



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS  
CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL  
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**



**PROPOSTA DE MELHORIA DE LAYOUT PARA OTIMIZAÇÃO E AUTOMAÇÃO  
DE PROCESSO PRODUTIVO**

**MANAUS - AM  
2019**



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS  
CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL  
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**



**ALINE SOUSA DA SILVA**

**PROPOSTA DE MELHORIA DE LAYOUT PARA OTIMIZAÇÃO E AUTOMAÇÃO  
DE PROCESSO PRODUTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial – IFAM/CMDI.

Orientador: Prof. MSc. Adriano Jorge Mendonça Loureiro.

**MANAUS - AM  
2019**

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

S586a

Silva, Aline Sousa da

Proposta de melhoria de layout para otimização e automação de processo produtivo. / Aline Sousa da Silva. – Manaus, 2019.

82 f. : il.

Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Distrito Industrial, 2019.

Orientador: Prof. MSc. Adriano Jorge Mendonça Loureiro

1. Manufatura. 2. Layout. 3. Otimização. 4. Automação . I. Loureiro, Adriano Jorge Mendonça (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 629.89

---

Elabora por Darlene Silveira Rodrigues, n.696 (CRB11)



**Ata de Defesa** de Trabalho Final de Graduação da acadêmica Aline Sousa da Silva, sobre o tema: "Proposta de melhoria de layout para otimização e automação de processo produtivo."

Aos dezessete dias do mês de dezembro de dois mil e dezenove, às 15:00 hs horas na sala 19 do Campus Manaus Distrito Industrial, realizou-se a Defesa Pública de monografia da formando Aline Sousa da Silva, intitulada: "Proposta de melhoria de layout para otimização e automação de processo produtivo". A composição da Banca Examinadora contou com três profissionais: Profº MSc. Adriano Jorge Mendonça Loureiro, orientador e presidente da mesma, Profº Gilberto Andrade da Silva, examinador, Profº MSc. José Geraldo de Pontes e Souza, examinador. A presidência da mesa deu início aos trabalhos, seguindo metodologia apropriada. Após a apresentação, a Banca Examinadora se reuniu para deliberação, divulgando o resultado de sua avaliação: a monografia da acadêmica Aline Sousa da Silva, obteve aprovação com a média...9,0 (...nove.....), tendo sido dado a formando um prazo de 15 (quinze) dias para efetivar as correções no trabalho. A sessão foi encerrada às 16:00 horas. Eu, Edevaldo Albuquerque Fialho, assistente administrativo da Coordenação do Curso de Engenharia de Controle e Automação, lavrei a presente ata, que depois de lida e aprovada foi assinada por mim, pelos membros da Banca Examinadora e pela formando Aline Sousa da Silva.

Manaus, 17 de Dezembro de 2019.

Orientador (a): Adriano Jorge Mendonça Loureiro  
Examinador (a): [Assinatura]  
Examinador (a): [Assinatura]  
Formando (a): Aline Sousa da Silva  
Secretário (a): Edevaldo Albuquerque Fialho

## **AGRADECIMENTOS**

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. MSc. Adriano Jorge Mendonça Loureiro, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória e ao Prof. Marcos Maciel pelo apoio.

Aos meus colegas de curso.

A Diretoria e funcionários da MDC que tiveram paciência e me auxiliaram da melhor maneira sobre o estudo apresentado neste trabalho.

Aos meus professores que souberam lidar e me guiar com todos os choros e dilemas enfrentados ao longo do curso.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio e empurrão deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

DA SILVA, Aline Sousa. Proposta De Melhoria De Layout Para Otimização E Automação De Processo Produtivo. 2019. XX. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Distrito Industrial. Amazonas, Manaus, 2019.

Em meio a um mercado consumidor exigente e dinâmico de constantes modificações tecnológicas as empresas investem cada vez mais em aprimoramento de processos e redução de custos para se tornar cada vez mais competitiva e estável no mercado, para este feito um fator fundamental e decisivo da área de manufatura é a organização do layout de uma fábrica, este apresenta um impacto direto e significativo nos custos e eficiência dos processos. Atividades como armazenagem de materiais, movimentação dos mesmos assim como sua organização e controle sistemático contam como elementos de automação necessários para um desenvolvimento mais fluido das atividades. Este trabalho analisa o layout e conseqüentemente os processos de produção da empresa MDC Indústria de Contêineres Inteligentes Ltda. fabricante de datacenters e cofres inteligentes customizados, tencionando uma proposta de adequação do layout e implementação de níveis e elementos de automação visando a otimização do processo produtivo minimizando o tempo de produção através da redução das distancias percorridas e dos obstáculos encontrados entre os processos de produção e despacho de mercadoria.

Palavras-chave: Manufatura. Layout. Otimização. Automação.

## **ABSTRACT**

DA SILVA, Aline Sousa. Proposed Layout Improvement For Optimization And Automation Of Productive Process. 2019. XX. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Distrito Industrial. Amazonas, Manaus, 2019.

Amid a demanding and dynamic consumer market of constant technological changes, companies are increasingly investing in process improvement and cost reduction to become increasingly competitive and stable in the market, for this made a fundamental and decisive factor in the area of Manufacturing is the layout organization of a factory, it has a direct and significant impact on costs and process efficiency. Activities such as material storage, material handling as well as their organization and systematic control count as necessary automation elements for a more fluid development of activities. This paper analyzes the layout and consequently the production processes of the company MDC Industry of Intelligence Containers Ltda. Manufacturer of custom datacenters and smart safes, intending a proposal to adapt the layout and implementation of levels and automation elements to optimize the production process by minimizing the production time by reducing the distances traveled and obstacles encountered between the production processes and dispatch of goods

Keywords: Manufacturing. Layout Optimization Automation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Delimitação do estudo.....	13
Figura 2: Exemplo de layout por processo. ....	16
Figura 3: Tipos de arranjos físicos em linha. ....	17
Figura 4: Exemplo de layout em linha. ....	18
Figura 5: Exemplo de layout posicional. ....	19
Figura 6: Exemplo de células de manufatura lado a lado. ....	20
Figura 7: Exemplos de carrinhos industriais não motorizados: (a) Carrinho de mão de duas rodas, (b) Carretas de quatro rodas e (c) Carrinho de elevação operado manualmente. ....	24
Figura 8: Três exemplos de carros motorizados: (a) Carrinho motorizados, (b) empilhadeira e (c) trator de reboque. ....	25
Figura 9: Exemplo de Fluxograma e Mapofluxograma .....	30
Figura 10: Planta Baixa das Instalações .....	33
Figura 11: Planta Baixa Setorizada MDC. ....	34
Figura 12: Portão de Descarregamento de Materiais .....	36
Figura 13: Fluxograma simplificado dos processos .....	37
Figura 14: Movimentação contêiner 20 pés.....	38
Figura 15: Expedição simultânea de 2 contêineres modelo MDC .....	39
Figura 16: Execução da ordem de produção P2. ....	42
Figura 17: Mapofluxograma da fase A. ....	45
Figura 18: Mapofluxograma fase B. ....	46
Figura 19: Mapofluxograma fase C. ....	47
Figura 20: Novo layout. ....	49
Figura 21: novo caminho de expedição do contêiner. ....	50
Figura 22: Contêiner posicionado em cima da tartaruga de movimentação. ....	51
Figura 23: ilustração da transformação em reboque e movimentação. ....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fatores em consideração de projetos de sistema de manuseio de materiais. ....	22
Tabela 2: Resumo de características e aplicações de cinco categorias de equipamentos de manuseio de materiais. ....	23
<i>Tabela 3: Simbologia de fluxograma</i> .....	28
Tabela 4: Definição de porte de estabelecimentos segundo o quadro de funcionário. ....	31
Tabela 5: relação de locais de armazenamento. ....	35
Tabela 6: Resultados da Análise do layout atual.....	48
Tabela 7: Ordem de produção do setor de projeto e controle da produção .....	68
Tabela 8: Ordens de produção do setor metalúrgica.....	69
Tabela 9: Ordens de produção setor de pintura e acabamento.....	70



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>10</b>
1.1	INTRODUÇÃO .....	10
1.2	JUSTIFICATIVA .....	11
1.3	.....	12
1.4	OBJETIVOS .....	12
1.4.1	Objetivo geral.....	12
1.4.2	Objetivos específicos .....	12
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	12
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
2.1	.....	14
2.2	SISTEMA DE PRODUÇÃO .....	14
2.3	LAYOUT INDUSTRIAL .....	14
2.3.1	TIPOS BÁSICOS DE LAYOUT .....	15
2.3.1.1	Layout Funcional ou por Processo (Job Shop).....	15
2.3.1.2	Layout em Linha (Flow Shop) .....	17
2.3.1.3	Layout de posição fixa (Project Shop) .....	18
2.3.1.4	Layout Celular.....	19
2.4	.....	20
2.5	LOGÍSTICA E MANUSEIO DE MATERIAIS.....	21
2.5.1	Equipamentos transporte de materiais .....	22
2.5.1.1	Veículos industriais .....	24
2.5.1.2	Veículos Guiados Automaticamente (AGV).....	26
2.5.1.3	Veículos guiados por trilhos.....	26
2.5.1.4	Transportadores.....	26
2.5.1.5	Guindastes e guinchos .....	26
2.6	MÉTODOS DE GESTÃO DE PROCESSOS .....	27
2.6.1	Fluxograma e Mapofluxograma.....	27
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO 3 – DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	<b>31</b>
3.1	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	31
3.2	DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL.....	34
3.3	PROCESSO DE PRODUÇÃO .....	40
3.4	ANÁLISE DO LAYOUT ATUAL.....	43
3.5	PROPOSTA DE LAYOUT FINAL.....	48
3.6	PROPOSTA DE NOVA MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS .....	49
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>52</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>53</b>
<b>6</b>	<b>APÊNDICE</b> .....	<b>56</b>
6.1	APÊNDICE A – FOTOS DOS ESTOQUES.....	56
6.2	APÊNDICE B - LISTA DETALHADA DE PROCESSOS .....	61
6.3	APÊNDICE C – TABELAS DE ORDENS DE PRODUÇÃO .....	68
6.4	APÊNDICE D – FLUXOGRAMA DO PROCESSO.....	72
6.5	APÊNDICE E – ALGUNS MODELOS DE <i>CONTAINER DOLLIES</i> .....	75
<b>7</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>76</b>
7.1	ANEXO A - RESOLUÇÃO Nº 427, DE 05 MARÇO DE 1999.....	76
7.2	ANEXO B - RESOLUÇÃO Nº 218, DE 29 JUN 1973.....	78

## CAPÍTULO 1

### 1.1 INTRODUÇÃO

As constantes mudanças na forma de consumo conduziram as empresas a uma série de evoluções em seus sistemas de produção buscando incessantemente formas de se destacar perante os concorrentes, Groover (2014, p. 12) diz que “Os aspectos dos sistemas de manufatura, ou sistemas de produção, são mais importantes atualmente do que jamais foram”, um sistema de produção possui dois níveis, instalações e sistemas de apoio à produção, para garantir eficiência, produtividade e qualidade ambos são integrados em uma tecnologia chamada de automação industrial.

O Blog Murrelektronik (2018) define automação como: “um sistema completo que tem como principal objetivo realizar a otimização das plantas industriais, proporcionando maior eficiência e melhorando os processos produtivos”, esse sistema precisa de uma forma estruturada para gerenciar a produção e os dados gerados principalmente se ligadas ao cenário da indústria 4.0, foi criado então a pirâmide de automação composta por 5 níveis hierárquicos correlacionados, são estes: Nível 1. Dispositivos de campo, instrumentos de medição e atuadores; Nível 2. Controle do processo; Nível 3. Supervisão e monitoramento; Nível 4. Gestão da planta industrial; Nível 5. Administração de recursos e gestão financeira;

Em alguns casos nem sempre é possível automatizar totalmente a produção de uma empresa, Groover (2014) lista algumas situações em que o trabalho manual proporciona uma alternativa mais compatível do que um processo totalmente automatizado, sendo estas: (a) Tarefa de alta complexidade dificultando uma possível automatização, (b) Curto ciclo de vida do produto, (c) Produto customizado, (d) Demanda inconstante, (e) Necessidade de redução dos riscos de falhas no produto e (f) Falta de Capital.

Enquanto as empresas de grande porte já estão adaptando a realidade da indústria 4.0 com transformações totais transmutando-se em fábricas inteligentes com todos os processos integrados e automatizados as empresas industriais de pequeno porte labutam para ter um lugar sol nesse meio de produções altamente tecnológica lidando com problemas comuns de qualquer empresa deste ramo como: (1) Definição do preço de venda, (2) Processo de entrega, (3) qualidade dos produtos, (4) Gestão do estoque e compras e (5) Gestão da produção, mas sem a mesma disponibilidade dos recursos usados por seus concorrentes maiores para solucionar estes desafios, usualmente sofrem com limitações financeiras e de espaço.

Alguns aspectos que afetam diretamente o preço final do produto como a gestão da produção e gestão de estoques e compras devem ser analisados inicialmente e com atenção, uma gestão da produção eficiente garante a otimização da mão de obra dos funcionários e

também da produtividade das máquinas através da definição de um script da produção por assim dizer, este script nada mais é que a rota de cada etapa e processo realizado sequencialmente durante a produção do produto e está intrinsecamente ligado ao *layout* fabril, o projeto de *layout* industrial deve ser elaborado de acordo com as necessidades da empresa, é de fundamental importância para a concepção de um novo ambiente de processo fabril, expansão da capacidade ou readequação da dinâmica de operação de uma planta existente além de ser um fator determinante proporcionador um ambiente favorável ao aprimoramento da produção.

A gestão de estoques e compras ineficiente ocasiona em quatro problemas principais sendo elas: 1. Gastos desnecessários com ampliação de espaços pela falta de controle do estoque, 2. Perda de produtos por deterioração e validade por causa do controle de estoque, surpresas com falta de material e 4. Atrasos nas demandas de compra, armazenamento e distribuição dos produtos estocados conforme Bittencourt (2019). As persistências desses problemas podem afetar gravemente a saúde da pequena indústria.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A motivação principal está relacionada a empresa objeto de estudo, a partir da vivência e observação é esperado que este trabalho aglutine informações de valor que auxilie a empresa em seu crescimento segundo seus objetivos estratégicos e operacionais. A análise desenvolvida respalda futuras decisões sobre a forma operacional bruta. Desta forma a pesquisa serve de base e amparo acerca de como detalhes sobre a orientação dos recursos podem influenciar nos níveis produtivos da empresa.

Engenharia de controle e automação vai além de projetar, programar ou construir robôs tecnológicos, as competências aprendidas durante o curso demonstram que engenharia vai além dessas obviedades, o Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CONFEA através da resolução nº 427, de 05 março de 1999<sup>1</sup> discrimina as atividades do Engenheiro de Controle e Automação da seguinte forma:

“Art. 1º - Compete ao Engenheiro de Controle e Automação, o desempenho das atividades 1 a 18 do art. 1º da Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973<sup>2</sup> do CONFEA, no que se refere ao controle e automação de equipamentos, processos, unidades e sistemas de produção, seus serviços afins e correlatos.”

---

<sup>1</sup> Resolução completa disponível no Anexo A

<sup>2</sup> Resolução completa disponível no Anexo B

Sendo um curso de abordagem multidisciplinar, diversas correlações entre disciplinas de controle, gestão, qualidade, sistemas de produção, mecânica, economia e afins são criadas durante todos os anos de estudo para proporcionar ao futuro profissional de engenharia uma visão mais completa possível do que lhes aguarda no mundo fabril, oferecendo ferramentas para desenvolver uma visão sistêmica dos processos. Desta forma, a deliberação de se extrair dados, escolher os melhores métodos ou técnicas de trabalho e a proposição de soluções dos percalços encontrados, demonstra a apreciação do alicerce fixado pela instituição de ensino ao longo do curso.

Os motivos acima asseguram a importância deste trabalho de conclusão de curso na área de engenharia de controle e automação, a partir da vivência em indústrias manufatureiras de pequeno porte deve-se procurar alternativas para melhorar a produtividade sem necessariamente realizar grandes e dispendiosas mudanças.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 OBJETIVO GERAL

O principal objetivo deste trabalho é propor uma modificação de layout da empresa alvo deste estudo embasando-se na literatura buscando maximizar a eficiência e qualidade da produção de uma empresa fornecedora de produtos customizados e sobre encomenda. Complementarmente introduzir alguns elementos básicos de controle e automação industrial através de conceitos de logística interna espelhando-se nos princípios dos sistemas flexíveis de manufatura.

#### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

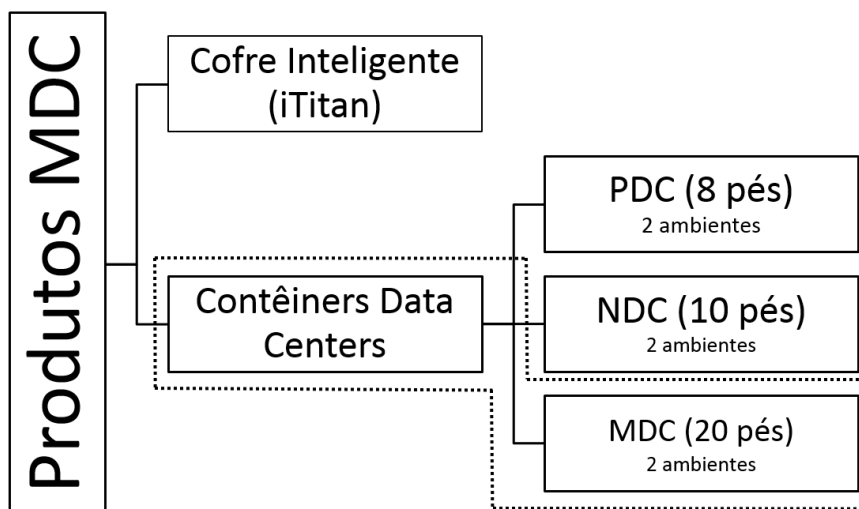
Tendo em vista que este trabalho é fruto de observação de necessidades mediante a disposição de recursos físicos foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar na literatura os conceitos e tipos de produção e layout;
- Realizar um mapeamento dos processos e setores de produção;
- Definir um layout eficiente para a empresa sede do estudo;
- Introduzir elementos básicos de automação industrial;

### 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho tem como foco otimizar um processo produtivo e introduzir elementos de automação industrial através de uma proposta de reformulação do *layout* do parque industrial da empresa foco do estudo, analisando o processo produtivo de um dos produtos da empresa objeto desse estudo descrito na Figura 1.

Figura 1: Delimitação do estudo.



Fonte: Autoria Própria (2019)

Este produto foi escolhido devido a maior quantidade de processos e estruturas envolvidas em sua construção, sendo o contêiner *data center* modelo base MDC o seu produto mais complexo, escolhe-lo para análise torna-se o caminho lógico para poder gerar o maior número de dados para embasamento da proposta.

A divisão deste trabalho se dá através de quatro capítulos. No capítulo 2 é dedicado a revisão da literatura apresentando a fundamentação teórica necessária para compreensão do trabalho. O capítulo 3 e 4 se referem a descrição e análise do objeto do estudo, considerações finais e trabalhos futuros.

O Capítulo 2 aborda os tipos de layout clássicos, a logística interna referentes a movimentação e manuseio de materiais e apresenta as ferramentas de análise de um sistema de produção utilizadas.

No capítulo 3 são apresentados e analisados os dados referentes ao processo de produção, também é discorrido uma proposta de adequação do *layout* e formas de otimização do sistema.

O capítulo 4 possui sugestões de trabalhos futuros bem como considerações e observações finais sobre todo o estudo.

## CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO

Segundo Groover (2014) um sistema de produção é a organização sistemática de pessoas, equipamentos e procedimentos direcionados para realizar as etapas de produção de uma empresa, podendo ser dividido em duas categorias primárias: Instalações e Sistema de apoio à produção. As instalações englobam o grupo de máquinas, ferramentas, equipamentos e sistemas computadorizados em geral assim como o layout físico da fábrica.

Sistemas de apoio a produção é o conjunto de procedimentos utilizados pela empresa no gerenciamento da produção e na solução de problemas técnicos e logísticos encontrados na encomenda de materiais, na movimentação de trabalho pela fábrica e na garantia de que os produtos atenderam aos requisitos de qualidade.

### 2.2 LAYOUT INDUSTRIAL

O layout de uma fábrica pode ser descrito da forma mais simples como a forma de arranjo físicos de uma fábrica, onde estão localizadas as máquinas, equipamentos, materiais e etc., ou seja, arranjo espacial dos recursos produtivos de acordo com Ditz (2010).

Freitas (2016) traz na sua definição de layout uma distinção do ordenamento físico em duas classes de recursos, os recursos transformados os quais podem ser tidos como os recursos primários sendo estes: matéria prima; informações e os clientes. E os recursos transformadores, isto é, recursos proporcionadores de mudanças dos recursos transformados observados como máquinas, equipamentos e operadores.

Para Junior (2019) o layout é a forma de organização das máquinas, postos de trabalho, áreas de circulação, junto à diversos outros fatores que estão aparelhados na fábrica, Junior (2019) também complementa o componente recursos transformadores (pertencente a uma classificação dos recursos dispostos em um meio fabril) mencionado por Freitas (2016) da seguinte forma, conjuntamente dos recursos transformadores básicos como máquinas, equipamentos e operadores, ela acrescenta as etapas do processo e a forma na qual a mão de obra é inserida além da organização das máquinas descritas anteriormente.

Da Silva et al (2018) destaca a importância da fluidez na otimização de um espaço físico, este deve facilitar o bem-estar e a locomoção dos usuários, acordando com o acesso e distribuição de recursos humanos, bens e serviços. Consequentemente reduzir desperdícios físicos e com movimentação “desnecessária”, eliminando gargalos do processo do sistema produto. Um layout esperado e estudado deve almejar e evidenciar o equilíbrio entre a parte

material da organização e os recursos humanos a sua disposição exercendo suas respectivas funções, caso este equilíbrio de mostre falho produtividade corre grandes risco de ser comprometida.

Ditz (2010) comenta que o layout das instalações deve ser organizado de forma a suavizar o fluxo de produção tomando como base o STP (Sistema Toyota de Produção), uma otimização do layout abre espaço para diversas melhorias como eliminação de perdas por movimentação e transporte, facilitação da comunicação e feedback entre os setores, aprimorando os níveis de qualidade e produtividade. Ditz (2010) também cita algumas razões do porque a decisão do layout final é tão importante, uma mudança de layout é uma atividade fisicamente complicada devido as dimensões físicas dos recursos transformadores que devem ser reajustados, além de essa mudança interromper parte ou todas as atividades desenvolvidas afetando prazos e produtividade, contudo um layout não funcional pode ocasionar em padrões de fluxo longos e confusos, estoques confusos e desorganizados, tempo de processamento longo e altos custos.

Risso (2016) comenta “a importância da definição do layout reside no fato de o posicionamento relativo dos recursos possuir relação com a programação das tarefas, para então ser estabelecido o fluxo de recursos transformados no interior do ambiente fabril”. Durante a concepção do layout a organização física deve abranger fatores internos e externos, dentre os fatores internos pode-se citar a delimitação da planta, ou seja, disponibilidade de espaço, capacidade dos recursos e a gestão da produção entre outros. Os fatores externos englobam aspectos como a determinação de locais de entrega de materiais e saída de produtos vinculados as disposições das vias de acesso, além dos postos de abastecimento de água e de eliminação de resíduos.

## 2.2.1 TIPOS BÁSICOS DE LAYOUT

Os tipos mencionados mais frequentemente pela literatura são os tradicionais que se podem se relacionam com os tipos de produção mais comuns, sendo estes:

- Layout Funcional ou por Processo (Job Shop);
- Layout em linha (Flow Shop);
- Layout de posição fixa (Project Shop);
- Layout Celular;

### 2.2.1.1 *Layout Funcional ou por Processo (Job Shop)*

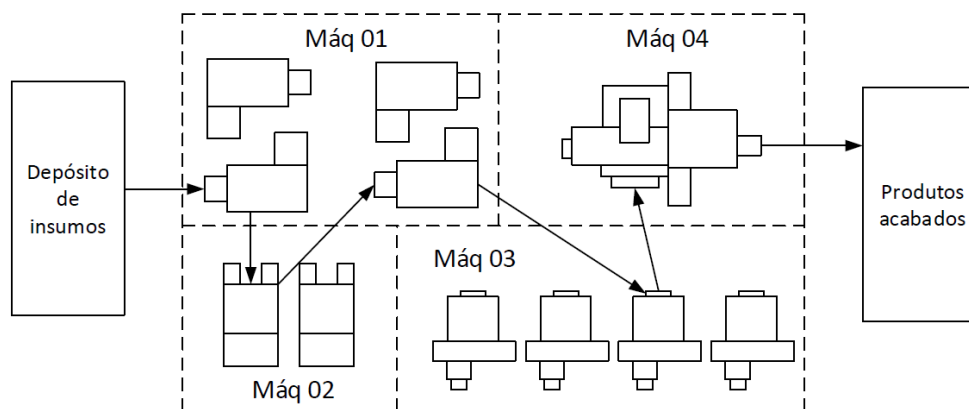
O Job-shop é comumente um sistema de manufatura automatizado onde o volume de produção é pequeno mas possui uma grande variedade de produtos ao longo do tempo, De

Aguiar (2008) coloca que este tipo de produção é voltado para a repetição constituída geralmente por uma central de usinagem e um conjunto de ordens e serviços. O layout funcional também é conhecido como layout por processos foi pensado para otimizar ao máximo o sistema de manufatura Job-Shop, traduz-se na comodidade e necessidade do agrupamento dos recursos de acordo com a função ao qual são destinados, principalmente se tratando de recursos transformadores que tendem a ocupar mais espaço, formando assim diversos setores bem definidos possibilitando equipamentos de uso mais genéricos (DITZ 2010, RISSO 2016 e ROSA 2014).

Este tipo de layout costuma ser flexível visando as mudanças de mercado e disponibilidade de espaço, sendo mais indicada em produções com um longo fluxo dentro da fábrica onde a movimentação está sobre o produto e não pelos processos, ou seja, o material se desloca buscando diferentes tipos de processos. Ditz (2010) conclui da seguinte forma “O layout funcional é indicado para processos onde os recursos são de difícil movimentação, o produto tem grande variedade, o sistema tem grandes variações nos tempos requeridos para diferentes operações e a demanda pode ser pequena ou intermitente”

A Figura 2 exemplifica o Layout funcional com quatro setores.

Figura 2: Exemplo de layout por processo.



Fonte: Risso 2016

Como todo sistema possui prós e contras Risso (2016) apresenta como vantagens neste tipo de layout: O aumento da diversidade das tarefas dos operadores, aproveitando melhor os recursos humanos; a elevação dos níveis de utilização dos recursos; e menor vulnerabilidade e quebra de máquinas e alteração no escopo do produto, além de sua implementação ser de menor custo. Analogamente as desvantagens são: alta movimentação de materiais; a quantidade de materiais no processo de fabricação aumentada; e lead times maiores.

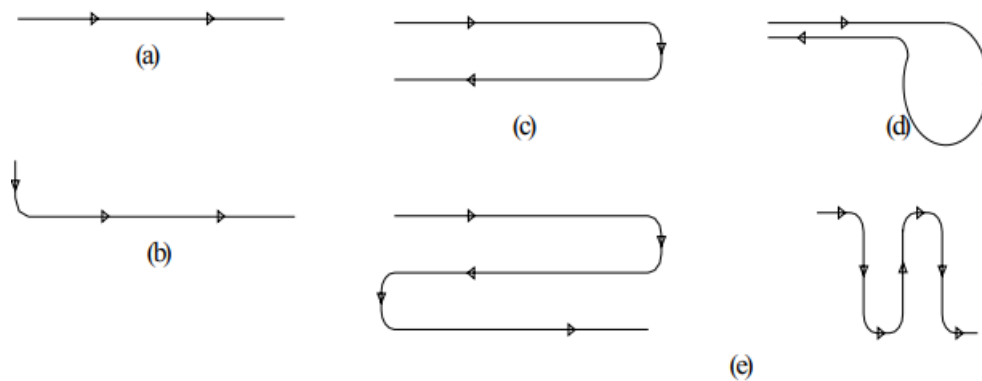


### 2.2.1.2 Layout em Linha (Flow Shop)

Layout em linha ou também nomeado como layout por produto visa produções em larga escala, com altas taxas de produtividade. Este tipo de layout vai de encontro com clássico tipo de manufatura flexível, onde o volume da produção é bastante alto e possui uma gama de produtos com pequenas alterações entre si. Uma característica predominante nesse tipo de layout é o alto nível de automação, visto que as atividades desempenhadas em cada etapa são profundamente definidas e delimitadas com o auxílio de máquinas especializadas.

Esse tipo de layout é projetado seguindo a linha lógica dos processos, ou seja, as máquinas, equipamento e estações de trabalho estão posicionadas de acordo com o próximo passo no processo produtivo de determinado produto, conseqüente os insumos de produção são direcionados a um caminho pré-definido (ROSA (2014) e FREITAS (2016)), o fluxo de trabalho deve seguir fluido, contínuo, previsível e unidirecional. Layout em linha é o tipo mais adotado por montadoras, a figura x1 mostra diferentes formas de fluxo, entretanto todas elas apresentam as características de layout em linha.

Figura 3: Tipos de arranjos físicos em linha.

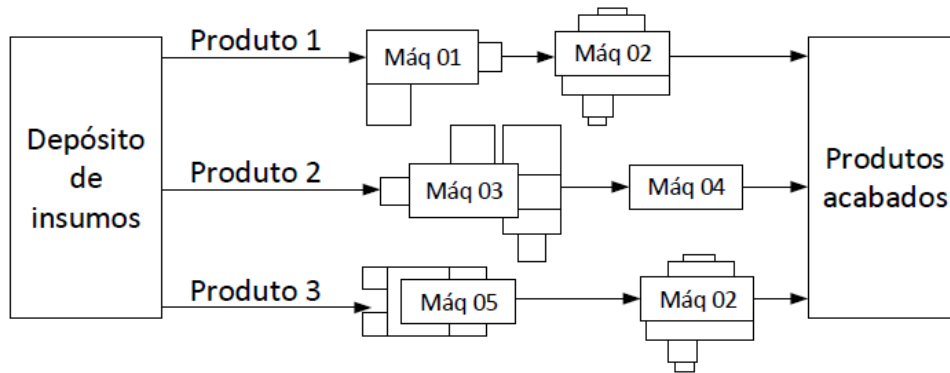


Fonte: Costa 2004

Devido ao posicionamento estratégico das estações de trabalho há redução do tempo de processamento total justamente a menor movimentação dos insumos entre as estações produtivas e armazenamentos temporários, as máquinas especializadas também contribuem com essa redução do tempo total de processamento na redução do lead time, porém o tempo de set-up para mudanças nos produtos, mesmo que leves são longos e complicados haja vista a correlação dos processos e a forma como estão dispostos afetam toda a cadeia de produção.

Ditz (2010) e Rossi (2017) mencionam que o layout em linha demanda um custo de investimento elevado principalmente em máquinas e ferramentas especializadas, sendo mais apropriada para processos com grandes quantidades de peças, de produtos padronizados e com demanda estável.

Figura 4: Exemplo de layout em linha.



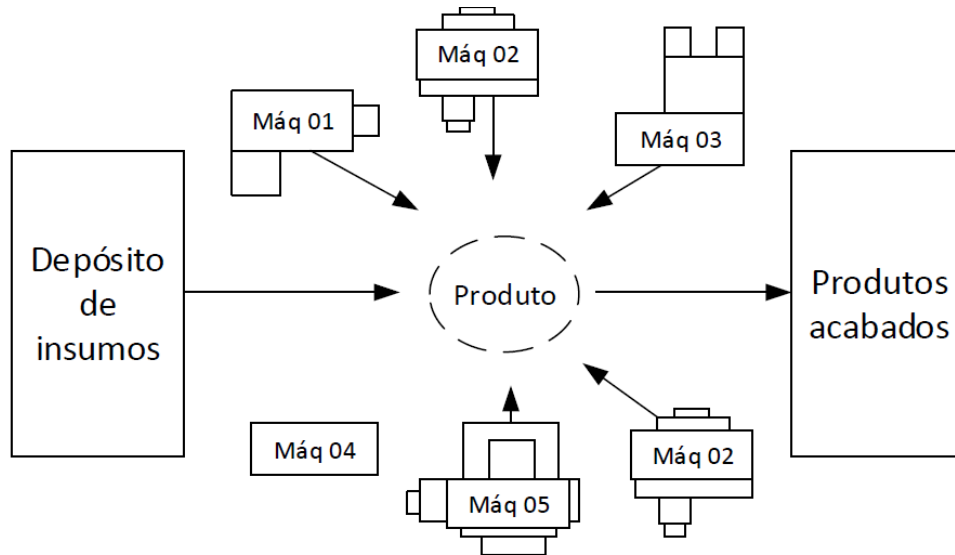
Fonte: Risso 2016

### 2.2.1.3 Layout de posição fixa (Project Shop)

(Ditz (2010), Risso (2016) e Costa (2004)) nesse tipo de layout o produto final é alcançado de maneira diferente dos outros layouts tradicionais, o layout de posição fixa também chamado de layout posicional se relaciona com um sistema muito particular de produção, são utilizados na fabricação de produtos muito delicados, produtos muito pesados, produtos com dimensões muito grande, ou seja, qualquer tipo de produto onde a sua movimentação seja inviável, neste caso estamos lidando com um processo estacionário, ou seja, os recursos transformadores como maquinários, equipamentos, e pessoas se deslocam a estação de trabalho onde se encontra o recurso transformado.

O layout de posição física possui diversos entraves dentre eles podem-se citar a necessidade de investir em maior quantidade possível de equipamentos móveis além de maior nível de qualificação e capacitação dos funcionários, geralmente o espaço disponível para operações é limitado o que acaba tomando uma maior quantidade de tempo e estudo para se encontrar a melhor e mais eficiente forma de organizar os recursos transformadores como equipamentos, maquinários e pessoas afóra a necessidade de locais adequados para receber e armazenar suprimentos garantindo sua movimentação o mais livre possível até a área de produção exata sem comprometer o trabalho de outras pessoas e áreas e preservando sua integridade.

Figura 5: Exemplo de layout posicional.



Fonte: Risso 2016

Todavia esse tipo de layout oferece vantagens entre elas a redução da movimentação de materiais e promoção um maior dinamismo entre as equipes de trabalho e seus indivíduos. Por usufruir de boa parte dos equipamentos próximo ao recurso transformado há margem para uma grande flexibilidade readequando o projeto com rapidez mediante solicitação de mudanças feita em tempo hábil, alterações no design ou em parte de determinadas funções também poder ser feitas sem maiores problemas ou sem afetar a cadeia de eventos do processo produtivo. Como cada produto é feito de forma individual a qualidade desses produtos tende a ser mais criteriosa. Risso (2016) e Costa (2004).

#### 2.2.1.4 *Layout Celular*

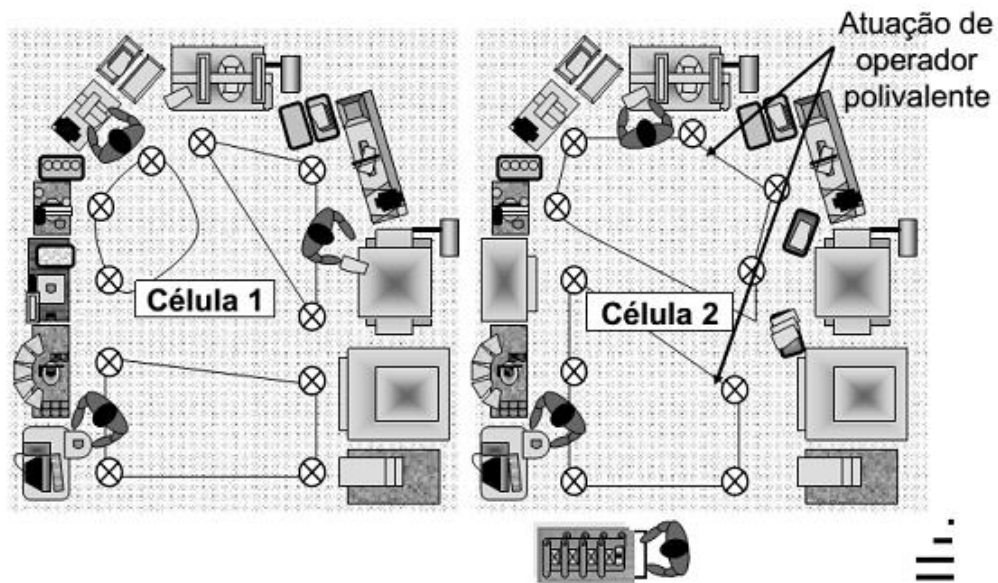
O layout celular ou célula de manufatura consiste em uma arrumação das máquinas no espaço físico com intensão de formar vários segmentos distintos com processos completos, segundo Risso (2016) o layout celular é uma junção dos pontos fortes dos layouts funcional e em linha, agrega na eficiência do layout em linha a flexibilidade do layout funcional.

De Aguiar (2008) acentua uma das características dominantes deste tipo de layout, o agrupamento das peças em famílias de peças segundo suas características de projeto. As células objetivam processar a maior quantidade de componentes de um produto, mas preferencialmente ele todo. O primeiro passo para a criação de uma célula de manufatura é estabelecer famílias de produtos de acordo com similaridades da forma e dos roteiros e operações de processamento neles envolvidos em comum, a partir destas famílias e suas características surgem os parâmetros necessários para agrupar os recursos produtivos necessários.

As células de manufatura possuem popularmente a distribuição dos recursos produtivos em formato de “U”, “V” ou “L” agregados aos processos de montagem conforme

a Figura 6, sua capacidade de flexibilização deixa aberta a possibilidade de utilização de recursos de automação.

Figura 6: Exemplo de células de manufatura lado a lado.



Fonte: Audaces (2014)

Freitas (2016) salienta a otimização do lead time proporcionado através da diminuição da movimentação, tornando-a o mínimo possível assim como o tempo de fila das peças, resultando diretamente na diminuição dos inventários e dos lotes de transferência de uma máquina ou posto de trabalho para outro (atravessamento). Os funcionários deste tipo de layout são multifuncionais, ou seja, trabalham em postos divergentes, sendo assim estes precisam de treinamento e capacitação adequada além de uma supervisão geral do sistema de produção Tompkins et al. (1996) Apud Freitas (2016) discorre sobre essas limitações existentes na utilização do layout celular.

O layout celular é bastante versátil sendo indicado para produções em lote ou em massa, é frequentemente associado ao Sistema Toyota de produção no auxílio da implementação de um sistema de produção just-in-time, a utilização deste layout deve seguir alguns cuidados como na concepção da família produzida por cada célula, uma família pouco criteriosa com muitos indivíduos distintos que necessitam de operações extras, ferramentas muito específicas e etc. consumirá maior tempo de setup, causaria desvios de fluxo da célula e possíveis transportes entre células durante o processo perdendo o foco da criação de células de manufatura, o mesmo cuidado se dá na outra vertente criar várias famílias estritamente detalhadas faz com que as células possuam muito mais capacidade acarretando em elevado custo de transporte e espera ou investimento.

### 2.3 LOGÍSTICA E MANUSEIO DE MATERIAIS

O conceito de logística não é algo estranho no mundo empresarial, assim como atividades inerentes e rotineiras de compras, transporte, estocagem e distribuição de produtos, contudo integrar todas essas atividades em um único sistema gerenciável aspirando contribuir positivamente no resultado empresarial é uma nova interpretação desse conceito, desta maneira a logística foi admitida como fator contribuinte no valor final do produto.

Groover (2014) separa as operações de logística em duas características: logística externa e logística interna. A logística externa está encarregada de todas as atividades e ao transporte dos produtos no âmbito externo as instalações, usualmente essas atividades compreendem a movimentação do produto final em diferentes localizações geográficas assim como providenciar o necessário para instalação do mesmo quando necessário. As formas mais tradicionais para realizar esse tipo de movimentação são por meio rodoviário, naval, aéreo, ferroviário e por dutos. A logística interna que também é mencionada na literatura como manuseio de materiais, engloba atividades de deslocamento e armazenamento de materiais dentro das instalações.

Pozo (2004) apud Hilgemann (2012) interpreta que “as atividades de armazenagem e movimentação de materiais como parte da logística interna, as quais tem o propósito de facilitar o fluxo de produtos” durante todo o processo, isto é, sua abrangência se estende do ponto de aquisição da matéria prima até o local de consumo final. Nesta perspectiva a logística interna cobre desde as atividades relacionadas a aquisição de materiais e sua gestão interna além da distribuição física de produtos finalizados, assim como sua expedição, conseqüentemente envolve os setores de compras, estoques e almoxarifados assim como movimentação interna e externa.

Segundo Bertáglia (2013) apud Wolter (2011) existindo a necessidade de movimentar qualquer tipo de material dentro da empresa a movimentação realizada pela logística interna deve ser muito bem distribuída de modo a atender todos os requisitos que cada setor necessita contando com ferramentas importantes e adequadas até o consumo final deste material movido.

A movimentação de material, qualquer que seja o processo industrial, gera um fluxo de materiais que inter-relaciona movimentos de forma a obter um plano este que deve integrar todas as funções que geram movimentos, desde o recebimento de materiais até a expedição do produto final, passando pelo sistema de abastecimento da linha de produção (PEREIRA 2002, p. 42 apud HILGEMANN 2012, p. 16).

O “gerenciamento da cadeia de suprimentos” na concepção de Carvalho (2002, p. 31) apud Wolter (2011) indica questões dentro e fora das organizações as quais as empresas devem

sempre ficar atentas, dentre elas a logística tanto interna quanto externa deve ter destaque procurando constantemente uma forma de reduzir o custo das mercadorias visando competitividade. Um tópico de extrema importância para a logística interna é a forma como os materiais devem ser manuseados, muitas vezes é uma etapa menosprezada durante todo o processo de produção, contudo

O manuseio de materiais deve ser realizado a um custo baixo, de maneira segura, eficiente, pontual, precisa e sem danos aos materiais. O manuseio de materiais é definido pela Material Handling Industry of America (MHIA) como ‘deslocamento, o armazenamento, a proteção e o controle de materiais por meio dos processos de manufatura e distribuição incluindo seu consumo e manejo (Groover 2014, p. 224).

Groover (2014) recomenda que os equipamentos de manuseio de materiais sejam reunidos em um sistema mediante a seguinte citação “O projeto do sistema depende dos materiais que serão manipulados, das quantidades e das distâncias que serão deslocadas, do tipo de instalação de produção servidas pelo sistema de manuseio e de outros fatores, incluindo o orçamento disponível”. Groover destaca também três fatores importantes dispostos da Tabela 1, estes fatores desempenham a função de limitadores na escolha do equipamento.

Tabela 1: Fatores em consideração de projetos de sistema de manuseio de materiais.

<b>Agendamento dos deslocamentos</b>	<b>Quantidades e vazões</b>	<b>Fatores de roteamento</b>
Prazo de entrega individual	Montante do matéria a ser deslocado (pequeno ou grande)	Condições ao longo das rotas
	Vazão (quantidade/tempo)	Variações de rota
	Tipo de deslocamento ( unidades individuais, lotes, continuamente)	Diferenças durante trajeto (elevações, curvas)
		Distância de deslocamento
		Diferenças de materiais
		Superfície do piso
		Congestionamentos
		Suscetibilidade a condições meteorológicas

Fonte: autoria própria (2019)

### 2.3.1 EQUIPAMENTOS TRANSPORTE DE MATERIAIS

A movimentação interna de materiais dentro de uma fábrica, armazém ou entre instalações é feita através dos equipamentos de transporte de materiais, FIESP (2009) classifica os equipamentos de movimentação de matérias em seis categorias dentre esses três tipos são de equipamentos de transporte de materiais “veículos industriais, Equipamentos de elevação e transferência e Transporte contínuo”. Groover (2014) separa os equipamentos de transporte de materiais em cinco tipos: “ Veículos industriais, Veículos guiados automaticamente; Veículos

guiados por trilhos; Transportadores; Guindastes e Guinchos”, a Tabela 2 apresenta um resumo de características e aplicações de cada tipo de equipamento.

Tabela 2: Resumo de características e aplicações de cinco categorias de equipamentos de manuseio de materiais.

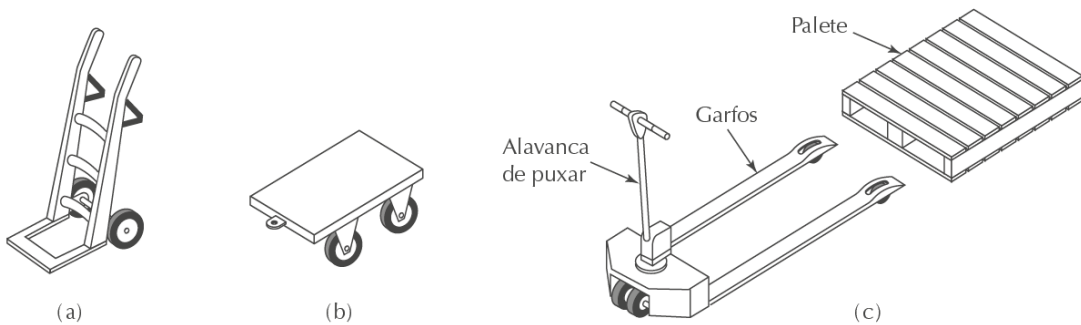
<b>Equipamentos de Manuseio de Materiais</b>	<b>Características</b>	<b>Aplicações Típicas</b>
<b>Carros Industriais manuais</b>	Baixo custo Baixa taxa de entregas/horas	Deslocamento de cargas leves em uma fábrica
<b>Equipamentos de Manuseio de Materiais</b>	<b>Características</b>	<b>Aplicações Típicas</b>
<b>Carros industriais motorizados</b>	Custo médio	Deslocamento de cargas de paletes e contêineres paletizados em uma fábrica ou um armazém
<b>Sistemas de veículos guiados automaticamente.</b>	Alto custo Veículos com propulsão a bateria Roteamento flexível Esteiras não obstruídas	Deslocamento de cargas de paletes em fábricas e armazéns Deslocamento de trabalhos em andamento ao longo de rotas fixas em fábricas ou armazéns
<b>Monovia e outros veículos guiados por trilhos</b>	Alto custo Roteamento flexível Tipos: sobre piso e aéreo (teleféricos)	Deslocamento de produtos ao longo de uma linha de montagem manual Seleção de itens em um centro de distribuição
<b>Transportadores motorizados</b>	Grande variedade de equipamentos De piso, sobre piso e aéreos Potência mecânica para mover cargas colocadas na esteira do transportador	Deslocamento de produtos ao longo de uma linha de montagem manual Seleção de itens em um centro de distribuição
<b>Guindastes e guinchos</b>	Capacidade de elevação de mais de cem toneladas	Deslocar itens grandes e pesados em fábricas, engenhos, armazéns etc.

### 2.3.1.1 Veículos industriais

Segundo FIESP (2009) os veículos industriais são equipamentos (motorizados ou não) usados para movimentar cargas em intervalos essa movimentação pode percorrer diversos caminhos e superfícies. “São utilizados tanto junto ao processo de produção como no de armazenagem para não só transportar cargas, mas também colocá-las em posição conveniente. Sua principal característica é a flexibilidade de percurso e de carga e descarga”.

Grover (2014) divide os veículos industriais em duas categorias Não motorizados e motorizados. Os carros não motorizados comumente conhecidos como carrinhos de mão são aqueles puxados e empurrados por trabalhadores, geralmente utilizados no transporte de materiais em percursos pequenos e dependendo do peso dos materiais transportados carregam uma quantidade limitada de materiais. Os carrinhos de mão geralmente são divididos em dois tipos possuidores de duas ou múltiplas rodas.

Figura 7: Exemplos de carrinhos industriais não motorizados: (a) Carrinho de mão de duas rodas, (b) Carretas de quatro rodas e (c) Carrinho de elevação operado manualmente.

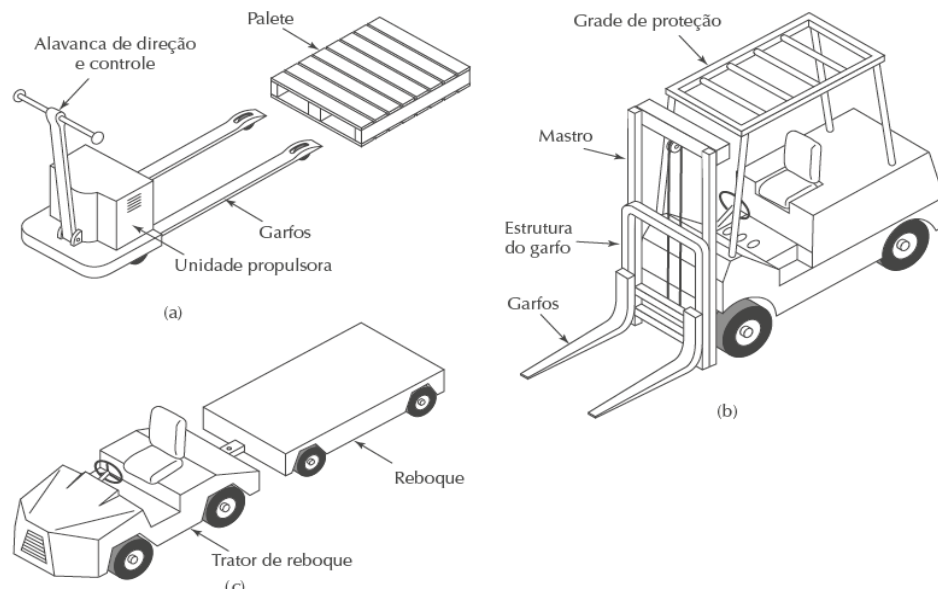


Fonte: Groover 2014.

Os carros motorizados se tratando de dispositivos autopropelidos substituem a força de impulsionamento manual do trabalhador no ato de empurrar ou puxar um equipamento de movimentação manualmente, Groover (2014) lista três tipos de carros motorizados com utilização mais comum em fábricas e armazéns: (a) Carros motorizados, (b) Empilhadeiras e (c) Tratores de reboque.



Figura 8: Três exemplos de carros motorizados: (a) Carrinho motorizados, (b) empilhadeira e (c) trator de reboque.



Fonte: Groover 2014.

Os (a) carrinhos motorizados são dispositivos híbridos entre os carrinhos de elevação de paletes motorizados e as empilhadeiras, sua principal diferença em relação aos carrinhos de elevação de paletes motorizados é a anulação do impulsionamento manual para o começo de movimentação por ser movido a bateria, já em comparação com a empilhadeira este movimentador não permite um trabalhador rodar dentro do veículo, possui um sistema diferente de alimentação e não permite movimentar cargas muito pesadas. Esse equipamento é muito viável no deslocamento de paletes por grandes distâncias evitando o desgaste do trabalhador.

As (b) empilhadeiras são equipamentos de movimentação em que sua característica proeminente é conseguir suportar, elevar e movimentar grandes cargas, as empilhadeiras de acordo as limitações de seus sistemas pneumáticos podem suprir de 400 kg até mais de 9.000 kg. No mercado encontram-se diversos tipos de empilhadeiras adequadas as mais diversas situações como operar em corredores estreitos, deslocamento dos garfos e mais de uma direção (vertical e horizontal), além de esse equipamento permitir sua condução por um motorista através de uma pequena cabine, as empilhadeiras se assemelham a pequenos carros por seu meio de propulsão por motores de combustão interna e tipo de condução (pedais e volante) mas diferem quanto a movimentação dos eixos, nas empilhadeiras o giro do veículo é realizado pelas rodas traseiras.

Os (c) tratores de reboques industriais são veículos de propulsão elétrica ou por motor a combustão interna designados a movimentar um ou mais reboques com grandes quantidades de materiais entre determinadas áreas de coleta e distribuição por trajetos médios a longos, por

se tratar apenas de deslocamento horizontal os tratores reboques não costumam ter motores extremamente potentes, empilhadeiras também podem ser utilizadas como tratores de reboques, desde que seus garfos sejam retirados e sua limitação de giro respeitadas.

#### 2.3.1.2 *Veículos Guiados Automaticamente (AGV)*

Um sistema de veículo guiado automaticamente (AVG - *automated guided vehicle system*) é um tipo de veículo sem condutor, guiado através de cabeamento subterrâneo, comandos óticos ou controlados remotamente, de acordo com MANCIO (2017, p. 6) um AGV é um veículo que possui as principais vantagens de “redução do custo mão de obra, redução de acidentes e acréscimo de velocidade e precisão”, porém seu percurso deve permanecer sem obstáculos. Os tipos mais comuns de AGV na manufatura são: (a) AGV de reboque, (b) AGV de unidade de carga, (c) AGV de carga leve, (d) AGV para linha de montagem, (e) AGV empilhadeira.

#### 2.3.1.3 *Veículos guiados por trilhos*

Groover (2014) descreve os veículos guiados por trilhos como um sistema parecido com uma malha ferroviária de transporte rápido urbano onde o sistema de propulsão por motor elétrico, porém a alimentação deste motor não se encontra diretamente no veículo, mas sim no trilho, ou seja, trilhos eletrificados. O sistema de trilho também é semelhante a uma malha ferroviária na sua forma possuindo dois trilhos em paralelos geralmente projetados no chão, é um sistema de rotas fixas, mas que permite variações através de desvios nos trilhos, plataformas giratórias ou uma fração de trilhos especializado.

#### 2.3.1.4 *Transportadores*

Para fiesp (2009) transportadores são “mecanismos destinados ao transporte de grandes volumes em percursos horizontais, verticais ou inclinados, fazendo curvas ou não e com posição de operação fixa.”, possuem um percurso fixo e sem variações podendo ser realizado através do piso, acima do piso ou aéreo. Groover (2014) diz que os transportadores podem ser motorizados ou não, os transportadores motorizados a propulsão se dá através da utilização de correntes, esteiras, roletes, correias planas ou côncavas e outros mecanismos para propelir cargas ao longo do percurso.

#### 2.3.1.5 *Guindastes e guinchos*

A diferença entre um guindaste e um guincho são os graus de liberdade ofertados por cada um, o guincho é responsável pelo deslocamento vertical, ou seja, possui um grau de liberdade enquanto um guindaste realiza o deslocamento vertical e horizontal consequentemente possui dois graus de liberdade. Segundo Groover (2014) os guindastes são geralmente utilizados para cargas muito pesadas, o movimento é realizado pelo içamento

mediante um guincho acoplado em um ‘carro’ (deslocamento vertical) e movimentado entre uma ou mais vigas de apoio (deslocamento horizontal), seus tipos mais comuns são: (a) pontes rolantes, (b) pórticos e (c) guindastes lança.

## 2.4 MÉTODOS DE GESTÃO DE PROCESSOS

Há uma diversidade de ferramentas de gestão no mercado, assim como softwares específicos para isso cada um com suas peculiaridades, mas todo possuem um objetivo em comum que é estudar as etapas a que envolvem todo um processo de produção sequencialmente buscando o aperfeiçoamento do mesmo. Dificilmente todos as fases de um processo são visíveis e de conhecimento geral dentro da cadeia produtiva, portanto procurar uma ferramenta que facilite esta visualização mesmo que simples é o primeiro passo de acordo com Souza (2014, p. 31) para se ter capacidade de analisar o processo como um todo e ao mesmo tempo estar ciente de suas peculiaridades, “Fazer uma representação gráfica de processo possibilita sua análise e posterior melhoria de desempenho”. Como não é pertinente ao trabalho fazer um estudo aprofundado nesses métodos, foram escolhidos os mais básicos para análise.

### 2.4.1 FLUXOGRAMA E MAPOFLUXOGRAMA

Ambas são ferramentas visuais e essenciais de gestão fundamental quando se trata da representação gráfica simples e rápida de um processo de produção, auxiliando no planejamento e no aperfeiçoamento deste processo.

O fluxograma é utilizado para o melhor entendimento do processo, é um tipo de ferramenta que representa de maneira simplificada “a sequência operacional do desenvolvimento de um processo”, nesta sequência busca-se definir alguns elementos chaves para discretização e posteriormente compreensão do processo, dentre são enfatizados os seguintes aspectos:

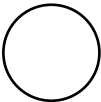
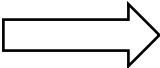


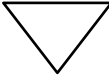



- O trabalho que está sendo realizado;
- O tempo necessário para sua realização;
- A distância percorrida;
- Quem está realizando o trabalho;
- Como flui entre os participantes do processo;





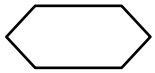



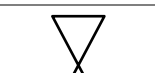



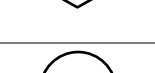


Nunes (2016, p. 39) entende que: “fluxograma é uma explicação visual de como um processo flui e está conectado, ou seja, é uma sucessão de passos, atividades e decisões que convertem entradas em uma saída final (produto ou serviço) para um cliente específico.”

Como seu objetivo é representar da melhor forma a rotina de um processo há uma grande diversidade de símbolos representativos assim como possui vários tipos e modelos, dentre eles os mais comuns são: Diagrama de Blocos; Fluxograma de processos simples; Fluxograma funcional; e Fluxograma vertical. Cada modelo possui determinado nível de complexibilidade e uma finalidade distinta ao qual é mensurado na escolha da construção de um fluxograma.

Os símbolos que compõe um fluxograma foram normatizados pela *American Society Mechanical Engenieers* (ASME) em 1947, mas com a evolução dos processos e a doção do fluxograma como uma das sete ferramentas da qualidade alguns novos símbolos foram criados e combinados baseados nos normatizados pela ASME para atender a demanda de originar um diagrama de processos mais completo como mostra a *Tabela 3*.

*Tabela 3: Simbologia de fluxograma*

	<b>Símbolos</b>	<b>Operação</b>	<b>Definição da Operação</b>
<b>Símbolos Originais ASME</b>		Operação	Uma operação existe quando um objeto é modificado intencionalmente numa ou mais de suas características. A operação é a fase mais importante no processo e, geralmente, é realizada numa máquina ou estação de trabalho.
		Transporte	Um transporte ocorre quando um objeto é deslocado de um lugar para outro, exceto quando o movimento é parte integral de uma operação ou inspeção
		Inspeção	Uma inspeção ocorre quando um objeto é examinado para identificação ou comparado com um padrão de qualidade ou quantidade
		Espera	Uma espera ocorre quando a execução da próxima ação planejada não é efetuada
		Armazenamento	Um Armazenamento ocorre quando um objeto é mantido sob controle, e a sua retirada requer uma autorização
		Combinação de Operação e Inspeção	Dois símbolos podem ser combinados quando as atividades são executadas no mesmo local, ou então, simultaneamente como atividade única
<b>Entrada e</b>		Dados	Indica as entrada e saídas do processo
		Documentos	Mostra um processo que gera um documento

	<b>Símbolos</b>	<b>Operação</b>	<b>Definição da Operação</b>
<b>Entrada e Saída</b>		Vários Documentos	Mostra um processo que gera vários documentos
		Display	Indica um passo do processo onde informação é exibida para uma pessoa
		Entrada Manual	Representa a etapa em que uma pessoa deve inserir informações manuais
<b>Operação</b>		Sub-rotina ou Processo pré-definido	Indica outra etapa do processo que está descrita em outro lugar
		Preparação	Representa uma configuração para outra etapa do processo: algo que deve ser feito, ajustado ou modificado antes de prosseguir o processo
		Loop Manual	Indica as etapas que não são automatizadas e que vão se repetir até que seja parada manualmente
<b>Armazenamento de arquivos</b>		Dados Armazenados	Indica uma etapa onde os dados são armazenados
		Armazenamento Interno	
<b>Processamento de</b>		Agrupar	Indica uma etapa e que os dados devem ser organizados de uma forma padrão
		Classificar	Representa uma etapa do processo em que os dados devem ser classificados em uma ordem pré-definida
<b>Ramificações e controle de fluxo</b>		Terminação	Indica o início ou o fim de um fluxo no diagrama de processos
		Decisão	Mostra que uma decisão terá de ser tomada e que o fluxo do processo seguirá determinada direção em função dessa decisão
		Conector	É utilizado como conector para ligar um ponto ao outro no fluxo, normalmente identificados com letras maiúsculas (A, BB)
	 	Conector para outra página	Mostra a continuação do processo para outro processo desenhado em outra página



Enquanto o fluxograma fornece material para a análise das etapas do processo em sí, o mapofluxograma proporciona uma visão clara de movimentação do processo através do layout, é a partir dele que pode-se detectar interferências ocasionais nas operações e a forma como o processo é realizado fisicamente especialmente a rota deslocamento de matéria prima e componentes, proporcionando uma fonte de informação para análise da eficiência do layout, este tipo de mapeamento oferece vantagem em vista do deslocamento ter passado a ser considerado um fator de incorporação no valor do produto, a figura xx .

“Os defeitos típicos de uma linha de produção são relacionados às atividades desnecessárias, às possibilidades de agrupar e combinar processos, aos movimentos longos, às mudanças de direção do fluxo, aos retornos e cruzamentos de fluxo produtivo, aos pontos de congestionamento de tráfego, e por fim, à localização das áreas de estoque em relação às áreas de trabalho e expedição”. (TOSTA, OLIVEIRA e SOUZA, 2009, p. 4)

## **CAPÍTULO 3 – DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

### **3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA**

A MDC Indústria de Contêineres Inteligentes LTDA. subsidiária do grupo IIN Tecnologia fundada em 2012 localizada no polo industrial de Manaus, estado do Amazonas é uma empresa de pequeno porte segundo a classificação do Sebrae descrita na Tabela 4 e tem sua sede atualmente localizada nos galpões perpendicularmente interligados G1 e G2 na Av. Torquato Tapajós de aproximadamente 1.370 m<sup>2</sup> cada galpão, o complexo possui 6 entradas e saídas ao todo, 3 acessos para carga (P1, P3 e P6) e 3 para entrada e saída de pessoal (P2, P4 e P5).

Tabela 4: Definição de porte de estabelecimentos segundo o quadro de funcionário.

<b>Porte</b>	<b>Setores</b>	
	<b>Comércio e Serviços</b>	<b>Indústria</b>
<b>Microempresa (ME)</b>	Até 9 funcionários	Até 19 funcionários
<b>Empresa de Pequeno Porte (EPP)</b>	10 a 49 funcionários	20 a 99 funcionários
<b>Empresa de Médio Porte</b>	50 a 99 funcionários	100 a 499 funcionários
<b>Grande Empresas</b>	100 ou mais funcionários	500 ou mais funcionários

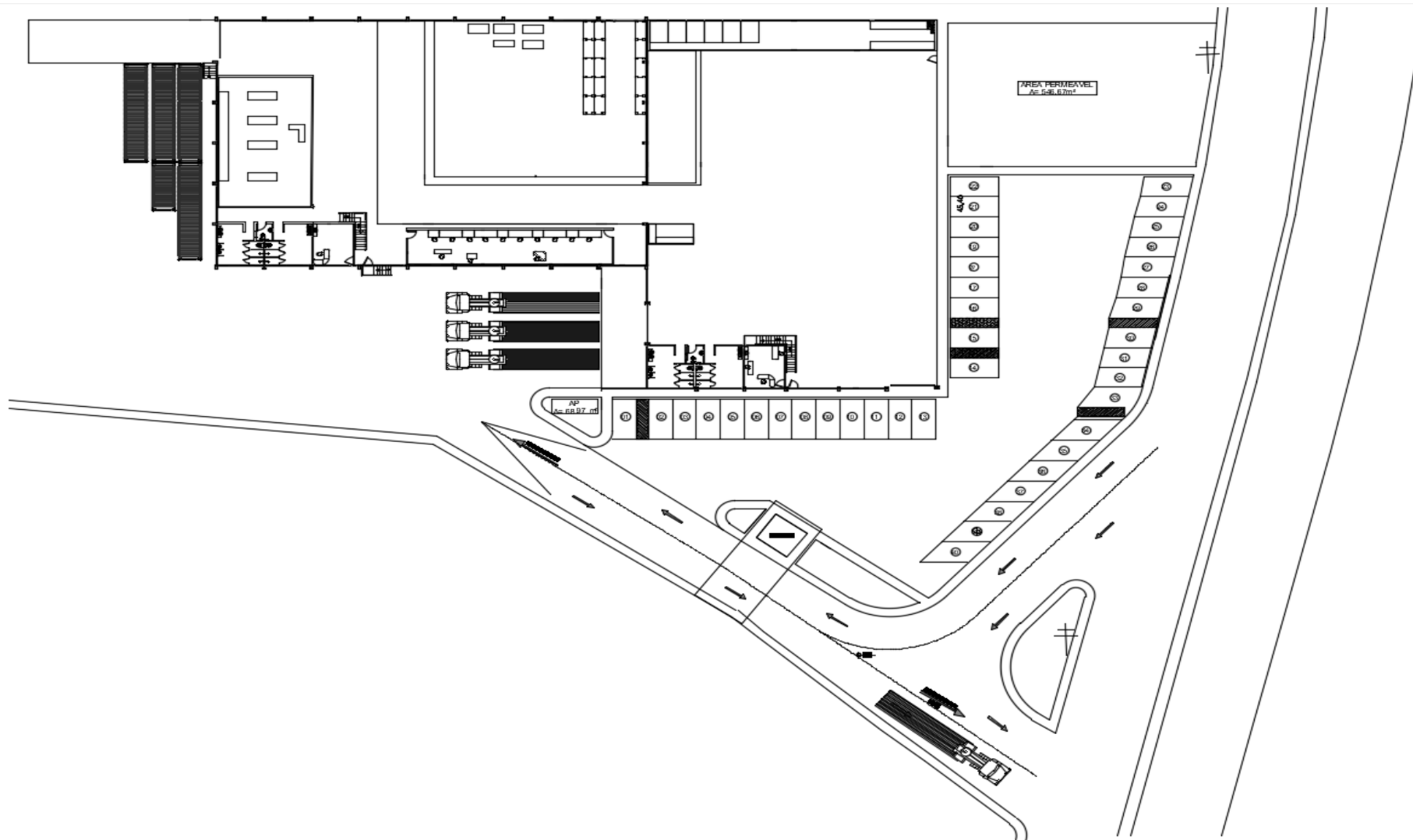
Fonte: SEBRAE-NA. Anuário do trabalho na micro e pequena empresa 2017, p. 23.

Atualmente em seu parque industrial consta-se contêineres, soldagem MIG e com Eletrodo Revestido, sistema de tratamento de superfície de chapas por tanques de imersão, cabines de pintura a pó, empilhadeiras entre outros equipamentos, possui um quadro de 50 funcionários, distribuídos pelos setores de projeto, pintura, engenharia, produção/metalúrgica,

almoxarifado/estoque, comercial, financeiro e Rh, produzindo contêineres datacenter e cofres modulares inteligentes ambos personalizados. A produção principal da empresa é de contêineres datacenter personalizados, nos tamanhos de contêineres marítimos padrão de 20, 10 e 8 pés, estes podendo ser combinados ou não.



Figura 10: Planta Baixa das Instalações



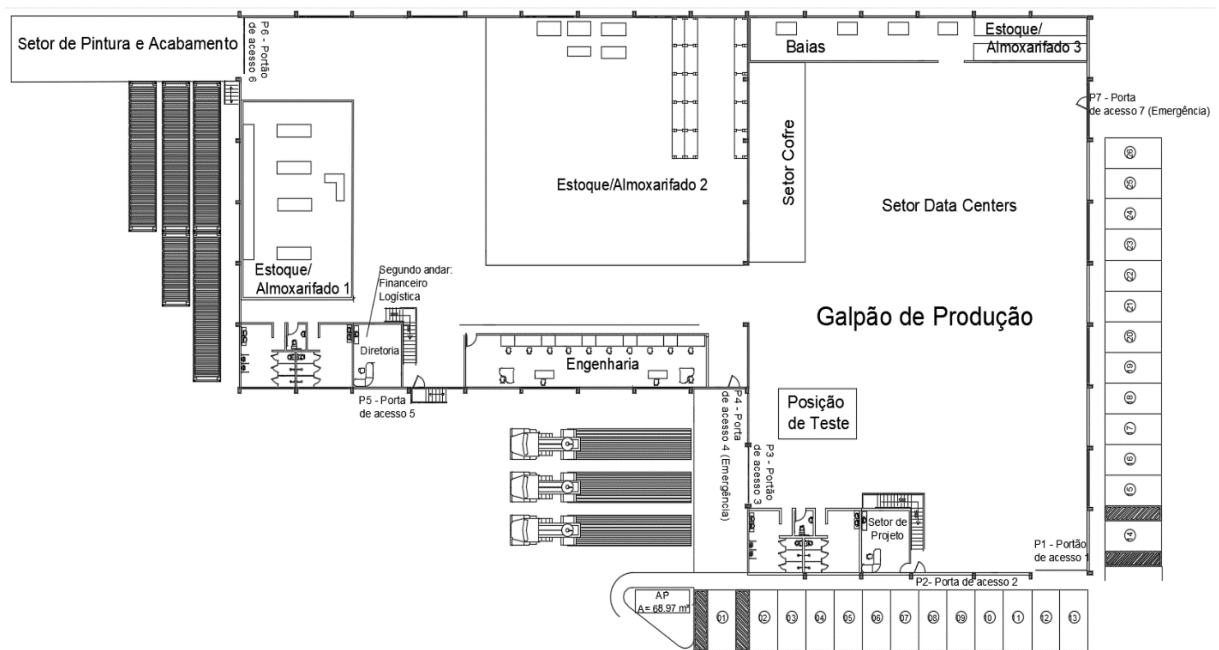
Fonte: Autoria própria (2019)

### 3.2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

Conforme a demanda foi aumentando e visando atrair investidores a empresa optou por mudar sua sede e alugar um local mais amplo e que apresentasse melhor estrutura, onde permitisse condições para o crescimento e aprimoramento da produção, devido as sucessivas mudanças de localização ao longo dos anos não foi elaborado um estudo aprofundado sobre o layout de manufatura que oferecesse o melhor desempenho e fluxo entre os setores, pessoas e matéria-prima dentro da planta.

Após a criação de um efetivo setor de projeto e controle da produção pode-se identificar uma série de erros e falhas cometidos durante o processo de fabricação, causados principalmente por um layout mal planejado e ineficiente. A Figura 11 apresenta a planta baixa da fábrica e mostra a disposição dos setores.

Figura 11: Planta Baixa Setorizada MDC.



Fonte: Autoria própria (2019)

Por trabalhar com produtos sobre encomenda e personalizados optou-se por não trabalhar com grandes volumes de matéria prima armazenada, ou seja, opera com um estoque mínimo de segurança principalmente em relação os materiais importados devido a logística complexa e demorada da aquisição desses materiais, conseqüentemente a cada projeto novo desenvolvido todo o material a ser utilizado deve ser cotado, conferido e comprado para início da produção.

A empresa possui atualmente três lugares de armazenamento de materiais completamente isolados entre si, sem área de triagem e conferência e distante do local de descarregamento dos materiais. Devido a inexistência de uma área de recebimento eficiente

realizando as tarefas de triagem e conferência, os materiais após darem entrada na fábrica não passam por um processo de catalogação e destinação final, a única forma de separação se dá pelo “tamanho do material”, a Tabela 5 apresenta um resumo do tipo de material armazenado em cada estoque/almojarifado e sua localização.

Tabela 5: relação de locais de armazenamento.

	Tipo de Material Armazenado	Localização
<b>Estoque/Almojarifado</b> <b>1</b>	Materiais de pequeno à médio porte (exemplo: Parafusos, material elétrica, material pintura, material de limpeza);	Galpão G2 (administração e engenharia)
<b>Estoque/Almojarifado</b> <b>2</b>	Materiais de embalagem; Materiais de médio à grande porte (exemplo: Racks e Placas Térmicas); Peças pintadas/acabadas;	Galpão G2 (administração e engenharia)
<b>Estoque/Almojarifado</b> <b>3</b>	Materiais metálicos e peças voltadas para a metalúrgica;	Galpão G1 (produção e projeto)

Fonte: Autoria Própria (2019).

Os materiais menores e de custo maior ficam localizados no estoque/almojarifado 1 quando há espaço disponível, e é o único que possui limitação de acesso e algum nível de acompanhamento de entrada e saída de material, aqueles materiais que demandam mais espaço de armazenamento como placas térmicas, racks, material para embalagem ficam localizadas no Estoque/Almojarifado 1, este não possui nenhum tipo limitação de acesso ou controle, este mesmo local é utilizado pelo setor de pintura para armazenamento temporário de peças já acabadas, ao Estoque/Almojarifado 3 encontra-se dentro do setor de produção é dividido em duas parte sobrepostas em cima ficam em sua maioria estruturas pequenas descartadas e peças terceirizadas sem acabamento, já na parte de baixo destina-se perfis metálicos, barras chatas, peças metálicas de uso recorrente e ferramentas de trabalho da produção metalúrgica, novamente sem nenhum tipo de controle interno sobre esses materiais. No quesito organização a parte inferior é organizada em sua maioria por tamanho de material, por exemplo tubo metalon 40x40x2mm, barra chata 3/16”x1/8”, tubo redondo de 2”x2mm de espessura, e etc, no entanto a parte superior deste estoque não possui nenhum tipo de coordenação o apêndice A possui um copilado de fotos mostrando a situação atual dos estoques e instalações gerais.

O descarregamento e recebimento de matéria prima ocorre principalmente no portão principal P1 junto ao galpão da produção, dado que este é o primeiro portão visualizado ao adentrar o pátio industrial a maioria dos materiais que dão entrada por este lugar e por se encontrar longe do único estoque/almojarifado com funcionário designado para esta função direcionamento os entregadores dos fornecedores costumam ficar confusos e vagando pelo galpão de produção em busca de informação resultante da falta de indicação ou identificação dos setores. Uma fração relativa de materiais entregues são de grande porte (algumas delas sendo: placas térmicas, peças terceirizadas de 2m e metais para metalúrgica de 6m de comprimento) e ficam depositadas nos arredores por tempo indeterminado acarretando em danos aos materiais, perda de peças e limitando do espaço físico disponível para produção, tendo em vista que esses materiais estão situados em local indevido sua utilização acaba por ser desviada de seu objetivo inicial e impossibilitando um controle mínimo dos materiais existentes, mostrado na Figura 12.

Figura 12: Portão de Descarregamento de Materiais

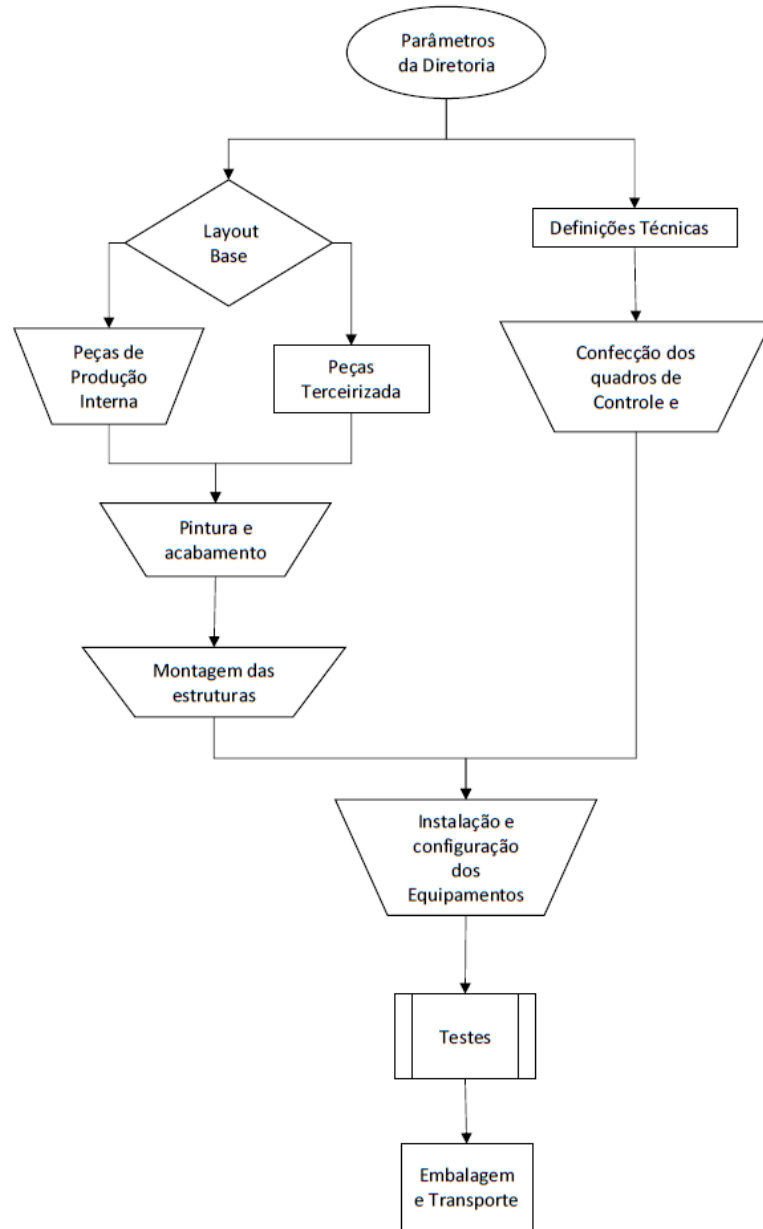


Fonte: Autoria Própria (2019)

Há um mínimo de organização e demarcações nas áreas de trabalho, mas tendo em vista da disposição dos setores e do processo de fabricação estas são na maioria dos casos ignoradas.

A figura 13 descreve de forma resumida apenas as principais etapa de projeto da concepção à expedição do produto.

Figura 13: Fluxograma simplificado dos processos



Fonte: autoria própria (2019)

Durante este processo que será detalhado futuramente ocorrem muitas movimentações, há uma certa variedade de manipuladores de materiais industriais como empilhadeiras de 7 Ton e 5 Ton para materiais mais pesados e/ou robustos como contêineres vazios, inversores e etc, carrinho de mão de 2 rodas, carretas de 4 rodas e carrinho de palete de baixa elevação operado manualmente para manipular elementos mais leves. No decorrer da atividade de manipulação de materiais não há postos de controle sobre essa operação, assim não há controle de destinação ou quantidade transportada de dado material ou estrutura,

consequentemente algumas peças são extraviadas no meio do caminho no caso das peças e estruturas mais leves, por exemplo durante a movimentação das peças terceirizadas livres do galpão de produção até o setor de pintura e acabamento uma peça pequena pode cair do manipulador e caso não seja percebida esta peça será perdida acarretando em um novo pedido de produção daquela peça, em casos mais graves apresentam desfalques nos estoques, para ilustrar considere que um funcionário da produção retire do estoque/almoxarifado 2 quatro evaporadoras e quatro condensadoras de ar para um projeto e por se tratar de um estoque/almoxarifado sem controle o funcionário não protocola esta operação consequentemente quando houver uma conferência daquele material será identificado um desfalque mesmo que o material tenha sido utilizado no projeto.

A manipulação da matéria prima base (o contêiner de 20 pés) tem severas limitações, a empilhadeira disponível no parque industrial capaz de movimentá-lo não possui um garfo ajustável, portanto é feita uma adaptação pelos funcionários do setor de produção para poder movimentá-lo, outra restrição se dá pelo peso visto que o produto final se torna muito pesado para o manipulador disponível dificultando o processo de expedição, a mostra a movimentação do contêiner após a pintura externa, interna e acabamentos e se preparando para o cumprimento da ordem de produção 11.

Figura 14: Movimentação contêiner 20 pés.



Fonte: Autoria Própria (2019)

Devido ao tamanho e peso do produto geralmente são contratados de 2 a 3 caminhões para a operação de transporte e expedição, um ou dois caminhões munck e um caminhão com plataforma, felizmente devido ao produto manter as medidas originais de contêineres de transporte marítimos não existe a necessidade de plataformas especiais para o transporte.

Trabalhando com a hipótese de que sejam necessários três caminhões (2 munck e 1 plataforma) esta última operação ocorre da seguinte maneira, dois caminhões munck entram no galpão de produção para fazer o içamento do contêiner em seguida o caminhão plataforma entra no galpão e é posicionado abaixo do contêiner, este é decido na plataforma e despachado em cima do caminhão plataforma pelo mesmo portão de entrada do mesmo conforme a Figura 15.

Figura 15: Expedição simultânea de 2 contêineres modelo MDC



Fonte: Autorial Própria (2019)

Para que esta operação possa ocorrer há algumas exigências que devem ser cumpridas, a tarefa é realizada preferencialmente no final do expediente por motivos de espaço e segurança, visto que os caminhões precisam entrar no galpão de produção eles necessitam de espaço, assim mais da metade do galpão precisa obrigatoriamente estar livre de obstáculos, conseqüentemente todo e qualquer produto em produção paralela precisa ser interrompido e movido do possível trajeto dos caminhões. Devido a ser uma operação de médio a grande porte não é seguro existir movimentação de pessoas ou carga no decorrer da operação, sendo assim se a operação for marcada para o meio da manhã por exemplo toda a produção deve para seu trabalho desobstruir mais da metade do galpão e esperar o término da operação para continuar seus serviços.

Como o portão utilizado para toda essa operação (P1) está localizado em um local com limitação de movimentação de veículos muito grandes não é incomum que a plataforma tenha sérias dificuldades tanto na entrada quanto na saída e o próprio portão em alguns casos sofra pequenas avarias.

### 3.3 PROCESSO DE PRODUÇÃO

Após identificadas das áreas do ambiente fabril assim como a disposição dos recursos transformadores e transformados o processo de produção do contêiner *data center* modelo MDC (produto escolhido para ser o objeto de estudo da pesquisa) foi esmiuçado e documentado em uma lista de processos descritivo presente no apêndice B, as informações contidas nesta lista de processos foram fruto de observação, participação ativa no processo e declarações de funcionários responsáveis por cada setor participante.

Baseando-se nessa lista de processos foi realizado um agrupamento de tarefas semelhantes durante a produção e então a partir de sequência lógica delimitar quais as ordens de produção de acordo com cada setor, foram geradas três tabelas de ordens de serviço uma para o setor de projeto e controle da produção, uma para o setor de metalúrgica e outra para o setor de pintura, os setores de engenharia e logística foram deixadas de fora por serem processos por mais que paralelos não interferem diretamente na construção do contêiner, são partes anexados ao final do processo, essas tabelas estão disponíveis no apêndice C.

Conforme apresentado na lista de processos o fluxo de trabalho começa na definição de um *layout* base pelo setor de projeto e controle da produção mediante parâmetros estabelecidos pela diretoria, este *layout* base é apresentado a diretoria e ao cliente para aprovação ou alterações requisitadas, se aprovado é gerada a ordem de produção M1, levando-se em consideração que os contêineres por seu grande porte são geralmente armazenados no estacionamento do parque industrial portanto é primeiramente feito a movimentação da matéria prima base que é o contêiner de 20 pés para dentro do galpão de produção através de uma empilhadeira, é importante frisar que nesta etapa inicial o contêiner se encontra vazio, ou seja, a empilhadeira utilizada comporta o peso do material sem dificuldades.

Com o contêiner dentro do galpão de produção começam a ser feitos as aberturas no chassi seguindo a planta externa elaborada pelo setor de projeto, paralelamente são definidas as estruturas internas e os materiais a serem utilizados nelas, logo após isso o um funcionário do setor de projeto vai pessoalmente em cada estoque/almojarifado verificar manualmente a quantidade de cada material necessário em estoque, feita esta averiguação é feita a solicitação de compra dos materiais restantes necessários incluindo o pedido de fabricação de peças terceirizadas e as ordens de produção M2, M3, M4 e M5 são expedidas.

Dependendo do material em estoque a ordem de produção 2, 3,4 e 5 são cumpridas, enquanto isso a equipe de pintura se desloca para o galpão de produção com seus materiais e equipamentos para efetuar a ordem de produção P1, onde acontece a base da pintura do contêiner, o contêiner marítimo vem de fábrica com uma pintura anticorrosiva selante em toda



a sua geometria e devido aos cortes provenientes da ordem de produção M1 essa selagem é rompida necessitando ser refeita. Durante a execução das ordens de produção M2, M3, M4 e M5 os materiais solicitados vão chegando a fábrica e sendo dispostos ao redor do galpão e sendo utilizados na realização das ordens de produção em aberto.

No meio as estruturas internas sendo produzidas existem algumas que são consideradas peças livres como é o caso das janelas de ventilação internas, portas dentre algumas outras, são chamadas assim por a partir delas não há nenhuma peça relacionada diretamente que a necessite para fabricação de outra peça ou processo durante esta fase inicial. Estas peças depois de concluídas são logo encaminhadas do galpão de produção até o setor de pintura.

Após o recebimento das peças terceirizadas no galpão de produção o setor de planejamento gera a ordem de produção M6 onde é feita a separação de peças livres (peças que não precisam ser montadas ou alteradas de nenhuma forma) e as peças dependentes, isto é, são peças que ainda precisam de algumas alterações, principalmente as formadoras de conjunto, as peças livres identificadas são levadas ao setor de pintura para finalização, em sequência gera-se a ordem de produção M7 que se traduz na montagem das peças de fabricação terceirizadas, essas peças geralmente formam conjuntos, esses conjuntos são produzidos montando, ajustando (se necessário) e soldando cada componente individualmente formando seus respectivos produtos finais.

Esta é uma montagem parcial realizada externamente em baias em uma seção na área de produção, esses conjuntos serão anexados as estruturas internas de produção interna mas não necessitam estar dentro do contêiner para concluir a ordem de produção, podendo ser concluída externamente e adicionadas para verificação da qualidade durante o cumprimento da ordem de produção M8 onde é feito o posicionamento dos componentes integrantes da estrutura interna, para a pré-montagem de alguns componentes internos no intuito de verificar medidas e dimensões, e montagem definitiva de outros elementos como as placas térmicas que fazem além do isolamento térmico atuam como paredes na divisão dos ambientes, a maioria das estruturas são fixadas por parafusos permitindo que seja desmontada posteriormente para acabamentos externos, esta etapa é imprescindível para a realização das etapas posteriores.

Logo após a verificação e aprovação de toda a estrutura metálica os componentes necessários para o cumprimento da ordem de produção M9 devem ser retirados do contêiner e encaminhado para acabamento no setor de pintura, as mesmas após finalizadas são encaminhadas para o estoque/almoxarifado 2. A ordem de produção M9 consiste nas

instruções de furação das estruturas internas que devem possuir pequenas aberturas para a permitir a passagem de cabos elétricos, da mesma forma as bases do piso feita de perfil metálico retangular e as placas térmicas tanto das paredes quanto do teto devem sofrer estes pequenos recorte de acordo com o projeto, para garantir o posicionamento desses recorte é indicado que as estruturas internas relacionadas e os conjuntos terceirizados montados estejam posicionadas corretamente para verificação de algum impedimento e conseqüentemente alteração do projeto.

Após toda a estrutura ser montada verificada e sofrer os últimos ajustem é gerada a ordem de produção M10 a desafixação das estruturas restantes que ficaram desto do contêiner durante o cumprimento da ordem de produção anterior, durante a ordem de produção M10 todas as estruturas internas (exceto as placas térmicas) são desafixadas, retiradas do contêiner e levadas para o setor de pintura e acabamento as mesmas após finalizadas são encaminhadas para o estoque/almojarifado 2, o contêiner é movido dentro do galpão de produção para um lugar que ofereça espaço o suficiente para movimentação da equipe de pintura e não “danifique” algum outro produto sendo produzido assim dando início a ordem de produção P2, uma parte da equipe de pintura se desloca ao galpão de produção mais uma vez para fazer a base da pintura do contêiner ou seja, vedar aberturas e planificar pequenos amassados com massa plástica, suavizar bordas de solda e aplicação do primer e pintura e acabamento externa e interna do contêiner, conforme a Figura 16.

Figura 16: Execução da ordem de produção P2.



Fonte: Autoria Própria (2019)

Finalizada a pintura e acabamentos interno e externo do contêiner o mesmo deve ser movimentado para a posição de montagem final e teste de onde ele só será movimentado na expedição, todas as peças e componentes das estruturas internas que estão no estoque/almojarifado 2 são levadas para a “área de montagem” no galpão de produção onde ficam dispostas ao redor do contêiner aguardando a montagem definitiva gerada na ordem de produção M11 onde após acabamento nas peças estruturais elas voltam para a produção para fixação definitiva no contêiner, também é no cumprimento dessa ordem de produção que os equipamentos são montados como os racks, inversores, baterias, condensadoras de ar e evaporadores, quadros de controle, comando e elétricos, extintores e etc.

O cumprimento da ordem de produção M11 encerra a participação ativa do setor de metalúrgica na produção e confirma a posição final do contêiner dentro do galpão até o transporte de expedição, a partir deste ponto o setor de engenharia assume a produção uma equipe de técnicos é designada a fazer o cabeamento de energia, ligação dos dispositivos, instalação elétrica e de segurança, instalação do sistema de refrigeração e interconexão dos sistemas. Como há todo um novo trabalho sendo realizado principalmente dentro do contêiner a pintura e acabamento acaba por ser danificada em alguns pontos exigindo que a equipe de pintura volte ao galpão de produção para retoques pós montagem final e instalação prontos.

O encerramento do processo ativo de produção acontece na configuração e testes da parte elétrica, dos sistemas de controle e refrigeração. Quando o processo de produção é dado por encerrado o produto é embalado e preparado para transporte providenciado conjuntamente pelos setores de logística e comercial.

### 3.4 ANÁLISE DO LAYOUT ATUAL

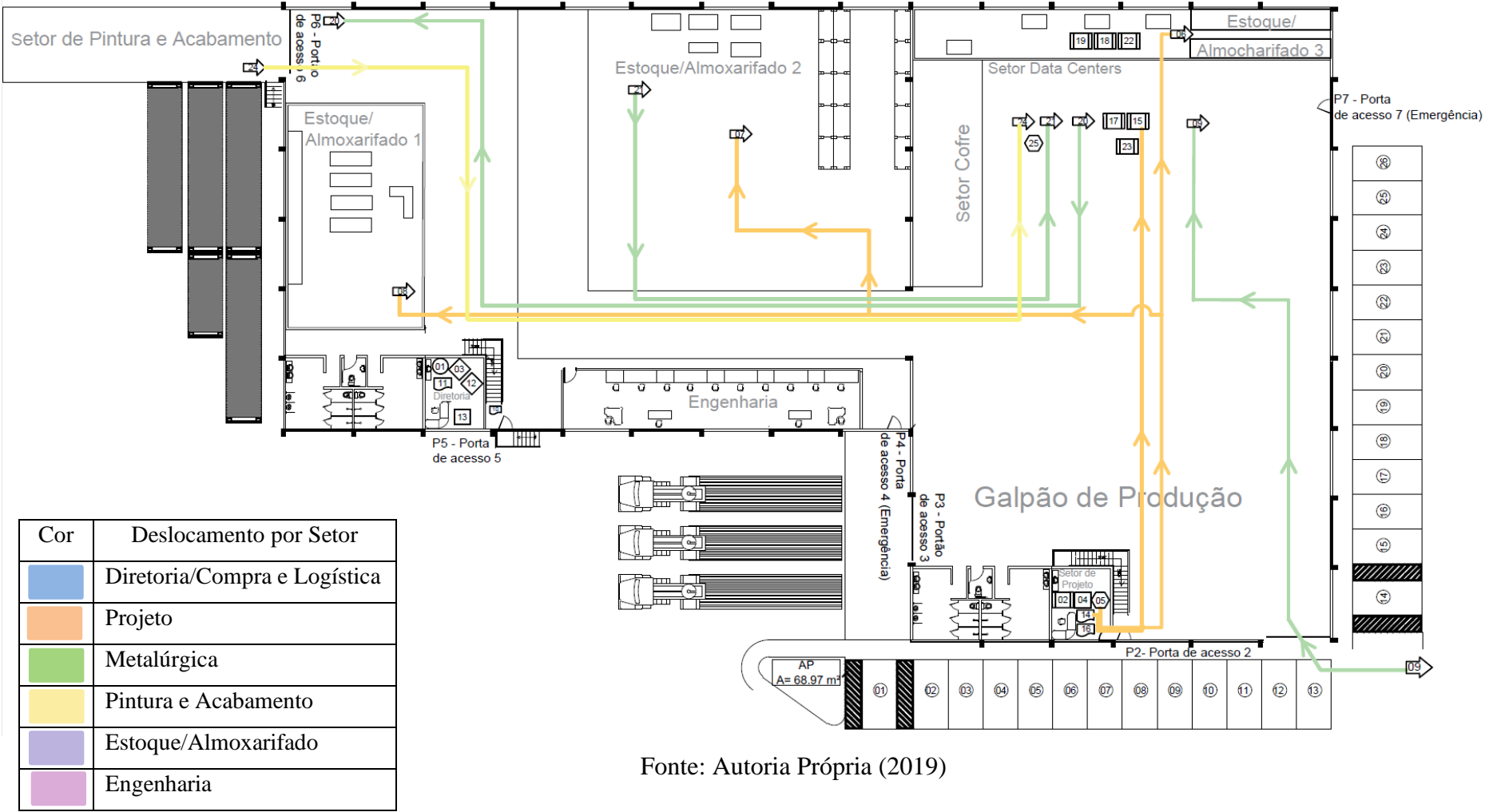
Com o intuito de analisar da forma mais clara e objetiva a movimentação do fluxo de trabalho durante o processo utilizou-se o mapofluxograma, criado a partir do fluxograma (disposto no apêndice D) do processo utilizando a ferramenta computacional CAD - *Computer Aided Design*, software da empresa Autodesk.

Devido a sua natureza gráfica o fluxograma foi escolhido para descrever o processo e o fluxo de produção minucioso, a partir deste fluxograma pode-se agregar as atividades realizadas em ordens de produção por cada setor e distinguir o processo em três grandes etapas, sendo elas:

- Etapa A: onde é realizada a maior parte do pré-projeto e não há muita movimentação, corresponde dos itens 1 à 25 do fluxograma.

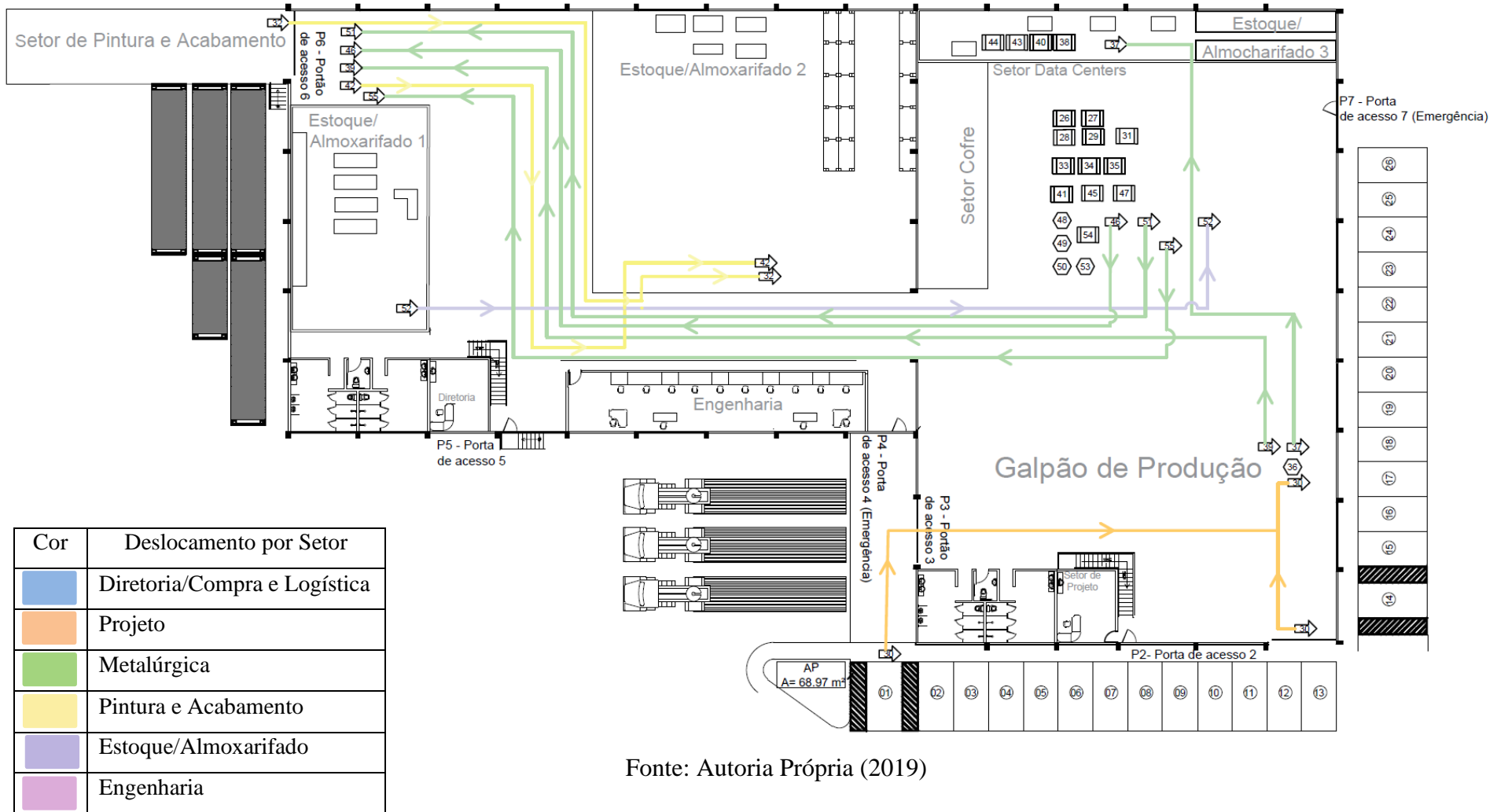
- Etapa B: esta etapa ocorre a maior parte das movimentações entre setores, é durante a maior parte desta etapa que os materiais dão entrada no galpão e correspondem aos itens 26 à 55.
- Etapa C: fase final de montagem, acabamento, configuração e expedição chegando ao fim do processo, correspondendo aos itens 55 à 70.

Figura 17: Mapofluxograma da fase A.



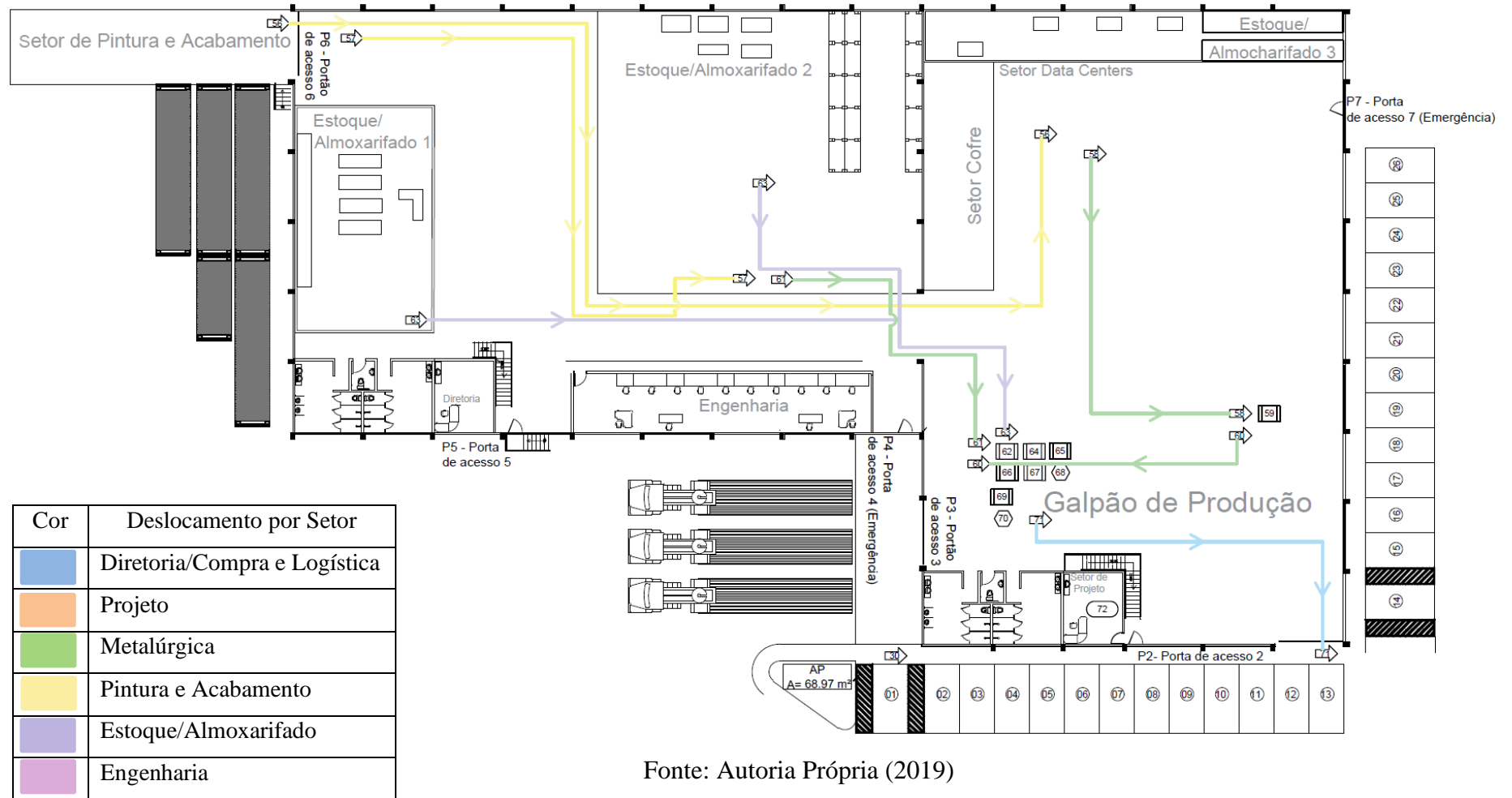
Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 18: Mapofluxograma fase B.



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 19: Mapofluxograma fase C.



Fonte: Autoria Própria (2019)

Através de um exame minucioso de todas as etapas e áreas envolvidas no processo de fabricação pode-se identificar os pontos de desperdício, principais dificuldades e conseqüentemente as oportunidades de melhorias existentes.

Tabela 6: Resultados da Análise do layout atual

<b>Desperdício</b>	<b>Dificuldades</b>
Uso indiscriminado de recursos transformáveis	Controle de estoque;
Parada de produção para movimentação do produto	Distância entre setores de pintura e produção;
	Movimentação de materiais principalmente o contêiner.

Fonte: Autoria própria (2019)

Tendo em vista as atividades atuais e projeção futura da empresa ficou evidente a necessidade de uma adequação do layout existente e introdução de certas ferramentas de automação.

### 3.5 PROPOSTA DE LAYOUT FINAL

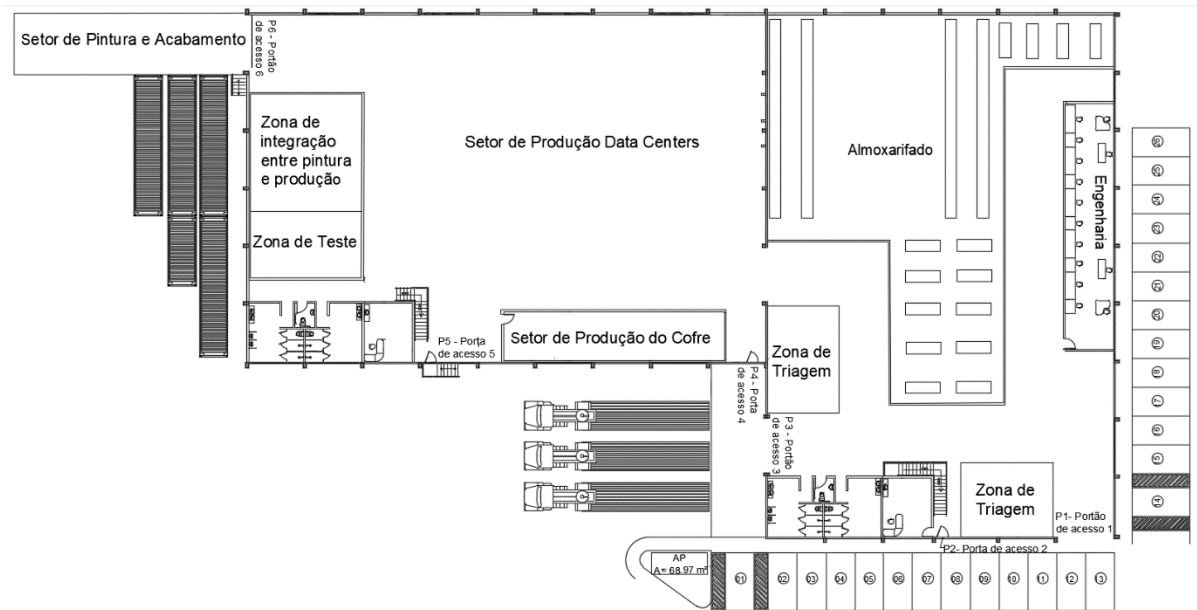
Baseando nos conceitos apresentados na revisão da literatura e na análise do layout atual o dimensionamento de um novo layout deve seguir os seguintes objetivos:

- Excluir estoques intermediários;
- Aproximar os setores de pintura e produção;

Com base na revisão literária e considerando a família principal dos produtos fabricados pela empresa alvo deste estudo os datacenters e que sua principal matéria prima são contêineres torna claro que um layout voltado na movimentação do produto é claramente inviável, a solução mais plausível é o layout posicional, com setores adjacentes e equipamentos em posição ideal para a mínima movimentação.



Figura 20: Novo layout.



Fonte: Autoria Própria (2019)

Os estoques intermediários são eliminados unificando-os no galpão 1, esta mudança acarreta em algumas mudanças sendo elas a limitação do acesso aos materiais, proporcionando uma forma de controlar e averiguar os insumos presentes na fábrica de maneira mais rápida consequentemente as movimentações necessárias para conferência e retirada de material dos estoques é reduzida.

A mudança para o galpão 1 otimiza a entrega e conferência do insumo comprado e entregue no parque industrial, visto que os portões de maior uso para essa operação são os portões 1 e 3, a partir das zonas de triagem onde devem ser descarregados os materiais estes devem ser conferidos e armazenados mais rapidamente.

Os setores de pintura e produção são colocados lado a lado e uma zona de integração é criada entre os setores nesta zona as peças a serem pintadas são depositadas devidamente identificadas e as peças já acabadas ficaram armazenadas em para retirada e uso, esta zona deve ser composta de prateleiras industriais e paletes para otimizar a capacidade de organização e armazenamento.

### 3.6 PROPOSTA DE NOVA MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

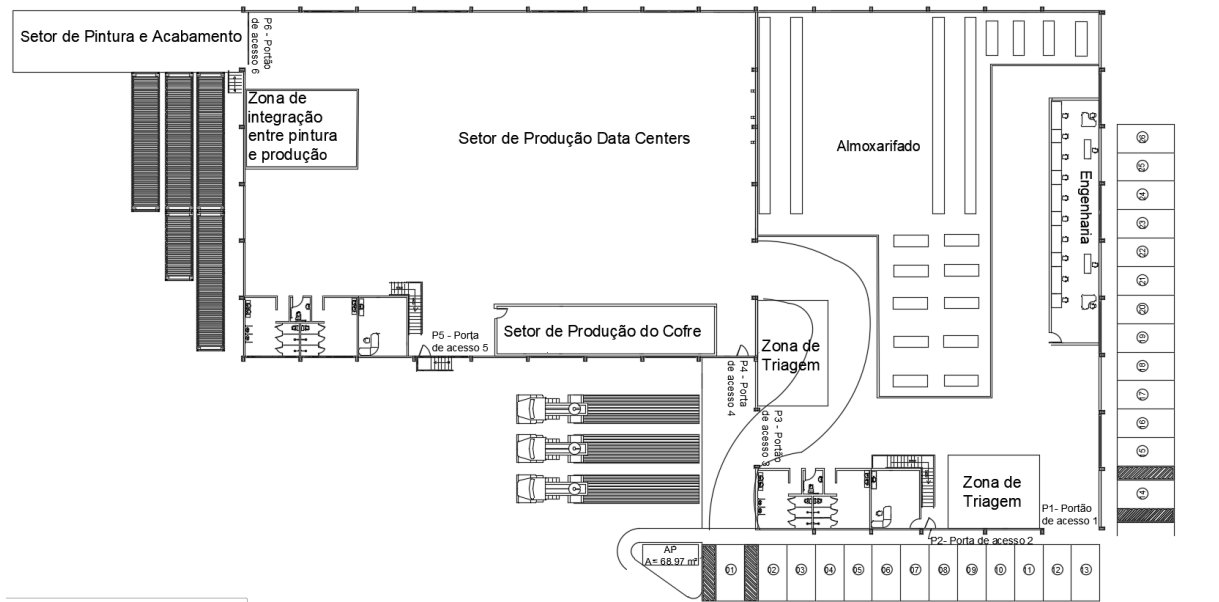
Visto que o maior problema de movimentação se encontra no deslocamento do contêiner, principalmente na etapa de expedição a solução sugerida é mudança da ferramenta usada para locomoção, o processo já descrito anteriormente desperdiça tempo, espaço, e

demanda mais recursos transformadores do que o necessário. Buscando uma solução para a realização desta tarefa buscou-se equipamentos que pudessem se movimentar atendendo aos seguintes requisitos:

- Baixo custo de aquisição e manutenção;
- Implementação sem a necessidade de obra física;
- Aproveitamento de veículos de movimentação industriais já existentes se possível;
- Movimentação possível em qualquer horário sem causar interferência na produção;

Com as mudanças sugeridas novo layout proposto o ponto de retirada do produto também é modificado, este passaria a ser o P3 - portão de acesso 3 conforme a Figura 21, portanto somando os requisitos citados e o espaço disponível para essa operação foi definido que o equipamento melhor adaptado é o chamado *containers dollies* também conhecido como tartaruga de movimentação que são pequenas plataformas sobre rodas usadas para movimentar objetos pesados, há diversos tipos e categorias conforme alguns mostrados no apêndice E.

Figura 21: novo caminho de expedição do contêiner.



Fonte: Autoria Própria (2019)

Com este equipamento a operação passa a ser realizada da seguinte forma: durante a movimentação ocorrida ao final da ordem de produção M10 e antes da P2 o contêiner deve ser colocado através de uma empilhadeira em cima das tartarugas de movimentação conforme a Figura 22, as tartarugas já devem estar posicionada e travadas no local destinado a conclusão da etapa seguinte do processo, após a OP-P2 ser consumada as tartarugas são destravadas e o

contêiner é direcionado ao seu local final de conclusão do processo produtivo. Desta forma o contêiner pode ser posicionado mais próximo do setor de pintura reduzindo, portanto, a movimentação da equipe de pintura para a conclusão da OP-P2.

Figura 22: Contêiner posicionado em cima da tartaruga de movimentação.



Fonte: <https://www.liftingequipmentstore.com/product/container-moving-sets>

Para a operação de expedição ser realizada em qualquer horário sem causar distúrbios no restante da produção, ela deve ser realizada fora das instalações do parque industrial, ou seja, o contêiner deve ser direcionado para o estacionamento e de lá colocada na plataforma do caminhão de despacho. Durante este procedimento uma estrutura em V ou T é anexada as tartarugas frontais transformando o conjunto em um reboque e sendo acoplado na empilhadeira, dessa forma o conjunto se transforma em um carro industrial motorizado. A Figura 23 ilustra esta transformação e operação.

Figura 23: ilustração da transformação em reboque e movimentação.



Fonte: Modificado de haacon

## CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

As propostas de melhorias baseiam-se em conceitos abordados na revisão da literatura e utiliza-se de ferramentas presentes nesta, a empresa onde este estudo foi baseado apresenta três das seis situações que Groover (2014) lista em que se justificariam a utilização de um processo completamente manual, consequentemente formas alternativas de otimizar ao menos etapas do processo foram encontradas. As soluções propostas se encaixam no nível 1 e 3 da pirâmide de automação, o sistema de movimentação do contêiner é um atuador com uma semi-automatização o nível 3 se enquadra na reestruturação da planta.

Constatou-se uma redução da movimentação entre os setores de 823,25 metros no total, a mudança de *layout* proposta resulta em uma redução de 45,4% da movimentação atual. Aproximando os setores de produção metalúrgica e de pintura e acabamento resulta em uma melhor comunicação entre esses setores, evita a perda de peças em um deslocamento longo e sem lugar apropriado para armazenamento.

O novo arranjo do *layout* integra os ambientes de armazenamento e limita o acesso aos materiais eliminando os estoques intermediários e desprovidos de controle, a solução encontrada para a movimentação otimiza tempo espaço de trabalho além de facilitar o despacho do produto, trazendo também uma economia financeira tendo em vista a redução de equipamento alugados para a realização desta operação.

Por mais que este trabalho aponte uma melhor forma de disposição do estoque, até o presente apresenta uma limitação quanto ao controle dos materiais presentes nele, assim sugestiona-se que seja feito um estudo sobre os softwares e sistemas de catalogação, controle e acompanhamento de estoques e implantação da solução mais viável.

## REFERÊNCIAS

1. GROOVER, Mikell P. Automação Industrial e Sistemas de Manufatura. 3<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Pearson, 2014.
2. DITZ, Darlei Rodrigo. Contribuições para o Projeto de Layout Fabril Orientado ao Fluxo em um Ambiente de Manufatura Enxuta. 2010. 90f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010
3. ROSSI, Andrei. Melhoria de Layout em uma Indústria de Embalagens por meio do Método SLP. 2017. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.
4. BRAGA, João Pedro Marins. Análise e Projeto de Modificação de Layout, Orientado para a Produção Enxuta. 2016. 51 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2016.
5. ORIOTOTE, E. D. M. et al. Análise de Layout em uma Cervejaria Artesanal com Base no Modelo Systematic Layout Planning. *Gestión Joven*, v. 16, f. 1, p. 21, Fevereiro 2017.
6. ROSA, Gilson. P. et al. A reorganização do layout como estratégia de otimização da produção. *GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Bauru, Ano 2014, nº 2, abr-jun, p. 139-154.
7. BASSO, G. L. W.; RAMOS, E. D. C. Otimização do Layout: Um Estudo de Caso Desenvolvimento em uma Indústria de Confecções do Sudoeste Paraná. *Mundo Contemporâneo em Revista*, v. 1, n. 5, 2016.
8. DE COSTA, Adriano. J. Otimização do Layout de Produção de um Processo de Pintura de Ônibus. 2004. 123 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado Profissionalizante - Universidade federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.
9. FREITAS, Wilson Pereira. Um estudo sobre o fluxo de processo e layout industrial para proposição de melhorias em uma empresa de manufatura. 2016. 153 f. Monografia - Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2016.
10. JUNIOR, Roberto L. D. S.; LUZ, Maria D. L. S. *Proposta de Melhoria no Layout de uma Fábrica de Colchões - Um Estudo de Caso*. 2018. 48 f. Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2018.
11. DA SILVA, Beatriz. P. M. et al. *Layout and physical arrangement: A systematic Bibliographic review*. *Engenharia em Ação UniToledo, Araçatuba*, v. 03, n. 01, p. 35 - 45, jan/jun 2018.

12. DE AGUIAR, MARCELO VIEIRA. *Modelagem e Análise de Sistemas De Manufatura Flexível Por Meio De Redes De Petri Colorida, Hierárquica E Temporizada*. 2008. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2008.
13. RISSO, Lucas Antônio. *Procedimentos Sistemáticos Para Projeto De Layout Para Ambientes Job Shop*. 2016. 167 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas. Limeira, 2016.
14. Audaces (2014) - <https://www.audaces.com/layout-celular-na-confeccao-do-vestuario/>
15. HILGEMANN, Fabiano Carlos. *Projeto Conceitual De Carro De Movimentação Para Os Módulos De Alimentação Das Colheitadeiras John Deere*. 2012. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso para Bacharelado – Universidade Horizontina, Horizontina, 2012.
16. WOLTER, Jackson Roberto. *Logística interna: proposta de estudo para a melhoria do setor de recebimento e armazenagem de materiais da Plasson de Criciúma SC*. 2011. 73 f. Projeto de Pesquisa – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Criciúma, 2011
17. NUNES, M. E. D. L. *Mapeamento de processos e matriz SWOT: um estudo de caso em uma cooperativa de resíduos eletrônicos*. Universidade Federal Fluminense. Niteroi, p. 84. 2016.
18. FARIAS, L. M. S. *Proposta de otimização de layout em uma Indústria de médio porte do ramo de confecções da cidade de Campina Grande - PB - Um estudo de caso*. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, p. 28. 2013.
19. TOSTA, L. I.; OLIVEIRA, M. L. M. D.; SOUZA, L. G. M. D. Uma Análise da Técnica Mapofluxograma na Implementação Inicial do Sistema Lean de Produção em uma Empresa do Setor Médico-Cirúrgico. **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Salvador, v. 29, 06 a 09 Outubro 2009. 15.
20. SOUZA, Daniele Goncalves de. *Metodologia de mapeamento para gestão de processos*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 92. 2014.
21. BLOG MURRELEKTRONIK. **Pirâmide da Automação industrial - Entenda Todas as Camadas**. 12 jun. 2018. Disponível em: <http://blog.murrelektronik.com.br/piramide-da-automacao-industrial-entenda-todas-as-camadas/>. Acesso em: 30 out. 2019.
22. BITTENCOURT, Brenda. **Pequenas indústrias: 4 soluções práticas para os desafios do controle de estoque - Myrnp**. myrnp, 28 mai. 2018. Disponível em: <https://myrnp.com.br/controle-de-estoque-para-pequenas-industrias-4-dicas/>. Acesso em: 30 out. 2019.

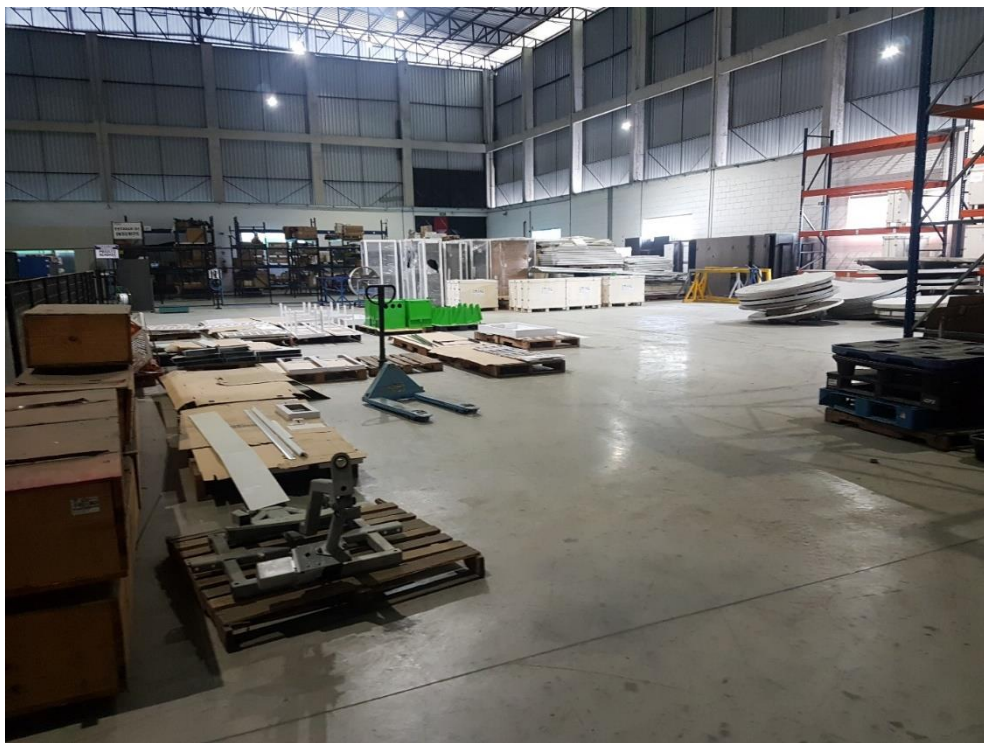
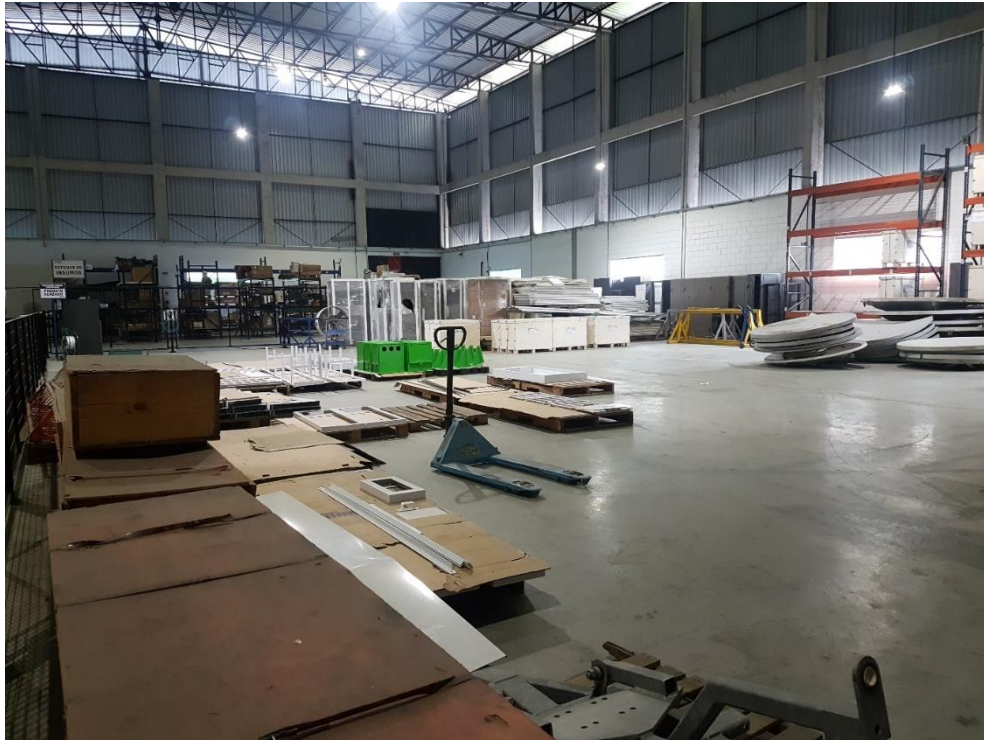
23. Grupo Forlogic. Fluxograma. **Ferramentas da Qualidade – O glossário definitivo sobre as ferramentas da qualidade**. 9 nov. 2016. Disponível em: [https://ferramentasdaqualidade.org/fluxograma/?utm\\_source=blogdaqualidade&utm\\_medium=fluxograma-de-processo\\*](https://ferramentasdaqualidade.org/fluxograma/?utm_source=blogdaqualidade&utm_medium=fluxograma-de-processo*). Acesso em: 15 ago de 2019.



## APÊNDICE

### 6.1 APÊNDICE A – FOTOS DOS ESTOQUES

#### Estoque/Almoxarifado 1







Portão de Entrada



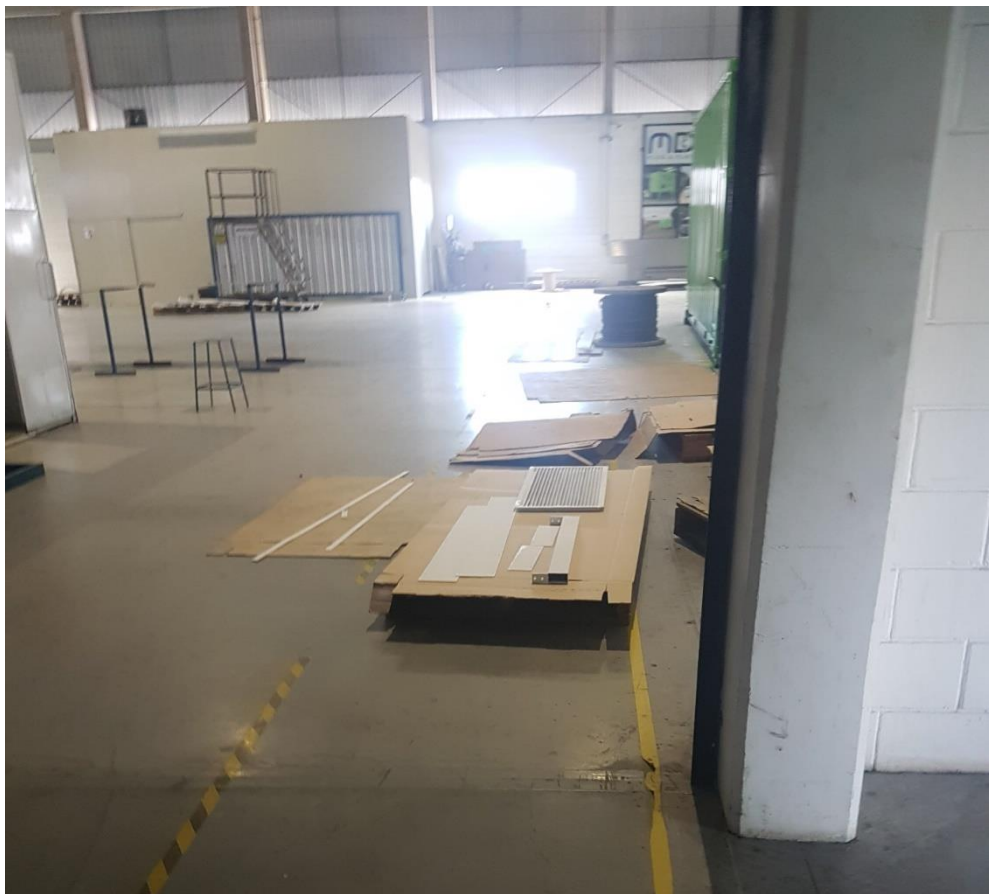




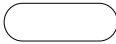
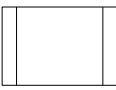
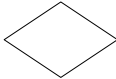

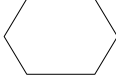
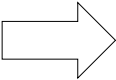
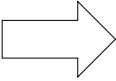
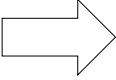


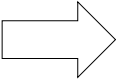
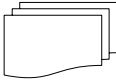

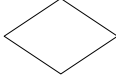

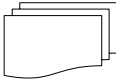







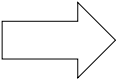
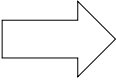


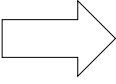
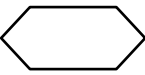




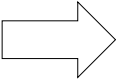
Peças Pintadas em Montagem


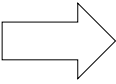


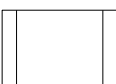
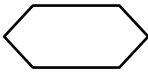
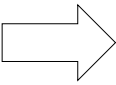
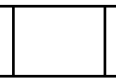
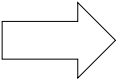
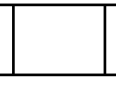
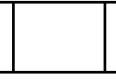


6.2 APÊNDICE B - LISTA DETALHADA DE PROCESSOS

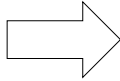
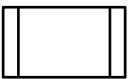
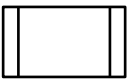

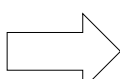
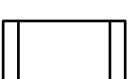
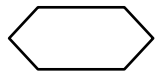
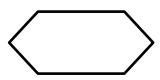
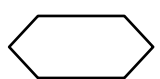

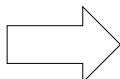
<b>Ordem</b>	<b>Setor</b>	<b>Atividade Desenvolvida</b>	<b>Tipo de Atividade</b>	<b>Distância Percorrida Atualmente</b>	<b>Distância Percorrida Proposta</b>
<b>01</b>	Diretoria	Definição dos parâmetros do produto com base na especificação do cliente		-	-
<b>02</b>	Projeto	Definição do Layout base e envio para aprovação da diretoria e do cliente		-	-
<b>03</b>	Diretoria	Aprovação do Layout Base		-	-
<b>04</b>	Projeto	Definição de estruturas e espaços internos		-	-
<b>05</b>	Projeto e Engenharia	Fazer o levantamento de matéria prima necessária em paralelo o setor de projeto cria a ordem de aberturas no chassi do contêiner		-	-
<b>06</b>	Projeto	Fazer o levantamento de matéria prima no estoque 1		82,35m	49,34m
<b>07</b>	Projeto	Fazer o levantamento de matéria prima no estoque 2		79,01m	-
<b>08</b>	Projeto	Fazer o levantamento de matéria prima no estoque 3		63,64m	-

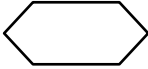
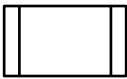
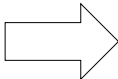
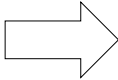
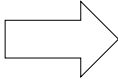
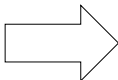
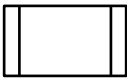
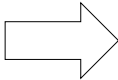
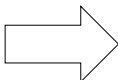

<b>Ordem</b>	<b>Setor</b>	<b>Atividade Desenvolvida</b>	<b>Tipo de Atividade</b>	<b>Distância Percorrida Atualmente</b>	<b>Distância Percorrida Proposta</b>
<b>09</b>	Metalúrgica	Movimentação do contêiner para o pátio do galpão.		53,06m	140,14m
<b>10</b>	Projeto e Engenharia	Enviar solicitação de material em falta nos estoques ao setor de compras		-	-
<b>11</b>	Compras	Fazer cotação de preços, organizar orçamento e envio para aprovação		-	-
<b>12</b>	Diretoria	Aprovação do orçamento de compras		-	-
<b>13</b>	Compras	Compra de material com fornecedores		-	-
<b>14</b>	Projeto	Criar ordens de produção inicial que podem ser realizadas com os materiais existentes		-	-
<b>15</b>	Metalúrgica	Cortes no chassi do contêiner		-	-
<b>16</b>	Projeto	Confirmação do pedido de fabricação de peças terceirizadas		-	-
<b>17</b>	Metalúrgica	Fabricação do painel frontal		-	-
<b>18</b>	Metalúrgica	Fabricação janelas externas dos condensadores		-	-

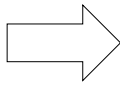

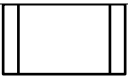


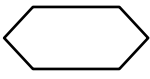
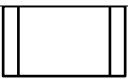
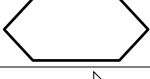
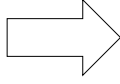
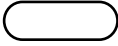
<b>Ordem</b>	<b>Setor</b>	<b>Atividade Desenvolvida</b>	<b>Tipo de Atividade</b>	<b>Distância Percorrida Atualmente</b>	<b>Distância Percorrida Proposta</b>
<b>19</b>	Metalúrgica	Fabricação das janelas internas dos condensadores		-	-
<b>20</b>	Metalúrgica	Envio das janelas internas dos condensadores para pintura		89,01m	23,08m
<b>21</b>	Metalúrgica	Retirar Placas térmicas do estoque 2		64,79m	30,33m
<b>22</b>	Metalúrgica	Fabricação das portas		-	
<b>23</b>	Metalúrgica	Divisão dos ambientes com placa térmica		-	
<b>24</b>	Pintura	Movimentação da equipe de pintura para o galpão de produção		89,09	37,40m
<b>25</b>	Pintura	Base 1 da pintura do contêiner		-	
<b>26</b>	Metalúrgica	Fabricação da base do piso		-	
<b>27</b>	Metalúrgica	Fabricação das bases dos condensadores		-	
<b>28</b>	Metalúrgica	Fabricação da base dos inversores		-	
<b>29</b>	Metalúrgica	Fabricação das grades do piso		-	
<b>30</b>	Projeto	Chegada das peças terceirizadas (As peças dão entrada através de P1 ou P3)		57,79m ou 26,06m	7,05m ou 2,5m

<b>Ordem</b>	<b>Setor</b>	<b>Atividade Desenvolvida</b>	<b>Tipo de Atividade</b>	<b>Distância Percorrida Atualmente</b>	<b>Distância Percorrida Proposta</b>
<b>31</b>	Metalúrgica	Fixação das paredes de placa térmica		-	-
<b>32</b>	Pintura	Envio das janelas internas dos condensadores para estoque 2		54,44m	12,74m
<b>33</b>	Metalúrgica	Fabricação da amarração dos racks		-	-
<b>34</b>	Metalúrgica	Posicionamento das bases dos inversores		-	-
<b>35</b>	Metalúrgica	Posicionamento das bases dos condensadores		-	-
<b>36</b>	Projeto	Separação das peças terceirizadas		-	-
<b>37</b>	Metalúrgica	Envio das peças terceirizadas com alterações as baias.		28,37m	33,33m
<b>38</b>	Metalúrgica	Montagem do banco de baterias		-	-
<b>39</b>	Metalúrgica	Envio das peças terceirizadas livres para pintura		92,10m	53,42m
<b>40</b>	Metalúrgica	Fabricação amarração banco de baterias		-	-
<b>41</b>	Metalúrgica	Posicionamento das grades do piso na base do piso		-	-



<b>Ordem</b>	<b>Setor</b>	<b>Atividade Desenvolvida</b>	<b>Tipo de Atividade</b>	<b>Distância Percorrida Atualmente</b>	<b>Distância Percorrida Proposta</b>
<b>42</b>	Pintura	Envio das peças terceirizadas livres para estoque 2		92,10m	12,74m
<b>43</b>	Metalúrgica	Montagem dos carrinhos dos racks		-	
<b>44</b>	Metalúrgica	Montagem da base do evaporador		-	
<b>45</b>	Metalúrgica	Posicionamento dos carrinhos na base do piso		-	
<b>46</b>	Metalúrgica	Enviar as grades do piso para pintura		92,10m	23,08m
<b>47</b>	Metalúrgica	Posicionamento da base do evaporador no contêiner		-	
<b>48</b>	Metalúrgica	Montagem do <i>shaft</i> de refrigeração		-	
<b>49</b>	Metalúrgica	Furação do teto para passagem de conduíte flexível		-	
<b>50</b>	Metalúrgica	Montagem dos dutos de refrigeração		-	
<b>51</b>	Metalúrgica	Envio da base do evaporador e shafts para pintura		92,10m	23,08m
<b>52</b>	Estoque / Almoxarifado 1	Retirada do conduíte do estoque/almoxarifado 1		50,51m	30,33m

<b>Ordem</b>	<b>Setor</b>	<b>Atividade Desenvolvida</b>	<b>Tipo de Atividade</b>	<b>Distância Percorrida Atualmente</b>	<b>Distância Percorrida Proposta</b>
53	Metalúrgica	Passagem de conduíte flexível		-	
54	Metalúrgica	Desmontagem das estruturas internas		-	
55	Metalúrgica	Envio das estruturas internas para pintura		92,10m	23,08m
56	Pintura	Movimentação equipe de pintura para o galpão de produção		89,09m	37,40m
57	Pintura	Envio das estruturas internas para estoque 2		92,10m	12,74m
58	Metalúrgica	Movimentação do contêiner no galpão para realização da pintura e acabamentos		31,15m	37,41m
59	Pintura	Pintura do contêiner Interna e Externa e acabamentos		-	-
60	Metalúrgica	Movimentação do contêiner para posição de teste		20,04m	30,86m
61	Metalúrgica	Movimentação das peças pintadas do estoque 2 para o galpão de produção		25,72m	-
62	Metalúrgica	Montagem das estruturas internas		-	-

<b>Ordem</b>	<b>Setor</b>	<b>Atividade Desenvolvida</b>	<b>Tipo de Atividade</b>	<b>Distância Percorrida Atualmente</b>	<b>Distância Percorrida Proposta</b>
<b>63</b>	Almoxarifado	Movimentação dos equipamentos do estoque/almoxarifado 1 e 2 para o galpão de produção		47,78m e 24,10m	50,56m
<b>64</b>	Metalúrgica	Montagem dos equipamentos			
<b>65</b>	Engenharia	Passagem de Cabos		-	-
<b>66</b>	Engenharia	Instalação dos dispositivos e equipamentos		-	-
<b>67</b>	Pintura e Acabamento	Retoques de pintura		-	-
<b>68</b>	Engenharia	Configuração dos dispositivos e equipamentos		-	-
<b>69</b>	Engenharia	Testes Geral		-	-
<b>70</b>	Logística	Embalagem		-	-
<b>71</b>	Logística	Despacho		29,36m	74,06m
<b>72</b>	Projeto	Confecção da documentação elétrica e Arquitetônica		-	-

### 6.3 APÊNDICE C – TABELAS DE ORDENS DE PRODUÇÃO

Tabela 7: Ordem de produção do setor de projeto e controle da produção

<b>Atividade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Setor Realizado</b>
<b>Ordem de Produção Pr1</b>	<b>Definição layout base</b> - Segundo as especificações do cliente é montado um layout básico do gerenciamento de espaço interno para comportar todos os equipamentos necessários e solicitados.	Projeto e Controle da produção
<b>Ordem de Produção Pr2</b>	<b>Definição das Estruturas Internas</b> - Planejamento, desenho e quantificação das peças terceirizadas e seu material; Planejamento, desenho e ordem de produção das estruturas internas de produção interna;	Projeto e Controle da produção
<b>Ordem de Produção Pr3</b>	<b>Levantamento de material</b> - Averiguação da quantidade de materiais que serão utilizados na fabricação disponíveis no estoque	Estoque/Almoxarifado 1 Estoque/Almoxarifado 2 Estoque/Almoxarifado 3
<b>Ordem de Produção Pr4</b>	<b>Pedido de Compras</b> - Solicitar compra de materiais para fabricação das estruturas internas e peças terceirizadas	Projeto e Controle da produção
<b>Ordem de Produção Pr5</b>	<b>Envio de pedido de produção de peças terceirizadas</b> - Gerar ordem de produção segundo quantificação e desenhos detalhados.	Projeto e Controle da produção
<b>Ordem de Produção Pr6</b>	<b>Verificação de qualidade macroestrutural</b> - Acompanhar a confecção das estruturas internas, montagem de peças terceirizadas e estruturas internas.	Galpão Produção

<b>Operação</b>	<b>Descrição</b>	<b>Setor Realizado</b>
<b>Ordem de Produção Pr7</b>	<b>Definição da infraestrutura in loco</b> - Projeto da infraestrutura para operação e instalação do contêiner data center	In loco
<b>Ordem de Produção Pr8</b>	<b>Confecção do modelo 3D (em sketchup)</b> - Desenho em 3D detalhado de posicionamento com todos os componentes, estruturas, dispositivos e etc.	Projeto e Controle da produção / Galpão Produção
<b>Ordem de Produção Pr9</b>	<b>Confecção da documentação elétrica e arquitetônica</b> - Diagramas unifilares e Pranchas arquitetônicas (Planta Baixa, Planta Elétrica, Planta de Dispositivos, Planta de leitos de cabos, Planta de Fachada)	Projeto e Controle da produção

Tabela 8: Ordens de produção do setor metalúrgica

<b>Operação</b>	<b>Descrição</b>	<b>Setor Realizado</b>
<b>Ordem de produção M 1</b>	Cortes no chassi do contêiner	Galpão produção
<b>Ordem de produção M2</b>	Fabricação de janelas de ventilação interna e externa	Galpão produção
	Fabricação das portas externas e internas	Galpão produção
	Fabricação das bases do piso	Galpão produção
<b>Ordem de produção M3</b>	Fabricação grades de apoio	Galpão produção
	Fabricação da amarração dos Racks	Galpão produção
	Fabricação da amarração do Banco de Baterias	Galpão produção
<b>Ordem de produção M4</b>	Fabricação das bases dos inversores	Galpão produção
	Fabricação das bases dos quadros AC	Galpão produção
	Fabricação das bases dos condensadores	Galpão produção

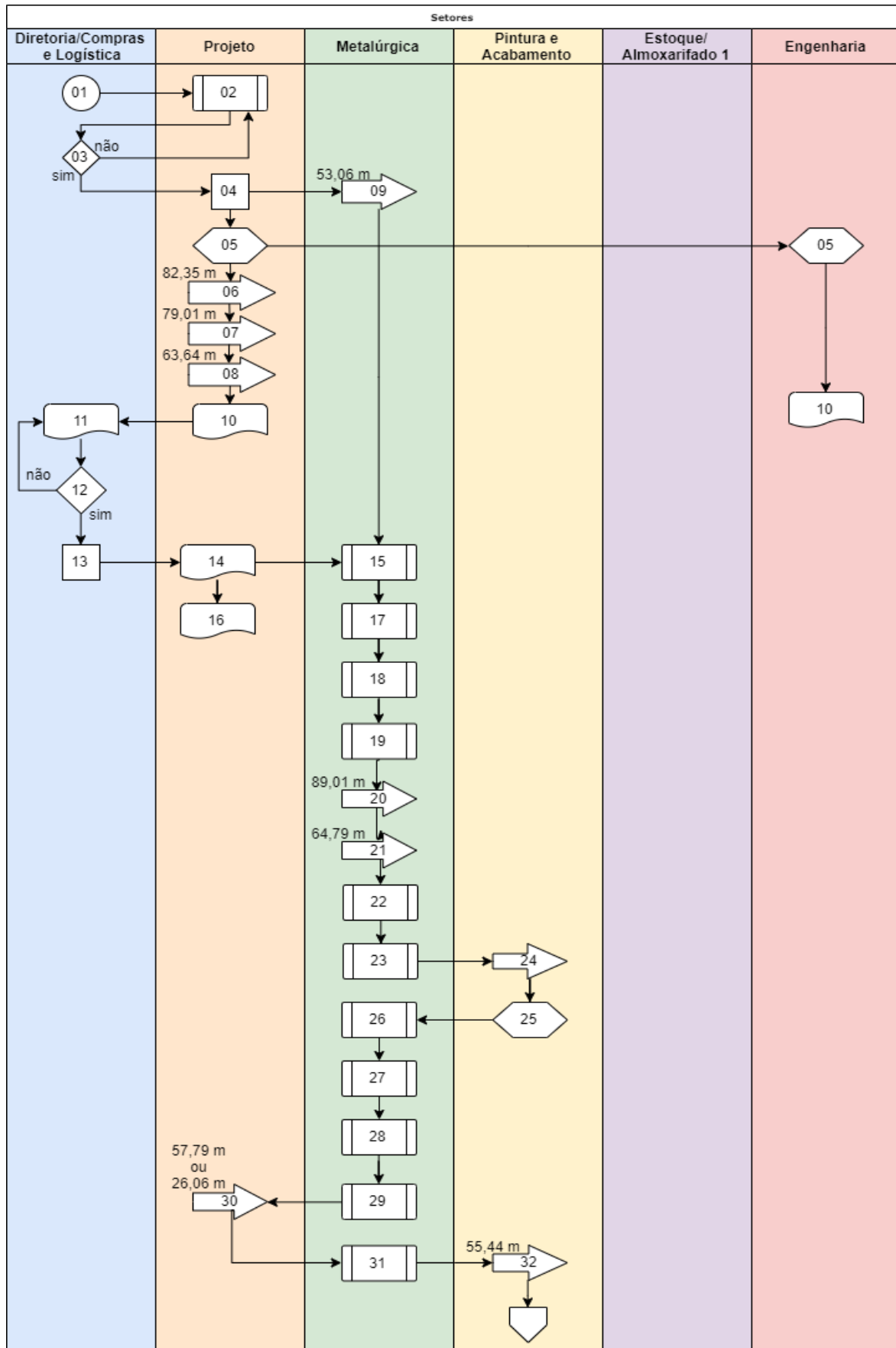
<b>Operação</b>	<b>Descrição</b>	<b>Setor Realizado</b>
<b>Ordem de produção M5</b>	Fabricação dos leitos de cabos	Galpão produção
	Fabricação do piso	Galpão produção
<b>Ordem de produção M6</b>	Separação das peças terceirizadas livres e dependentes	Galpão produção
<b>Ordem de produção M7</b>	Montagem da base dos evaporadores	Galpão produção
	Montagem dos dutos de ar	Galpão produção
	Montagem do Banco de Baterias	Galpão produção
	Montagem dos Shafts de refrigeração	Galpão produção
	Montagem do Quadro de controle	Galpão produção
	Montagem dos Carrinhos dos racks	Galpão produção
	Montagem do Leito de iluminação	Galpão produção
<b>Ordem de produção M8</b>	Posicionamento das placas térmicas	Galpão produção
	Posicionamento das estruturas internas	Galpão produção
	Posicionamento das portas	Galpão produção
<b>Ordem de produção M9</b>	Furação do teto (placa térmica)	Galpão produção
	Furação da base do piso	Galpão produção
	Furação das paredes (placa térmica)	Galpão produção
<b>Ordem de produção M10</b>	Desafixação das estruturas internas	Galpão produção
<b>Ordem de produção M11</b>	Montagem das estruturas internas	Galpão produção
	Montagem dos racks	Galpão produção
	Montagem dos equipamentos dentro do contêiner	Galpão produção

Tabela 9: Ordens de produção setor de pintura e acabamento

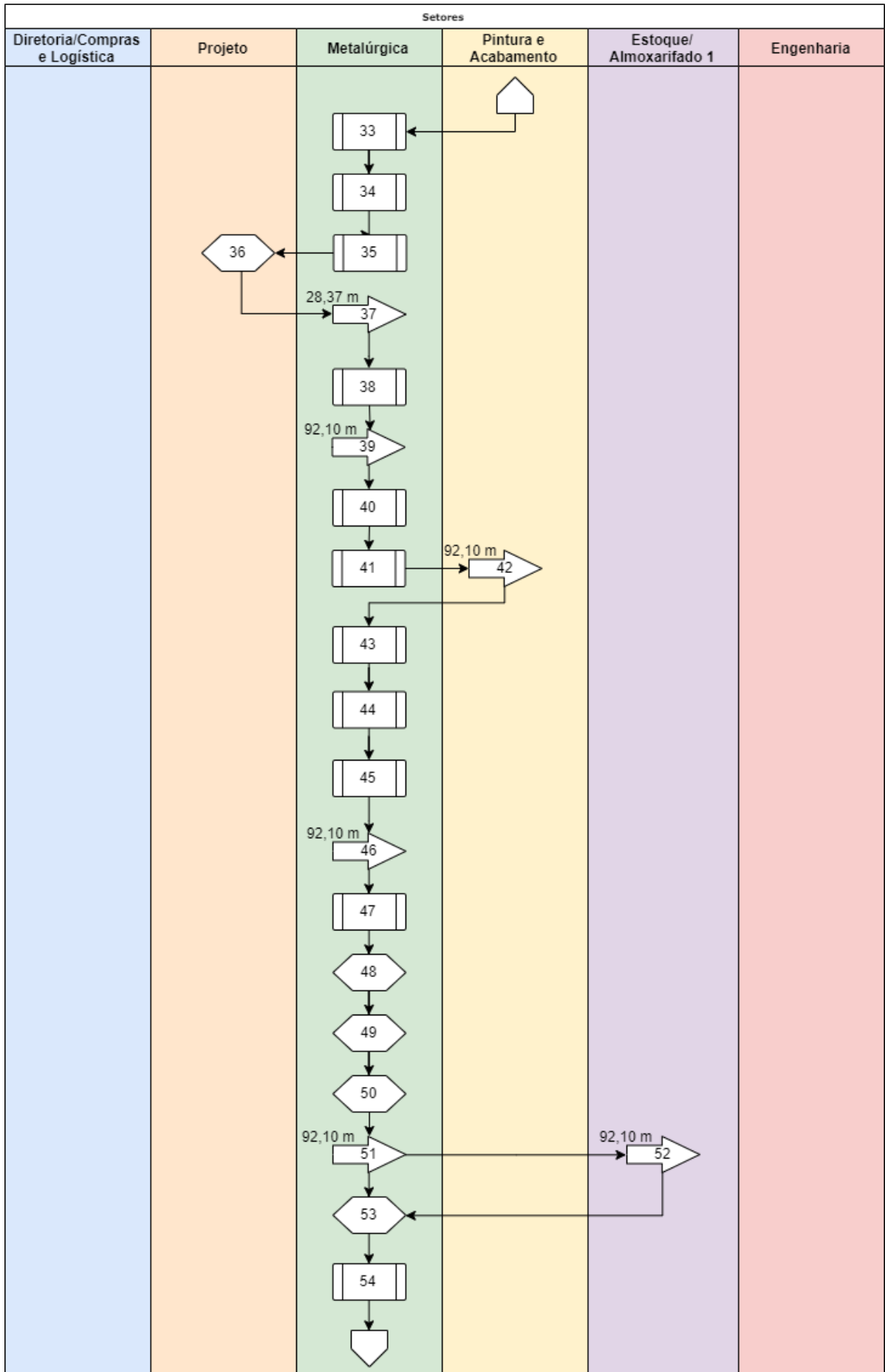
<b>Operação</b>	<b>Descrição</b>	<b>Setor Realizado</b>
<b>Ordem de produção P1</b>	Preparação da base para pintura do contêiner	Galpão de produção
<b>Ordem de produção P2</b>	Pintura de peças terceirizadas livres e peças de produção interna independentes	Setor pintura

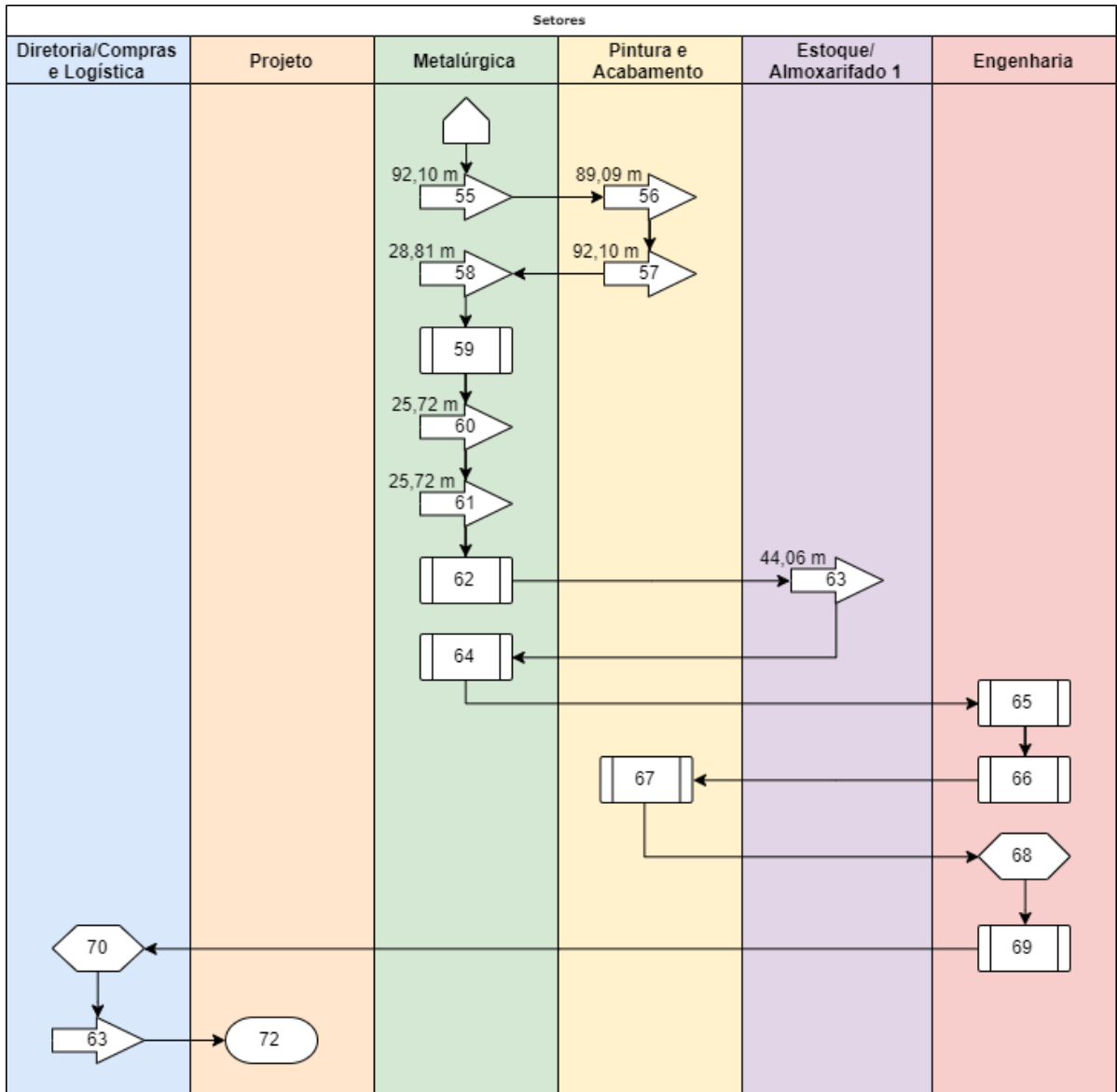
<b>Operação</b>	<b>Descrição</b>	<b>Setor Realizado</b>
<b>Ordem de produção P3</b>	Pintura de peças não necessárias no cumprimento da ordem de produção M9	Setor Pintura
<b>Ordem de produção P4</b>	Pintura interna e externa do contêiner	Galpão de Produção
<b>Ordem de produção P5</b>	Retoques de pintura e acabamento no contêiner	Galpão de Produção

## 6.4 APÊNDICE D – FLUXOGRAMA DO PROCESSO









6.5 APÊNDICE E – ALGUNS MODELOS DE *CONTAINER DOLLIES*

Modelo	Fabricante	Tipo de Deslocamento
<p><b>TL Conainers Dollies</b></p> 	GKS Perfekt	Horizontal
	Fabricação artesanal	Horizontal
	Hetek Lift-und Hebetchnik GmbH	Horizontal
	Desconhecido	Horizontal

## ANEXOS

### 7.1 Anexo A - RESOLUÇÃO Nº 427, DE 05 MARÇO DE 1999.

Discrimina as atividades profissionais do Engenheiro de Controle e Automação.

O Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, no uso das atribuições que lhe confere a letra "f" do art. 27 da Lei 5.194, de 24 de dezembro de 1966,

CONSIDERANDO que o Art. 7º da lei nº 5.194/66 refere-se às atividades profissionais do engenheiro, do arquiteto e do engenheiro-agrônomo em termos genéricos;

CONSIDERANDO a necessidade de discriminar atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia, para fins de fiscalização de seu exercício profissional;

CONSIDERANDO a Portaria nº 1.694, de 05 de dezembro de 1994, do Ministério de Estado da Educação e do Desporto, publicado no D. O. U. de 12 de dezembro de 1994,

RESOLVE:

Art. 1º - Compete ao Engenheiro de Controle e Automação, o desempenho das atividades 1 a 18 do art. 1º da Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973 do CONFEA, no que se refere ao controle e automação de equipamentos, processos, unidades e sistemas de produção, seus serviços afins e correlatos.

Art. 2º - Aplicam-se à presente Resolução as disposições constantes do art. 25 e seu parágrafo único da Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973, do CONFEA.

Art. 3º - Conforme estabelecido no art. 1º da Portaria 1.694/94 – MEC, a Engenharia de Controle e Automação é uma habilitação específica, que teve origem nas áreas elétricas e mecânicas do Curso de Engenharia, fundamentado nos conteúdos dos conjuntos específicos de matérias de formação profissional geral, constante também na referida Portaria.

Parágrafo Único - Enquanto não for alterada a Resolução 48/76 – MEC, introduzindo esta nova área de habilitação, os Engenheiros de Controle e Automação integrarão o grupo ou categoria

da engenharia, modalidade eletricitista, prevista no item II, letra "A", do Art. 8º, da Resolução 335, de 27 de outubro de 1984, do CONFEA.

Art. 4º - A presente Resolução entrará em vigor na data de sua publicação.

Art. 5º - Revogam-se as disposições em contrário.

HENRIQUE LUDUVICE

Presidente

LUIS ABÍLIO DE SOUSA NETO

Vice-Presidente

Publicada no D.O.U. de 07 MAIO 1999 - Seção I – Pág. 179

## 7.2 Anexo B - RESOLUÇÃO Nº 218, DE 29 JUN 1973

Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

O Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, usando das atribuições que lhe conferem as letras "d" e "f", parágrafo único do artigo 27 da Lei nº 5.194, de 24 DEZ 1966,

CONSIDERANDO que o Art. 7º da Lei nº 5.194/66 refere-se às atividades profissionais do engenheiro, do arquiteto e do engenheiro agrônomo, em termos genéricos;

CONSIDERANDO a necessidade de discriminar atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia em nível superior e em nível médio, para fins da fiscalização de seu exercício profissional, e atendendo ao disposto na alínea "b" do artigo 6º e parágrafo único do artigo 84 da Lei nº 5.194, de 24 DEZ 1966,

RESOLVE:

Art. 1º - Para efeito de fiscalização do exercício profissional correspondente às diferentes modalidades da Engenharia, Arquitetura e Agronomia em nível superior e em nível médio, ficam designadas as seguintes atividades:

Atividade 01 - Supervisão, coordenação e orientação técnica;

Atividade 02 - Estudo, planejamento, projeto e especificação;

Atividade 03 - Estudo de viabilidade técnico-econômica;

Atividade 04 - Assistência, assessoria e consultoria;

Atividade 05 - Direção de obra e serviço técnico;

Atividade 06 - Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;

Atividade 07 - Desempenho de cargo e função técnica;

Atividade 08 - Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica; extensão;

Atividade 09 - Elaboração de orçamento;

Atividade 10 - Padronização, mensuração e controle de qualidade;

Atividade 11 - Execução de obra e serviço técnico;

Atividade 12 - Fiscalização de obra e serviço técnico;

Atividade 13 - Produção técnica e especializada;

Atividade 14 - Condução de trabalho técnico;

Atividade 15 - Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;

Atividade 16 - Execução de instalação, montagem e reparo;

Atividade 17 - Operação e manutenção de equipamento e instalação;

Atividade 18 - Execução de desenho técnico.

Art. 2º - Compete ao ARQUITETO OU ENGENHEIRO ARQUITETO:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a edificações, conjuntos arquitetônicos e monumentos, arquitetura paisagística e de interiores; planejamento físico, local, urbano e regional; seus serviços afins e correlatos.

Art. 3º - Compete ao ENGENHEIRO AERONÁUTICO:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a aeronaves, seus sistemas e seus componentes; máquinas, motores e equipamentos; instalações industriais e mecânicas relacionadas à modalidade; infra-estrutura aeronáutica; operação, tráfego e serviços de comunicação de transporte aéreo; seus serviços afins e correlatos;

Art. 4º - Compete ao ENGENHEIRO AGRIMENSOR:

I - o desempenho das atividades 01 a 12 e 14 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referente a levantamentos topográficos, batimétricos, geodésicos e aerofotogramétricos; locação de:

a) loteamentos;

b) sistemas de saneamento, irrigação e drenagem;

c) traçados de cidades;

d) estradas; seus serviços afins e correlatos.

II - o desempenho das atividades 06 a 12 e 14 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referente a arruamentos, estradas e obras hidráulicas; seus serviços afins e correlatos.

Art. 5º - Compete ao ENGENHEIRO AGRÔNOMO:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a engenharia rural; construções para fins rurais e suas instalações complementares; irrigação e drenagem para fins agrícolas; fitotecnia e zootecnia; melhoramento animal e vegetal; recursos naturais

renováveis; ecologia, agrometeorologia; defesa sanitária; química agrícola; alimentos; tecnologia de transformação (açúcar, amidos, óleos, laticínios, vinhos e destilados); beneficiamento e conservação dos produtos animais e vegetais; zootecnia; agropecuária; edafologia; fertilizantes e corretivos; processo de cultura e de utilização de solo; microbiologia agrícola; biometria; parques e jardins; mecanização na agricultura; implementos agrícolas; nutrição animal; agrostologia; bromatologia e rações; economia rural e crédito rural; seus serviços afins e correlatos.

Art. 6º - Compete ao ENGENHEIRO CARTÓGRAFO ou ao ENGENHEIRO DE GEODÉSIA E TOPOGRAFIA ou ao ENGENHEIRO GEÓGRAFO:

I - o desempenho das atividades 01 a 12 e 14 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a levantamentos topográficos, batimétricos, geodésicos e aerofotogramétricos; elaboração de cartas geográficas; seus serviços afins e correlatos.

Art. 7º - Compete ao ENGENHEIRO CIVIL ou ao ENGENHEIRO DE FORTIFICAÇÃO e CONSTRUÇÃO:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a edificações, estradas, pistas de rolamentos e aeroportos; sistema de transportes, de abastecimento de água e de saneamento; portos, rios, canais, barragens e diques; drenagem e irrigação; pontes e grandes estruturas; seus serviços afins e correlatos.

Art. 8º - Compete ao ENGENHEIRO ELETRICISTA ou ao ENGENHEIRO ELETRICISTA, MODALIDADE ELETROTÉCNICA:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes à geração, transmissão, distribuição e utilização da energia elétrica; equipamentos, materiais e máquinas elétricas; sistemas de medição e controle elétricos; seus serviços afins e correlatos.

Art. 9º - Compete ao ENGENHEIRO ELETRÔNICO ou ao ENGENHEIRO ELETRICISTA, MODALIDADE ELETRÔNICA ou ao ENGENHEIRO DE COMUNICAÇÃO:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a materiais elétricos e eletrônicos; equipamentos eletrônicos em geral; sistemas de comunicação e telecomunicações; sistemas de medição e controle elétrico e eletrônico; seus serviços afins e correlatos.



Art. 10 - Compete ao ENGENHEIRO FLORESTAL:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a engenharia rural; construções para fins florestais e suas instalações complementares, silvimetria e inventário florestal; melhoramento florestal; recursos naturais renováveis; ecologia, climatologia, defesa sanitária florestal; produtos florestais, sua tecnologia e sua industrialização; edafologia; processos de utilização de solo e de floresta; ordenamento e manejo florestal; mecanização na floresta; implementos florestais; economia e crédito rural para fins florestais; seus serviços afins e correlatos.

Art. 11 - Compete ao ENGENHEIRO GEÓLOGO ou GEÓLOGO:

I - o desempenho das atividades de que trata a Lei nº 4.076, de 23 JUN 1962.

Art. 12 - Compete ao ENGENHEIRO MECÂNICO ou ao ENGENHEIRO MECÂNICO E DE AUTOMÓVEIS ou ao ENGENHEIRO MECÂNICO E DE ARMAMENTO ou ao ENGENHEIRO DE AUTOMÓVEIS ou ao ENGENHEIRO INDUSTRIAL MODALIDADE MECÂNICA:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a processos mecânicos, máquinas em geral; instalações industriais e mecânicas; equipamentos mecânicos e eletro-mecânicos; veículos automotores; sistemas de produção de transmissão e de utilização do calor; sistemas de refrigeração e de ar condicionado; seus serviços afins e correlatos.

Art. 13 - Compete ao ENGENHEIRO METALURGISTA ou ao ENGENHEIRO INDUSTRIAL E DE METALURGIA ou ENGENHEIRO INDUSTRIAL MODALIDADE METALURGIA:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a processos metalúrgicos, instalações e equipamentos destinados à indústria metalúrgica, beneficiamento de minérios; produtos metalúrgicos; seus serviços afins e correlatos.

Art. 14 - Compete ao ENGENHEIRO DE MINAS:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes à prospecção e à pesquisa mineral; lavra de minas; captação de água subterrânea; beneficiamento de minérios e abertura de vias subterrâneas; seus serviços afins e correlatos.

Art. 15 - Compete ao ENGENHEIRO NAVAL:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a embarcações e seus componentes; máquinas, motores e equipamentos; instalações industriais e mecânicas relacionadas à modalidade; diques e porta-batéis; operação, tráfego e serviços de comunicação de transporte hidroviário; seus serviços afins e correlatos.

Art. 16 - Compete ao ENGENHEIRO DE PETRÓLEO:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução referentes a dimensionamento, avaliação e exploração de jazidas petrolíferas, transporte e industrialização do petróleo; seus serviços afins e correlatos.

Art. 17 - Compete ao ENGENHEIRO QUÍMICO ou ao ENGENHEIRO INDUSTRIAL MODALIDADE QUÍMICA:

I - desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes à indústria química e petroquímica e de alimentos; produtos químicos; tratamento de água e instalações de tratamento de água industrial e de rejeitos industriais; seus serviços afins e correlatos.

Art. 18 - Compete ao ENGENHEIRO SANITARISTA:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a controle sanitário do ambiente; captação e distribuição de água; tratamento de água, esgoto e resíduos; controle de poluição; drenagem; higiene e conforto de ambiente; seus serviços afins e correlatos.

Art. 19 - Compete ao ENGENHEIRO TECNÓLOGO DE ALIMENTOS:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes à indústria de alimentos; acondicionamento, preservação, distribuição, transporte e abastecimento de produtos alimentares; seus serviços afins e correlatos

Art. 20 - Compete ao ENGENHEIRO TÊXTIL:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes à indústria têxtil; produtos têxteis, seus serviços afins e correlatos.

Art. 21 - Compete ao URBANISTA:

I - o desempenho das atividades 01 a 12 e 14 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a desenvolvimento urbano e regional, paisagismo e trânsito; seus serviços afins e correlatos.

Art. 22 - Compete ao ENGENHEIRO DE OPERAÇÃO:

I - o desempenho das atividades 09 a 18 do artigo 1º desta Resolução, circunscritas ao âmbito das respectivas modalidades profissionais;

II - as relacionadas nos números 06 a 08 do artigo 1º desta Resolução, desde que enquadradas no desempenho das atividades referidas no item I deste artigo.

Art. 23 - Compete AO TÉCNICO DE NÍVEL SUPERIOR ou TECNÓLOGO:

I - o desempenho das atividades 09 a 18 do artigo 1º desta Resolução, circunscritas ao âmbito das respectivas modalidades profissionais;

II - as relacionadas nos números 06 a 08 do artigo 1º desta Resolução, desde que enquadradas no desempenho das atividades referidas no item I deste artigo.

Art. 24 - Compete ao TÉCNICO DE GRAU MÉDIO:

I - o desempenho das atividades 14 a 18 do artigo 1º desta Resolução, circunscritas ao âmbito das respectivas modalidades profissionais;

II - as relacionadas nos números 07 a 12 do artigo 1º desta Resolução, desde que enquadradas no desempenho das atividades referidas no item I deste artigo. Revogado pela Resolução 1.057, de 31 de julho de 2014

Art. 25 - Nenhum profissional poderá desempenhar atividades além daquelas que lhe competem, pelas características de seu currículo escolar, consideradas em cada caso, apenas, as disciplinas que contribuem para a graduação profissional, salvo outras que lhe sejam acrescentadas em curso de pós-graduação, na mesma modalidade.

Parágrafo único - Serão discriminadas no registro profissional as atividades constantes desta Resolução.

Art. 26 - Ao já diplomado aplicar-se-á um dos seguintes critérios:

I - àquele que estiver registrado, é reconhecida a competência concedida em seu registro, salvo se as resultantes desta Resolução forem mais amplas, obedecido neste caso, o disposto no artigo 25 desta Resolução.

II - àquele que ainda não estiver registrado, é reconhecida a competência resultante dos critérios em vigor antes da vigência desta Resolução, com a ressalva do inciso I deste artigo.

Parágrafo único - Ao aluno matriculado até à data da presente Resolução, aplicar-se-á, quando diplomado, o critério do item II deste artigo.

Art. 27 - A presente Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 28 - Revogam-se as Resoluções de nº 4, 26, 30, 43, 49, 51, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 67, 68, 71, 72, 74, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 89, 95, 96, 108, 111, 113, 120, 121, 124, 130, 132, 135, 139, 145, 147, 157, 178, 184, 185, 186, 197, 199, 208 e 212 e as demais disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 29 JUN 1973.

Prof. FAUSTO AITA GAI

Presidente

Engº. CLÓVIS GONÇALVES DOS SANTOS

1º Secretário

Publicada no D.O.U. de 31 JUL 1973.