem a imagem da empresa e a colocação que ela ocupará no ramo industrial e no mercado.

A estratégia em relação ao nível corporativo refere-se a um aglomerado, buscando uma organização sistemática entre todas as suas unidades de negócios, posicionadas estrategicamente. A estratégia corporativa esta relacionada a dois pontos: em que negócios a corporação deveria atuar e como a corporação deveria administrar este conjunto de negócios (PORTER, 1985).

Já a estratégia competitiva é a tentativa de encontrar um lugar de competitividade e com facilidades para a empresa, local este, extremamente importante por ser aonde ocorre a concorrência. A estratégia competitiva visa à posição de lucros e de sustentação contra os fatores que determinam a concorrência da indústria (PORTER, 1985).

A alocação da estratégia de competitividade ideal é baseada em duas questões centrais, sendo estas, a atração da indústria e o posicionamento competitivo dentro da mesma. O primeiro questionamento define-se em avaliar se a empresa é atraente quanto ao fato de ser rentável em longo espaço de tempo, além de buscar os responsáveis por condicionar essa atratividade. O segundo questionamento é referente aos responsáveis pelo lugar de competitividade, que podem variar de uma empresa para outra. A junção destes dois questionamentos irá ser responsável pela escolha da estratégia competitiva a ser aplicada e, por consequência, pelo desempenho da empresa (PORTER, 1985).

Em relação à estratégia funcional, os principais setores envolvidos são marketing, operações, recursos humanos e finanças. É formulada nos departamentos funcionais, pois existe um sistema de forma hierárquica, segundo o qual seus diferentes níveis correspondem aos níveis da estrutura organizacional nos quais as estratégias são estabelecidas.

Devido à ocorrência do sistema hierárquico, as estratégias funcionais devem estar organizadas e subordinadas às estratégias competitivas, e estas às corporativas. Assim, o principal objetivo da estratégia funcional é a maximização dos lucros e a produtividade dos itens corporativos de forma que as atividades possam ser aplicadas objetivando uma superioridade competitiva dentro da empresa conforme apresentado na Figura 1 (WHEEL e WRIGHT, 1984).

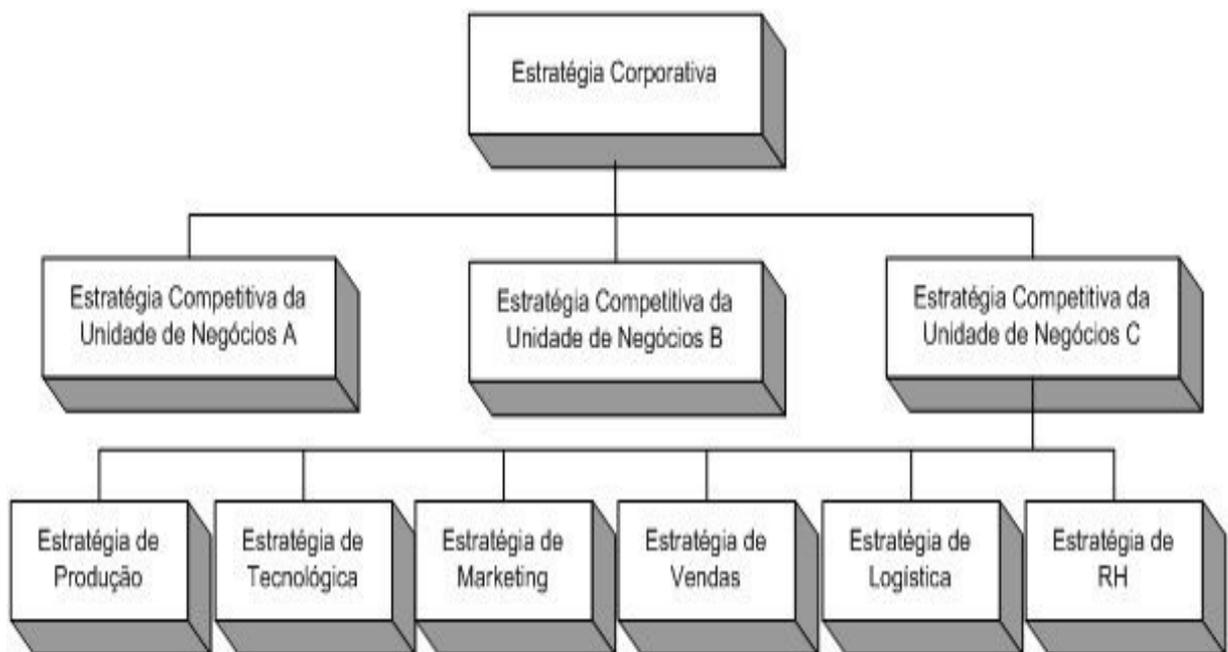


Figura 1: Hierarquia de Estratégias

Fonte: Wheel e Wright (1984)

2.2 Sistema de Produção

Para poder realizar um estudo detalhado de um fenômeno, continuamente, se faz necessário uma classificação de suas principais características e possíveis variações. A classificação ajuda a entender o foco do estudo, podendo relacionar as características mais contundentes e, assim, poder escolher as ferramentas de análise mais apropriadas, problemas típicos, soluções peculiares, e outras categorias com cada uma das classes e subclasses propostas.

Uma das utilidades das classificações dos sistemas de produção é permitir discriminar os melhores grupos de técnicas de planejamento e gestão da produção para cada tipo particular de sistema, o que racionaliza a escolha e a tomada de decisão sobre qual delas adotar em determinada circunstância, além de facilitar a apresentação do assunto. (CAMAROTTO, 2005).

Os sistemas de produção podem ser divididos em: contínuos, repetitivos e intermitentes.

Contínuo: este processo se caracteriza por não haver interrupção durante as etapas de produção do produto, como por exemplo, em processos químicos, onde não pode haver paradas entre seus processos. Nesse tipo de processo o layout é extremamente influenciado pelos condicionantes tecnológicos e sua lógica é definida pelas etapas de produção.

Repetitivo: no processo repetitivo os produtos são processados em lotes. Assim os produtos são fabricados e movimentados em quantidades fixas, sendo que o mesmo é repetido em todos os componentes do lote, durante as etapas do processo.

Intermitente: o processo intermitente se caracteriza pela não regularidade entre suas etapas. Com produtos únicos ou em pequenos lotes variáveis, a produção só começa depois de o pedido ser feito, podendo variar durante a produção, seguindo a característica de mesmo layout de empresas de serviços e documentos (CAMAROTTO, 2005).

2.3 Tipos de Arranjos Físicos

- Layout por processo:

Nesse tipo de arranjo físico todos os processos e equipamentos do mesmo tipo são alocados numa mesma área e também operações e montagem semelhante são agrupadas no mesmo local (MOREIRA,2001).

As principais vantagens desse sistema, segundo Moreira (2001), são:

- a) Melhor flexibilidade à produção em um mix variado de produtos;
- b) Cada item do produto passa pelos locais necessários de trabalho, formando assim uma rede de fluxos;
- c) Os custos de produção são baixos em relação a outro tipo de arranjos físicos como o arranjo por produto;
- d) As ferramentas de trabalho são mais flexíveis, ou seja, sem a necessidade de um projeto específico para utilizá-lo.

Segundo Moreira (2001), as principais desvantagens são:

- a) Os depósitos de materiais em produção tendem a ser elevados e bloquear a produtividade do sistema;
- b) A programação e controle da produção tornam-se complexas ao ter que levar em consideração um grande mix de produtos e suas particularidades;
- c) O trabalho com o material tende a não ser muito eficiente;
- d) Em relação à flexibilidade, tende-se a obter volumes mais modestos de produção, a custos unitários maiores que no caso do arranjo físico por produto.

O arranjo físico por processo apresentado na Figura 2 gera um sistema com maior flexibilidade para adaptar-se a vários produtos, além de requerer ferramentas com custos inferiores aos utilizados no arranjo do produto e, reduzir a gravidade das faltas durante a produção, pois, as operações possuem certa independência (PEINADO, 2004).

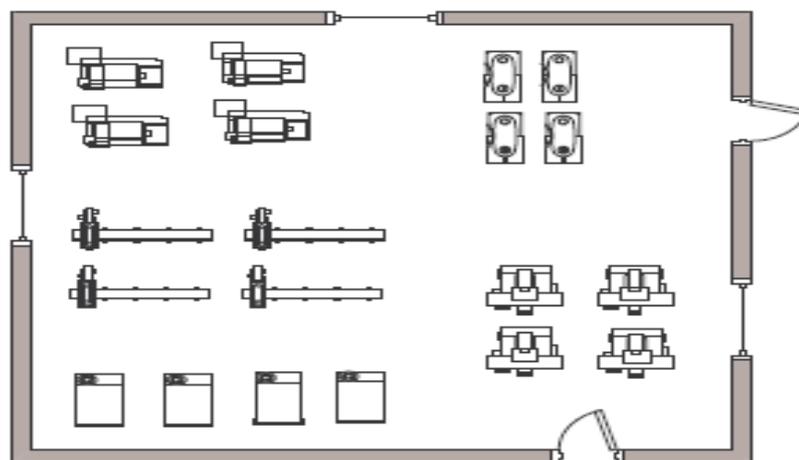


Figura 2: Arranjo por processo

Fonte: Peinado (2004)

- Layout em linha:

As máquinas e equipamentos são alocados de acordo com seqüenciamento de operações e são executadas de acordo com a seqüência estabelecida, conforme apresentado na Figura 3. O material percorre um caminho previamente determinado (TOMPKINS, 1996).

Como principais vantagens desse sistema, segundo Tompkins (1996), têm-se:

- a) Simplicidade, lógica e um fluxo direto como resultado;
- b) Pouco trabalho em processo e redução do inventário em processo;
- c) O tempo total de produção por unidade é baixo;
- d) A movimentação de material é reduzida;
- e) Não exige muitas habilidades dos trabalhadores;
- f) Resulta num controle de simples produção.

Segundo Tompkins (1996) as principais limitações são:

- a) Parada das máquinas resulta na interrupção da linha;
- b) Mudanças no ciclo do produto tornam o produto obsoleto;
- c) Estações de trabalho mais lentas que limitam o trabalho da linha de produção;
- d) Necessidade de uma supervisão geral ;
- e) Resulta geralmente em altos investimentos em equipamentos;
- f) Equipamentos para fins específicos precisam ser utilizados.

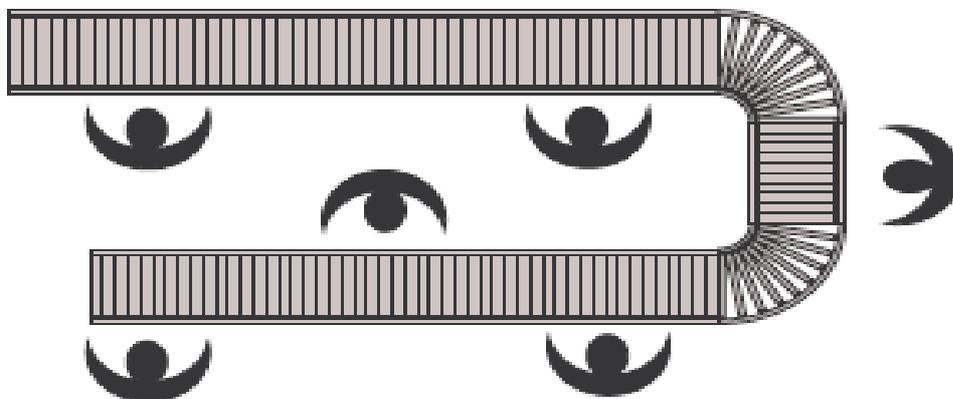


Figura 3: Layout em linha

Fonte: Peinado (2004)

- Arranjo físico posicional:

A característica fundamental do layout posicional é a organização dos fatores de produção em torno do produto. Sua concepção remonta ao artesanato e, classicamente, está associado às grandes montagens e obras civis de grande porte como a construção de navios e edifícios (CAMAROTTO, 2005).

- Arranjo físico Celular

O arranjo físico do tipo celular procura unir as vantagens do arranjo físico por processo, com as vantagens do arranjo físico por produto. A célula de manufatura consiste em arranjar em um só local, conhecido como célula, máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro, conforme apresentado na Figura 4. O material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários, porém o deslocamento ocorre em linha. Alguns gerentes de produção se referem ao arranjo celular como “mini” linhas de produção.

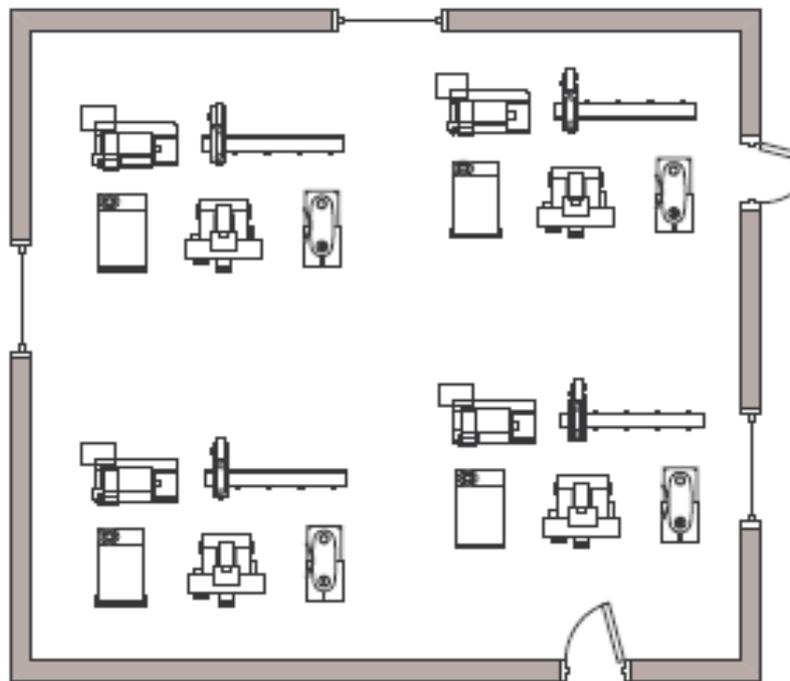


Figura 4: Arranjo físico Celular

Fonte: Peinado (2004)

2.4 Princípios do Layout

O planejamento do layout, identificando cada espaço de trabalho, tem como objetivo o melhor resultado, grupo das características de custo, flexibilidade, segurança, condições de trabalho, fatores de avaliação e qualidade para o processo produtivo. Este arranjo deve seguir os seguintes princípios: integração, mínima distância, obediência ao fluxo das operações, uso das três dimensões, satisfação, segurança e flexibilidade (CAMAROTTO, 2005).

No princípio da integração, os vários componentes que integram os fatores produção devem estar alinhados, pois a falha em algum deles pode gerar uma falha do conjunto inteiro.

No princípio da mínima distância, o custo gerado pelo transporte é uma perda muitas vezes desnecessária, pois não agrega nenhum valor ao produto, assim as distâncias devem ser reduzidas ao mínimo para evitar trabalhos desnecessários e custos maiores.

Já no princípio de obediência ao fluxo das operações, os materiais, equipamentos e pessoas, devem ser dispostos e movimentar-se em fluxo contínuo e de acordo com a seqüência do processo de manufatura, evitando-se cruzamentos, retornos e interrupções.

No princípio do uso das três dimensões, para a melhor utilização do espaço é necessário levar-se em consideração o volume do material a ser alocado e seu peso. E para o princípio da satisfação e segurança, o ambiente deve proporcionar boas condições de trabalho e máxima redução de risco. Não se deve esquecer a influência de fatores psicológicos como cores, impressão de ordem, impressão de limpeza, arrumação, iluminação entre outros, como aspectos que contribuem para a satisfação no trabalho.

Para o princípio da flexibilidade deve-se levar em consideração, durante a elaboração de um layout, a necessidade atual do mesmo e a perspectiva de necessidade futura (CAMAROTTO, 2005).

2.5 Documentação do Projeto

2.5.1 Dados Disponíveis

São as informações sobre os materiais, equipamentos e processos, que podem ser obtidas, segundo Camarotto (2005), por meio de um roteiro estratificado com informações de setores de engenharia de processos e de produto, como exemplificado no Quadro 1.

INFORMAÇÃO NECESSÁRIA	INFORMAÇÃO DETALHADA	FONTES DA EMPRESA
Projeto do produto e especificações	Projeto do produto	Engenharia do produto; vendas ou consumidor
	Especificações exatas e claras	idem
	Qualidade adequada	idem e mais departamento de controle de qualidade
Características físicas e químicas	Tamanho Peso Forma Condição Características especiais	Engenharia do produto, controle de qualidade
Quantidade e variedade e produtos e materiais	Número de itens diferentes	Engenharia do produto ou de processo, planejamento da produção ou controle de estoques e vendas ou consumidor
	Quantidade de cada item	idem e mais pesquisas de mercado
Componentes e montagem	Variação na demanda	Planejamento da produção, pesquisa do mercado
	Seqüência das operações de montagem	Engenharia de métodos, planejamento da produção
	Seqüência das operações do processo de manufatura	idem
Tempos envolvidos	Itens padronizados ou intercambiáveis	Engenharia do produto ou da produção
	Tempo das operações de fabricação e montagem	Engenharia de métodos Análise de tempos

Quadro 1: Informações necessárias para a documentação.

Fonte: Camarotto (2005)

2.5.2 Estrutura do Produto

Quando se analisa o fluxo de materiais, cada ordem de produção tem especificado um conjunto de materiais para que as operações de conformação e montagem sejam executadas. Estes materiais podem ser classificados em matérias-primas, componentes e produtos semi-acabados. Partes destes materiais são obtidas de fornecedores externos, enquanto outros são resultados de operações dentro da fábrica. O registro dos materiais que compõe a estrutura do produto é denominado Lista de Materiais.

Na lista de materiais, além da descrição dos itens que compõem o produto, definem-se as quantidades necessárias de cada um dos itens "filhos" para fabricação/montagem de uma unidade do item "pai", aquele localizado um nível imediatamente acima na estrutura de produto. A Figura 5 apresenta a estrutura de produto de uma caneta esferográfica nas duas formas mais comum (árvore e lista identificada) (VOLLMANN, 1997).

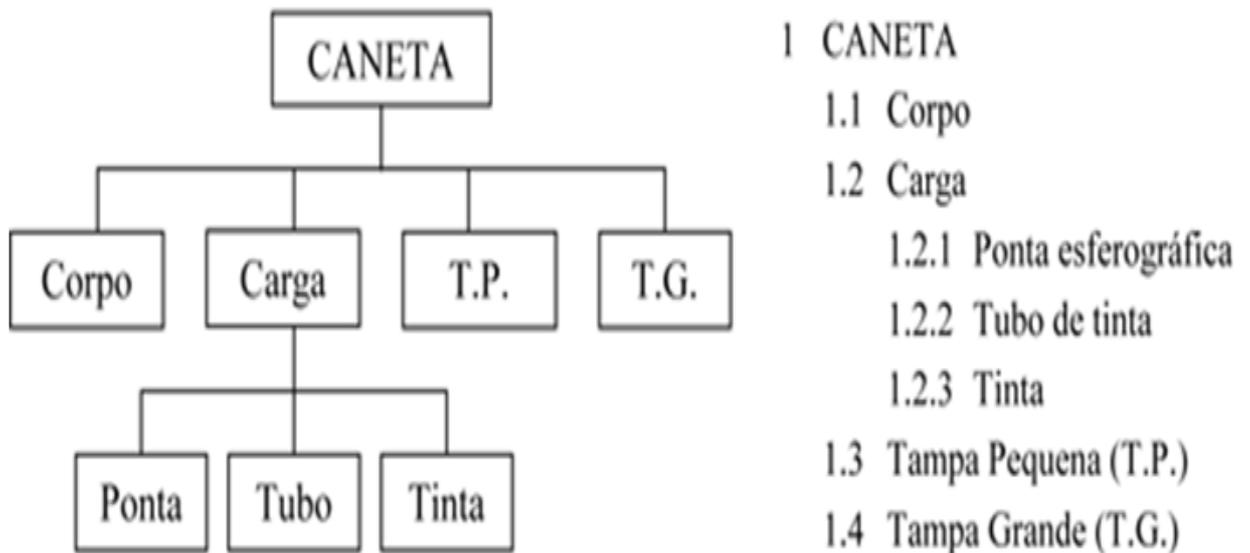


Figura 5: Exemplo de árvore do produto

Fonte: Vollmann (1997).

2.5.3 Produto Explodido

Para maior entendimento, avaliação e aplicação de um produto é fundamental o detalhamento do mesmo, sendo que uma grande ferramenta para isso é o produto explodido (Figura 6).

Através disso é possível detectar todos os componentes do produto, identificando e alocados na composição do produto (PALADINI, 1997).

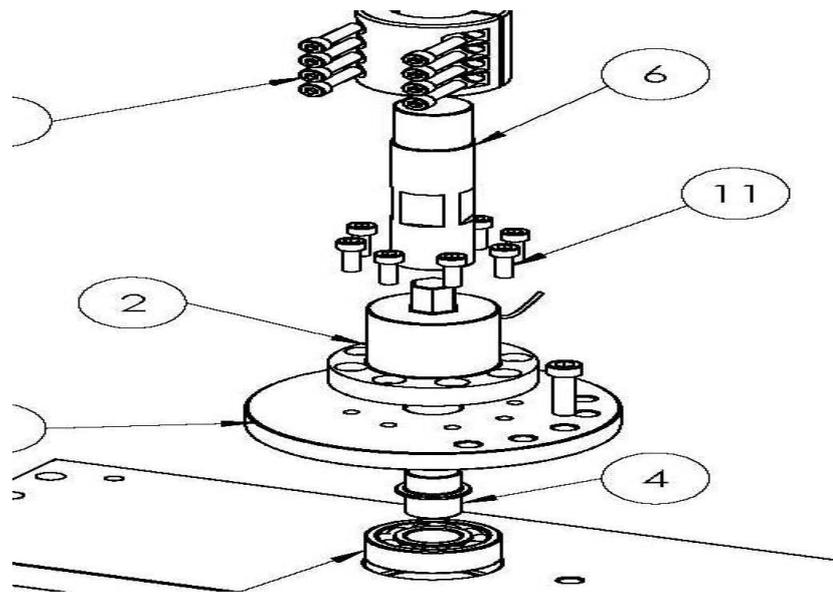


Figura 6: Plano de montagem

Fonte: Simeros (2010)

2.5.4 Plano de Processo

O planejamento de processos deve ser responsável pela seleção dos processos a serem executados para a confecção de um produto de forma econômica, de acordo com as especificações do projeto, verificando as condições de venda, tais como, volume de vendas e prazos. O resultado do planejamento dos processos é plano de processo, ou seja, o ponto de partida para que seja realizado o planejamento da produção. Ele serve como referência à produção propriamente dita e, por isso, é considerada como o elo entre o projeto e o planejamento da produção e, também, o chão-de-fábrica.

O plano de processo é um documento que reúne todas as informações necessárias para transformar o desenho do produto em um produto acabado. Cada empresa tem necessidades diferentes de documentação de processo, conforme a realidade do seu chão-de-fábrica, tanto em termos de equipamentos quanto em termos de pessoal (HORTA, 1999).

2.5.5 Folhas de Verificação

A folha de verificação ou formulário de dados é um recurso gráfico que pode ser apresentado na forma de tabela, lista, questionário, dentre outros, e organiza a coleta de dados de um determinado evento, durante um período de tempo.

Devido à isso, a folha de verificação é normalmente usada como a base de coleta de dados de qualquer caso em estudo, sendo que, na seqüência, os dados coletados são usados com outras ferramentas, para então ser feita a análise adequada dos mesmos (WERKEMA,1995).

Para Werkema (1995), uma folha de verificação é um formulário no qual os itens a serem examinados já estão impressos, com o objetivo de facilitar a coleta e o registro dos dados. Quando bem elaborada, é o ponto de partida de todo procedimento de transformação de opiniões em fatos e dados

Ainda segundo esta autora, os principais objetivos da construção de uma folha de verificação são: facilitar a coleta de dados, e organizá-los durante a coleta, eliminando a necessidade de rearranjo.

O tipo de folha de verificação a ser utilizado depende do objetivo da coleta de dados. Normalmente, a folha de verificação é construída após a definição das categorias para estratificação dos dados. Alguns dos modelos de folhas de verificação mais empregados segundo Werkema (1995) são:

1. Folha de verificação para distribuição de um item de controle de um processo produtivo.
2. Folha de verificação para classificação.
3. Folha de verificação para localização de defeitos.
4. Folha de verificação para identificação de causas de defeitos.

2.5.6 Representações de Fluxo do Processo

Segundo Camarotto (2005), o fluxograma do processo objetiva a representação esquemática do processo de produção, através das seqüências de atividades de transformação, exame, manipulação, movimentação e estocagem, por que passam os fluxos de itens de produção. O modelo registra exclusivamente seqüências fixas e determinísticas das atividades. As

atividades distintas são representadas no modelo por símbolos gráficos e o fluxo de itens entre as atividades sucessivas, por segmentos que unem os símbolos correspondentes.

Este modelo esquemático (Figura 7) permite um entendimento global e compacto do processo de produção, ao destacar e identificar as etapas constituintes e a sua ordem de execução.

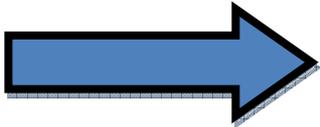
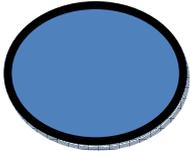
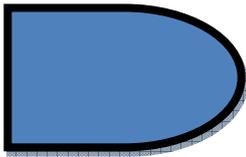
FIGURA	SIGNIFICADO
	MATÉRIA PRIMA
	TRANSPORTE
	PROCESSO
	INSPEÇÃO DA QUALIDADE
	ESPERA

Figura 7: Fluxograma

Fonte: Adaptado de Paladini (1997)

2.6 Capacidade Produtiva

A Capacidade Produtiva pode ser definida como o valor máximo que se pode retirar de um processo produtivo por unidade de tempo, podendo ser registrado esse tempo por meses, dias ou turnos. Em pequenas empresas, normalmente esse espaço de tempo é o dia. Assim, como

por exemplo, a capacidade de produção de uma empresa de pequeno porte, de objetos de decoração, seria a quantidade de produtos que ela consegue produzir por dia, utilizando os recursos disponíveis (máquinas, homens, terceiros e outros) (SLACK, 2002).

A capacidade produtiva pode ter a influência de um grupo de fatores, tais quais, a demanda que é propiciada pelo mercado, restrição financeira da empresa, número de turnos, e gargalos, que são postos de trabalho que tem a capacidade produtiva inferior aos outros postos.

2.7 Dimensionamento dos Fatores de Produção

Para tratar das questões de gestão, dispositivos técnicos e os diferentes papéis atribuídos aos homens necessita-se dos dimensionamentos: de pessoal e equipamentos, Lead Time, materiais, áreas de produção.

De uma forma mais abrangente, o dimensionamento dos equipamentos e dos homens tem que ser encarado de forma detalhada para a melhor escolha da estratégia de produção a ser adotada no setor. Porém, para que estas decisões sejam tomadas é necessário um pré-dimensionamento onde deve-se considerar os totais de homem e equipamentos. A equação geral, segundo Camarotto (2005), é apresentada abaixo.

$$N = ((TPOp + TPPr)) * D / J * n \quad (1)$$

Onde:

N = número de homens ou de equipamentos no processo;

TPOp = é o tempo padrão para o ciclo de trabalho ou de processo;

TPPr = é o tempo padrão de preparação do equipamento;

D = demanda do processo;

J = jornada de trabalho;

n = rendimento da fábrica.

2.7.1 Tempo de Manufatura (TM) ou Lead Time

É o tempo do processo de transformação de um produto, abrangendo todas as suas etapas, desde a chegada da matéria prima ao estoque, passando por seu processamento, até a fase de expedição.

TM = Relaciona-se com a função: transporte, esperas, estoques no processo, equipamentos, qualidade, logística, programação, e mede a eficiência do Planejamento e Controle da Produção (PCP) da fábrica (CAMAROTTO, 2005).

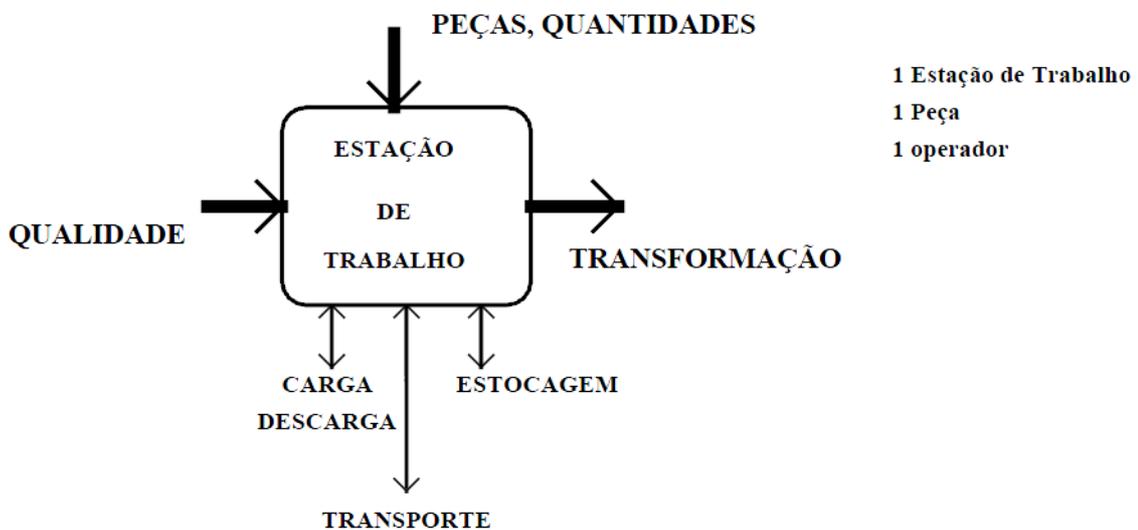


Figura 8: Representação TM

Fonte: Camarotto (2005)

Segundo Camarotto (2005), pode-se ter como parâmetros: TM = Tempo de manufatura, T_{pr} = Tempo de processamento básico, T_s = Tempo de montagem (set-up), T_c = Tempo de Carga e Descarga, T_t = Tempo de Transporte T_e = Tempo de estocagem, n = tipos diferentes de peças, m = quantidade de peças por lote, p = quant. de operações p / tipo de peça.

Assim tem-se que para uma operação e uma peça TM é igual a somatória de T_{pr} , T_c , T_s , T_t e T_e .

Para um sistema completo com vários lotes, peças e operações têm se a equação:

$$TM = \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^p [mi(Tpri + Tci)] + \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^p (Tsi + Tti + Tei) \quad (2)$$

2.7.2 Diagrama Homem/Máquina

Segundo Camarotto (2005), este método difere do método dos somatórios, considera que num TPOp (Tempo Padrão de Operação) irá existir um Tempo Homem (TH) e um Tempo Máquina (TM).

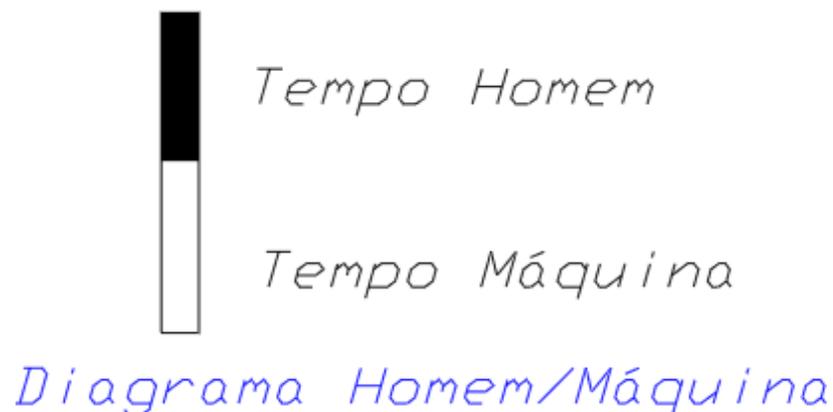


Figura 9: Diagrama homem máquina

Fonte: Camarotto (2005)

Equação $T_{pop} = TH + TM \quad (3)$

O diagrama Homem/Máquina pressupõe que na realização de uma operação uma parte da mesma não pode ser executada sem a presença do homem e que, outra parte, pode ser realizada pelo equipamento de maneira automática.

Sem dúvida existem inúmeras operações em que isto ocorre. Considere por exemplo uma atividade de embalagem. Num primeiro momento, faz-se necessário que o homem posicione a embalagem e acione o equipamento. Posteriormente o equipamento pode conduzir o processo

sozinho, preenchendo o invólucro e executando a operação de fechamento. (CAMAROTTO, 2005).

2.7.3 Dimensionamento dos materiais

Para que se possa ter o conhecimento das principais necessidades em termos de produção, em um centro de produção industrial, é necessário ter inicialmente, o dimensionamento dos materiais que constitui o 1º passo para se conhecer as necessidades em termos de fatores de produção em uma unidade industrial.

Partindo das especificações do mix de produtos e dos fluxogramas deve-se ser estabelecida uma representação sistêmica para o processo produtivo, identificando todas as operações onde exista uma transformação quantitativa nos materiais, após aplicar a última operação que devesse identificar o balanceamento de massa e repetir o procedimento na ordem inversa do processo (CAMAROTTO, 2005).

2.7.4 Dimensionamento de áreas de centro de trabalho

Para o dimensionamento das áreas de produção em um equipamento, devemos levar em consideração as áreas do equipamento, operador, manutenção, processo, materiais, refugos, transporte, serviços, dispositivos auxiliares, acesso, dispositivos legais e segurança. Podendo formar assim o template do equipamento (CAMAROTTO, 2005).

Existem vários métodos utilizados para o dimensionamento do layout, podendo ser resumidos em métodos de aproximação e métodos analíticos. Em relação a métodos analíticos tem-se: método do Centro de produção, métodos numéricos, método padrões de espaço.

- Método do Centro de produção é o centro de funcionamento independente da empresa que influencia diretamente para a transformação de qualquer matéria prima em produto acabado. Para o dimensionamento da área necessária para um dado centro de produção, deverão se considerados as áreas de equipamento, operador, manutenção, processo, materiais, movimentação e transporte, refugos, serviços, dispositivos auxiliares, acesso e segurança (CAMAROTTO, 2005).

- Método numérico: divisão de atividades ou áreas em elementos de espaço e sub-áreas. Cada equipamento é listado com área ocupada pela máquina, área de trabalho de operador e área para manutenção e colocação de material (CAMAROTTO, 2005).
- Padrões de espaço: área mínima = (largura x comprimento + 0,6 m lado perto + 0,45 m) x valor de correção (obtido por tabelas) (CAMAROTTO, 2005)..
- Método de Guerchet: Pelo método de Guerchet, segundo Olivério (1985), a área que um dado elemento ocupa é tomada como a soma das três superfícies descritas a seguir: A superfície estática (Se) que diz respeito a área da projeção ortogonal da superfície do equipamento sobre o plano horizontal.

A segunda superfície, a superfície de utilização (Su) é a área necessária em torno do posto de trabalho para utilização pelo operário e para depósito de material necessário à execução das operações.

A última superfície, a superfície de circulação (Sc), é a área necessária para a circulação de materiais entre postos de trabalho. Para seu cálculo toma-se a fórmula: $Sc = k(Su + Se)$.

Sendo k o coeficiente que pode variar entre 0,05 a 3,00 dependendo do tipo de equipamento de transporte, do produto, da matéria prima etc.

Finalmente a superfície total (St). É a soma das três superfícies anteriores (CAMAROTTO, 2005).

$$St = Se + Su + Sc = Se (1+N) (1 +k). \quad (4)$$

2.8 O Diagrama de Gantt e Rede Pert e CPM

O diagrama de Gantt é um gráfico usado para ilustrar o avanço das diferentes etapas de um projeto. Os intervalos de tempo representando o início e fim de cada fase aparecem como barras coloridas sobre o eixo horizontal do gráfico. Desenvolvido em 1917 pelo engenheiro social Henry Gantt, esse gráfico é utilizado como uma ferramenta de controle de produção. Nele podem ser visualizadas as tarefas de cada membro de uma equipe, bem como o tempo utilizado para cumpri-la.

Assim, pode-se analisar o empenho de cada membro no grupo, desde que os mesmos sejam associados, à tarefa, como um recurso necessário ao desempenho da mesma. Associado a esta

ideia, está o fato de esta forma de representação gráfica, das atividades de um projeto, permitir, ainda, avaliar os seus custos, resultante do consumo de recursos necessários à conclusão de cada uma das tarefas do mesmo. A forma de balizar o desempenho do projeto, por medição relativa entre o tempo decorrido, e o grau atual de conclusão da tarefa, perante o previsto, e a partir do diagrama de Gantt, permite tirar conclusões sobre o seu desempenho em termos de custo e prazo (AVILLA E JUNGLES, 2010).

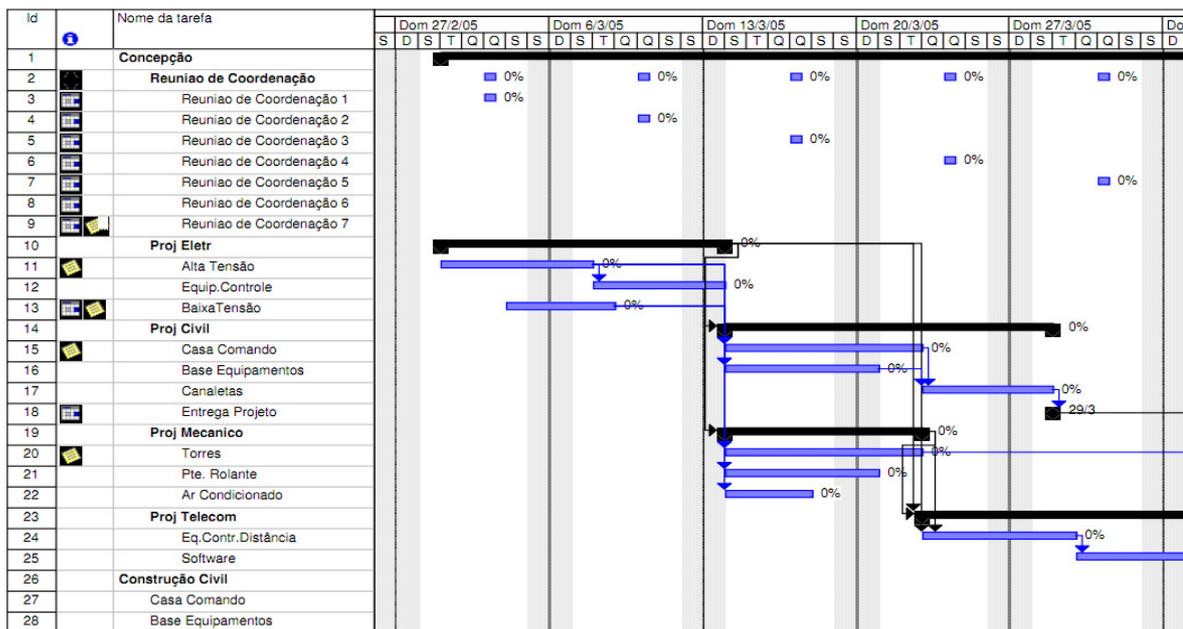


Figura 10: Gráfico de Gantt

Fonte: Avilla e Jungles (2010)

As técnicas denominadas PERT e CPM foram independentemente desenvolvidas para o Planejamento e Controle de Projetos em torno de 1950, porém a grande semelhança entre estas fez com que o termo PERT/CPM fosse utilizado corriqueiramente como apenas uma técnica.

Os termos PERT e CPM são acrônimos de Program Evaluation and Review Technique (PERT) e Critical Path Method (CPM).

PERT e CPM utilizam principalmente os conceitos de Redes para planejar e visualizar a coordenação das atividades do projeto.

Enquanto PERT é o cálculo a partir da média ponderada de 3 durações possíveis de uma atividade (otimista, mais provável e pessimista), CPM é um método de apuração do caminho crítico dada uma sequência de atividades, isto é, quais atividades de uma sequência não podem sofrer alteração de duração sem que isso reflita na duração total de um projeto (AVILLA E JUNGLES, 2010).

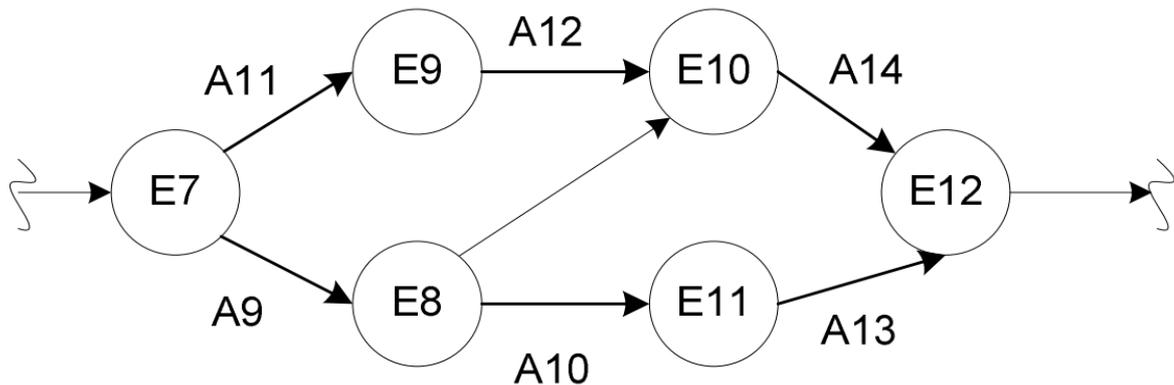


Figura 11: Rede Pert- CPM
Fonte: Avilla e Jungles (2010)

2.9 Literatura Metodológica

2.9.1 Planejamento Sistemático do Layout

O Planejamento Sistemático do *Layout* tem como base a organização em fases, constituindo um modelo de procedimentos, convenções, avaliação e visualização dos elementos e das áreas envolvidas para o planejamento (ARAUJO et al., 2009).

A utilização de sua metodologia consiste em quatro fases. Na primeira fase, determina-se a localização da área das instalações. Na segunda fase, o arranjo físico estabelece a posição relativa entre as diversas áreas. A terceira fase envolve a localização de cada máquina, equipamento e estabelece a localização de cada uma das características físicas específicas da área, incluindo todos os suprimentos e serviços. Na quarta e última fase, será planejado cada passo de implantação, incluindo a captação de capital e deslocamento das máquinas, equipamentos e recursos, a fim de que sejam instalados conforme o planejado (COSTA, 2004).

A utilização do método SLP é uma ferramenta que irá auxiliar a tomada de decisão quanto ao melhor posicionamento das instalações, máquinas, equipamentos e pessoal na linha de produção (COSTA, 2004).

A Figura 12 ilustra esquematicamente por meio de fluxograma o seqüenciamento e as relações entre as etapas da metodologia.

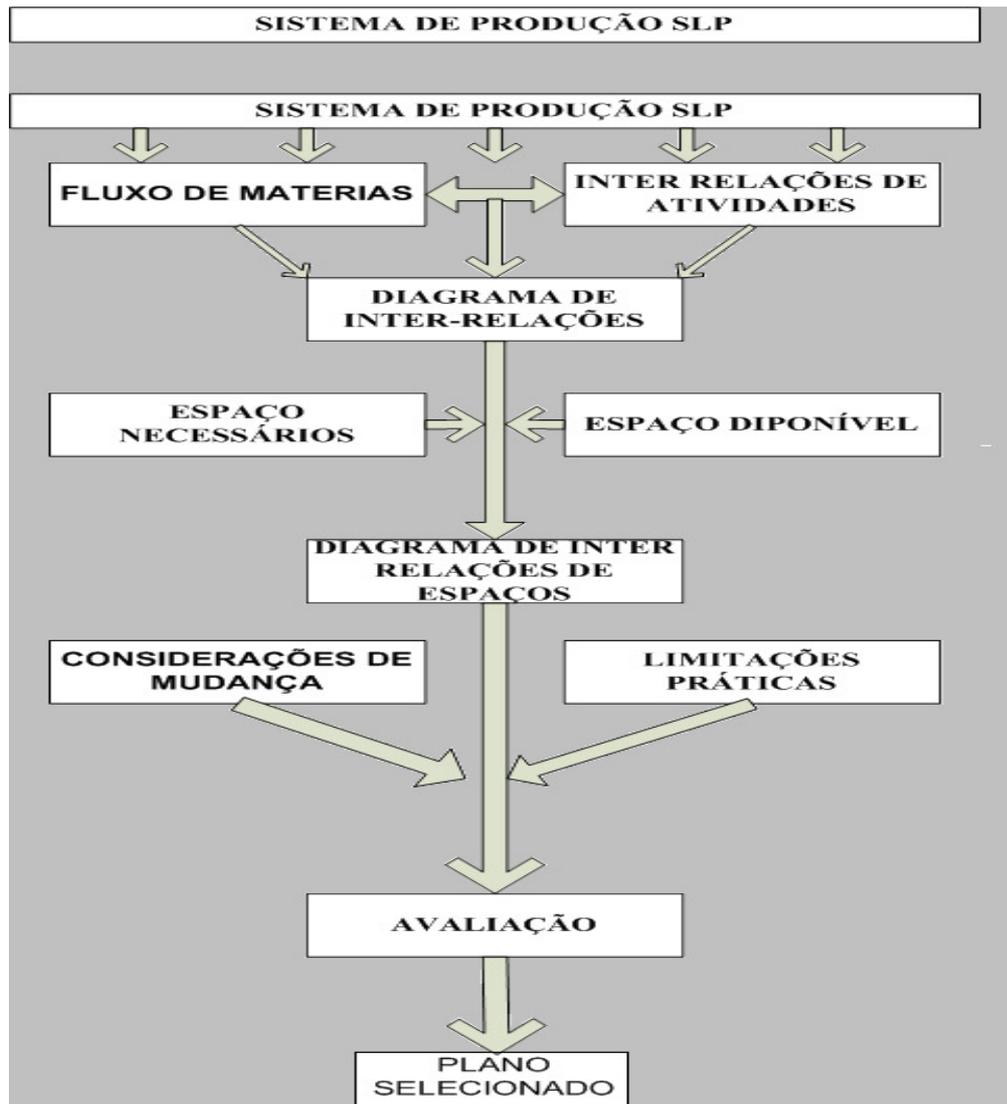


Figura 12: Fluxograma do Sistema de Procedimentos SLP

Fonte: Tompkins. (1996)

2.9.2 Método Carta de Para

É utilizado quando se trabalha com problemas de fluxo com grande número de informações, as quais podem ser transformadas em grandezas de motivações.

O passo inicial é a escolha da grandeza como exemplo: [Kg/tempo]; [vol/tempo]; [viagem /tempo]; [viagem empilh./tempo].

O segundo passo é estabelecer o roteiro de processamento do produto, podendo-se assim, elaborar a representação gráfica. Na etapa seguinte, deve-se racionalizar o fluxo da etapa anterior, ou seja, rearranjar os blocos de áreas de forma a eliminar cruzamentos.

Por último deve-se proceder com a aproximação para o fluxo geral do layout: linearizar o fluxo primário, que liga as atividades de maior intensidade de fluxo, e estabelecer as relações de áreas (CAMARATTO, 2005).

2.9.3 Balanceamento de Linhas de Montagem para Multiprodutos

Para o balanceamento de linhas de montagem para multiprodutos, deve-se, em primeiro lugar, determinar o tempo de ciclo (TC). O TC expressa a frequência com que uma peça deve sair da linha, ou em outras palavras, o intervalo do tempo entre duas peças consecutivas.

A partir do TC pode-se estabelecer o número mínimo de operadores que, teoricamente, seria necessário para atender a produção demandada.

A seguir, através do número teórico de operadores, deve-se determinar o número real dos mesmos, por meio de Simulação da alocação dos operadores entre os centros de trabalho, considerando a utilização do tempo pelo operário ser o menor possível para o tempo de ciclo.

Feito isso, temos que a eficiência do balanceamento é dada pela divisão do número teórico de operadores em relação ao número real (MARTINS E LAUGENI, 2005).

2.9.4 Carta de processos múltiplos

Usado quando o produto é constituído de várias partes, ou para diversos produtos que possuem partes ou processos comuns entre si. Permite o estudo de problemas com maior número de dados.

A carta de processos múltiplos auxilia a elaboração do Layout: pela aglutinação de vários processos em “grupos de trabalho” (seqüências preferenciais de processamento), equipamentos com posição pré-fixada (início ou término de processamento do produto);

outras regras: produtos do mesmo material, de mesmo tempo de operação, de operações semelhantes, máquinas semelhantes, qualidades semelhantes (CAMAROTTO, 2005).

2.9.5 Metodologias complementares

Existem várias técnicas que fundamentam os arranjos físicos, desde os mais simples até os mais complexos em níveis de similaridades. São eles: seqüências fictícias, tecnologia em grupo, métodos dos elos e, método do diagrama homem/máquina (CAMAROTTO, 2005).

O Método das Seqüências Fictícias é utilizado quando se trata de um número pequeno de produtos com similaridade de processos produtivos. O conceito básico é estabelecer uma seqüência fictícia que atenda toda a gama de produtos.

No caso de poucos produtos, pode-se obtê-la de forma simples, partindo de um produto e inserindo na seqüência as operações demandadas pelos demais produtos.

Outra forma de se estabelecer o arranjo dos recursos é adotar uma estratégia de famílias de produtos de acordo com a sua similaridade de processo produtivo. Este é o caso da Tecnologia de Grupo que fundamenta o arranjo celular. Neste caso, objetiva-se agrupar os itens do mix em famílias. Este método é aplicado quando o mix é composto de muitos produtos com uma grande diversidade de processos produtivos (CAMAROTTO, 2005).

No método dos elos não é a seqüência de operações de produção que irão orientar o arranjo físico, mas sim o número de relacionamentos que são estabelecidos entre as diferentes operações que atendem ao mix de produtos.

O método consiste em obter uma matriz diagonal onde a primeira linha representa a seqüência de todas as operações e a primeira coluna representa a mesma seqüência em ordem inversa. A matriz é então preenchida com os relacionamentos. A diagonal inferior representa o somatório destes relacionamentos. O método dos elos nos fornece uma indicação quantitativa para determinar o posicionamento dos recursos produtivos. Deve-se buscar agregar aos relacionamentos variáveis como quantidade, peso, volume, de tal modo que o resultado indique de algum modo os esforços envolvidos no processo produtivo (CAMAROTTO, 2005).

3 METODOLOGIA

As propostas apresentadas para aumento da produção foram programadas de acordo com pesquisa, na literatura disponível, sobre as ferramentas e procedimentos de análise do tema, juntamente com coleta de informações de trabalho, visando o mapeamento dos processos executados.

Dessa forma, podemos destacar os seguintes pontos como metodologia de trabalho, durante o processo de estudo de aumento de produção realizado:

- Conforme os objetivos apresentados a identificação da necessidade de aumento da produção através de expansão do setor e aumento da produtividade, gerou um estudo avaliativo sobre o tema para entendimento da mesma. Pesquisa na literatura com estudo dos métodos de análise a serem utilizados e escolha dos métodos mais condizentes com o objetivo;
- Primeiramente foi traçada uma curva ABC com os dados da demanda atual e a prospecção para os próximos meses;
- Foi realizado o levantamento dos dados produtivos da linha estudada sendo analisados posteriormente;
- Foi efetuado o levantamento dos dados de layout atual encontrado na linha, definindo-se as áreas ocupadas pelos equipamentos;
- Através da análise dos dados coletados foram utilizadas ferramentas as estudadas para propor rearranjos do layout atual e investimentos de novos equipamentos para suprir o aumento de produção necessária, apresentando assim, um projeto de layout que inclui os novos equipamentos que devem ser utilizados.
- Analisou-se os custos dos investimentos propostos e enquanto tempo a empresa terá retorno do mesmo.
- Traçou-se um cronograma de alterações.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 A Empresa

O estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa do ramo de implementos rodoviários, que atua desde a etapa de desenvolvimento do produto até a entrega ao cliente. Situada no estado do Paraná e atuante no mercado há mais de 40 anos, está entre os maiores fornecedores de implementos rodoviários da América do Sul.

Iniciou-se suas atividades no ano de 1967 em uma área de 800m² com a venda de peças, consertos, reformas e fabricação de terceiro eixo.

Durante este período passou por três mudanças de sede até chegar, em 1975, no atual parque fabril com uma área total de mais de 105.500 m² e 40.000 m² de área construída.

Foi pioneira no lançamento do Rodo-Trilho no Brasil em 1997, equipamento utilizado até hoje no transporte de gás no Maranhão.

Além disso, o chão de fábrica conta com modernos sistemas de fabricação de peças, como máquinas de corte a plasma, perfiladeiras, dobradeiras e tornos CNC's e ainda robôs de solda totalmente automatizados, resultando em uma maior confiabilidade dos processos de fabricação e montagem.

A empresa esta dividida basicamente em duas áreas distintas, a Fábrica de peças, responsável pela produção, corte e conformação de peças e subconjuntos, e a Montadora, responsável apenas pelas montagens finais das peças e subconjuntos que originam o produto acabado.

4.2 Mix de Produtos

A empresa conta com um mix de 45 produtos subdivididos em quatro categorias de acordo com sua aplicação, são elas: Tanque, Base, Especial e Basculante que foi a categoria estudada neste trabalho.

4.2.1 Tanque

Setor que monta toda a linha de Semi-Reboques Tanque, Bitrem-Tanque, Bitrem-Silo para cimento, etc., conforme Figura 13.



Figura 13: Semi-Reboque Articulado Tanque

4.2.2 Base

Linha de Bitrem-Graneleiro, Bases, Semi-Reboque Baú, Siders, Porta-containers, linha de transporte de toras, etc., de acordo com os exemplos abaixo



Figura 14: Semi-Reboques: Articulado Graneleiro e Sider



Figura 15: Semi-Reboques: Articulado Toras e Porta-Contâiners

4.2.3 Especial

Linha de Semi-Reboques Carrega-Tudo, Linha Canaveira, etc., conforme Figura 16.



Figura 16: Semi-Reboques: Carrega-Tudo

4.2.4 Basculante

É a categoria de produtos estudada neste trabalho e contém os seguintes implementos: Semi Reboque Basculante (20-25) m³, Semi Reboque Basculante (25-30) m³, Semi Reboque Basculante (35-40) m³, Semi Reboque Articulado Basculante Dianteiro 20 m³, Semi Reboque Articulado Basculante Traseiro 20 m³.



Figura 17: Semi-Reboques Articulado Basculante (Dianteiro e Traseiro)



Figura 18: Basculante 25m³



Figura 19: Basculante 20m³



Figura 20: Basculante 35 m³

4.2.5 Documentação do projeto dos basculantes

Para que seja possível a fabricação de um produto são necessárias informações básicas como o projeto contendo a lista técnica além da árvore do produto.

Na empresa estuda é utilizado o plano de processos que contém cada etapa de fabricação do produto, contendo o produto explodido e a lista técnica do mesmo.

Nas Figuras 21 e 22 podemos verificar o plano de processos da basculante Semi Reboque Articulado Basculante (SRAB) traseiro.

Outro documento importante que podemos obter da empresa estudada é a árvore de cada produto a ser fabricado. Na Figura 23 temos a árvore do produto do SRAB traseiro.

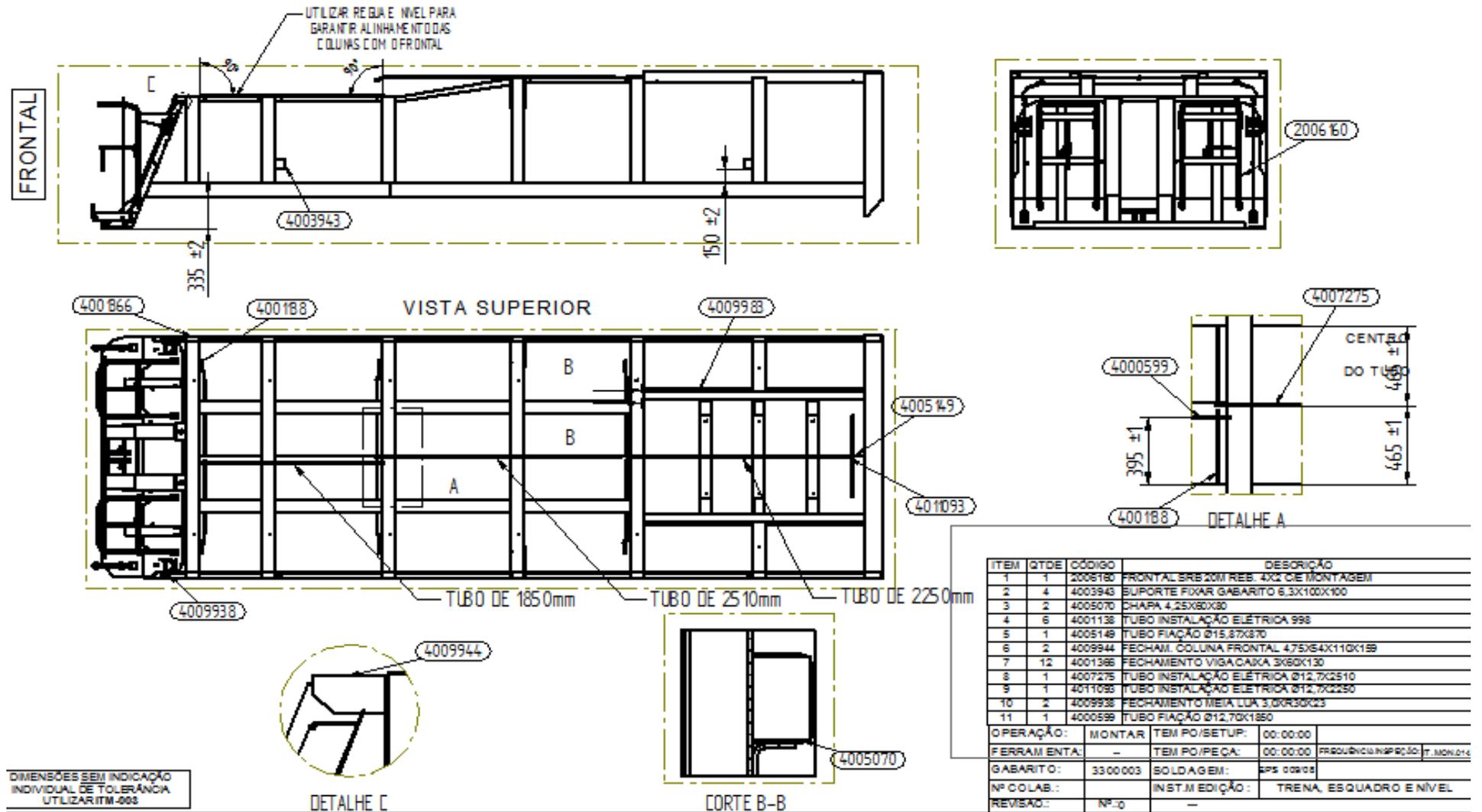
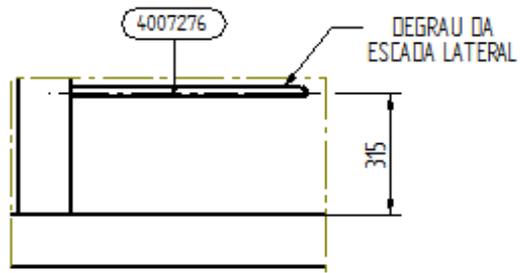
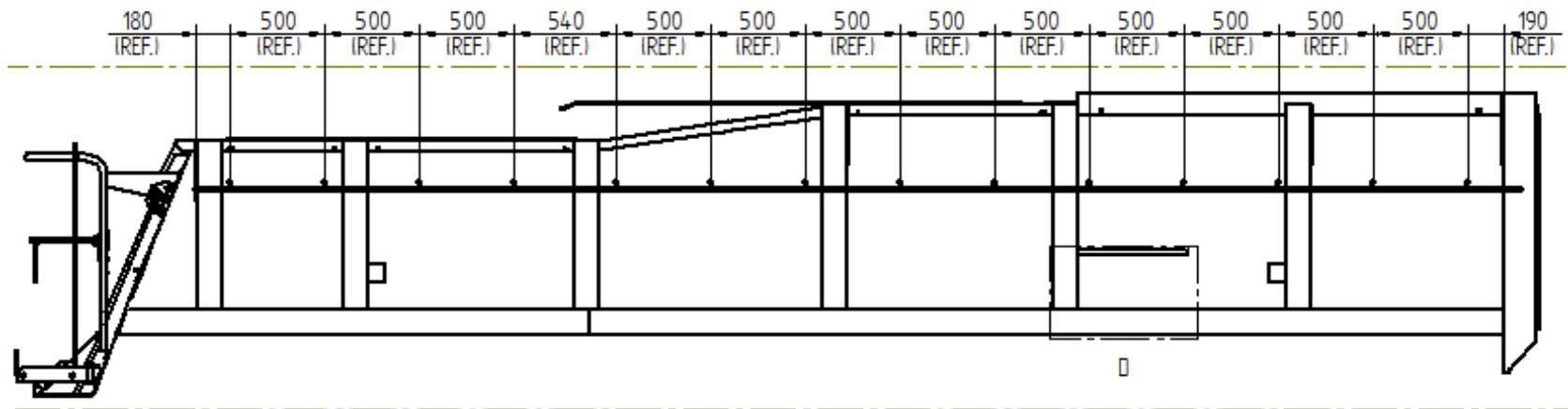
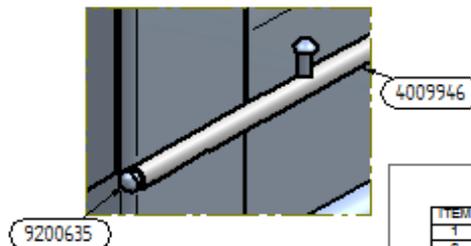


Figura 21: Plano de processo do implemento SRAB Traseiro



DETALHE D



ITEM	QTD	CODIGO	DESCRIÇÃO
1	25	9200635	REBITE AÇO 7/16"X1"
2	1	4009946	TUBO LATERAL P/ AMARRAR LONA Ø19,05X7000
3	2	4007276	DEGRAU ESCADA LATERAL Ø25,4X583
OPERAÇÃO:		MONTAR	TEMPO/SET UP: 00:00:00
FERRAMENTA:		-	TEMPO/PEÇA: 00:00:00 FREQÜÊNCIA INSPEÇÃO: T. MON. 21X
GABARITO:		-	SOLDAGEM: EPS 00903
Nº COLAB.:		02	INST. MEDIÇÃO: TRENA, ESQUADRO E NÍVEL
REVISÃO:		NR:0	-

EMES SEM INDICAÇÃO
DUAL DE TOLERÂNCIA
UTILIZAR ITM-503

Figura 22: Plano de processo do implemento SRAB Traseiro

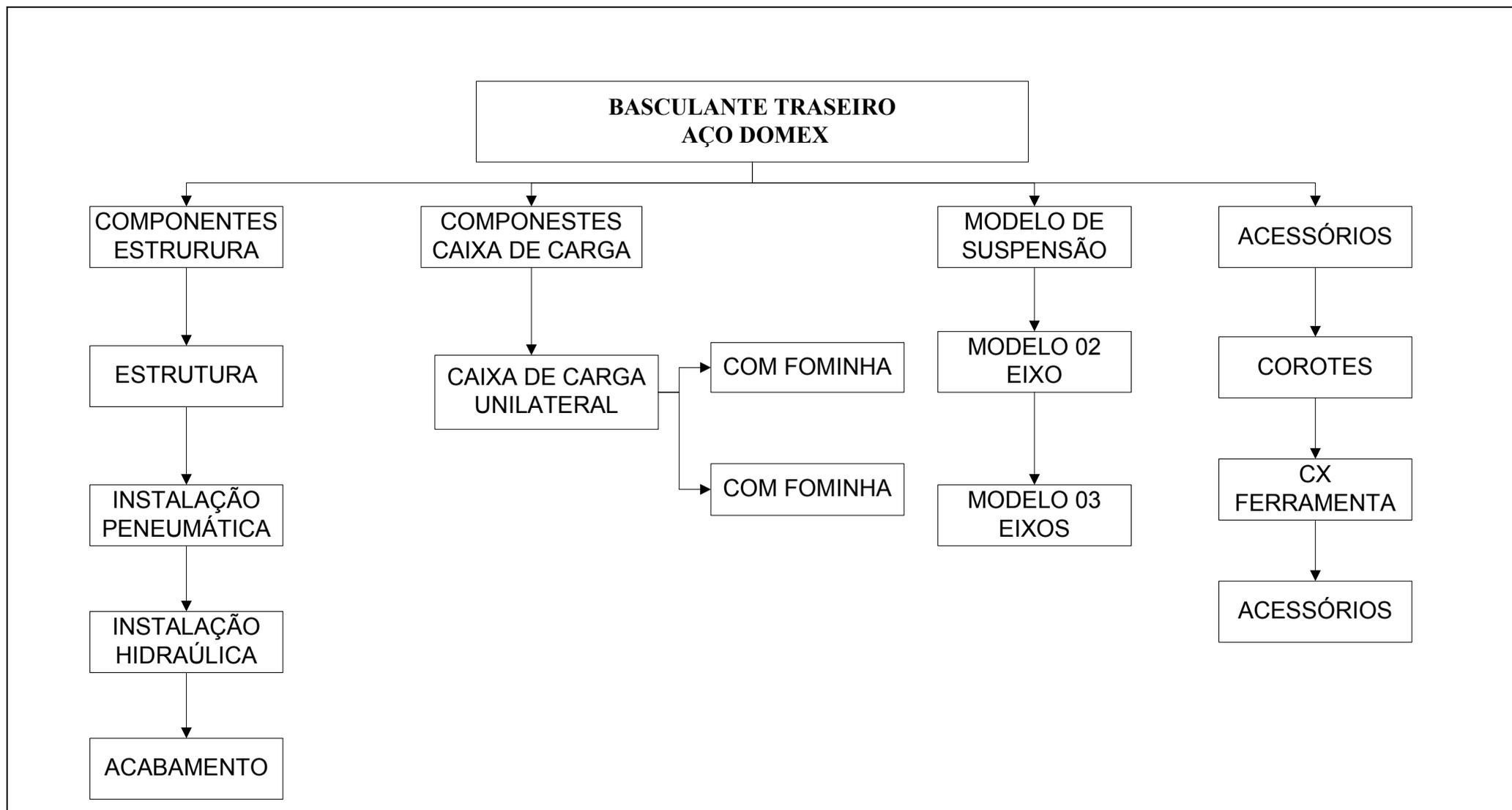


Figura 23: Árvore do Produto

4.3 Definição do Setor Produtivo

A escolha da área para o estudo e intervenção partiu da maior necessidade de produção, que é o setor de basculante.

Ainda, segundo a empresa, não havia pessoa responsável pela área de processos neste ponto da fábrica, que nos últimos meses vinha apresentando forte índice de retrabalho diante do índice geral da fábrica.

4.3.1 Sistema produtivo do setor

Pode-se dividir o setor em 07 equipes ou células de trabalho conforme ilustradas na figura 9 abaixo, que demonstra o esquema de divisão das células, descrita detalhadamente logo na sequência.

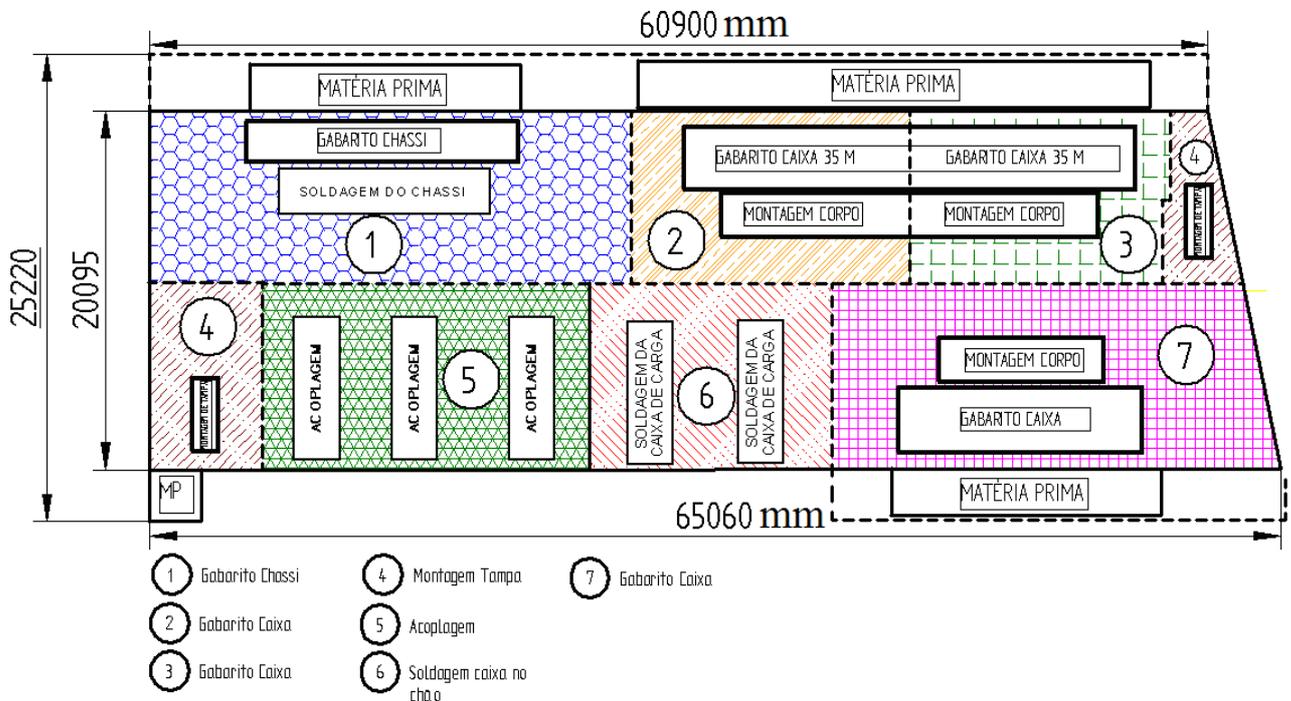


Figura 24: Layout Inicial do setor de Basculante dividido em células.

A partir do conhecimento do layout inicial, foi realizada a análise do sequenciamento do processo. Assim, através desta análise, pode-se montar o fluxograma do processo inicial, ilustrado na Figura 25.

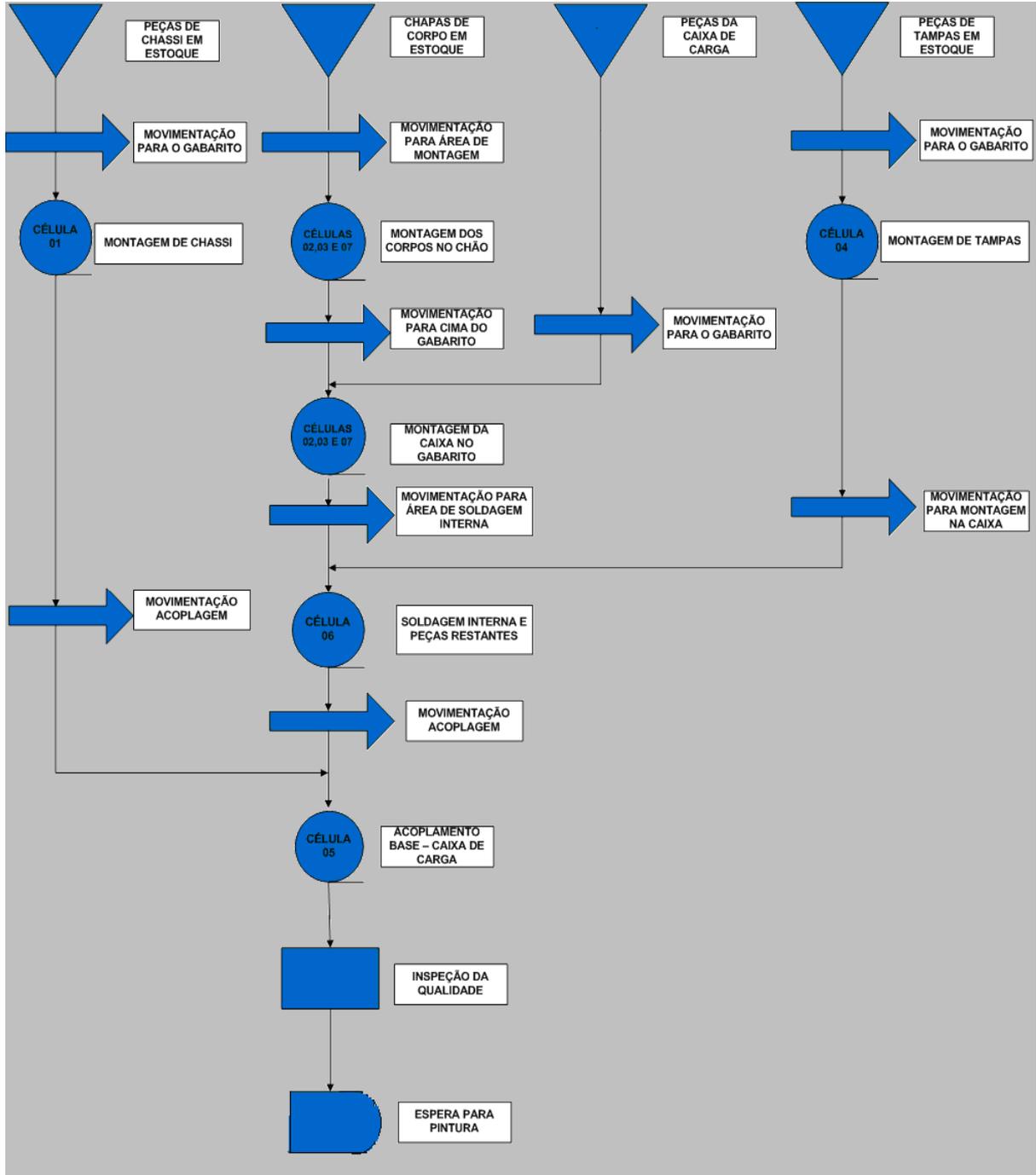


Figura 25: Fluxograma do processo de montagem de basculantes.

4.4 Descrição do Processo de Produção

O processo de fabricação e montagem está descrito de forma detalhada por células.

1. O primeiro passo é a união das chapas que formam o corpo, estas são soldadas umas nas outras no piso em duas partes (lados direito e esquerdo), processo realizado por dois colaboradores nas áreas descritas como “Montagem do corpo”. Este processo ocorre nas células 02, 03 e 07 da Figura 24, que são responsáveis pelo mesmo tipo de montagem simultaneamente. Sendo Ilustrado na Figura 26.



Figura 26: Montagem do corpo do implemento Semi - reboque basculante 25 m³.

2. Após, os corpos são transportados ao gabarito de caixa de carga para montagem da caixa, onde recebe a chapa do frontal, perfis inferiores e laterais, ainda no gabarito, é realizada toda a soldagem externa da caixa por cinco a seis colaboradores, ainda nas células 2, 3 e 7, ilustrado na Figura 27.



Figura 27: Foto montagem da peças dos implemento Semi Reboque Articulado Traseiro em cima do gabarito.

3. Em um processo simultâneo aos tópicos 1 e 2, ocorre a montagem das bases dos basculantes, conforme na Figura 28. O processo é realizado em duas etapas, a montagem das peças, e soldagem no “Gabarito de chassi” em três posições: plana, a 90° e 270° de giro, e após a retirada do gabarito, um colaborador finaliza os ajustes.



Figura 28: Foto da montagem do chassi do Implemento SRAB Dianteiro

4. Quando a caixa é retirada do gabarito após o processo 2, o frontal recebe a marcação dos acessórios. É realizada a soldagem interna colocação dos acessórios do frontal e da lateral da caixa, neste mesmo processo, outro colaborador fixa a tampa traseira e solda às travas e trancas, estes processos ocorrem na célula 06;



Figura 29: Foto soldagem caixa no chão

5. Também ocorrem em simultâneo aos processos anteriores, a montagem dos acessórios principais, como tampas, frontais retos, estabilizadores e chassi inferior, realizado na célula 06 da Figura 24, que é dividido em micro células para aproximar a montagem do ponto onde será utilizado o subconjunto;



Figura 30: Foto montagem de uma Tampa do Semi Reboque basculante 25 m³.

6. Depois de finalizada a soldagem da caixa no chão, o chassi é posicionado sobre os cavaletes de montagem, e o pistão e sistema hidráulico são montados ao chassi, e a caixa é lançada sobre o conjunto, sendo ilustrado na Figura 31. Ocorre então, a fixação da caixa no chassi e colocação dos últimos acessórios por dois a três colaboradores, sendo em seguida, colocado um eixo provisório para movimentação, com retirada dos cavaletes e a caixa fica a espera da inspeção da qualidade e retirada do setor.



Figura 31: do processo de acoplamento implemento SRAB Traseiro

4.5 Coleta e Análise de Dados

Após o entendimento do produto e do processo de fabricação, pode-se verificar o tempo necessário para cada etapa do processo.

O levantamento foi realizado no período de três meses, sendo que as tabelas geradas contendo os tempos coletados estão nos apêndices de A a E, e por sua vez são geradoras dos resultados apresentado por cada produto que utiliza os recursos produtivos do setor basculante.

Os tempos coletados representam o trabalho na realidade, ou seja, já contando os tempos de perdas de eficiência, como fadiga, paradas devido a necessidades dos colaboradores e outros eventos que acontecem rotineiramente.

Semi- Reboque Basculante 20 - 25M³				
PROCESSO	COLABOR.	TEMPO	TEMPO CONSIDERANDO PROCESSOS EM PARALELO	HORAS CONSIDERANDO PROCESSOS EM PARALELO
MONGATEM CHASSI	5,0	04:50:08	03:25:23	3,42
MONTAGEM CAÇAMBA	4,0	08:33:26	07:19:35	7,33
SOLDAGEM NO CHÃO	3,0	11:38:03	04:24:02	4,40
MONTAGEM SRB	3,0	04:37:13	04:37:13	4,62

Quadro 02: Tempos do processo de montagem do implemento Semi-Reboque basculante 20-25 m³.

Semi- Reboque Basculante 25-30 M³ 6 x 2				
PROCESSO	COLABOR.	TEMPO	TEMPO CONSIDERANDO PROCESSOS EM PARALELO	HORAS CONSIDERANDO PROCESSOS EM PARALELO
MONGATEM CHASSI	5,0	05:33:42	03:47:08	3,79
MONTAGEM CAÇAMBA	4,0	08:32:28	07:07:25	7,12
SOLDAGEM NO CHÃO	3,0	10:52:13	04:21:37	4,36
MONTAGEM SRB	3,0	04:53:44	04:53:44	4,90

Quadro 03: Tempos do processo de montagem do implemento Semi-Reboque basculante 25-30 m³.

Semi- Reboque Basculante 35-40 M³ 6 x 2				
PROCESSO	COLABOR.	TEMPO	TEMPO CONSIDERANDO PROCESSOS EM PARALELO	HORAS CONSIDERANDO PROCESSOS EM PARALELO
MONGATEM CHASSI	5,0	06:05:22	04:12:22	4,2
MONTAGEM CAÇAMBA	4,0	09:28:29	07:35:55	7,6
SOLDAGEM NO CHÃO	3,0	11:12:31	04:19:31	4,3
MONTAGEM SRB	3,0	04:34:50	04:34:50	4,6

Quadro 04: Tempos do processo de montagem do implemento Semi-Reboque basculante 35-40 m³.

Semi- Reboque Articulado Basculante Traseiro				
PROCESSO	COLABOR.	TEMPO	TEMPO CONSIDERANDO PROCESSOS EM PARALELO	HORAS CONSIDERANDO PROCESSOS EM PARALELO
MONGATEM CHASSI	5,00	04:53:49	03:34:58	3,58
MONTAGEM CAÇAMBA	4,00	08:21:29	07:16:58	7,28
SOLDAGEM NO CHÃO	3,00	10:27:43	04:39:02	4,65
MONTAGEM SRAB	3,00	04:20:23	04:20:23	4,34

Quadro 05: Tempos do processo de montagem do implemento Semi-Reboque basculante Articulado Traseiro .

Semi- Reboque Articulado Basculante Dianteiro				
PROCESSO	COLABOR.	TEMPO	TEMPO CONSIDERANDO PROCESSOS EM PARALELO	HORAS CONSIDERANDO PROCESSOS EM PARALELO
MONGATEM CHASSI	5,00	05:01:44	03:41:33	3,69
MONTAGEM CAÇAMBA	4,00	08:20:15	07:16:58	7,28
SOLDAGEM NO CHÃO	3,00	10:25:24	04:35:18	4,59
MONTAGEM SRAB	3,00	04:14:18	04:14:18	4,24

Quadro 06: Tempos do processo de montagem do implemento Semi-Reboque basculante Articulado Dianteiro.

4.5.1 Visualização do seqüenciamento de produção

A partir do seqüenciamento do projeto e dos tempos encontrados pode-se utilizar o programa Ms Project, para melhor visualização dos processos de montagem dos implementos, assim como os processos que ocorrem simultaneamente.

Considerando apenas um produto passando por todas as etapas de produção, pode-se demonstrar o tempo de ciclo de um produto após passar por todas as etapas do processo, pelo gráfico do PERT - CPM, apresentado na Figura 32 referente ao implemento SRB 20-25m³.

Porém, as etapas que ocorrem no setor estão em um fluxo contínuo, pois cada célula de trabalho possui sua equipe, assim, ao término de cada etapa, o produto vai para a próxima etapa, que acontece em paralelo à etapa anterior que novamente se inicia em um novo produto. Assim pode-se visualizar as etapas em paralelo e a etapa que é o gargalo de todo o processo apresentados nas Figuras 33 ,34, 35 ,36 e 37 através do gráfico de Gantt.

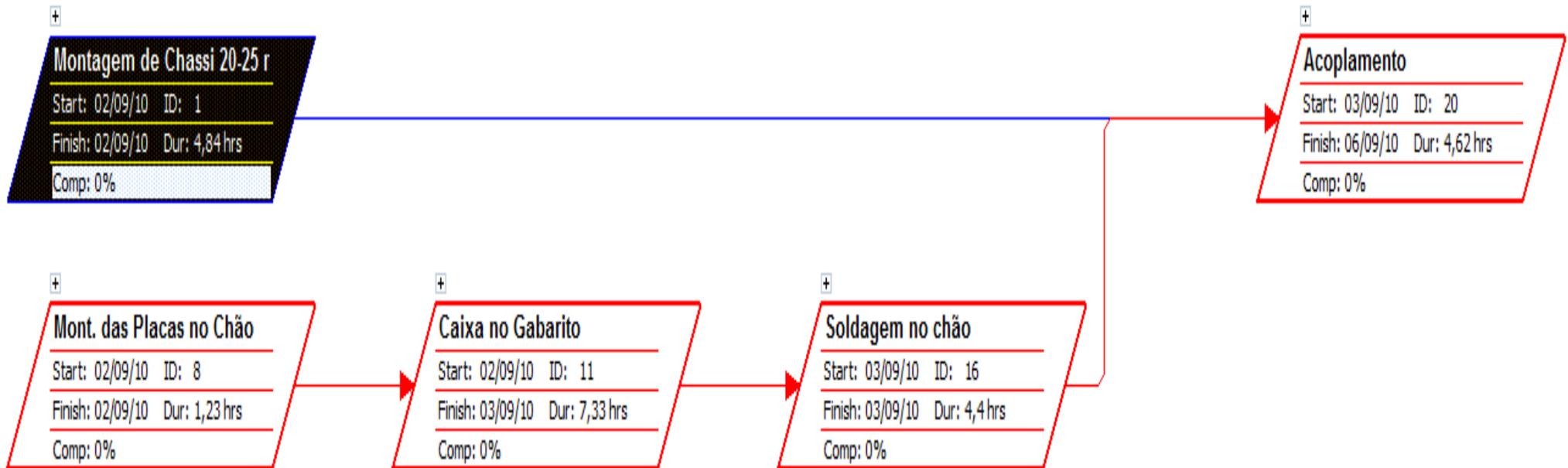


Figura 32: Gráfico de PERT CPM dos processos de ocorrência de um implemento 20-25 m³.

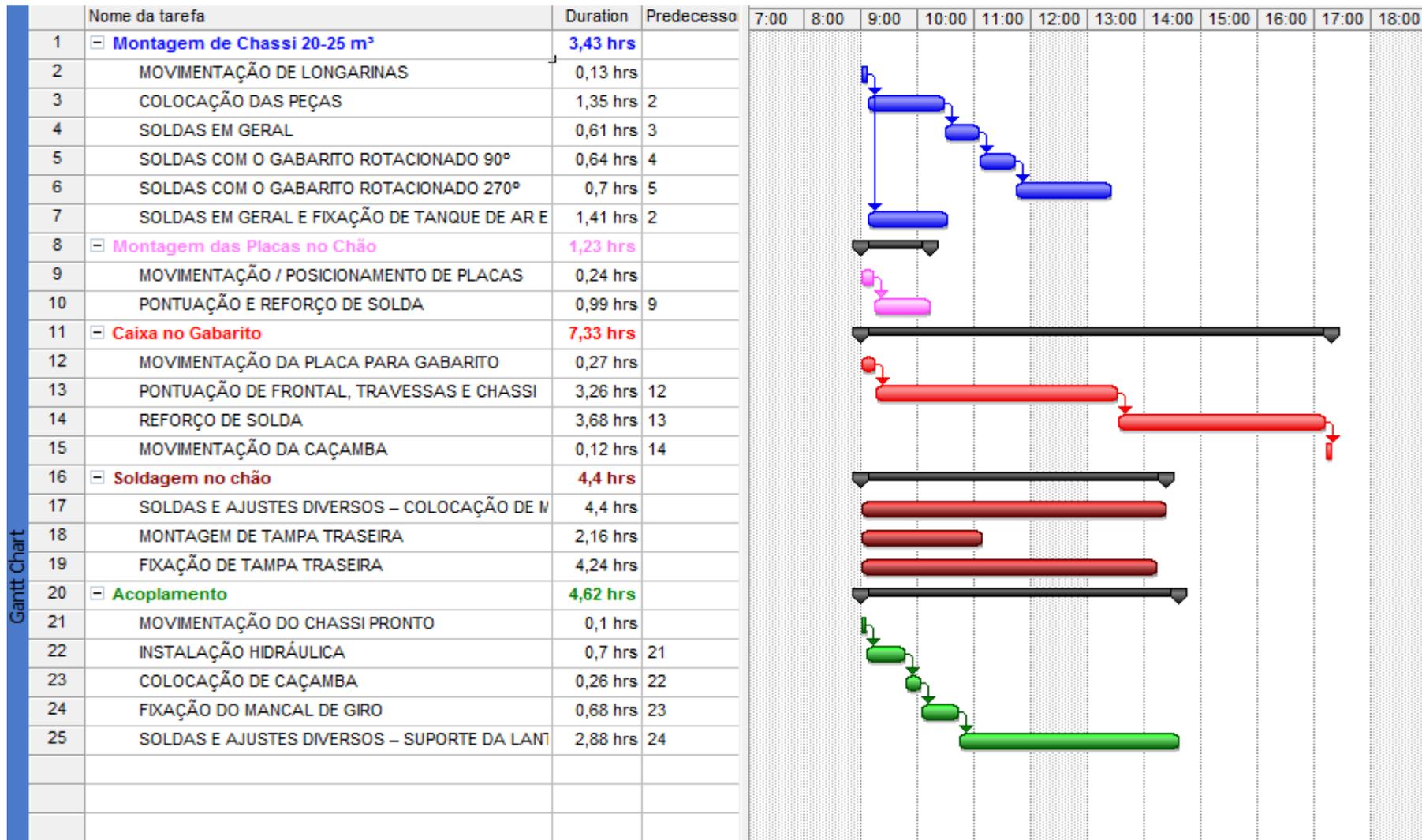


Figura 33: Gráfico de Gantt dos processos de ocorrência do implemento 20-25 m³.

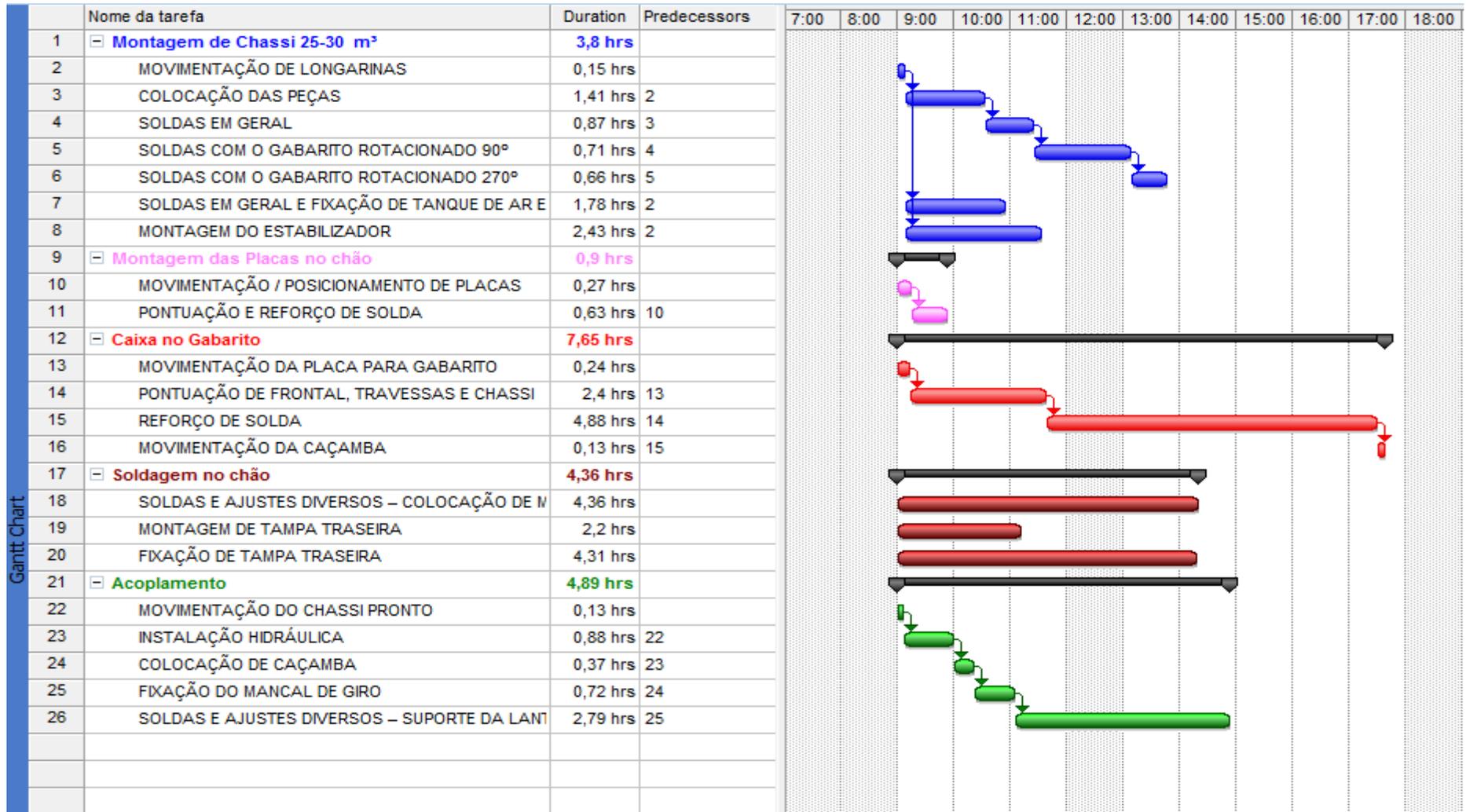


Figura 34: Gráfico de Gantt dos processos de ocorrência do implemento 25-30 m³.

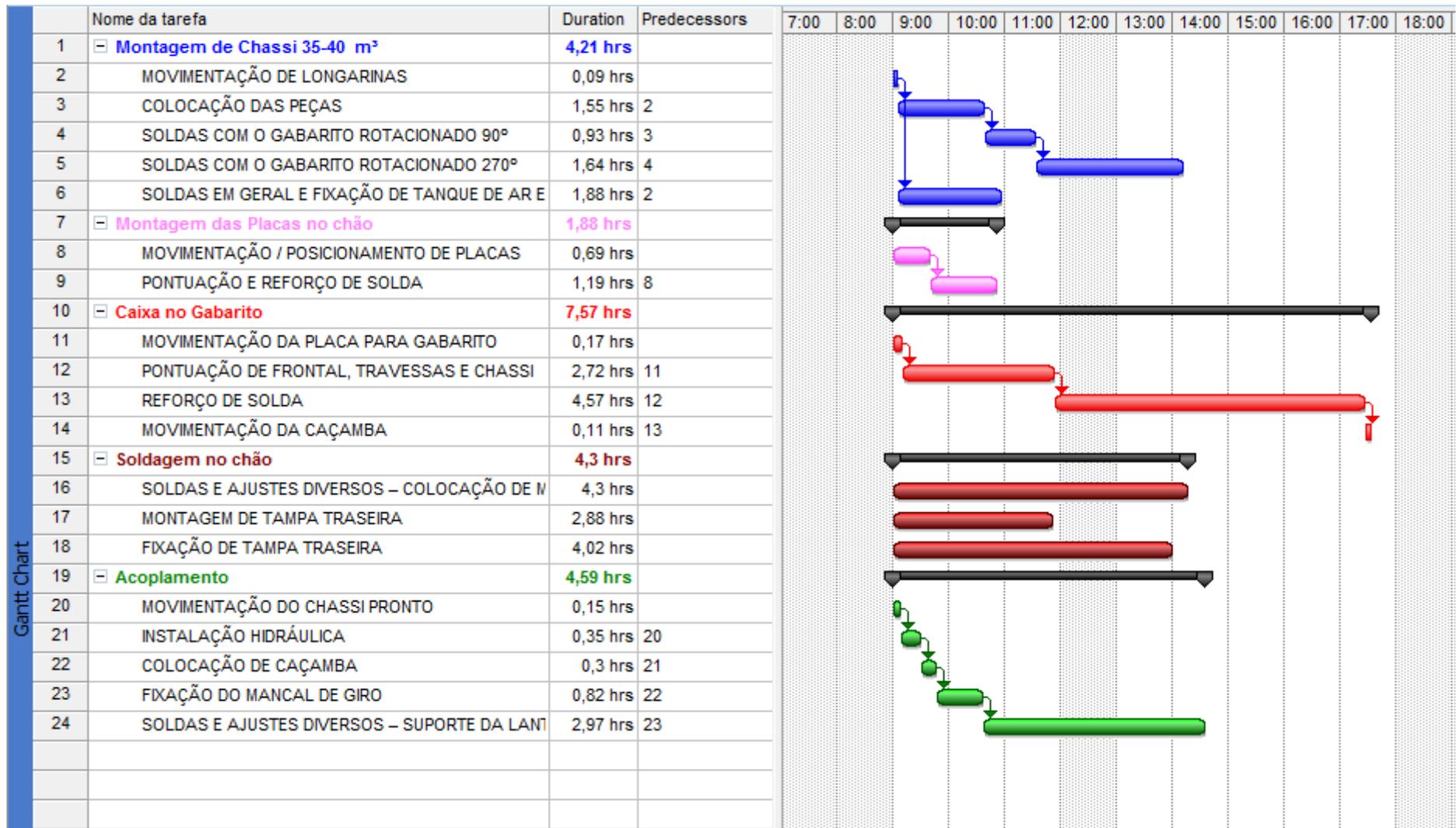


Figura 35: Gráfico de Gantt dos processos de ocorrência do implemento 35-40 m³.

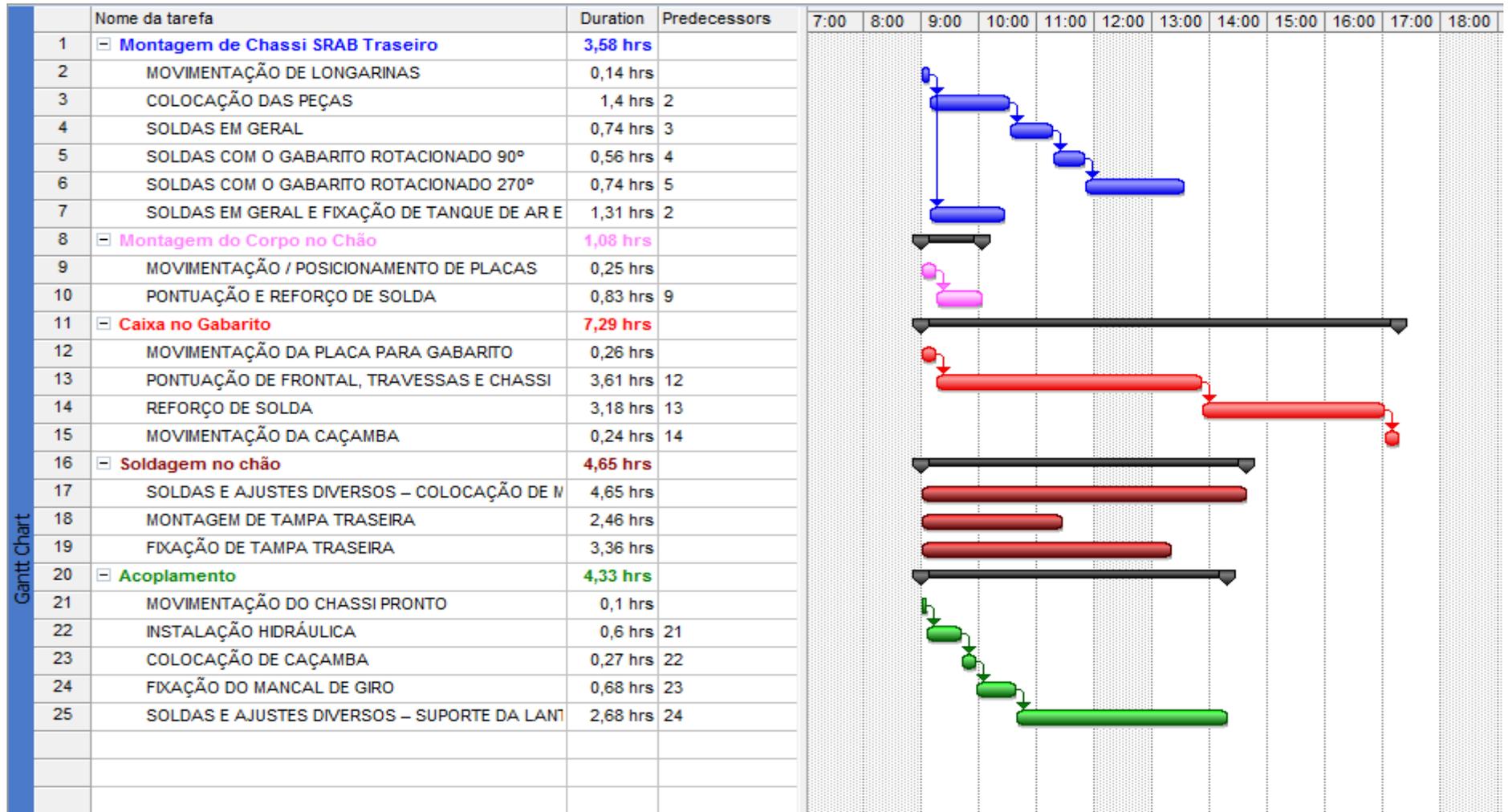


Figura 36: Gráfico de Gantt dos processos de ocorrência do implemento SRAB Traseiro.

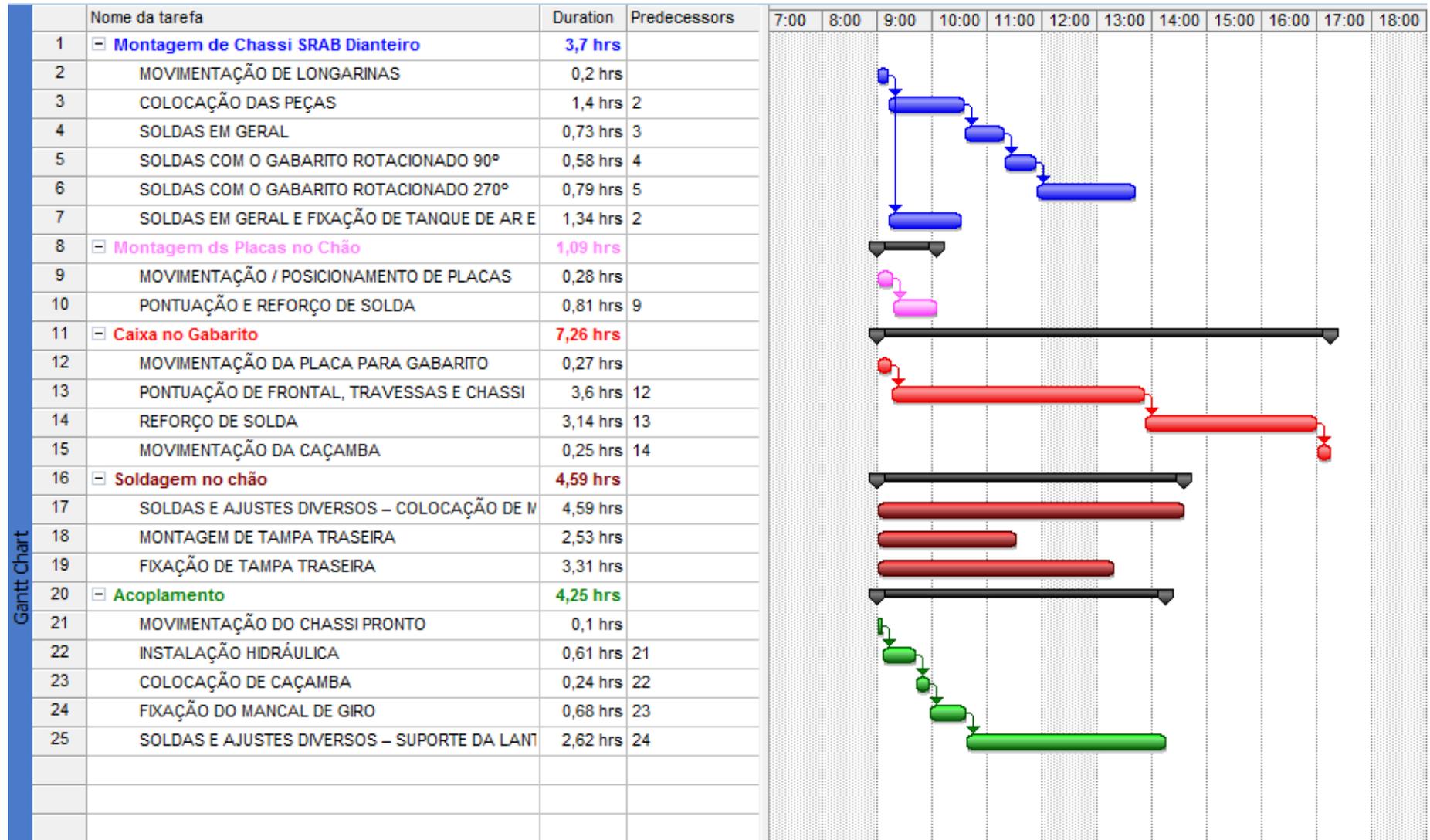


Figura 37: Gráfico de Gantt dos processos de ocorrência do implemento SRAB Dianteiro

Fonte: O Autor

4.6 Dimensionamento da capacidade dos centros de produção.

Através da média geral de tempo de cada etapa é possível dimensionar sua respectiva capacidade, através da fórmula de dimensionamento de produção.

Onde a eficiência é considerada como 100%, pois as respectivas perdas já foram consideradas durante a coleta de tempos.

Assim, a partir da capacidade produtiva em relação aos tempos encontrados e o número de recursos encontrados no layout atual podemos gerar o Quadro 07, sendo que o gabarito de chassi trabalha em dois turnos gerando uma jornada de 16 horas.

Célula de Serviço	Quantidade (Un)	Quantidade (horas)	Jornada Total (horas)	Tempo Médio para execução	Quantidade Produzida por Jornada	Quantidade Produzida em um mês
Gabarito Caixa de Carga	3	8	24:00:00	07:19:22	3,28	72,10
Solda no Chão	2	8	16:00:00	04:27:54	3,58	78,84
Gabarito Chassi	1	16	16:00:00	03:44:17	4,28	94,17
BOX Chassi	3	8	24:00:00	04:32:06	5,29	116,43

Quadro 7: Capacidade produtiva do setor estudado inicialmente.

Através do Quadro 7 é possível verificar uma grande discrepância em relação ao balanceamento dos recursos existentes no setor pois entre a capacidade BOX Chassi e os Gabaritos de caixa de carga que é o gargalo do setor existe uma diferença de 61 %.

Através do setor do PCP pode-se verificar os implementos fabricados (Quadro 8) .

Mês	Produção Implementos Basculante
Outubro	48
Novembro	40
Dezembro	50
Janeiro	76
Fevereiro	77
Marco	80
Abril	79
Maio	83

Quadro 08: Produção de Implementos

Assim pode-se realizar a geração de um gráfico para a produção (Figura 38).

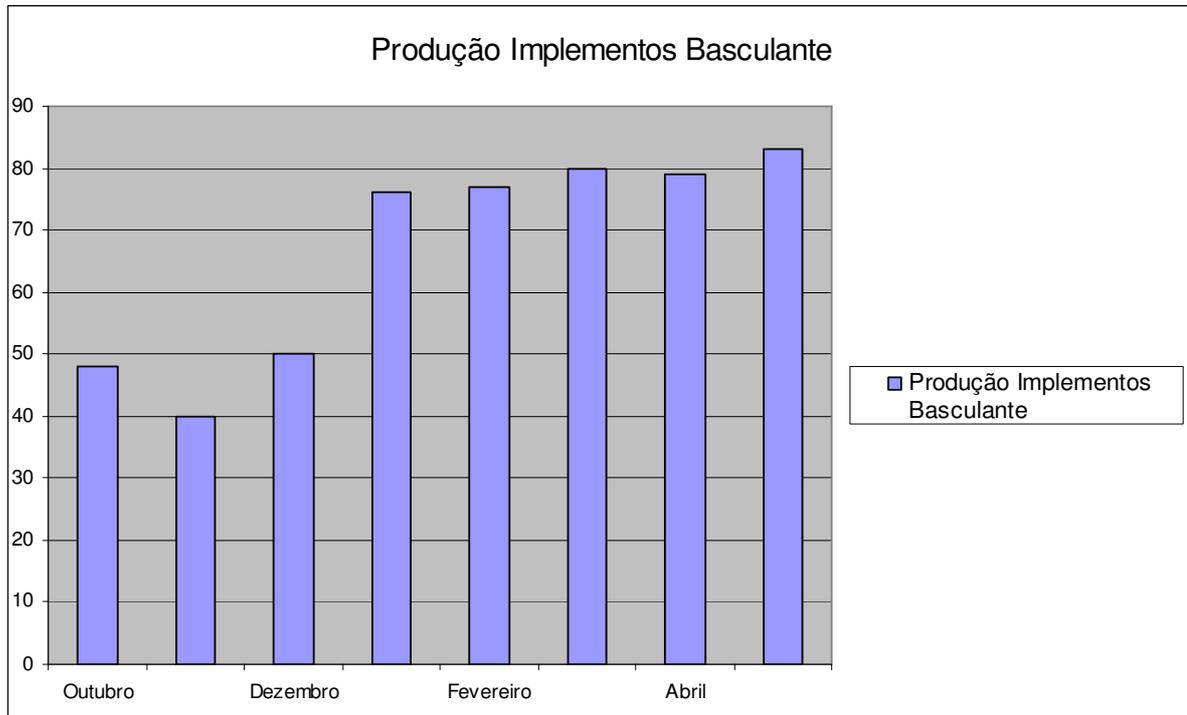


Figura 38: Gráfico de produção do setor

Analisando o gráfico podemos verificar que a partir do mês de janeiro houve uma grande alta na produção de implementos basculantes, devido em grande parte ao aquecimento do mercado que proporcionou o aumento de demanda. Assim, a partir do mês de janeiro foi inserido o turno da noite em dois gabaritos sendo responsáveis pelo aumento da produção.

Porém, com o aumento de turno, a capacidade da produção ainda é inferior de acordo com a Figura 38 e relação a sua necessidade, embora a produção de acordo com o Quadro 08, a produção mensal se encontrava maior que o valor teórico. Isso se deve às horas extras feitas pelos colaboradores, gerando assim um aumento de produção, gerando também o encarecimento da produção, pois uma hora extra é no mínimo 50% mais cara que uma hora normal.

4.7 Crescimento da Demanda

Através do setor comercial que serviu como fontes de dados, pode-se gerar o Quadro 09 de demandas do setor de basculante.

MÊS	Implementos Pedidos	Implementos Vendidos	Implementos Produzidos
Janeiro	95	90	76
Fevereiro	96	90	77
Março	113	90	80
Abril	136	90	79
Maio	138	90	83

Quadro 09: Relação de implementos pedidos e vendidos.

Podendo assim gerar o seguinte gráfico (Figura 39).

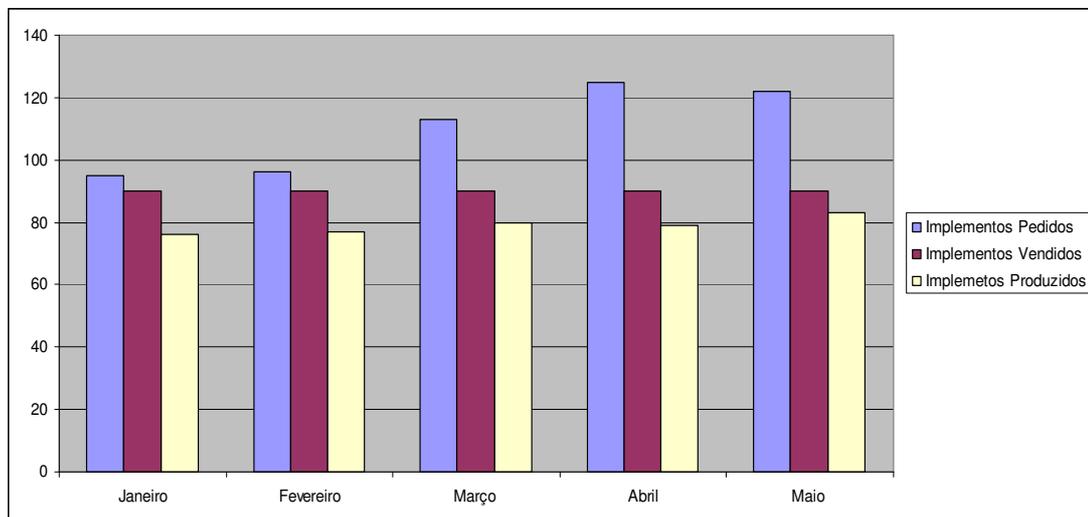


Figura 39: Relação de implementos vendidos, pedidos e Fabricado.

Porém, mesmo com o aumento da produção, podemos verificar através dos gráficos que a demanda do mercado é crescente e que mensalmente é gerado uma perda de vendas e demora na entrega dos implementos aos clientes devido à capacidade do setor não atingir a demanda requerida.

Sendo assim gerou-se a necessidade de um redimensionamento de Layout de forma a conter os recursos necessários para atender a demanda de 140 implementos por mês.

4.8 Novo Layout

A primeira definição realizada para o redimensionamento de layout foi a transferência da montagem de tampas para o setor de pré montagem, aumentando assim, o espaço útil para a

alocação do novo Layout, sendo que as tampas só iriam entrar no processo quando fossem alocadas na caixa de carga, como peças integrantes.

A partir dos tempos de produção de cada etapa tirados anteriormente e utilizando a teoria sobre balanceamento de Multiprodutos, pode-se calcular a quantidade necessária de cada recurso para que se possa atingir a demanda necessária conforme Quadro 10.

Em relação aos recursos necessários para atender a demanda de 140 basculantes, a partir da produção já existente, foi definido que o novo layout deveria conter 6 gabaritos de caixa de carga, 3 gabaritos de chassi, 4 boxes para soldagem no chão e 4 boxes de acoplamento (Quadro 10).

Novo Layout						
Célula de Serviço	Quantidade	Jornada	Quantidade de Horas	Tempo de Produção	Capacidade Dia	Capacidade Mês
Gabarito Chassi	3	8	24	3,74	6,42	141,25
Gabarito Caixa de Carga	6	8	48	7,32	6,55	144,21
Box Soldagem no chão	4	8	32	4,46	7,17	157,67
Box Acoplamento	4	8	32	4,53	7,06	155,24

Quadro 10: Quadro de Redimensionamento da Capacidade para atender a Demanda Requerida.

A partir do redimensionamento podemos verificar quais recursos serão necessários para que possa ser atendida a demanda requerida do novo layout.

Assim, os postos de trabalho deverão conter 4 tipos de gabaritos, esquematizados nas Figuras 40,41,42,43.



Figura 40: Gabarito para duas caixas de cargas



Figura 41: Gabarito Chassi Inferior.

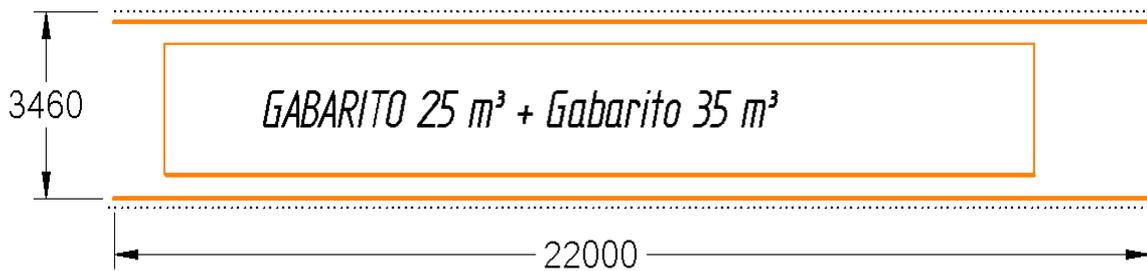
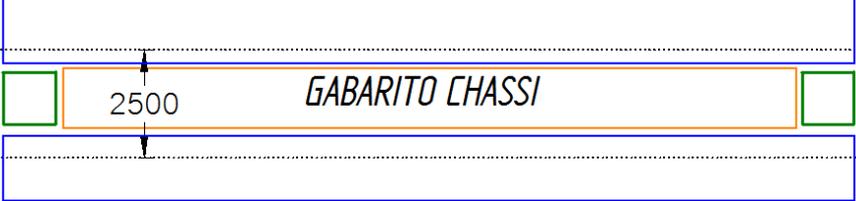
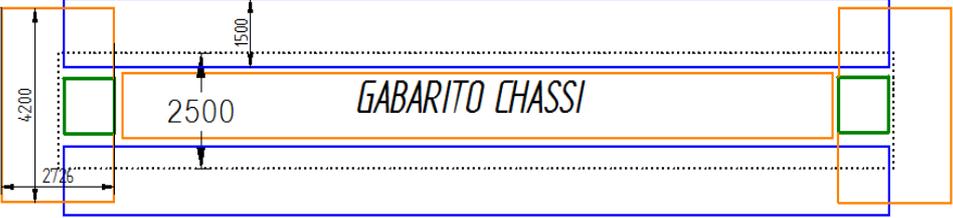
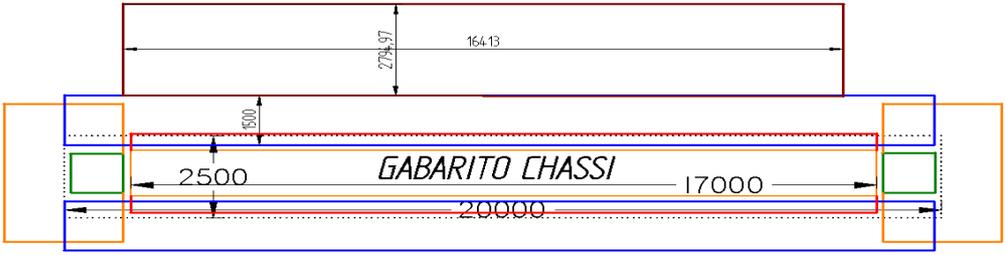
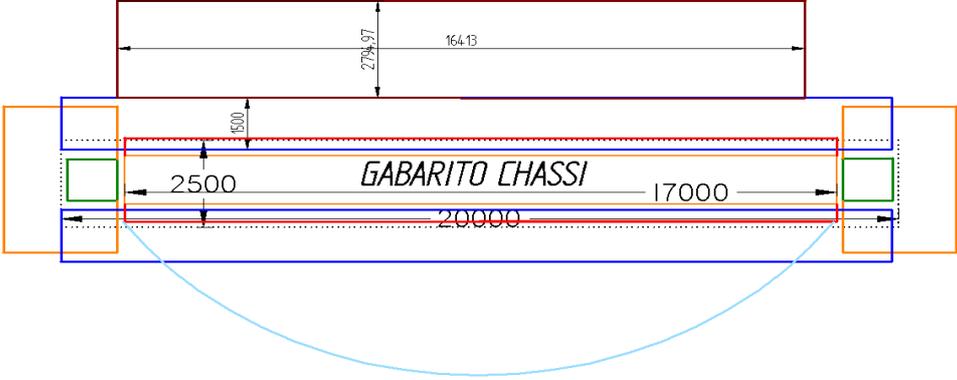


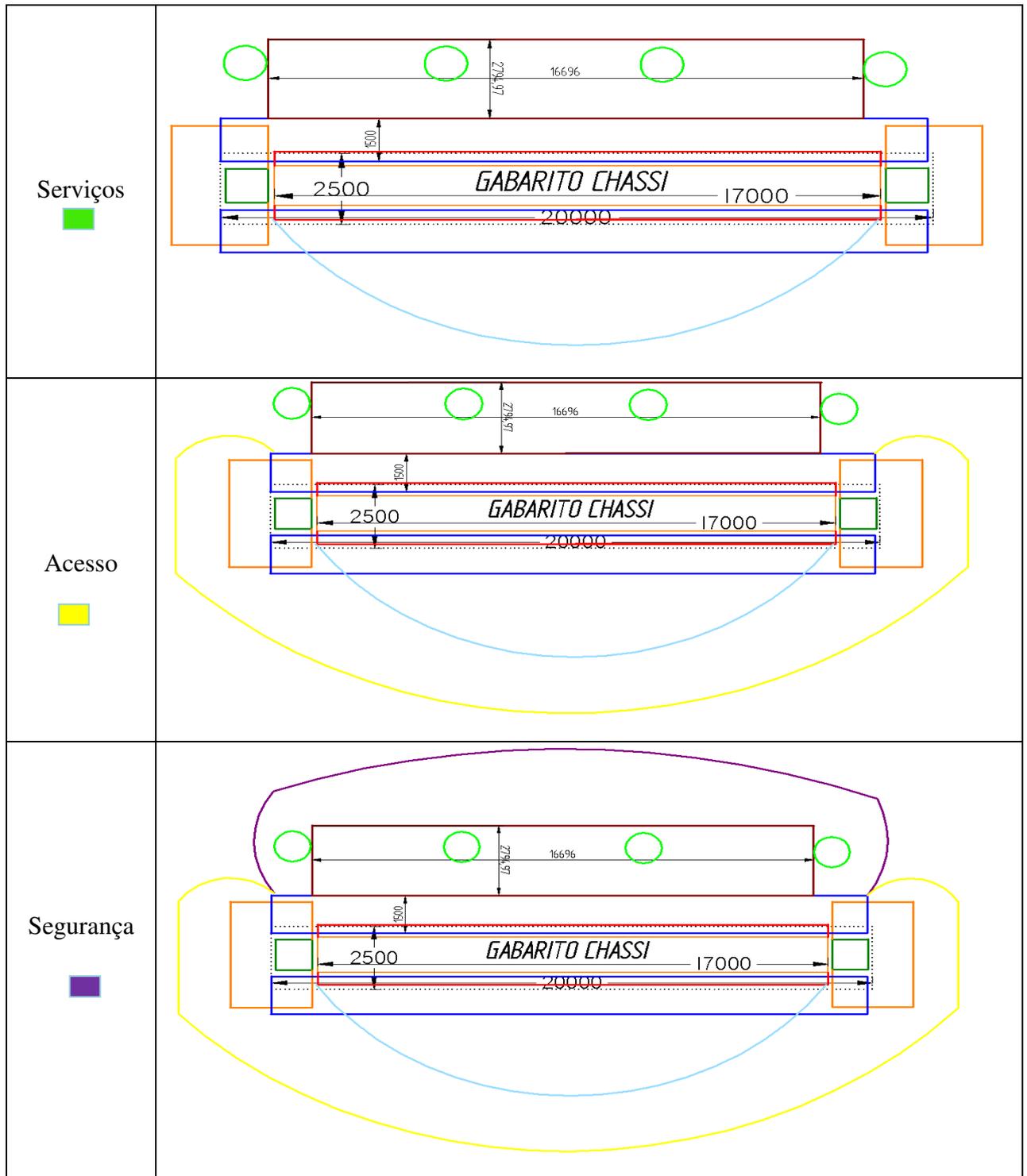
Figura 42: Gabarito de caixa de carga SRB 25 m³ e 35 m³.



Figura 43: Gabarito para dois chassis

Além dos espaços destes gabaritos deverão ser utilizados os espaços para solda no chão e acoplamento dos basculantes. Sendo assim necessário gerar Templates para todos eles como o exemplo dado no Quadro 11, representando o template do gabarito de chassi maior.

TEMPLATE DO GABARITO DE CHASSI MAIOR	
Operador 	
Manutenção 	
Processo 	
Matéria Prima 	
Transporte 	



Quadro 11: Templates do gabarito Chassi Maior

Assim, chegamos ao seguinte Template, para que o gabarito de chassi que possa fabricar 2 implementos ao mesmo tempo.

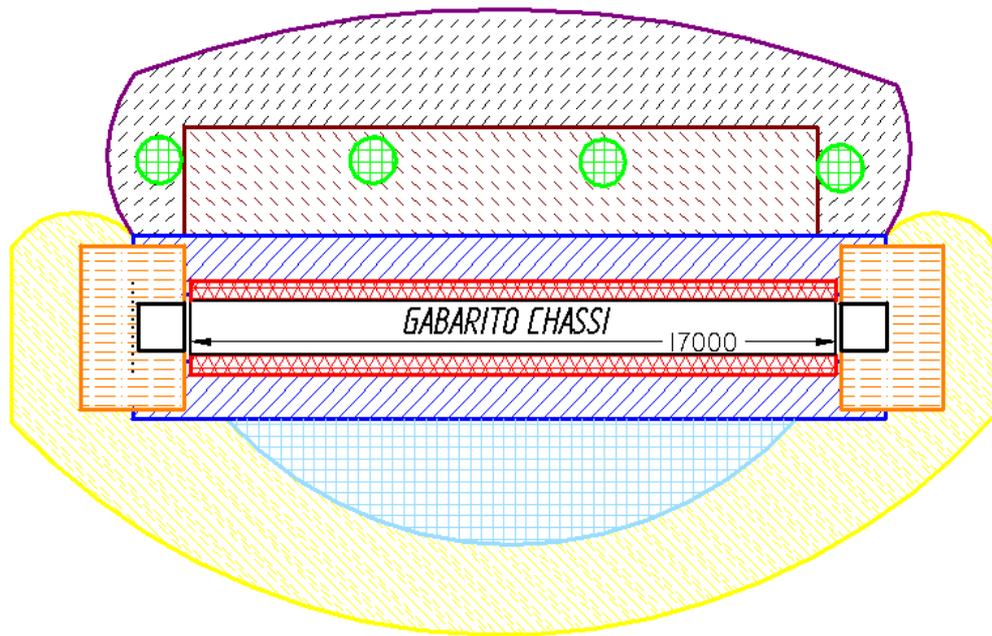


Figura 44: Templates do gabarito chassi maior com área de 330,7 m²

4.9 Alocação do Novo Layout

Após a elaboração dos recursos necessários e de seus respectivos templates, pode-se fazer a proposta do novo arranjo de Layout, onde os recursos devem ser dipostos de forma que haja a mínima movimentação possível, chegando assim no seguinte Layout.

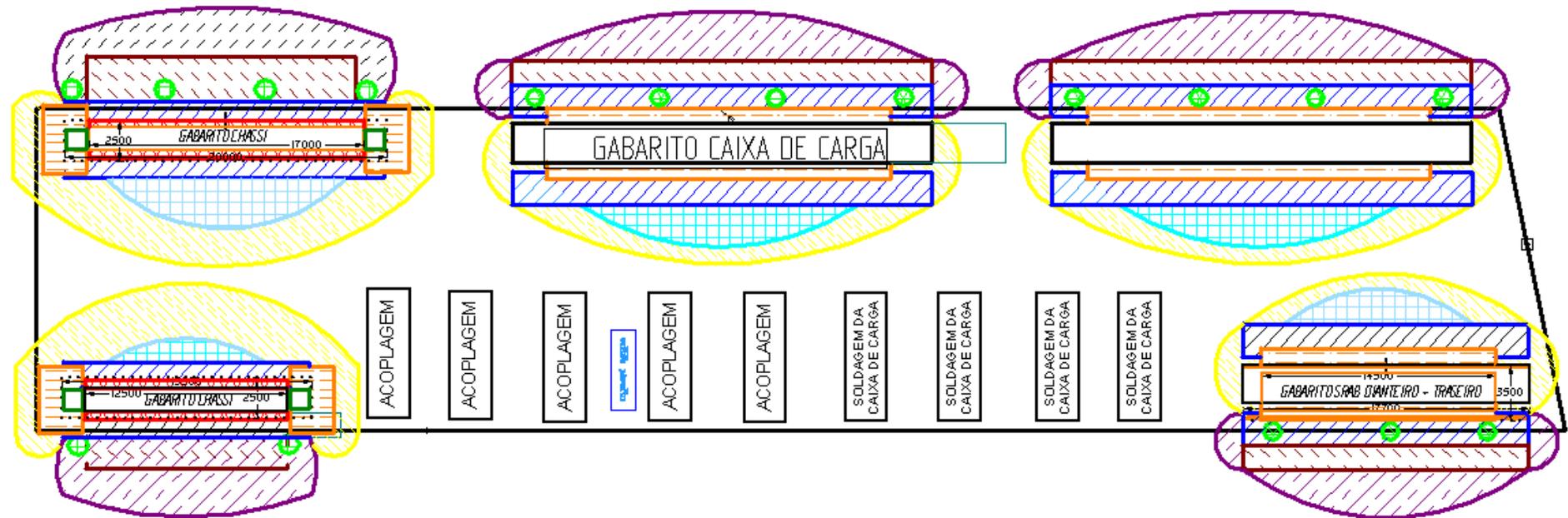


Figura 45: Alocação dos Templates no Layout Proposto

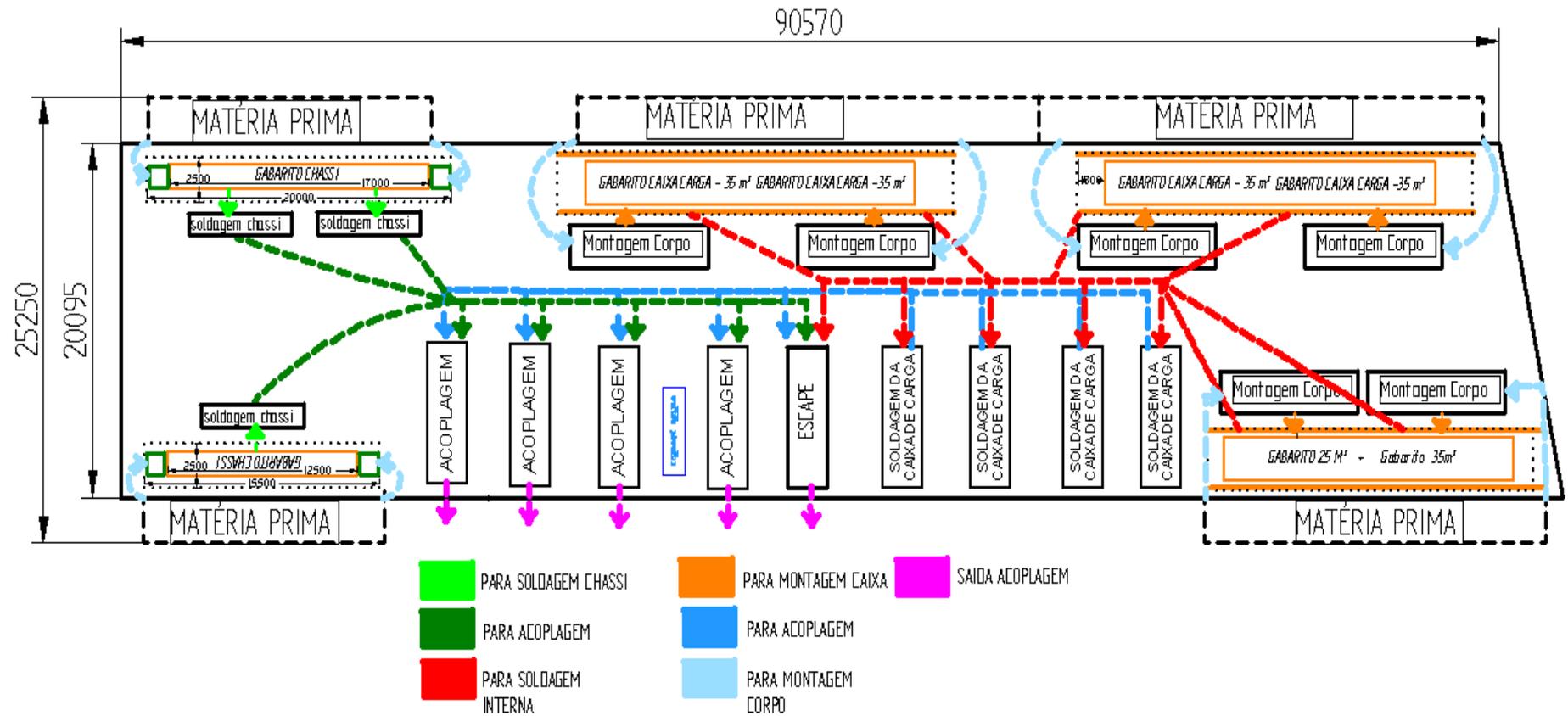


Figura 47: Fluxo do Novo Layout.

Pode-se então fazer o Fluxograma, com o novo Layout, como exposto na Figura 48.

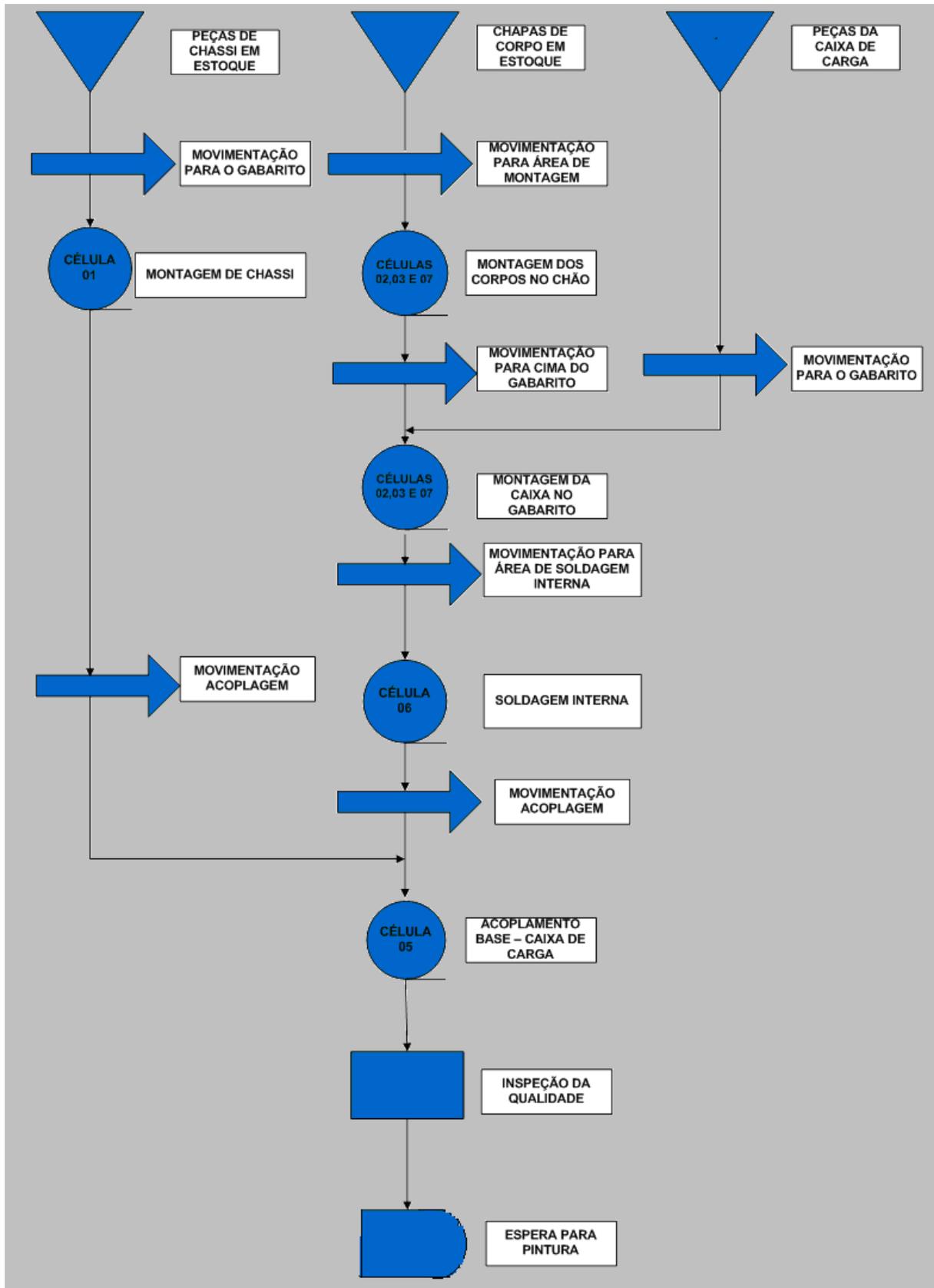


Figura 48: Fluxograma para o Layout Proposto

4.10 Viabilidade do Novo Layout

Após a definição dos recursos necessários, foi realizado o orçamento destes recursos, para que pudesse ser analisada a viabilidade da implantação do novo Layout, tendo como resultado o quadro 11.

Recurso	Valor (R\$)
Gabarito Giratório de Chassi	200.000,00
Gabarito de Caixa de Carga	180.000,00
Gabarito de Caixa SRAB Dianteiro e Traseiro	210.000,00
Aquisição de 20 máquinas de solda MIG-MAG	140.000,00
Remanejamento ou contratação de 20 Colaboradores	40.000,00
Ferramentas diversas	23.000,00
Total	793.000,00

Quadro 11: Orçamento dos recursos necessários para o novo Layout.

Segundo o setor financeiro com o aumento da capacidade de produção em mais 67 implementos mês o valor de investimento seria pago em menos de 9 meses de produção.

4.9.1 Aceitação do novo layout e sua implantação

Em relação à proposta do novo Layout, houve aceitação da diretoria da empresa estudada, em vir a estar implantando o novo Layout constando os investimentos necessários para a adequação do novo Layout.

Sendo estabelecido assim, o seguinte cronograma de implantação do recursos necessários.

Mês/ano	jun/10	set/10	dez/10
Gabarito Giratório de Chassi	X		
Gabarito de Caixa de Carga		X	
Gabarito de Caixa 25-35 m ³			X
Aquisição de 8 máquinas de solda MIG-MAG	X		
Aquisição de 6 máquinas de solda MIG-MAG		X	
Aquisição de 6 máquinas de solda MIG-MAG			X
Remanejamento ou contratação de 08 colaboradores	X		
Remanejamento ou contratação de 06 colaboradores		X	
Remanejamento ou contratação de 06 colaboradores			X

Quadro 12: Seqüenciamento da Implantação do novo Layout

Seguindo o cronograma estabelecido, dois gabaritos foram instalados, conforme ilustrados nas Figuras 49 e 50.



Figura 49: Foto Novo Gabarito de Caixa de Carga, instalado no mês de setembro.



Figura 50: Foto do Gabarito de Chassi

4.11 Discussões dos Resultados

Após a caracterização do *layout* e entendimento do processo foram coletados os tempos das operações, onde se obteve o tempo de cada processo de produção do mix de produtos estudados. Por meio do gráfico de Gantt verificou-se que a etapa que age como gargalo e conseqüentemente como limitador da produção era o processo realizado no gabarito de caixa carga, limitando a produção em 72 implementos por mês, além de uma discrepância em relação ao balanceamento dos recursos, em que variava a produção de 72 à 116 implementos nas etapas de gabarito de caixa de carga e acoplamento que ocorre no Box Chassi, respectivamente.

Verificou-se que a produção em alguns meses ultrapassava a capacidade efetiva, como no mês de maio, que foi fabricado 82 implementos, devido ao incremento da jornada diária com horas extras.

Antes de iniciar o estudo de readequação do sistema de produção foi determinado pela diretoria da empresa e o setor de engenharia de processo que a etapa de fabricação de tampas passaria a cargo do setor de pré-montagem, liberando assim espaço no setor estudado para futuras readequações no layout.

Através da demanda necessária para atender o mercado em expansão foram definidos a produção de 140 implementos por mês. Pode-se realizar o estudo de balanceamento dos recursos necessários para atender a demanda requerida, tendo como base teórica os fundamentos apresentados na literatura. Considerando os tempos de produção para cada etapa, verificou-se que para o atendimento da demanda seria necessário a produção de 3 chassis ao mesmo tempo, sendo determinado para isso um gabarito duplo fabricando dois chassis e um outro simples. Para a produção de 6 caixas de carga ao mesmo tempo, foi determinado 3 gabaritos duplos de caixa de carga, 4 box de soldagem no chão e 4 box de acoplamento.

Em relação aos Box foi determinada a colocação de mais um Box para que pudesse servir de escape para possíveis eventualidades na produção.

Com isso, foi realizado locação dos recursos em um novo layout de forma que as distâncias percorridas entre uma etapa e outra fosse a mínima possível, ocupando uma área total de 1814,14 m².

A implantação do novo layout foi dividida em três partes tendo um orçamento de custo total de R\$793.000,00, sendo que, segundo o setor de custos da empresa, após a implantação do novo layout, com um aumento na produção de 68 implementos mês, os investimentos seriam pagos em torno de 9 meses.

A diretoria da empresa acatou o estudo realizado, que se encontra em fase de implantação, com bons resultados evidenciados, com a eliminação do turno da noite, devido a implantação do novo gabarito de chassi.

5 CONCLUSÃO

Uma vez que foi realizada a coleta de dados, processados os mesmos e obtido a informação, que disso gerou conjuntamente as respectivas análises, obtiveram-se resultados que permitem apresentar o seguinte conjunto de conclusões.

Através da coleta de tempos, verificou-se que a capacidade dos recursos do setor, encontrava-se em desequilíbrio, com a etapa de montagem da caixa agindo como gargalo da produção, limitando a produção em 72 implementos ao mês, considerando jornada normal de serviço. Enquanto que no processo de acoplagem havia espaço para 116 implementos, evidenciando assim uma ociosidade de recursos.

Para o atendimento da demanda requerida de 140 implementos, conclui-se a necessidade de 3 centros de montagem, de 6 pontos de montagem de caixa, 4 box de soldagem no chão e 4 box de acoplamento, totalizando um investimento de R\$793.000,00, atingindo assim a demanda e balanceando os recursos da forma eficiente..

Para a alocação dos novos recursos é necessário uma área de 1814,14 m², com um novo layout cujos investimentos deverão ser pagos em torno de 9 meses.

Conclui-se que para que se possa realizar um investimento de readequação e expansão de um sistema produtivo é de suma importância ser realizado um estudo, de forma a analisar a viabilidade ou não dos investimentos e conduzir de forma detalhada todos os passos durante a implantação dos mesmos. Garantindo assim o menor risco de falha possível durante e depois da implantação do novo sistema de produção.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. L. V. S. et al. Estudo e melhoria de layout do arranjo produtivo utilizando o planejamento sistemático em empresa fabricante de fotosensores, 2009. Disponível em: http://www.ot.ufc.br/portal01/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=105&Itemid=42. Acesso em: 05/04/2010.

AVILA, A. V.; JUNGLES, A. E. Planejamento e controle de projetos, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010, 13 p.

CAMAROTTO A. J. Simucad. Ufscar- Departamento de Engenharia de Produção. Disciplina: Engenharia do trabalho 3 – projeto de unidades produtivas, 2005. 133 p.

COSTA, A. J. Otimização do layout de produção de um processo de pintura de ônibus. 2004. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – UFRGS, Porto Alegre.

GAITHER, N., FRAZIER, G. Administração da produção e operações. 8.ed. São Paulo: Pioneira, Thomson Learning, Inc., 2001.

HORTA, L. C. H. R. et al. Objetivos do Planejamento do Processo. 1999. Disponível em: http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/cappv2.htm. Acesso em: 15/08/2010.

MARTINS, P. G., LAUGENI, F. P. Administração da Produção. Ed. Saraiva. 2005.

MOREIRA, D. A. et al. Introdução à Administração da Produção e Operações. São Paulo: Pioneira, 2001.

OLIVEIRA, M. T. C., ALBERT, F. Revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

OLIVÉRIO, J. L. Projeto de Fábrica: Produtos, Processos e Instalações Industriais. 1.ed. São Paulo: IBLC, 1985.

PALADINI, E. P. Qualidade Total na Prática – Implantação e Avaliação de Sistemas de Qualidade Total. 2. ed. São Paulo: Atlas S. A., 1997, 217 f.

PEINADO, J., GRAEML, A. R. .Administração da Produção: operações Industriais e de Serviços. Curitiba: UnicenP, 2004.

PORTER, M. E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York: Free Press. 1985.

SANTOS, N. et al. Simulação de layout industrial em uma planta de produtos cirúrgicos através do algoritmo “Rank Order Clustering”. ENIC, 2006.

SLACK, N. et al. Administração da Produção. Revisão técnica Henrique Corrêa, Irineu Giansi. – São Paulo : Atlas, 2002.

SIMEROS. Projetos eletromecânicos. Disponível em: http://simeros.com/?page_id=206. Acesso em: 10/09/2010

TOMPKINS, J. A., WHITE, J. A., BOZER, Y. A. Facilities Planning. 2ed. New York: John Wiley, 1996.

VOLLMANN, T. E. et al. Manufacturing Planning and Control Systems. 4ed, McGraw-Hill, 1997.

WERKEMA. M. C. C. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

WHEEL e WRIGHT, S. C. Manufacturing Strategy: Defining the Missing Link. Strategic Management Journal, Vo I. 5, 1984, 77-91.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TEMPOS COLETADOS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO IMPLEMENTO 20 -25 M³.

FABRICAÇÃO DO CHASSI

MONTAGEM DE CHASSI NO GABARITO (20-25 M³)

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DE LONGARINAS	2	00:11:18	0.38	2	00:06:58	0.23	2	00:05:32	0.18
COLOCAÇÃO DAS PEÇAS	4	01:26:10	5.74	1	01:13:52	1.23	1	01:22:53	1.38
SOLDAS EM GERAL	4	00:23:27	1.56	4	00:31:24	2.09	4	00:54:20	3.62
SOLDAS COM O GABARITO ROTACIONADO 90°	4	00:41:56	2.80	4	00:40:05	2.67	4	00:32:21	2.16
SOLDAS COM O GABARITO ROTACIONADO 270°	4	00:44:29	2.97	4	00:42:23	2.83	4	00:39:01	2.60
TOTAL	4	03:27:20	13.82	4	03:14:42	12.98	4	03:34:07	14.27
MÉDIA	4.0	03:25:23	13.69						

CHASSI FORA DO GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
SOLDAS EM GERAL E FIXAÇÃO DE TANQUE DE AR	1	01:29:20	1.49	1	01:06:37	1.11	1	01:38:19	1.64
MÉDIA	1	01:24:45	1.41						

FABRICAÇÃO DA CAIXA DE CARGA

CAIXA NO GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO / POSICIONAMENTO DE PLACAS	2	00:14:29	0.48	2	00:12:23	0.41	3	00:15:51	0.79
PONTUAÇÃO E REFORÇO DE SOLDA	2	00:58:37	1.95	2	00:49:36	1.65	2	01:10:39	2.36
TOTAL	2	01:13:06	2.44	2	01:01:59	2.07	2	01:26:30	3.15
MÉDIA	2	1:13:52	2.55						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DA PLACA PARA GABARITO	4	00:16:03	1.07	4	00:13:41	0.91	4	00:18:24	1.23
PONTUAÇÃO DAS PEÇAS	2	03:29:08	6.97	3	02:59:36	8.98	2	03:17:23	6.58
TOTAL	3.00	03:45:11	8.04	3.07	03:13:17	9.89	2.17	03:35:47	7.81
MÉDIA	3.00	03:31:25	8.58						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
REFORÇO DE SOLDA	4	03:40:56	14.73	4	03:57:08	15.81	4	03:24:38	13.64
MOVIMENTAÇÃO DA CAIXA	3	00:10:24	0.52	2	00:06:25	0.21	2	00:04:58	0.17
TOTAL	4	03:51:20	15.42	4	04:03:33	16.24	4	03:29:36	13.97
MÉDIA	4	03:48:10	15.21						

CAIXA APÓS O GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
SOLDAS E AJUSTES DIVERSOS	3	04:30:32	13.53	3	04:36:21	13.82	3	04:05:13	12.26
MÉDIA	3	04:24:02	13.20						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MONTAGEM DA TAMPA TRASEIRA	1	02:34:49	2.58	1	02:01:19	2.02	1	01:51:51	1.86
MÉDIA	1	02:09:20	2.16						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
FIXAÇÃO DA TAMPA TRASEIRA	1.5	04:17:41	6.44	1	04:26:33	4.44	1	03:59:50	4.00
MÉDIA	1.2	04:14:41	4.96						

ACOPLAMENTO DA CAIXA E CHASSI

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DO CHASSI PRONTO	2	00:04:08	0.14	1	00:07:48	0.13	2	00:05:48	0.19
INSTALAÇÃO HIDRÁULICA	1	00:35:25	0.59	2	00:48:23	1.61	2	00:42:19	1.41
COLOCAÇÃO DE CAÇAMBA	2	00:13:19	0.44	2	00:17:15	0.58	2	00:16:54	0.56
FIXAÇÃO DO MANCAL DE GIRO	2	00:41:23	1.38	2	00:35:00	1.17	2	00:46:21	1.55
SOLDAS E AJUSTES	2	02:38:17	5.28	2	03:10:10	6.34	2	02:49:10	5.64
TOTAL	3	04:12:32	12.63	3	04:58:36	14.93	3	04:40:32	14.03
MÉDIA	3	04:37:13	13.86						

APÊNDICE B - TEMPOS COLETEADOS DO PROCESO DE FABRICAÇÃO DO IMPLEMENTO 25-30 M³.

FABRICAÇÃO DO CHASSI

MONTAGEM DE CHASSI NO GABARITO (25-30 M³)

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DE LONGARINAS	2	00:09:44	0.32	2	00:09:08	0.30	2	00:07:27	0.25
COLOCAÇÃO DAS PEÇAS	1	01:25:53	1.43	1	01:11:00	1.18	1	01:36:08	1.60
SOLDAS EM GERAL	4	00:48:38	3.24	4	01:12:42	4.85	4	00:34:45	2.32
SOLDAS COM O GABARITO ROTACIONADO 90°	4	00:37:09	2.48	4	00:41:17	2.75	4	00:49:14	3.28
SOLDAS COM O GABARITO ROTACIONADO 270°	5	00:33:44	2.81	4	00:40:15	2.68	4	00:44:19	2.95
TOTAL	4	03:35:08	14.34	4	03:54:22	15.62	4	03:51:53	15.46
MÉDIA	4.0	03:47:08	15.14						

CHASSI FORA DO GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
SOLDAS EM GERAL E FIXAÇÃO DE TANQUE DE AR E ESTABILIZADOR	1	01:38:42	1.65	1	01:59:26	1.99	1	01:41:36	16:38:24
MÉDIA	1.00	01:46:35	1.78						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MONTAGEM DO ESTABILIZADOR	1	02:46:50	2.78	1	02:24:51	2.41	1	02:05:10	2.09
MÉDIA	1	02:25:37	2.43						

FABRICAÇÃO DA CAIXA DE CARGA

CAIXA NO GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO / POSICIONAMENTO DE PLACAS	2	00:15:36	0.52	2	00:11:54	0.40	2	00:20:48	0.69
PONTUAÇÃO E REFORÇO DE SOLDA	2	00:32:29	1.08	2	00:39:47	1.33	2	00:40:39	1.36
TOTAL	2	00:48:05	1.60	2	00:51:41	1.72	2	01:01:27	2.05
MÉDIA	2	00:53:44	1.79						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DA PLACA PARA GABARITO	4	00:15:25	1.03	4	00:11:32	0.77	4	00:16:24	1.09
PONTUAÇÃO DE FRONTAL, TRAVESSAS E CHASSI	2	02:19:34	4.65	2	02:10:46	4.36	3	02:41:31	8.08
TOTAL	2.2	02:34:59	5.68	4.0	02:22:18	5.13	3.1	02:57:55	9.17
MÉDIA	3.10	02:38:24	6.66						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
REFORÇO DE SOLDA	4	04:21:36	17.44	4	05:28:33	21.90	4	04:48:15	19.22
MOVIMENTAÇÃO DA CAÇAMBA	3	00:07:25	0.37	3	00:04:59	0.25	2	00:10:12	0.34
TOTAL	4	04:29:01	17.93	4	05:33:32	22.24	4	04:58:27	19.90
MÉDIA	4	05:00:20	20.02						

CAIXA APÓS GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
SOLDAS E AJUSTES DIVERSOS	3	04:19:27	12.97	4	04:01:27	16.10	3	04:43:56	14.20
MÉDIA	3.33	4:21:37	14.42						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MONTAGEM DE TAMPA TRASEIRA	1	02:15:05	2.25	1	01:53:14	1.89	1	02:27:39	2.46
MÉDIA	1	02:11:59	2.20						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
FIXAÇÃO DE TAMPA	1.5	04:07:11	6.18	1.5	04:15:03	6.38	1	04:33:37	4.56
MÉDIA	1.3	04:18:37	5.71						

ACOPLAMENTO DA CAIXA E CHASSI

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DO CHASSI PRONTO	2	00:08:25	0.28	1	00:06:56	0.12	1	00:08:37	0.14
INSTALAÇÃO HIDRÁULICA	2	00:43:04	1.44	1	01:03:29	1.06	1	00:51:11	0.85
COLOCAÇÃO DE CAÇAMBA	2	00:35:30	1.18	3	00:20:55	1.05	2	00:10:41	0.36
FIXAÇÃO DO MANCAL DE GIRO	2	00:46:19	1.54	2	00:37:00	1.23	2	00:46:18	1.54
SOLDAS E AJUSTES DIVERSOS	2	02:43:00	5.43	2	02:57:09	5.91	2	02:42:39	5.42
TOTAL	3	04:56:18	14.82	3	05:05:29	15.27	3	04:39:26	13.97
MÉDIA	3	04:53:44	14.69						

APÊNDICE C - TEMPOS COLETADOS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO IMPLEMENTO 35-40M³

FABRICAÇÃO DO CHASSI

MONTAGEM DE CHASSI NO GABARITO 35M³

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DE LONGARINAS	2	00:05:40	0.19	2	00:03:20	0.11	2	00:06:30	0.22
COLOCAÇÃO DE TRAVESSAS	1	01:31:50	1.53	1	01:29:10	1.49	1	01:38:30	1.64
SOLDAS COM O GABARITO ROTACIONADO 90°	3	01:06:00	3.30	5	00:54:26	4.54	4	00:47:12	3.15
SOLDAS COM O GABARITO ROTACIONADO 270°	3	01:30:00	4.50	4	01:25:29	5.70	2	01:59:00	3.97
TOTAL	3.5	04:13:30	14.79	4	03:52:25	15.49	3.5	04:31:12	15.82
MÉDIA	3.7	04:12:22	15.37						

CHASSI FORA DO GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
SOLDAS EM GERAL	2	01:14:00	2.47	2	01:20:00	2.67	2	01:23:59	2.80
FIXAÇÃO DE TANQUE DE AR	1	00:32:13	0.54	1	00:39:00	0.65	1	00:29:46	0.50
TOTAL	2	01:46:13	3.54	2	01:59:00	3.97	2	01:53:45	3.79
MÉDIA	2.00	01:52:59	3.77						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MONTAGEM DO ESTABILIZADOR	1	02:46:50	2.78	1	02:24:51	2.41	1	02:05:10	2.09
MÉDIA	1	02:25:37	2.43						

CAIXA NO GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO / POSICIONAMENTO DE PLACAS	2	00:39:47	1.33	2	00:41:27	1.38	2	00:42:58	1.43
PONTUAÇÃO E REFORÇO DE SOLDA	2	01:10:12	2.34	2	01:08:18	2.28	2	01:15:02	2.50
TOTAL	2	01:49:59	3.67	2	01:49:45	3.66	2	01:58:00	3.93
MÉDIA	2	01:52:35	3.75						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DA PLACA PARA GABARITO	4	00:10:05	0.67	4	00:11:15	0.75	4	00:09:25	0.63
PONTUAÇÃO DE FRONTAL, TRAVESSAS E CHASSI	3	02:41:23	8.07	3	02:42:26	8.12	3	02:46:28	8.32
TOTAL	2	02:51:28	8.74	2	02:53:41	8.87	2	02:55:53	8.95
MÉDIA	2	02:53:41	8.85						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
REFORÇO DE SOLDA	5	04:36:01	23.00	5	04:34:12	22.85	5	04:32:01	22.67
MOVIMENTAÇÃO DA CAÇAMBA	3	00:06:31	0.33	3	00:07:44	0.39	3	00:05:43	0.29
TOTAL	4	04:42:32	18.84	4	04:41:56	18.80	4	04:37:44	18.52
MÉDIA	4	04:42:14	18.82						

CAIXA APÓS GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
COLOCAÇÃO DE PEÇAS	2	00:39:30	1.32	2	00:35:28	1.18	2	00:39:39	1.32
FURAÇÃO E COLOCAÇÃO DAS TAMPAS	2	00:28:47	0.96	2	00:26:00	0.87	2	00:32:05	1.07
MOVIMENTAÇÃO DA CAÇAMBA	4	00:07:20	0.49	3	00:08:56	0.45	3	00:10:28	0.52
SOLDAS E AJUSTES DIVERSOS	5	03:12:18	16.03	5	02:37:00	13.08	5	02:59:01	14.92
TOTAL	5	04:20:20	21.69	5	04:17:00	21.42	5	04:21:13	21.77
MÉDIA	5	04:19:31	21.56						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MONTAGEM DE TAMPA TRASEIRA	2	01:56:01	3.87	1.5	02:55:00	4.38	1	03:47:16	3.79
MÉDIA	1.5	02:52:46	4.01						
DESVIO PADRÃO	0.5	00:55:40	0.32						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
FIXAÇÃO DA TAMPA TRASEIRA	1	04:27:00	4.45	2	03:23:45	6.79	1	04:12:30	4.21
MÉDIA	1.3	04:01:05	5.15						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DO CHASSI PRONTO	2	00:11:45	0.39	2	00:07:15	0.24	2	00:07:18	0.24
INSTALAÇÃO HIDRÁULICA	2	00:13:30	0.45	2	00:23:45	0.79	2	00:25:00	0.83
COLOCAÇÃO DE CAÇAMBA	2	00:23:00	0.77	2	00:21:00	0.70	2	00:10:30	0.35
FIXAÇÃO DO MANCAL DE GIRO	2	00:48:55	1.63	2	00:50:36	1.69	2	00:47:20	1.58
SOLDAS E AJUSTES DIVERSOS	2	02:49:55	5.66	2	02:54:38	5.82	2	03:10:03	6.34
TOTAL	3	04:27:05	13.35	3	04:37:14	13.86	3	04:40:11	14.01
MÉDIA	3	04:34:50	13.7417						

APÊNDICE D - TEMPOS COLETADOS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO IMPLEMENTO SRAB DIANTEIRO.

FABRICAÇÃO DO CHASSI

MONTAGEM DE CHASSI NO GABARITO (SRAB DIANTEIRO)

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DE LONGARINAS	2	00:15:14	0.51	2	00:11:38	0.39	2	00:09:32	0.32
COLOCAÇÃO DE TRAVESSAS	1	01:17:10	1.29	1	01:22:42	1.38	1	01:31:33	1.53
SOLDAS EM GERAL	4	00:39:20	2.62	4	00:42:24	2.83	4	00:49:10	3.28
SOLDAS COM O GABARITO ROTACIONADO 90º	4	00:40:05	2.67	4	00:33:07	2.21	4	00:31:20	2.09
SOLDAS COM O GABARITO ROTACIONADO 270º	4	00:48:25	3.23	4	00:55:00	3.67	4	00:38:00	2.53
TOTAL	4	03:40:14	14.68	4	03:44:51	14.99	4	03:39:35	14.64
MÉDIA	4.0	03:41:33	14.77						

CHASSI FORA DO GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
SOLDAS EM GERAL E FIXAÇÃO DE TANQUE DE AR ESTABILIZADOR	1	01:25:45	1.43	1	01:08:29	1.14	1	01:26:19	1.44
MÉDIA	1	01:20:11	1.34						

FABRICAÇÃO DA CAIXA

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO / POSICIONAMENTO DE PLACAS	2	00:14:29	0.48	2	00:17:23	0.58	3	00:18:54	0.95
PONTUAÇÃO E REFORÇO DE SOLDA	2	00:52:28	1.75	2	00:42:16	1.41	2	00:51:39	1.72
TOTAL	2	01:06:57	2.23	2	00:59:39	1.99	2	01:10:33	2.67
MÉDIA	2	1:05:43	2.30						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DA PLACA PARA GABARITO	4	00:16:08	1.08	4	00:15:11	1.01	4	00:17:36	1.17
PONTUAÇÃO DE FRONTAL, TRAVESSAS E CHASSI	2	03:32:08	7.07	2	03:43:06	7.44	2	03:33:23	7.11
TOTAL	2.00	03:48:16	8.15	2.13	03:58:17	8.45	2	03:50:59	8.29
MÉDIA	2.00	03:52:31	8.29						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
REFORÇO DE SOLDA	4	03:18:55	13.26	4	03:05:20	12.36	4	03:00:31	12.03
MOVIMENTAÇÃO DA CAÇAMBA	3	00:18:14	0.91	2	00:18:26	0.61	2	00:07:38	0.25
TOTAL	4	03:37:09	14.48	4	03:23:46	13.58	4	03:08:09	12.54
MÉDIA	4	03:23:01	13.53						

CAIXA APÓS GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
SOLDAS E AJUSTES DIVERSOS	3	04:05:25	12.27	3	05:10:18	15.52	3	04:30:11	13.51
MÉDIA	3	04:35:18	13.77						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MONTAGEM DA TAMPA TRASEIRA	1	02:16:53	2.28	1	02:38:19	2.64	1	02:39:51	2.66
MÉDIA	1	02:31:41	2.53						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
FIXAÇÃO DA TAMPA TRASEIRA	2	03:19:55	6.66	1	03:24:31	3.41	1	03:10:50	3.18
MÉDIA	1.0	03:18:25	4.42						

ACOPLAMENTO CAIXA COM O CHASSI

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DO CHASSI PRONTO	2	00:05:10	0.17	1	00:06:15	0.10	2	00:05:44	0.19
INSTALAÇÃO HIDRÁULICA	1	00:32:20	0.54	2	00:33:22	1.11	2	00:43:52	1.46
COLOCAÇÃO DE CAÇAMBA	2	00:11:10	0.37	2	00:18:05	0.60	2	00:14:26	0.48
FIXAÇÃO DO MANCAL DE GIRO	2	00:46:20	1.54	2	00:33:00	1.10	2	00:42:23	1.41
SOLDAS E AJUSTES	1	02:42:12	2.70	1	02:38:16	2.64	1	02:30:18	2.51
TOTAL	3	04:17:12	12.86	3	04:08:58	12.45	3	04:16:43	12.84
MÉDIA	3	04:14:18	12.71						

APÊNDICE E - TEMPOS COLETEADOS DO PROCESO DE FABRICAÇÃO DO IMPLEMENTO SRAB TRASEIRO

FABRICAÇÃO DO CHASSI

MONTAGEM DE CHASSI NO GABARITO SRAB TRASEIRO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DE LONGARINAS	2	00:09:14	0.31	2	00:08:34	0.29	2	00:06:32	0.22
COLOCAÇÃO DE TRAVESSAS	1	01:16:10	1.27	1	01:23:42	1.40	1	01:32:43	1.55
SOLDAS EM GERAL	4	00:41:27	2.76	4	00:40:24	2.69	4	00:52:11	3.48
SOLDAS COM O GABARITO ROTACIONADO 90º	4	00:38:56	2.60	4	00:30:07	2.01	4	00:31:20	2.09
SOLDAS COM O GABARITO ROTACIONADO 270º	4	00:43:35	2.91	4	00:52:00	3.47	4	00:38:00	2.53
TOTAL	4	03:29:22	13.96	4	03:34:47	14.32	4	03:40:46	14.72
MÉDIA	4.0	03:34:58	14.33						

CHASSI FORA DO GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
SOLDAS EM GERAL E FIXAÇÃO DE TANQUE DE AR E ESTABILIZADOR	1	01:22:45	1.38	1	01:05:27	1.09	1	01:28:19	1.47
MÉDIA	1	01:18:50	1.31						

FABRICAÇÃO DA CAIXA

CAIXA NO GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO / POSICIONAMENTO DE PLACAS	2	00:13:29	0.45	2	00:15:23	0.51	3	00:15:51	0.79
PONTUAÇÃO E REFORÇO DE SOLDA	2	00:50:37	1.69	2	00:45:36	1.52	2	00:52:39	1.76
TOTAL	2	01:04:06	2.14	2	01:00:59	2.03	2	01:08:30	2.55
MÉDIA	2	1:04:32	2.24						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DA PLACA PARA GABARITO	4	00:14:03	0.94	4	00:13:41	0.91	4	00:18:24	1.23
PONTUAÇÃO DE FRONTAL, TRAVESSAS E CHASSI	2	03:35:08	7.17	2	03:46:56	7.56	2	03:27:23	6.91
TOTAL	4.00	03:49:11	8.11	2.11	04:00:37	8.48	2	03:45:47	8.14
MÉDIA	4.00	03:51:52	8.24						

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
REFORÇO DE SOLDA	4	03:20:45	13.38	4	03:07:08	12.48	4	03:03:38	12.24
MOVIMENTAÇÃO DA CAIXA	3	00:16:24	0.82	2	00:17:25	0.58	2	00:09:58	0.33
TOTAL	4	03:37:09	14.48	4	03:24:33	13.64	4	03:13:36	12.91
MÉDIA	4	03:25:06	13.67						

CAIXA APÓS GABARITO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
SOLDAS E AJUSTES DIVERSOS	3	04:00:32	12.03	3	05:16:21	15.82	3	04:40:13	14.01
MÉDIA	3	04:39:02	13.95						

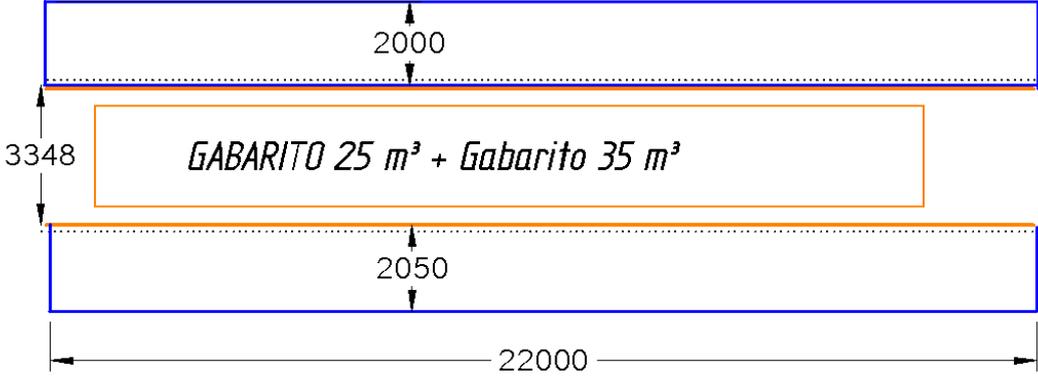
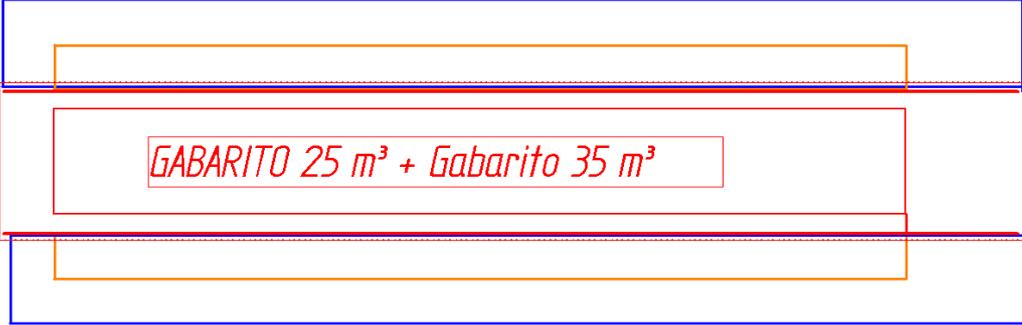
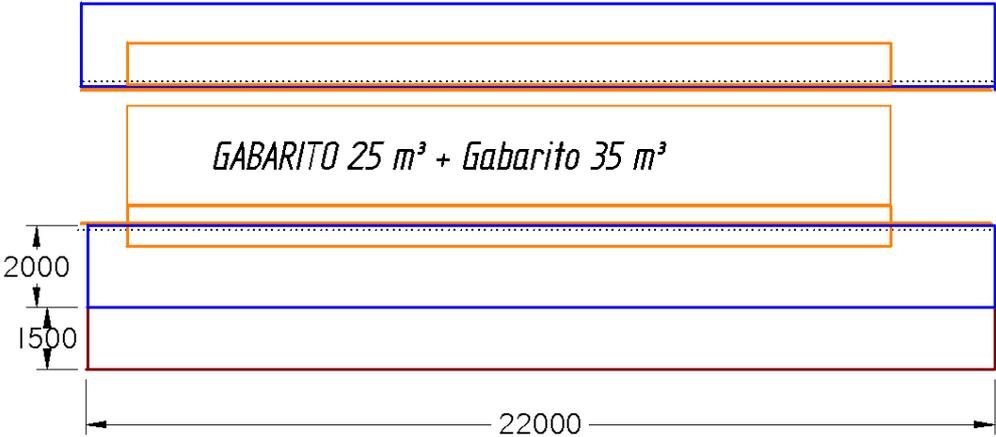
PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MONTAGEM DA TAMPA TRASEIRA	1	02:14:49	2.25	1	02:35:19	2.59	1	02:31:51	2.53
MÉDIA	1	02:27:20	2.46						

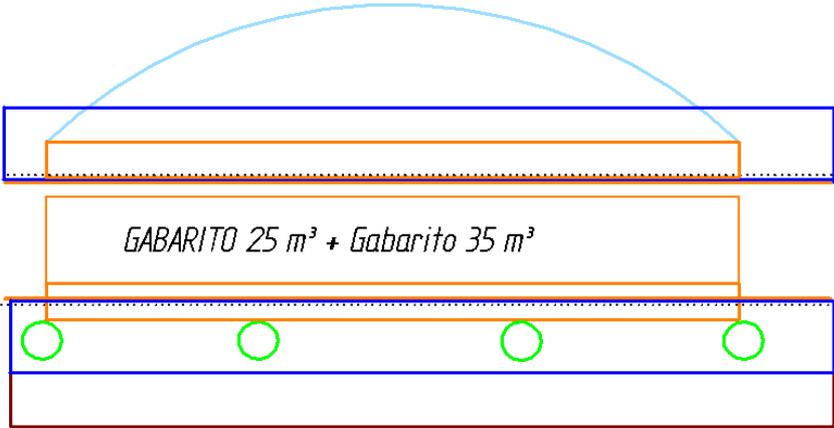
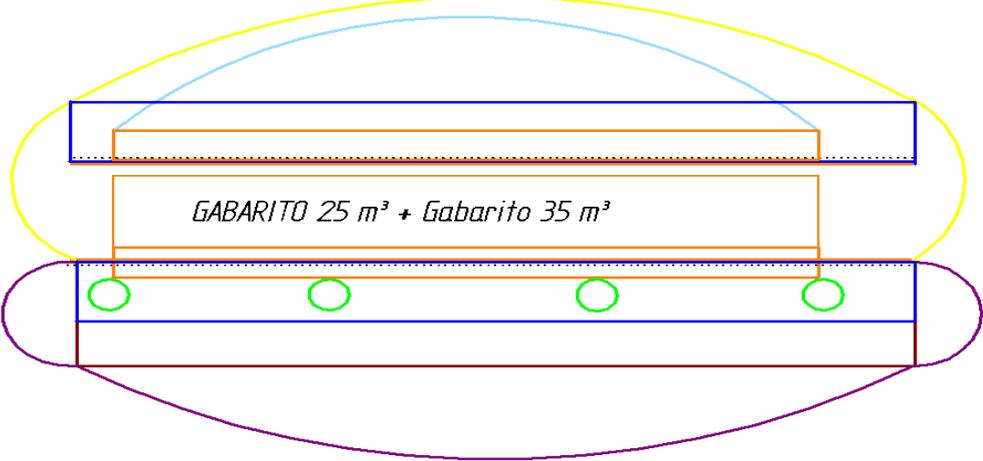
PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
FIXAÇÃO DA TAMPA TRASEIRA	2	03:17:41	6.59	1	03:26:33	3.44	1	03:19:50	3.33
MÉDIA	1.3	03:21:21	4.45						

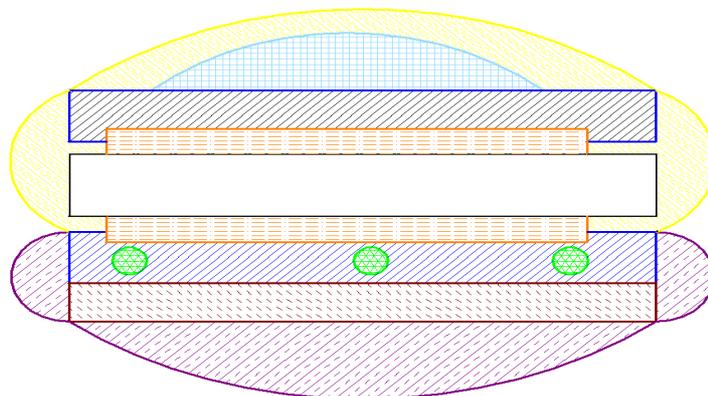
ACOPLAMENTO

PROCESSO	AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			AMOSTRA 3		
	COLAB.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.	COLABOR.	TEMPO	HRS/HOM.
MOVIMENTAÇÃO DO CHASSI PRONTO	2	00:04:08	0.14	1	00:07:48	0.13	2	00:05:48	0.19
INSTALAÇÃO HIDRÁULICA	1	00:35:25	0.59	2	00:30:53	1.03	2	00:42:19	1.41
COLOCAÇÃO DE CAÇAMBA	2	00:13:19	0.44	2	00:19:15	0.64	2	00:16:54	0.56
FIXAÇÃO DO MANCAL DE GIRO	2	00:41:23	1.38	2	00:35:00	1.17	2	00:46:21	1.55
SOLDAS E AJUSTES DIVERSOS	2	02:38:17	5.28	2	02:45:10	5.51	2	02:39:10	5.31
TOTAL	3	04:12:32	12.63	3	04:18:06	12.91	3	04:30:32	13.53
MÉDIA	3	04:20:23	13.02						

**APÊNDICE F – QUADRO DE TEMPLATES DO GABARITO DE CAIXA
DE 25-35 M³**

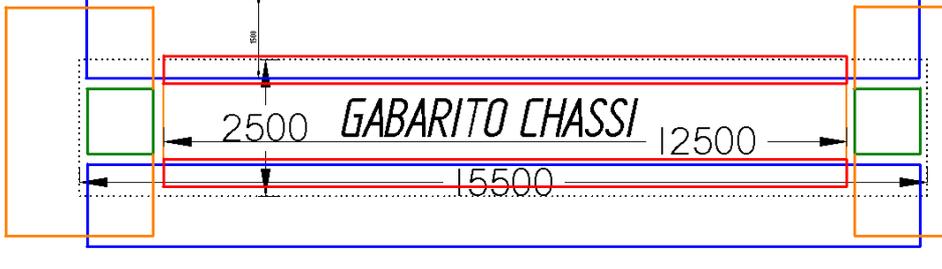
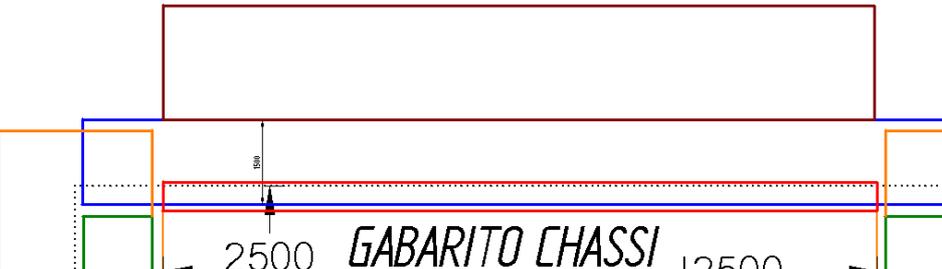
TEMPLATE DO GABARITO DE CAIXA DE CARGA 25-35M ³	
<p>Operador</p> <p></p>	
<p>Manutenção</p> <p></p>	
<p>Matéria Prima</p> <p></p>	

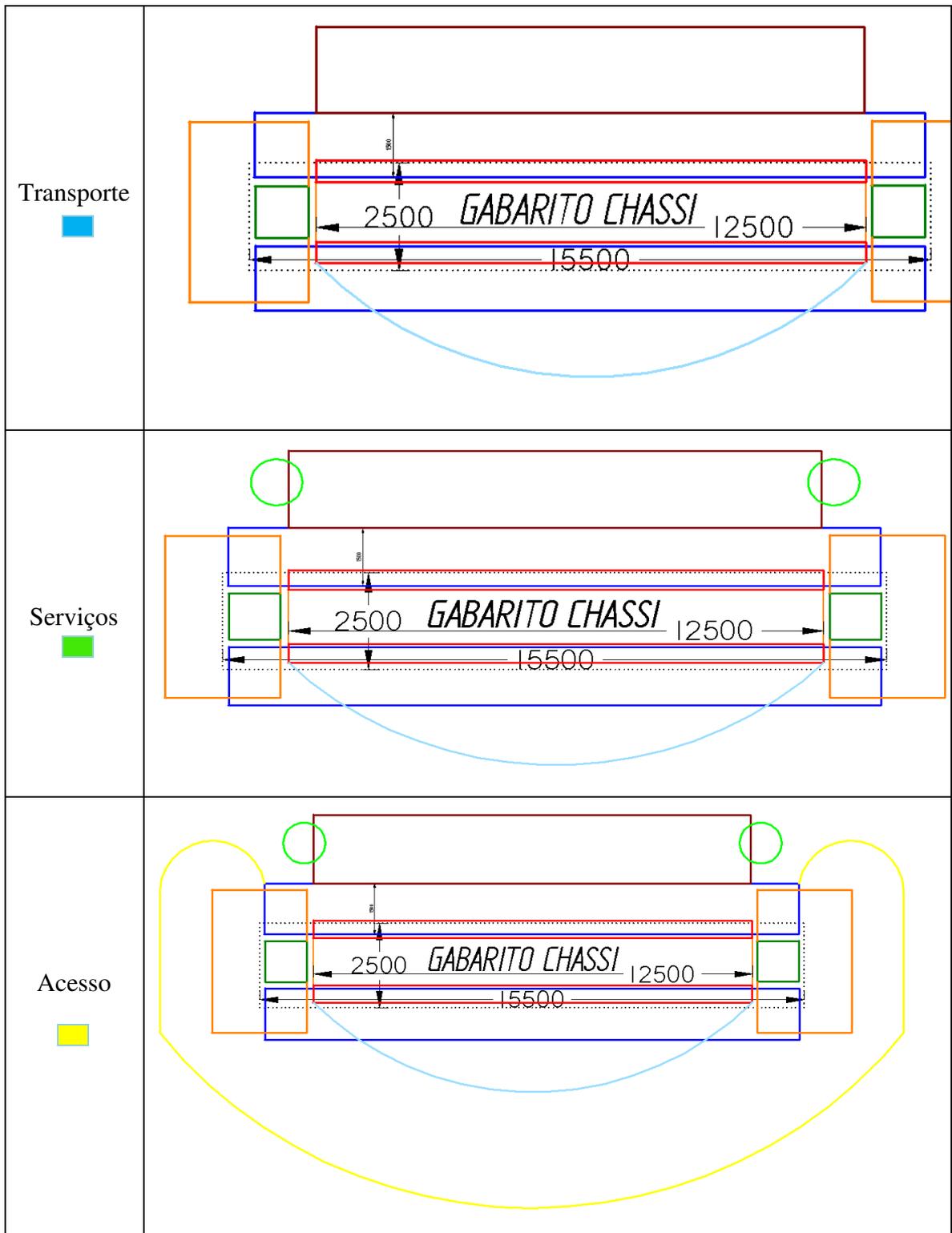
<p>Serviços</p>  <p>Transporte</p> 	
<p>Segurança</p>  <p>Acesso</p> 	

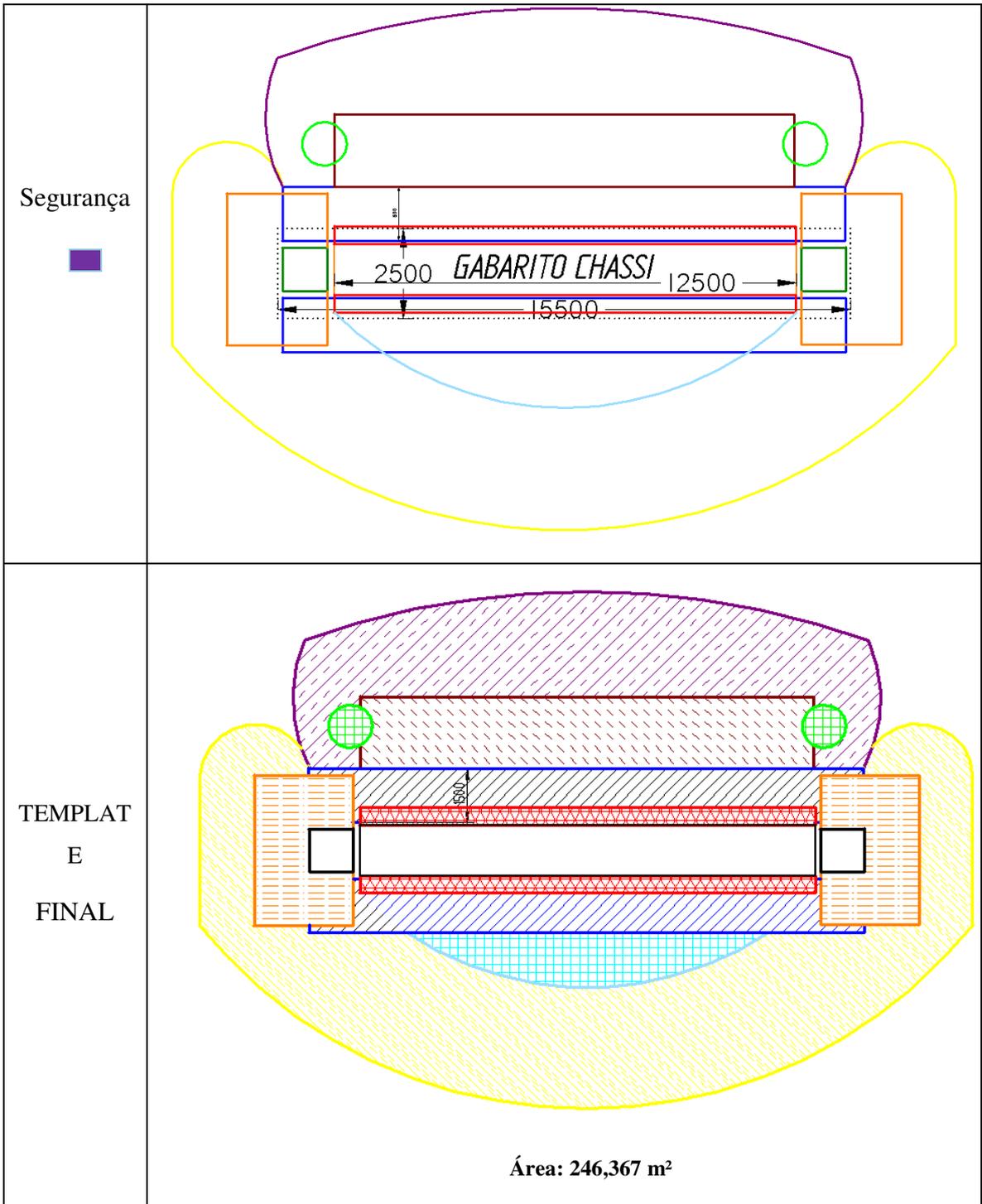


Área: 257,80726690 m²

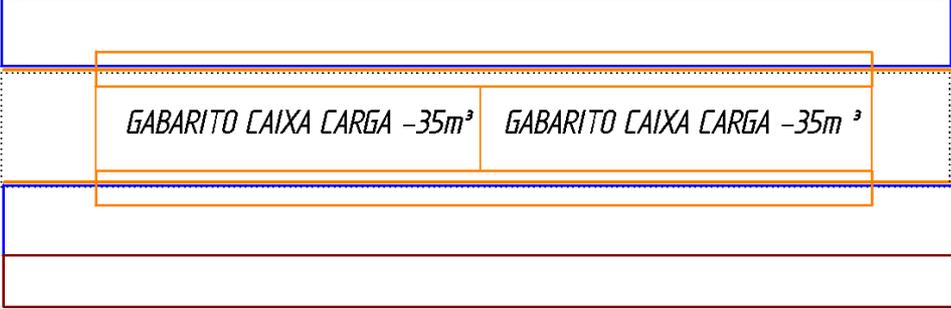
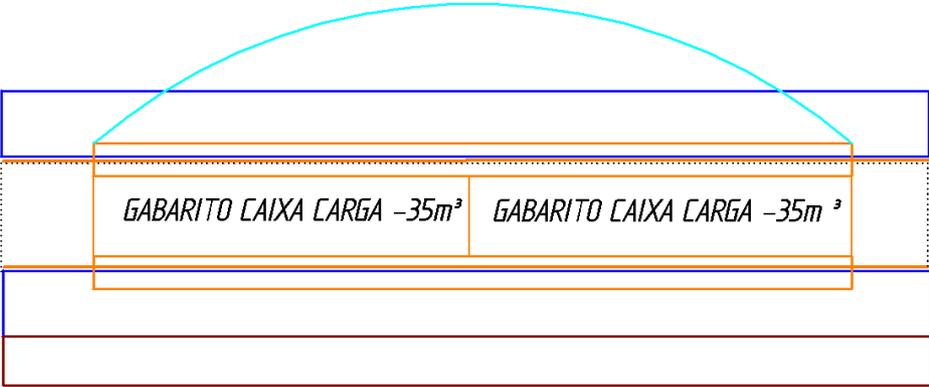
APÊNDICE G – QUADRO DE TEMPLATES DO GABARITO DE CHASSI MENOR

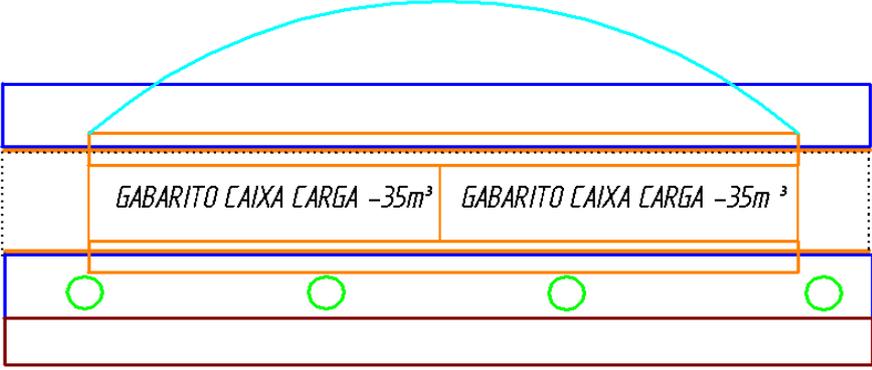
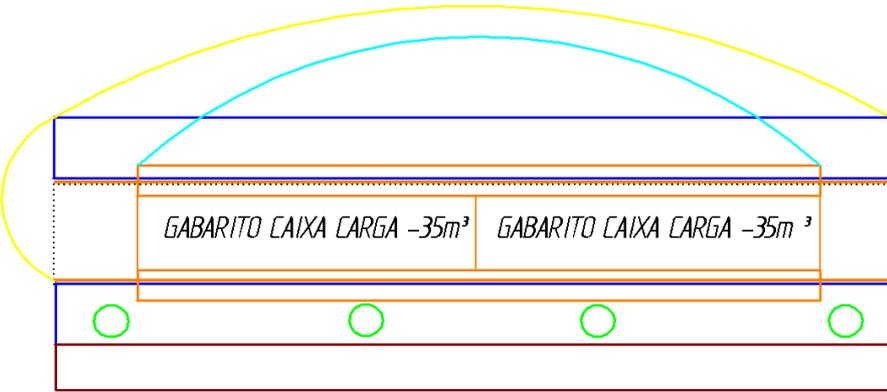
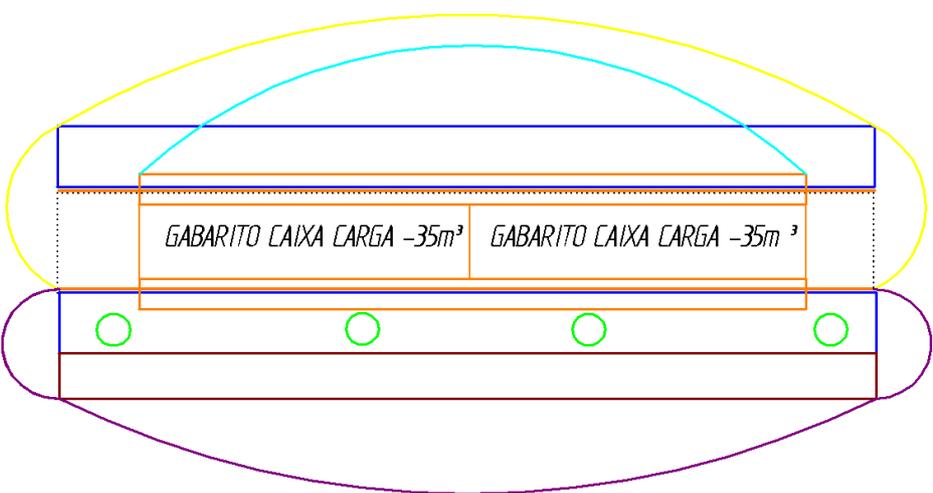
TEMPLATE DO GABARITO DE CHASSI MENOR	
Operador 	
Manutençã 	
Processo 	
Matéria Prima 	

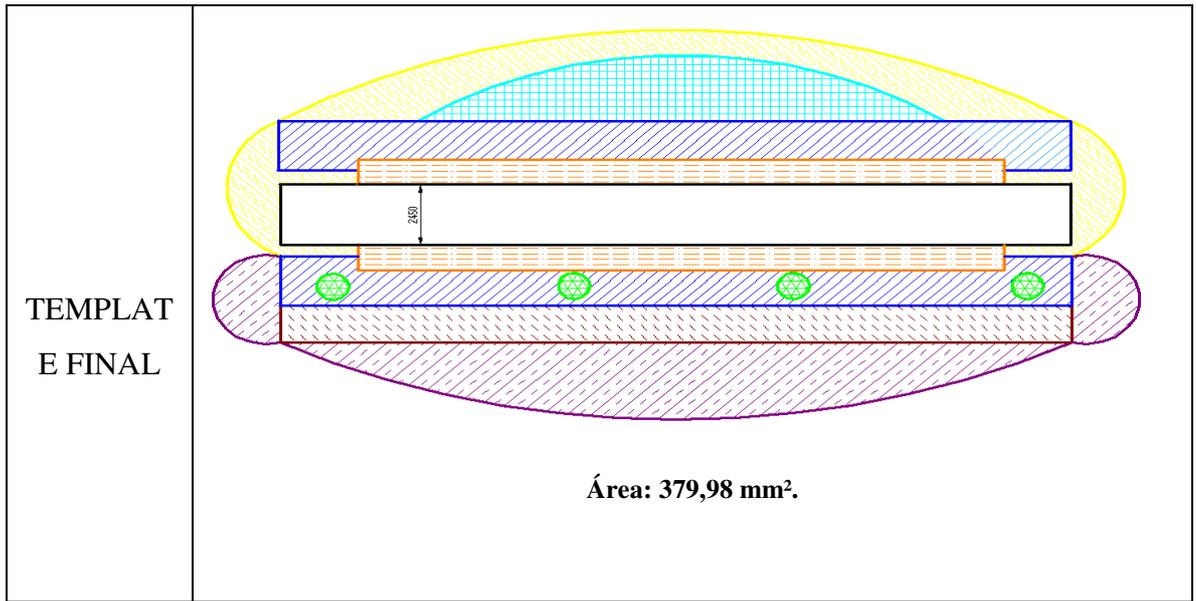




APÊNDICE H – QUADRO DE TEMPLATES DO GABARITO DE CAIXA DE CARGA MAIOR

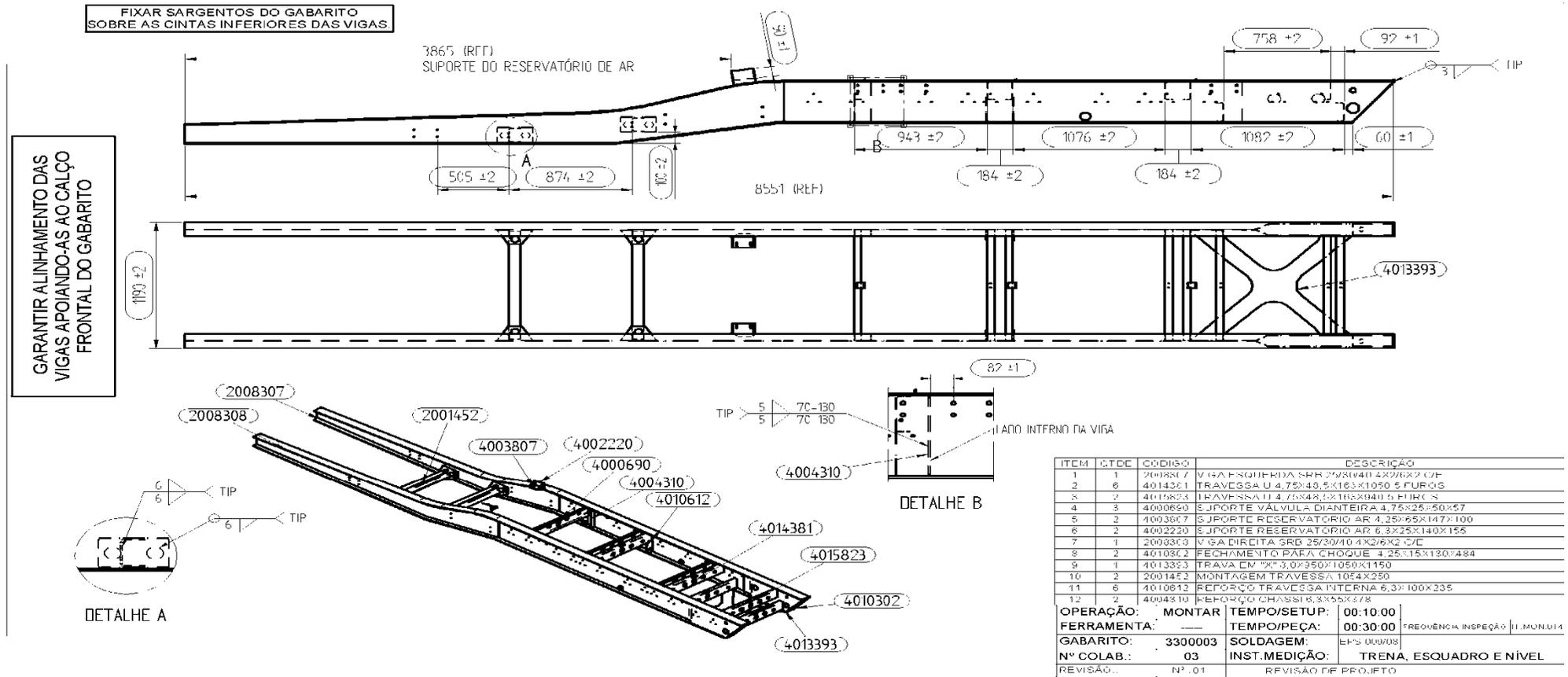
TEMPLATES DO GABARITO CAIXA DE CARGA MAIOR	
Operador 	
Manutença 	
Matéria Prima 	
Transporte 	

<p>Serviços</p> 	
<p>Acesso</p> 	
<p>Segurança</p> 	

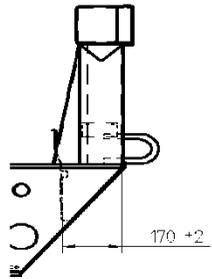
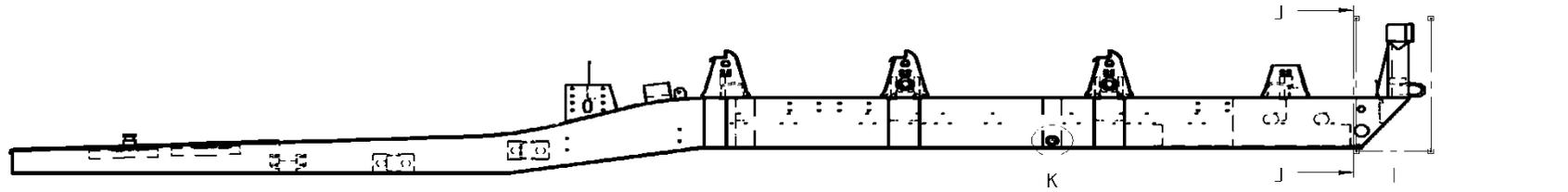


Template do gabarito de Caixa de carga maior

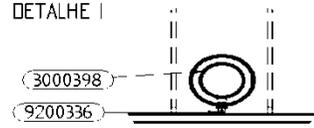
ANEXO A – DESENHO DOS COMPONENTES DOS IMPLEMENTOS



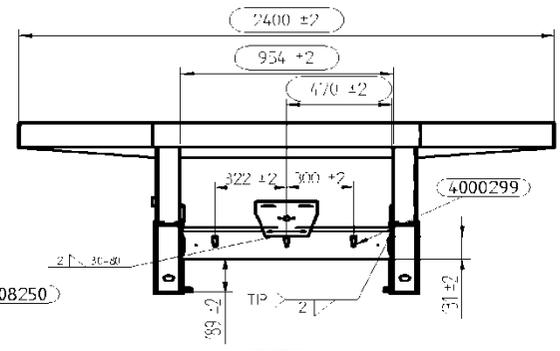
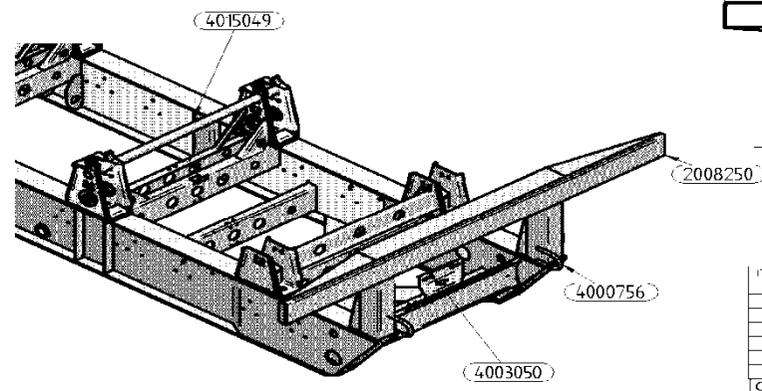
Desenho do Chassi do SRAB Traseiro



DETALHE I



DETALHE K

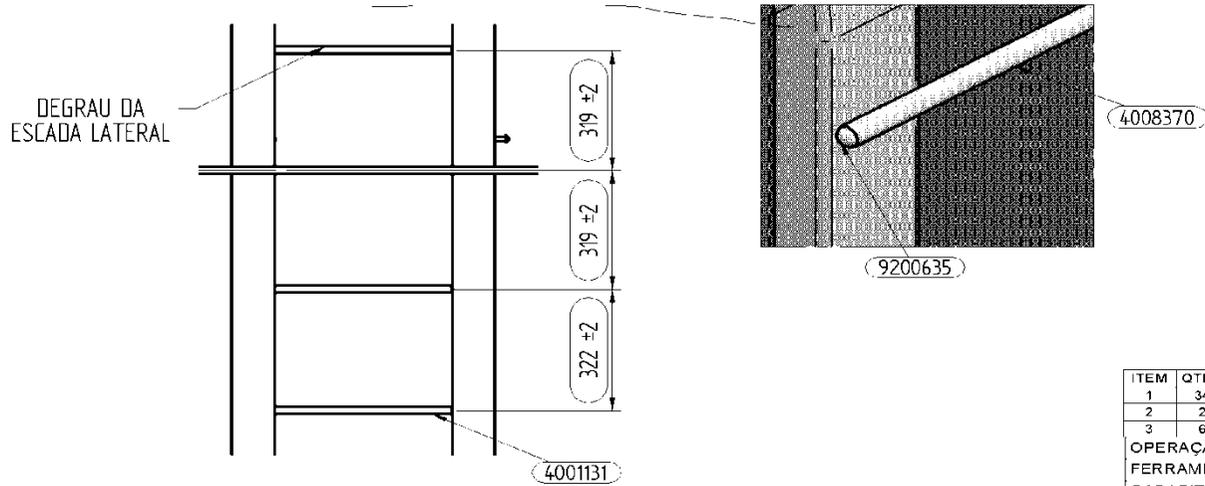
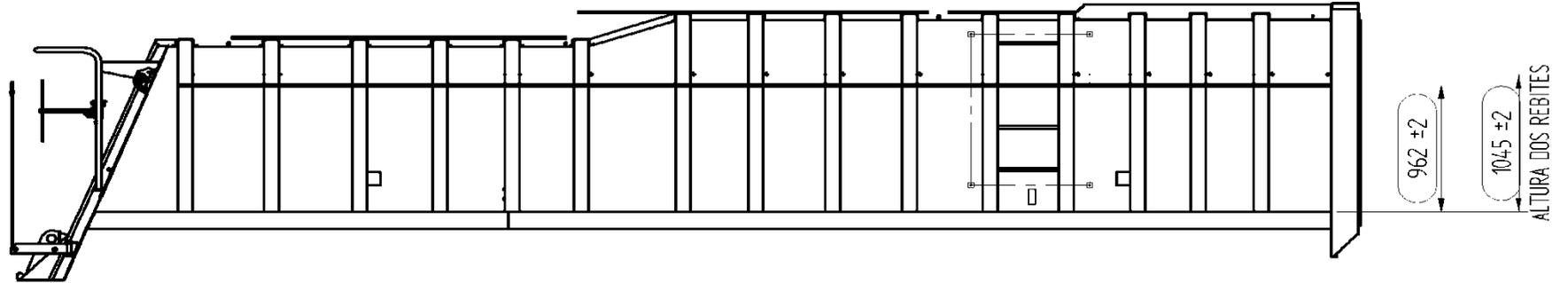


CORTE J-J

ITEM	Q'DE	CODIGO	DESCRIÇÃO
1	1	4003050	PARAFUSO QUE FIXA GRD.MD. 2010
2	2	9200336	GRAVE PA.FETA 1/8" R - 28 FIOS.BSF
3	2	4000299	FRESILHA INSTALAÇÃO ELÉTRICA #1,5X22X63
4	2	3000398	BLOCA ESTABILIZADOR ØE1,1XØ76 12,115
5	1	4003050	SUP. FIXA PLACA SUPORTE #1,39X20,6X25
6	2	4015049	REFORÇO ESTABILIZADOR 6,3X43X138,3X78,Ø78
7	2	4000756	ENGATE REBOCADOR

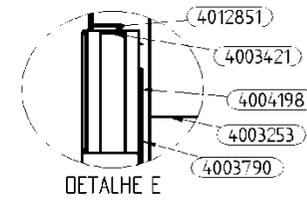
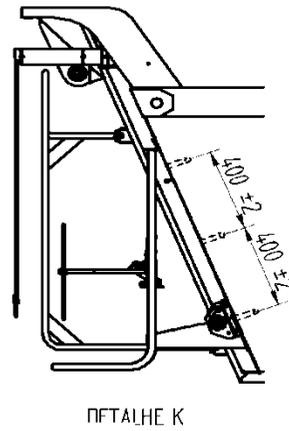
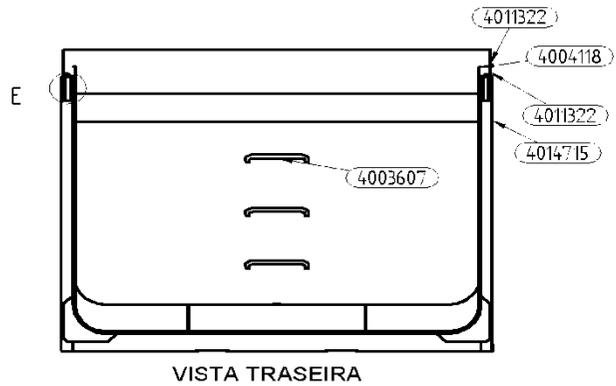
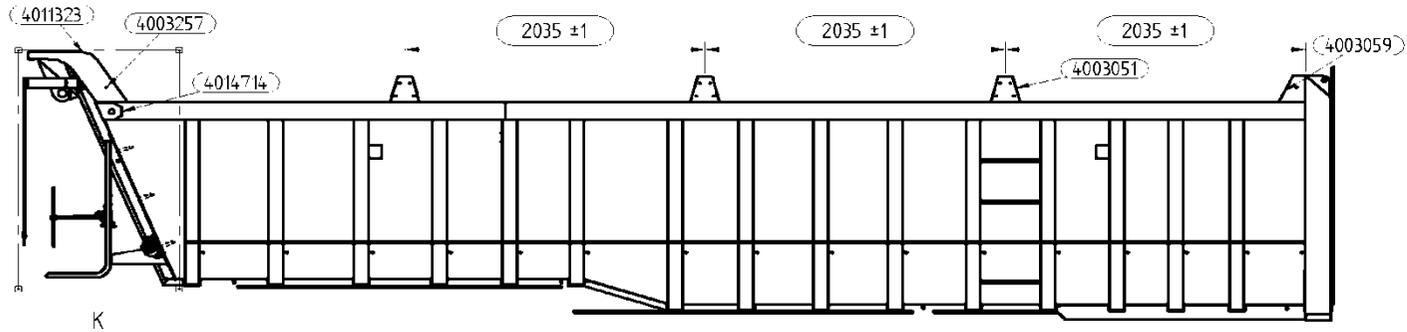
OPERAÇÃO:	MONRAR	TEMPO/SETUP:	00:03:00
FERRAMENTA:	---	TEMPO/PEÇA:	00:20:00
GABARITO:	3300003	SOLDAGEM:	EPS 006/03
Nº COLAB.:	02	INST.MEDIÇÃO:	TRENA, ESQUADRO E NIVEL
REVISÃO	Nº 01	REVISÃO DE PROJETO:	

Desenho do Chassi do SRAB Traseiro



ITEM	QTDE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
1	34	9200635	REBITE AÇO 7/16"X1"
2	2	4008370	TUBO LATERAL AMARRAR LONA Ø19,05X7580
3	6	4001131	DEGRAU ESCADA LATERAL Ø19,05X405
OPERAÇÃO:		MONTAR	TEMPO/SETUP: 00:00:00
FERRAMENTA:		--	TEMPO/PEÇA: 00:00:00
GABARITO:		--	SOLDAGEM: EPS 009/C6
Nº COLAB.:		02	INST.MEDIÇÃO: TRENA, ESQUADRO E NIVEL
REVISÃO.:		Nº.:00	---

Desenho da Caixa do SRB 25m³



TEM	QTDE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
1	2	4003257	EUPORTE DIANTEIRO TABUA 4,25X1,50X204X215
2	3	4003607	CEIFRA J "L" Ø20,1X381
3	1	4011322	LATERAL PROTETOR CABINE 3,75X262X670 D
4	1	4011323	LATERAL PROTETOR CABINE 3,75X262X670 E
5	2	4012851	CHAPA 3,0X35X130
6	1	4014714	REFORÇO CANTO SUP. FRONTAL E
7	1	4014715	REFORÇO CANTO SUP. FRONTAL E
8	1	4003253	TRAVESSA J Ø3,335X76X125X200
9	1	4004118	VERGALHO TAMP. TRÁS. Ø9,53X18000
10	12	4003051	SUPORTE INTERIO. TABUA 1,25X104X200 Ø11
11	4	4003059	SUPORTE TRASEIRO TABUA 4,25X64X180X210
12	4	4004198	MANCAL LAMPA #19,87X108X188 Ø30
13	2	4003431	FIXAMENTO SUP. INTER. 6,3X67X232
14	2	4003790	FECHEMENTO INTERNO 4,25X180X119X215
OPERAÇÃO:			MONTAR TEMPO/SETUP: 00:00:00
FERRAMENTA:		--	TEMPO/PEÇA: 00:00:00
GABARITO:		--	SOLDAGEM: EP'S 009/23
N° COLAB.:		02	INST.MEDIÇÃO: TRENA, ESQUADRO E NIVEL
REVISÃO:		1.º 00	--

Desenho da Caixa do SRB 25m³