



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO

ALEXANDRE BRUNO LAURIANO DA SILVA

**ESTUDO DO ARRANJO FÍSICO DE UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE
ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO**

João Pessoa

Julho/2021

ALEXANDRE BRUNO LAURIANO DA SILVA

**ESTUDO DO ARRANJO FÍSICO DE UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE
ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia de Produção do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, apresentado como requisito à obtenção do título de Bacharel.

Orientadora: Profa. Dra. Mariana Moura Nobrega

João Pessoa

Julho/2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586e Silva, Alexandre Bruno Lauriano da.
ESTUDO DO ARRANJO FÍSICO DE UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO
DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO / Alexandre Bruno Lauriano da
Silva. - João Pessoa, 2021.
66 f.

Orientação: Mariana Nobrega.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Layout. Processo. Produtividade. I. Nobrega,
Mariana. II. Título.

UFPB/BSCT

CDU 658.5

ALEXANDRE BRUNO LAURIANO DA SILVA

**ESTUDO DO ARRANJO FÍSICO DE UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE
ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO**

Data: 13/07/2021

BANCA EXAMINADORA



Orientadora - Profa. Dra. Mariana Moura Nobrega



Examinador interno – Prof. Dr. Fabio Morais Borges



Examinadora interna – Profa. Me. Alessandra Berenguer de Moraes

AGRADECIMENTOS

Mediante a essa grande conquista, gostaria de render toda minha gratidão ao meu Senhor e Salvador Jesus Cristo. Toda honra e toda glória sejam dadas a Ti, Pai! Sem a tua graça e tua misericórdia nada disso teria acontecido.

Sou grato também aos meus pais, Grinaldo e Severina. Em especial a minha mãe que nunca deixou de acreditar em mim, por suas orações e por suas palavras de incentivo, fé e esperança. Minha mãe é uma honra ser seu filho. Obrigada por tudo!

Aos meus irmãos Daniele, Sandra e Thiago por toda palavra de apoio e por estarem sempre prontos a me ajudar quando mais precisei. Essa conquista também é de vocês.

Quero dedicar essa vitória as minhas filhas, Bruna Emanuely e Debora Danielle, por terem se tornado uma mola propulsora na minha vida. Espero que de alguma forma um dia vocês me tenham como exemplo. E também a minha esposa Jane que sempre me incentivou a estudar me conduzindo a ter visão de futuro e me fazendo enxergar meu potencial e o quanto eu poderia ir longe.

Aos colegas de estágio e trabalho que contribuíram ricamente para minha construção profissional e intelectual, em especial a pessoa do diretor Arão por sua disponibilidade, empatia e profissionalismo, aprendi muito com você.

E por último, mas não menos importante, gostaria de agradecer a minha orientadora prof. Dr^a Mariana Nóbrega por toda paciência e comprometimento no decorrer das orientações do desenvolvimento desse trabalho, professora muito obrigada por tudo, foi uma honra ter sido seu aluno. Ao coordenador do curso, professor Darlan Azevedo pela acessibilidade e transparência. A toda banca examinadora por estarem me honrando com suas avaliações e possíveis contribuições que enriquecerá ainda mais esse trabalho.

Pormenorizando, quero agradecer a todos os familiares, primos, tios, cunhados, os amigos, colegas de curso e de trabalho, que direta ou indiretamente fizeram parte dessa história, a todos vocês, meu muito obrigado!

RESUMO

O layout de produção é importante no processo de produção, tem grande impacto na capacidade produtiva, reduz desperdício e garante a satisfação do colaborador e cliente. Atualmente o estudo dessa ferramenta pode alavancar resultados satisfatório para organização, aumento de produtividade e redução de custos. Diante disso, o objetivo desse trabalho é elaborar uma proposta de layout de uma fábrica de esquadria de alumínio. A finalidade é minimizar a distâncias entre os setores com mais afinidades de materiais, e consequentemente obter ganhos com produtividade e eficiência. A pesquisa utiliza o método Fac Plan, com ênfase no nível de planejamento do nível macro.

Palavras-chave: Layout. Processo. Produtividade.

ABSTRACT

The production layout is important in the production process, has a great impact on production capacity, reduces waste and guarantees employee and customer satisfaction. Currently, the study of this tool can leverage satisfactory results for organization, increased productivity and reduced costs. Therefore, the objective of this work is to elaborate a proposal for the layout of an aluminum frame factory. The purpose is to minimize the distances between sectors with more material affinities, and consequently obtain gains with productivity and efficiency. The research uses the Fac Plan method, with emphasis on the planning level of the macro level.

Keywords: Layout. Process. Productivity

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tipos de abordagem em Planejamento de instalações	15
Tabela 2: Níveis de Planejamento do Espaço	16
Tabela 3: Símbolo Fluxogramas	24
Tabela 4: Relação entre Tipos de Processo e Arranjos Físicos	29
Tabela 5: Convenções de afinidades	32
Tabela 6: Valores do coeficiente K	34
Tabela 7: Métodos Aplicados	37
Tabela 8: Produtos	40
Tabela 9: Volume de Produção média 2015- 2019	41
Tabela 10: Unidade de fluxo dos Vidros e Componentes	41
Tabela 11: Cálculo da superfície total	57
Tabela 12: Área das UPEs atual x área calculada	57
Tabela 13: Análise das propostas de layouts	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fases do Sistema SLP	15
Figura 2: Layout Macro	18
Figura 3: Layout da estação de Trabalho no Nível Sub-Micro	19
Figura 4: Fase do Planejamento Layout	20
Figura 5: Modelo do Planejamento do Macro Espaço	21
Figura 6: Estoque médio	25
Figura 7: Diagrama do Espaço Existente	26
Figura 8: Variedade volume de bens nos processos produtivos	28
Figura 9: Layout Celular	30
Figura 10: Diagrama de afinidade	32
Figura 11: Diagrama de configuração	33
Figura 12: Plano do espaço primitivo	35
Figura 13: Organograma da Empresa	39
Figura 14: Gráfico Fluxo – Ramos da família portas e janelas	42
Figura 15: Carta Multiprocesso	44
Figura 16: Área Ocupada do Armazém de chapas de vidro	45
Figura 17: Área ocupada do Armazém de perfis	46
Figura 18: Espaço Atual	47
Figura 19: Análise do Espaço Atual	48
Figura 20: Volume x variedade da família Portas e Janelas	50
Figura 21: Mapofluxograma das famílias de produtos	52
Figura 22: Construção das UPEs	53
Figura 23: Matriz de afinidade	55
Figura 24: Diagrama de configuração	55
Figura 25: Planejamento primitivo + área	58
Figura 26: Layouts Propostos	59
Figura 27: Layout proposto 1	60
Figura 28: Layout proposto 2	61

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Demanda de Fabricação por Família de Produto	40
Gráfico 2: Projeção/Histórico de vendas de 2015 – 2024	40

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

NPE - Níveis de Planejamento de Espaço

UPE – Unidade de Planejamento de Espaço

PCP – Planejamento e Controle da Produção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo Geral	13
1.1.2	Objetivos Específicos	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	ABORDAGENS EM PLANEJAMENTO DAS INSTALAÇÕES	14
2.2	NÍVEIS DE PLANEJAMENTO DE ESPAÇO – NPE	16
2.2.1	Planejamento Nível Localização Global	16
2.2.2	Planejamento Nível Supra	17
2.2.3	Planejamento Nível Macro	17
2.2.4	Planejamento Nível Micro	18
2.2.5	Planejamento Nível Sub-Micro	19
2.2.6	Fases do Projeto de Espaço	20
2.3	MODELO DE PLANEJAMENTO DE MACRO ESPAÇO	21
2.3.1	Informações	22
2.3.1.1	<i>Análise de Produtos – Volume</i>	22
2.3.1.2	<i>Análise de Processos Existentes</i>	22
2.3.1.3	<i>Análise de Estoque</i>	24
2.3.1.4	<i>Análise de Espaço</i>	25
2.3.1.5	<i>Identificando a Infraestrutura Física</i>	26
2.3.2	Estratégia de Operações	26
2.3.2.1	<i>Tipos de Processos</i>	27
2.3.2.2	<i>Tipos de Layout</i>	28
2.3.3	Layout: Projeto do Macro-Espaço	30
2.3.3.1	<i>Unidade de Planejamento de Espaço (UPE)</i>	30
2.3.3.2	<i>Afinidades</i>	31
2.3.3.3	<i>Diagrama de Configurações</i>	33
2.3.3.4	<i>Dimensionamento das Áreas</i>	33
2.3.3.5	<i>Plano de Espaço Primitivo</i>	34
2.3.3.6	<i>Projeto o Macro-Espaço</i>	36
2.3.3.7	<i>Avaliação de Alternativas de Layout</i>	36
3	METODOLOGIA	37
4	ESTUDO DE CASO	38
4.1	INFORMAÇÕES DO ESTUDO DE CASO	39
4.1.1	Produtos e Volumes	39
4.1.2	Processos e Estudo dos Fluxos	41
4.1.3	Estoque e Armazéns	44
4.1.4	Espaço Atual	46
4.1.5	Infraestrutura Física	49
4.2	ESTRATÉGIA DO PROJETO DO ESTUDO DE CASO	49
4.3	PROJETO DO LAYOUT DO ESTUDO DE CASO	53

4.3.1	Unidades de Planejamento de Espaço (UPEs)	53
4.3.2	Afinidades	54
4.3.3	Dimensionamento das áreas	56
4.3.4	Plano de Espaço Primitiva	58
4.3.5	Propostas de Layout	58
4.3.6	Avaliação de Alternativas de Layout	59
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
	REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

As modificações nos setores produtivos nos últimos anos têm obrigado as organizações atuais a buscar alternativas que permitam uma vantagem competitiva no mercado. Para isso é fundamental desenvolver estudos que permita uma melhor compreensão em suas estruturas produtivas. Entender o espaço físico atual e buscar otimizá-lo, garante um melhor posicionamento de sua empresa no mercado cada vez mais competitivo.

De acordo com Lee (1998), as instalações são em sua grande maioria o maior ativo das empresas, são duráveis e caras, transformando-se em um elemento estratégico muito relevante. Podendo se tornar uma grande vantagem competitiva no seu setor.

Segundo Muther (1978), o arranjo físico ou layout de uma instalação produtiva é a análise das alocações dos recursos utilizados (máquinas, pessoas e materiais), com a finalidade de compor de forma adequada e funcional esses recursos no ambiente inserido.

A análise de layout permite entender e identificar possíveis gargalos, movimentações desnecessárias de pessoas e produtos. Aumentando a qualidade do produto ou serviço e conseqüentemente sua competitividade no mercado

Atualmente todas as empresas procuram de uma forma ou de outra a obtenção de uma vantagem competitiva em relação a seus concorrentes, e a oportunidade de atendê-los prontamente, no momento e na quantidade desejada, é amplamente facilitada com a administração eficaz dos estoques. (MARTINS *et al.*, 2004, p. 133)

Nas indústrias com segmentos de mercado diversificados, a necessidade de tomar decisões sobre a localização de máquinas e ferramentas dentro do layout da empresa é um ponto crucial, pois a disposição do maquinário pode ocasionar ganhos ou perdas de produtividade quando a decisão não é tomada corretamente, atingindo não somente a parte financeira, mas também o estoque, fluxo de produção, qualidade e outros. (NETTO, 2006)

Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo analisar o projeto de layout de uma empresa de fabricação de esquadria de Alumínio situada na cidade de Cabedelo-PB.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar o layout de fabricação de uma fábrica de esquadrias de alumínio, e elaborar uma proposta de layout que melhore o fluxo de pessoas e materiais, buscando a redução dos desperdícios e aumento da produtividade.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar o layout atual;
- Analisar processos, fluxos, demanda e produtos;
- Realizar o planejamento do espaço;
- Propor novo layout.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a realização de uma implantação ou reestruturação de um projeto layout de fábrica, é fundamental entender o que a literatura apresenta sobre o tema proposto, e assim comparar o que foi fundamentado na teoria com a aplicação na prática.

Para Slack et al (2002) “o arranjo físico de uma operação produtiva é a alocação física dos recursos de transformações em um espaço produtivo”. Essa definição abrange onde e como será localizado as máquinas e pessoas.

Segundo (BORBA, 1998), o arranjo físico adequado diminui o excesso de movimentação desnecessária de materiais, maximiza a utilização do espaço, eleva a satisfação da equipe de trabalho, melhora o tempo de fabricação dos produtos e consequentemente diminui o custo estudo fabricação.

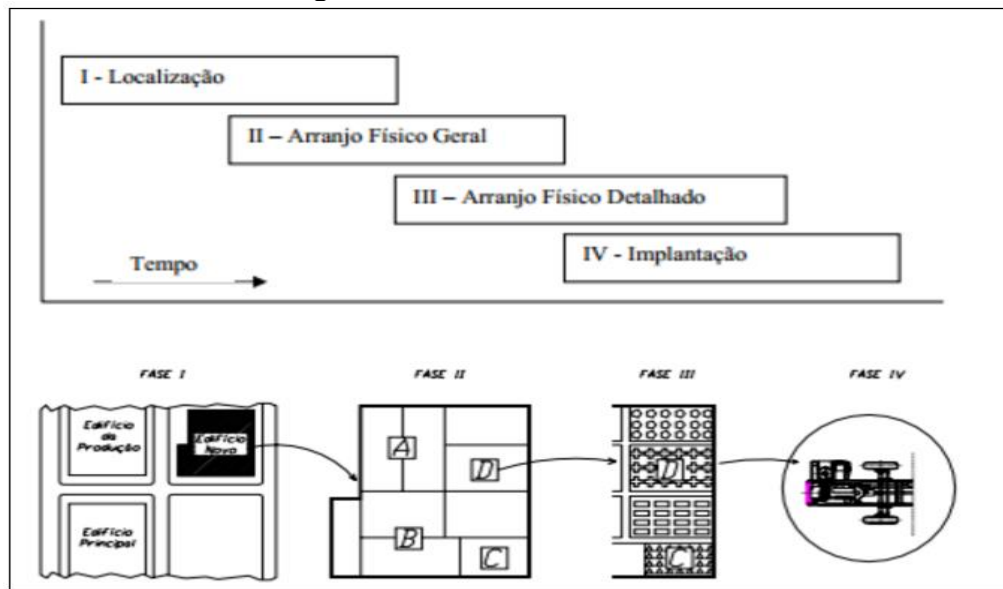
Para Peinaldo e Graemi (2007, p. 200), é necessário a realização de um estudo de layout, quando se deseja a implantação de uma nova fábrica ou área de serviço, ou quando se pretende reestruturá-la.

2.1 ABORDAGENS EM PLANEJAMENTO DAS INSTALAÇÕES

Para (Muther, 1973, p. 1), o tempo despendido no planejamento do arranjo antes de sua implantação evita que as perdas assumam grandes proporções e permite a todas as modificações se integrarem segundo um programa global e coerente. O autor é responsável por desenvolver o Planejamento sistemático de Layout (Systematic Layout Planning – SLP), um método bastante utilizado para projetar um novo layout ou para reestruturá-lo. É composto de 4 fases: Localização, Arranjo físico, Arranjo físico detalhado e Implantação.

- Localização: Nesta fase se determina a localização onde vai ocorrer o planejamento das instalações, pode ser de um novo layout ou um rearranjo.
- Arranjo Físico Geral: Define as inter-relações entre as áreas, determinando o fluxo e a configuração geral da área. Criando um block-layout, que representa de forma grosseira o layout.
- Arranjo Físico Detalhado: Nesta etapa é estabelecido onde cada máquina e equipamentos serão alocados. Resultando em um modelo especificando seus respectivos posicionamentos.
- Implantação: Nesta fase todos os recursos são utilizados conforme foi planejado. Para Muther (1973), é planejado cada passo da implantação da apropriação do capital a alocação de máquina e equipamentos.

“O planejamento do layout segundo os procedimentos SLP deve passar por quatro fases distintas, as quais devem ser verificadas e aprovadas convenientemente.” (NEUMANN; SCALICE, 2015, p. 9). Abaixo podemos observar que as 4 fases do sistema SLP.

Figura 1: Fases do sistema SLP

Fonte: Neumann e Scalice (2015)

De acordo com Lee (1998), existe vários tipos de abordagem para a implantação de um planejamento de instalações. Como podemos verificar na tabela abaixo.

Tabela 1: Tipos de abordagem em Planejamento de instalações

ABORDAGEM EM PLANEJAMENTO DAS INSTALAÇÕES	
TIPO	CARACTERÍSTICAS
EXPERIMENTAL	TEM COMO BASE EXPERIÊNCIAS PASSADAS, BOM SENSO E INSTINTO
PLANO DIRETOR	SEU FOCO É EM ÁREAS CONSTRUÍDAS E PRÉDIOS
CLONAGEM	COPIA UMA INSTALAÇÃO EXISTENTE OU PARTE DELA
DE BAIXO PARA CIMA	FOCO NOS DETALHES: QUANTAS MÁQUINAS? QUANTAS PESSOAS?
SISTEMÁTICA	O PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LAYOUT (SLP- LAYOUT SYSTEMATIC PLANNING), UTILIZA PROCEDIMENTOS E FASES
ESTRATÉGICA	ESTABELECE PRIMEIRO A POLÍTICA E ENTÃO ORGANIZA A TECNOLOGIA, A ORGANIZAÇÃO E AS INSTALAÇÕES
PLANEJAMENTO DA FÁBRICA	MÉTODO FACPLAN, REÚNE O MELHOR DE VÁRIAS ABORDAGENS

Fonte: Adaptado de Lee (1998)

Uma abordagem bastante utilizada é Fac Plan, que é uma adaptação feita por Lee Quartermann do sistema SLP desenvolvido por Muther. Conforme Lee(1998), o método pode funcionar da parte detalhada do projeto para o geral, como também do geral para a mais detalhada. Utiliza-se uma hierarquia de níveis detalhados e estratégicos nos momentos adequados.

De acordo com Lee (1998, p. 13), para argumentar:

O layout ou planejamento do espaço é o foco central do projeto de instalação e domina o pensamento da maioria dos gerentes [...] O ideal seria que o projeto de uma instalação partisse do geral para o particular- da localização global para o posto de trabalho. As questões estratégicas maiores são decididas em primeiro lugar.

2.2 NÍVEIS DE PLANEJAMENTO DE ESPAÇO – NPE

O planejamento de instalações no método Fac Plan pode ser dividido em 5 níveis, como podemos analisar na figura abaixo:

Tabela 2: Níveis de Planejamento do Espaço

Nível	Atividade	UPE Típica	Ambiente	Resultado
I Global	Localização e Seleção	Locais	Mundo ou País	Definição do local – País, Estado, Cidade –
II Supra	Planejamento	Características das Construções	Local	Planta do terreno e das instalações
III Macro	Layout das Construções	Células ou Departamentos	Construção	Projeto da Planta Industrial – Layout dos setores –
IV Micro	Layout de Departamento	Características de Células	Células	Projeto dos setores – Layout dos Equipamentos e estações de trabalho –
V Sub Micro	Projeto de Estações de Trabalho	Localização de Ferramentas	Estação de Trabalho	Projeto da estação de trabalho

Fonte: Lee (1998)

2.2.1 Planejamento Nível Localização Global

De acordo com Gaiter e Frazier (2005), diversos fatores interferem na tomada de decisão quanto a localização. Custo de mão-de-obra, taxas de câmbio da moeda, cotas de exportação e importações, incentivos fiscais entre outros.

Nesse nível onde é definido a localização das instalações. Para Lee (1998), a criação da missão é importante por que se torna o guia dos planejadores, o custo de

planejamento nessa etapa é pequeno. Poucas pessoas (Altos executivos, engenheiros e consultores) se envolvem nessa etapa.

Para Lee (1998, p. 16):

A determinação do número e localização exige muito mais que a simples procura das taxas de mão-de-obra mais barata e das maiores vantagens tributárias. As habilidades disponíveis de mão-de-obra e suas atitudes em relação ao trabalho, serviços de apoio à produção de ferramentas e suprimentos de materiais, políticas e às vezes geopolíticas também devem ser consideradas.

2.2.2 Planejamento Nível Supra

Segundo Lee (1998), nesse nível ocorre o planejamento do local, momento importante para analisar futuras expansões, mudanças de produtos ou incrementos no processo. Essa análise feita de forma coerente permite uma futura expansão de forma mais prática. Inclui nessa fase o número, pontos como a localização, tamanho, e questões relacionada com a infraestrutura como estradas, água, gás e ferrovias.

Importante analisar os impactos que a implantação desse projeto pode ter sobre a vizinhança, como: fluxo de pessoas, transportes de materiais e produtos, saturação, possíveis expansões desse projeto e segurança.

2.2.3 Planejamento Nível Macro

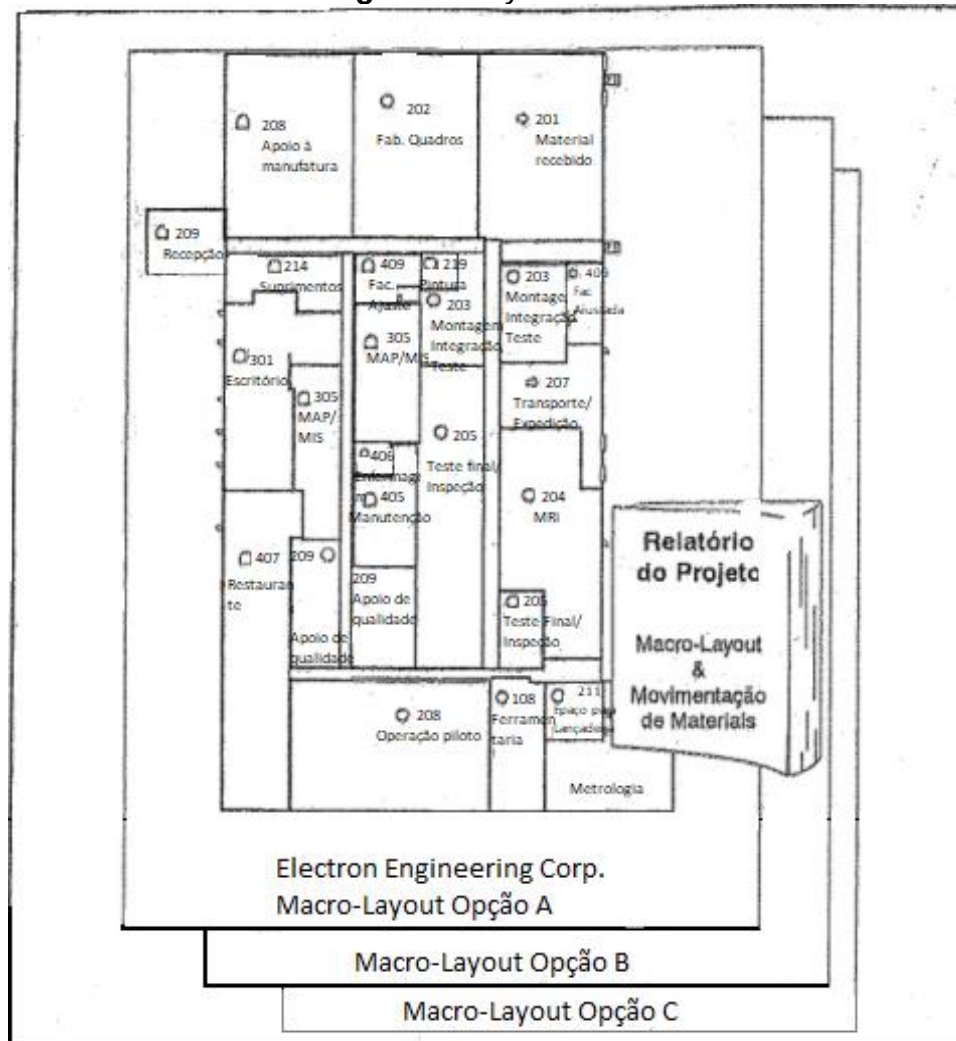
É o nível mais importante do planejamento. Nessa etapa é realizada a organização básica da fábrica (fluxo de materiais, departamentos, croquis, desenhos e alocações)

Para Hepfner (2008), A análise do planejamento no nível macro é normalmente a etapa mais importante no planejamento de espaço, porque organiza o espaço de instalação.

Segundo Lee (1998, p.16), no nível de planejamento do macroespaço, um macro-layout planeja cada prédio, estrutura ou outra sub-unidade da instalação. Normalmente esse é o nível mais importante de planejamento, pois estabelece o foco ou a organização básica da fábrica.

Para Lee (1998, p.17), "[...] uma instalação mal planejada pode resultar em aumento dos custos de manutenção, confusão e inflexibilidade". A figura abaixo detalha o Layout macro.

Figura 2: Layout Macro



Fonte: Lee (1998)

2.2.4 Planejamento Nível Micro

Nesse nível define-se as UPE's (Unidade de planejamento de espaço) no nível mais detalhado, a localização de máquinas, moveis são determinados.

Para Lee (1998, p. 17):

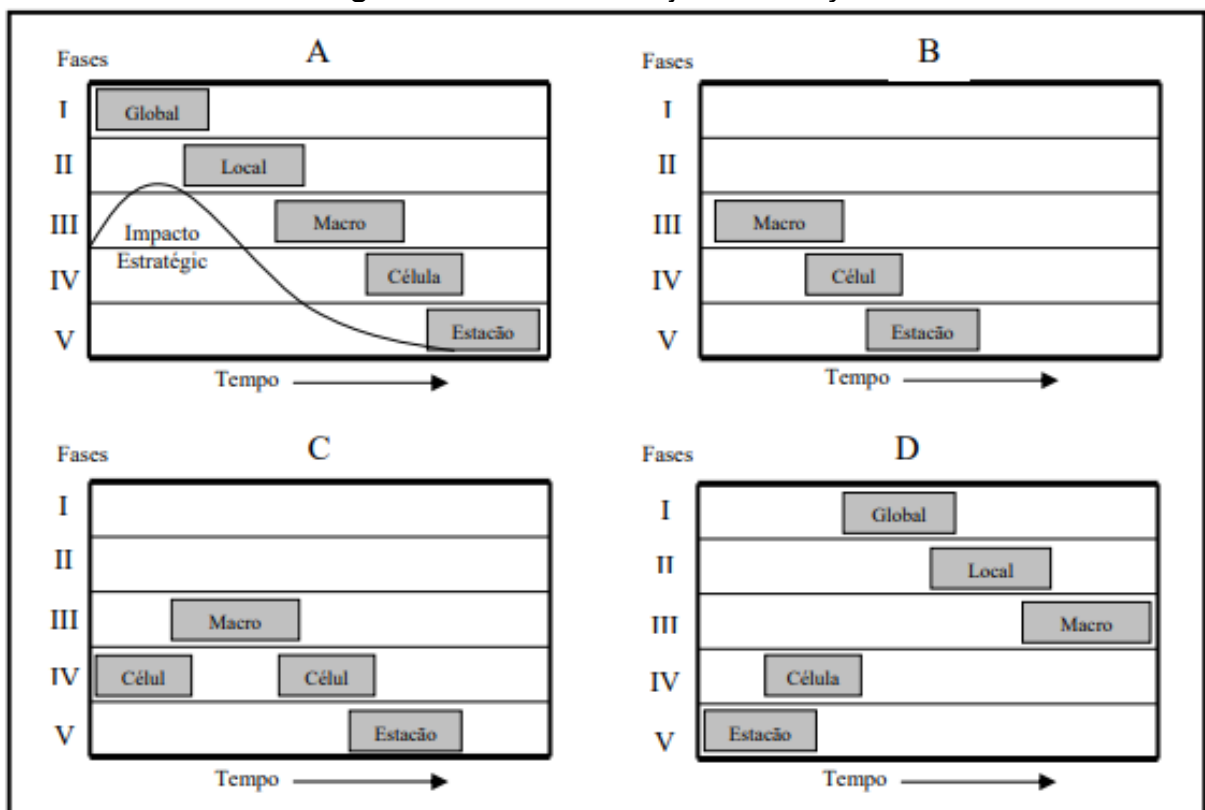
A ênfase muda do fluxo bruto de materiais para o espaço pessoal e a comunicação. As configurações sociotécnicas dominam. Se as equipes de produção forem um elemento importante da estratégia operacional, o trabalho nesse nível pode inibir ou desencorajar o trabalho em equipe.

2.2.6 Fases do Projeto de Espaço

Nas fases do projeto é importante iniciar do nível global para o nível mais detalhado. Para Lee (1998, p. 21), No final de cada fase, o projeto é “congelado” por consenso. Isso estabelece as questões mais globais em primeiro lugar e permite suavizar o progresso sem revisitar continuamente problemas não resolvidos.

Na figura abaixo ilustra o progresso em cada fase de um projeto de instalação, Para Lee (1998), dificilmente um planejamento de instalação é realizado como do gráfico A, muitos fatores contribuem para isso, como o avanço das instalações e tecnologias, ou porque simplesmente os gerentes acreditam que o planejamento de espaço não seja o ideal, e normalmente necessitam de reorganização.

Figura 4: Fase do Planejamento Layout



Fonte: Lee (1998)

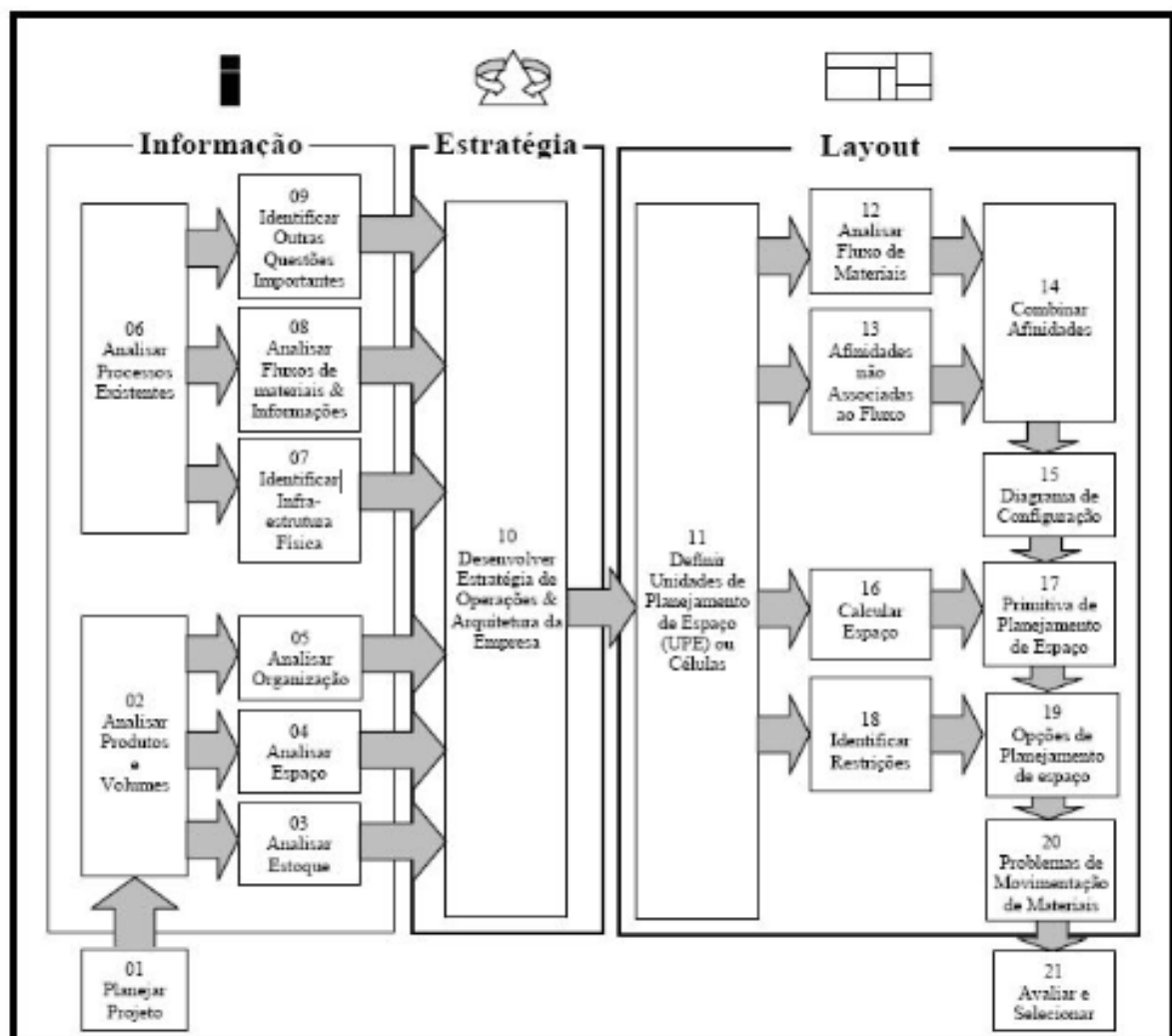
Conforme Lee (1998, p. 22) existe algumas diretrizes que devem ser consideradas nos estágios iniciais do projeto. Como trabalhar do nível geral para o mais específico, salvo em condições especiais, comunicação claramente.

As fases apropriadas devem ser consideradas nos estágios iniciais do projeto, talvez depois das discursões iniciais certamente antes de iniciar qualquer esforço significativo de trabalho, não prosseguir de fases e deixar fases não acabadas, antes de passar para próxima etapa obter aprovação da anterior e reconhecer que pode haver sobreposições entre fases.

2.3 MODELO DE PLANEJAMENTO DE MACRO-ESPAÇO

No planejamento de Macro-espço é onde são definidos os padrões de fluxo de materiais, prédios e estruturas da instalação, assim como a organização essencial da fábrica. De acordo com Lee (1998) esse é o principal nível do planejamento de instalação de um layout.

Figura 5: Modelo do planejamento do Macro Espaço



Fonte: Lee (1998)

Como podemos observar na figura acima, o modelo de planejamento de Macro espaço é dividido em três blocos:

- No primeiro bloco se coleta e analisa os dados obtidos, as informações podem ser tanto qualitativa como quantitativa, nessa etapa se repensa a estratégia global da empresa;
- No segundo bloco é desenvolvido as estratégias de operações, responsável por determinar a competitividade da empresa perante o mercado;
- No terceiro bloco efetiva-se o projeto de layout.

2.3.1 Informações

2.3.1.1 Análise de Produtos - Volume

Para Lee (1998, p.35) A análise de Produto-Volume examina o contexto de tempo atual e futuro dos produtos e seus volumes. Essa análise ajuda o projetista a compreender a relação entre vários produtos.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), as operações de bens e serviços têm relação direta com o volume e variedade do produto ou serviço produzido.

É fundamental que sejam criadas famílias dos produtos. Segundo Lee (1998), Logo após a formação das famílias, um perfil de produtos deve ser realizado. Com essas informações se pode criar um gráfico para demonstrar o volume de vendas para cada família. Ainda segundo o autor a projeção de vendas para os próximos 5 anos ou 10 anos deve ser solicitada.

2.3.1.2 Análise de Processos Existentes

Segundo Lee (1998, p.39), “Analisar os Processos Existentes” envolve o acompanhamento da atividade de produtos ou as consequências nas quais as entidades externas atuam sobre o produto da organização. Para o autor a análise dos processos existentes documenta o processo que está sendo usado.

Para Tompkins et al (2013, p.66) “ Os sistemas de fluxo são muitos importantes para o planejador de instalações que vê o fluxo como a movimentação de bens,

materiais, energia, informações e/ou pessoas” O autor também destaca que para um planejador de instalações é importante um bom conhecimento dos sistemas de fluxo de materiais, porque define o ambiente de fluxo geral no qual acontece as movimentações dos materiais.

Neumann e Scalice (2015) demonstram diversas técnicas e ferramentas que podem ser utilizadas no estudo do fluxo geral. O diagrama de processo, o mapofluxograma e a carta multiprocesso são algumas das principais ferramentas aplicadas.

Carta Multiprocesso: É uma ferramenta que permite que em uma mesma carta seja avaliado diferentes produtos ou serviço, auxiliando na verificação de várias alternativas propostas de arranjos físicos. Para Neumann, Scalice (2015, p. 246) “ é uma técnica que representa numa única carta o roteiro de fabricação de diferentes produtos ou de atendimento a diferentes serviços, sendo aplicada na avaliação comparativa de diferentes alternativas de layout.”

O diagrama de processo: Descreve o fluxo dos principais componentes de um processo e suas relações, movimentações de pessoas, materiais, e fluxo de informações.

Mapofluxograma: É uma ilustração da planta da organização. Barnes (1977), afirma que ele tem a finalidade de estudar o movimento físico dentro do processo produtivo, Seguindo uma sequência e representando a movimentação entre as estações de processos dispostos no layout.

Neumann, Scalice (2015, p.252) afirmam que um mapofluxograma:

[...] representa a movimentação física de um ou vários itens através dos centros de processamento dispostos no layout de uma instalação produtiva, numa sequência de rotina fixa. É obtido desenhando sobre a planta da organização o caminho percorrido pelos produtos a partir das informações constantes nos diagramas de processos, sempre se obedecendo ao diagrama de processos.

Existe vários métodos de preparação de diagramas, mas a abordagem de grupo deve ser utilizada, se obtém um leque de opiniões, ajudando na sua criação. Para isso utiliza-se um sistema de representação, onde os símbolos representam diferentes tipos de eventos que abrange o produto do trabalho (Lee, 1998, p. 39-41). A tabela abaixo exibi os símbolos e seus significados.

Tabela 3: Símbolos Fluxograma

SÍMBOLO	NOME	AÇÃO	EXEMPLO
	OPERAÇÃO	Agrega Valor	Corte, Serra, Pintura, Embalagem
	TRANSPORTE	Movimentação	Esteira, Guindaste e caminhão
	INSPEÇÃO	Verifica Defeito	Inspeção visual e de Dimensão
	ATRASO	Atrasos Temporário	Fila
	ARMAZENAGEM	Armazenagem	Dépósito
	MANUSEIO	Transfere os Classifica	Reembalagem

Fonte: Adaptado Lee (1998)

Para Lee (1998, p.52), a análise dos fluxos de materiais é crucial. “Nesta tarefa, as informações da análise de processo são superpostas no atual planejamento do espaço. Os diagramas resultantes chamam atenção para as oportunidades de movimentação de materiais”. Ainda segundo o autor essa tarefa possibilita uma base para avaliara melhoria de movimentação.

Uma das ferramentas utilizadas para a avaliação dos fluxos é o percentual de elementos agregadores de valore é chamado de índice de valor agregado (IVA). Segundo Lee (1998, p.41) “O percentual de elementos agregadores de valor é chamado Índice de Valor Agregado (IVA)“. Os IVAs frequentemente estão na faixa dos 20% a 30%. Um processo bem planejado deve ter um IVA de pelo menos 60%”. O autor ainda ressalta que para obter o resultado do IVA precisa apurar o percentual de todos os elementos, apenas o percentual do elemento de operação, soma valor agregado os demais contribuem para o custo de tempo.

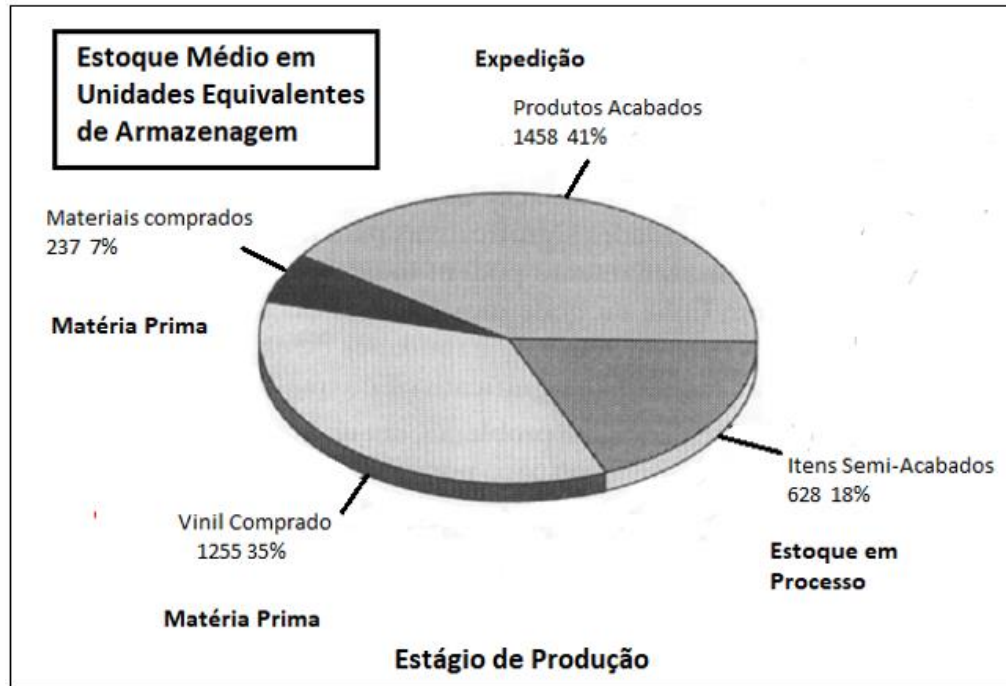
2.3.1.3 Análise de Estoques

Para Lee (1998), A análise de estoque é importante porque o estoque é sempre o primeiro ou o segundo item que mais consome capital. Ele também pode ser um indicador da eficácia.

Ainda segundo o autor é fundamental a realização de um gráfico circular ou em barra que indique o estoque por matéria-prima, itens comprados, produtos acabados

e produtos semiacabados. Para Lee (1998) A análise estoque pode ajudar a dimensionar áreas de armazenamento para futuras instalações.

Figura 6: Estoque médio

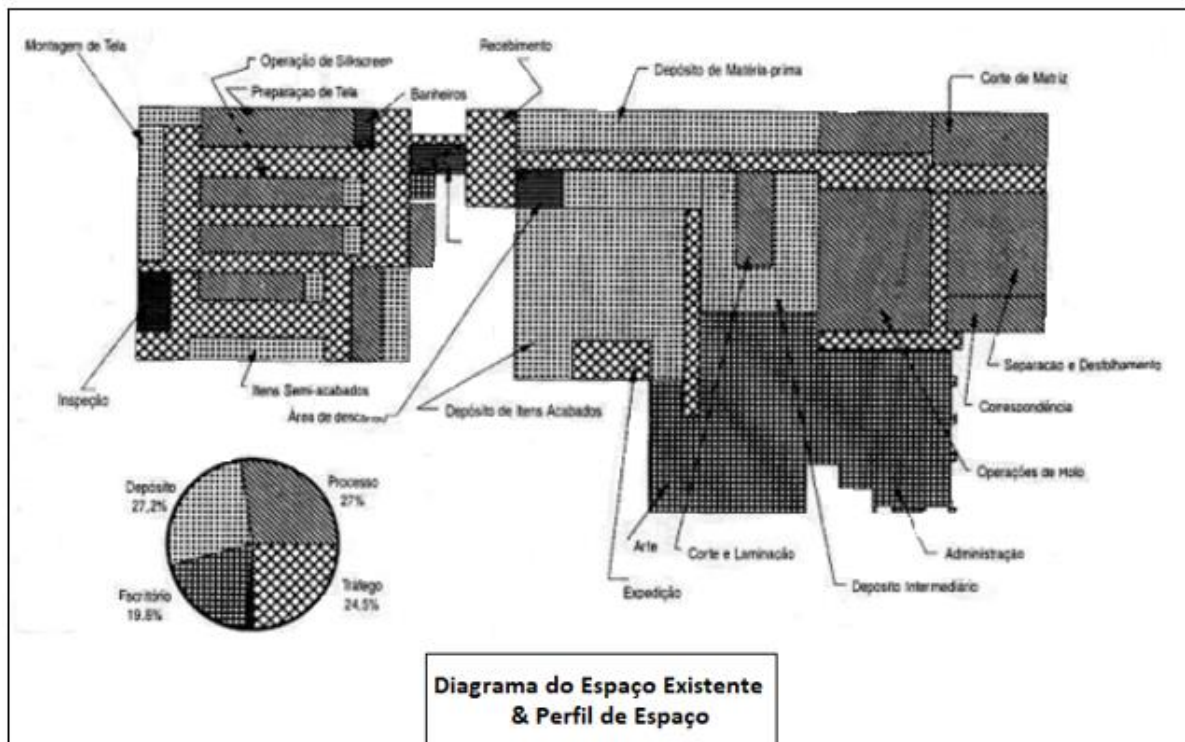


Fonte: Adaptado de Lee (1998)

2.3.1.4 Análise do Espaço

A análise do espaço atual demonstra a utilização atual do uso, uma ferramenta importante é o Diagrama de espaço que possibilita a verificação do layout atual é funcional. Para Lee (1998, p.46):

O perfil da de espaço também revela desequilíbrios no uso do espaço. O espaço de valor agregado geralmente representa 60% ou mais do uso total de espaço nos melhores planejamento de espaço. Quando o espaço de valor agregado é inferior a 30%, há oportunidades significantes de melhorias.

Figura 7: Diagrama de Espaço Existente

Fonte: Lee (1998)

2.3.1.5 Identificando a Infraestrutura Física

A infraestrutura física sustenta operações para todas ou para a maior parte da linha de produtos, mas não contribui diretamente com o processo (LEE, 1998, p.50). Ainda segundo o autor por esse motivo os elementos da infraestrutura física não aparecem no diagrama de processo e que raramente se relaciona com um grupo de produtos. Exemplos de infraestruturas são: Refeitórios, departamentos de manutenção, ventilação, centrais elétricas. São elementos essenciais para as operações como também para o planejamento do espaço.

2.3.2 Estratégia de Operações

Uma estratégia de operações é a abordagem ou filosofia dominante que orienta o projeto do sistema de produção ou negócios (LEE, 1998, p.52). Para o autor as estratégias operacionais muitas vezes decidem a competitividade e o destino final de uma organização.

Ainda segundo Lee (1998) A identificação das principais tarefas de produção, oportunidades de ajustes e em um resumo da estratégia operacional são utilizados como base para definição da estrutura operacional de uma organização.

Segundo Lee (1998, p. 54):

[...] muitos gerentes exigem fábricas que fabricam muitos produtos rapidamente para muitos clientes, com qualidade máxima e o menor custo, mudando o produto a cada dia. Essa fábrica não tem foco. Uma operação raramente é bem executada em mais de duas ou três dessas dimensões. Uma fábrica sem foco possui muitas tarefas e muitos produtos ou muitas tecnologias de processos ou muitos clientes totalmente diferentes. Frequentemente é grande demais para ser gerenciada com eficácia.

Para o plano de macro-espço de uma fábrica, a escolha do foco normalmente se limita a produto e processo. Identificar o foco adequado em todos os níveis de planejamento do espaço permite ao planejador uma direção mais adequada. Portanto o layout deve ser adequado ao tipo, ou aos tipos, de processos que ocorrem na instalação.

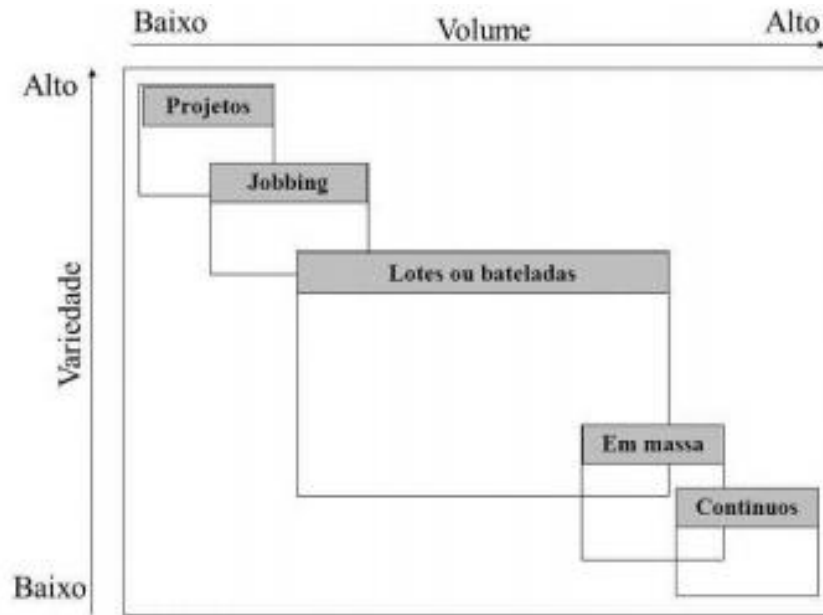
2.3.2.1 Tipos de Processos

Para Slack et al. (1996), o layout de uma operação produtiva leva em consideração a localização física dos recursos de transformação. Decidindo o local onde alocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoas.

O tipo de sistema de produção utilizado influenciará na escolha adequada do layout. Sendo necessário uma melhor explanação sobre o sistema de produção. Para Moreira (2002) define sistema de produção como o conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens ou serviços. Quanto a natureza do fluxo de recursos transformados, os processos podem ser Contínuos e discretos.

Para Slack et al, (1996), em uma operação produtiva os processos podem se apresentar como: Projeto, jobbing, lote ou batelada, massa e contínuo.

Figura 8: Variedade e volume de bens nos processos produtivos



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2002)

Na figura acima podemos observar a relação dos tipos de processo de produção com o volume e variedade dos produtos.

O processo por projeto o produto é customizado, o tempo de realização do projeto é longo e variedade de produto é alta, no entanto, devido à grande complexibilidade seu volume é baixo.

O processo de jobbing trabalha com variedade muito alta de produto e baixos volumes. Eles devem compartilhar os recursos de fabricação com vários outros.

Para Chiavenato (2005, p.88), O sistema de produção em Lotes: consiste na disposição de maquinas em locais previamente determinados, pelos quais os lotes de produção percorrem na sequência do processo produtivo.

O processo de produção em massa produz alto volume de bens, mas a sua variedade é de fabricação é pequena.

O processo contínuo produz bens em grandes escalas, mas a variedade é muito baixa, seu período de operação é bastante longo.

2.3.2.2 Tipos de Layout

Para Slack et al. (2018). Os arranjos físicos são derivados de quatro tipos básicos: Posição fixa (Posicional), Funcional, Celular e em Linha (Por Produto).

Na tabela abaixo podemos observar a relação dos diversos processos de manufatura com os quatro tipos básicos de arranjos físicos.

Tabela 4: Relação entre Tipos de Processos e Arranjos físicos

<i>Tipos de processo de manufatura</i>	<i>Tipos básicos de arranjo físico</i>	<i>Serviços</i>
Processo por Projeto	Arranjo Físico Posicional	Serviços Profissionais
Processo por Jobbing		
Processo tipo Batch	Arranjo Físico por Processo	Loja de Serviços
	Arranjo Físico Celular	
Processo em Massa	Arranjo Físico por Produto	Serviços em Massa
Processo Contínuo		

Fonte: Slack (1996)

Arranjo Físico de Posição Fixa (Posicional)

No arranjo físico de posição fixa o material permanece fixo e as máquinas se deslocam até o local executando as operações necessárias. Segundo Moreira (2002) as características do layout de posição fixa são a baixa produção, geralmente se trabalha com apenas uma unidade do produto, com características únicas e baixo grau de padronização. Utilizado em projetos de avião, navios, turbinas, etc.

Arranjo Físico funcional

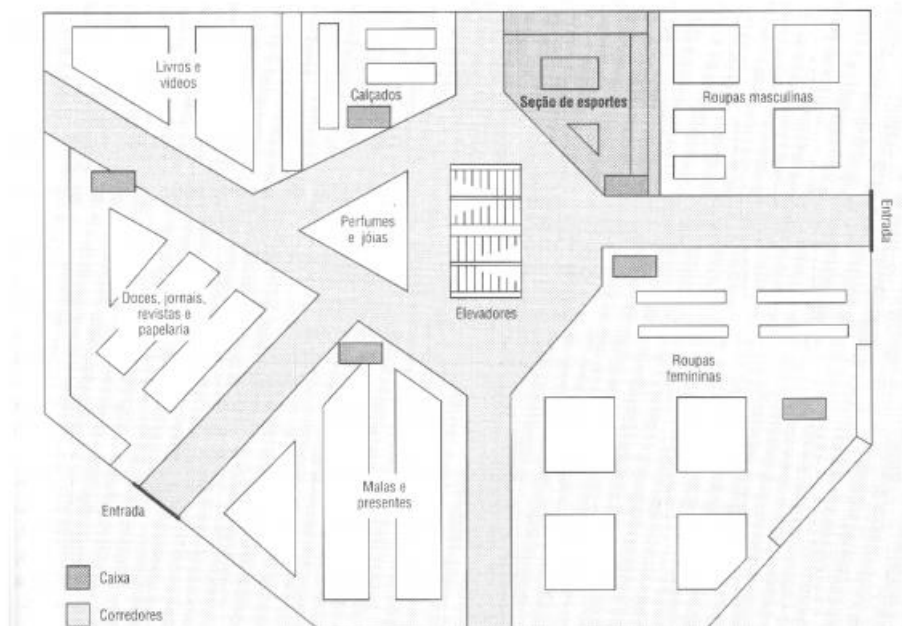
“No arranjo físico funcional os recursos ou processos semelhantes estão localizados juntos. Isso pode ocorrer porque é conveniente agrupá-los ou porque a utilização dos recursos de transformações é melhorada” (SLACK et al. 2018, p. 243). Arranjo utilizado em Hospital, biblioteca, etc.

Arranjo Físico Celular

No layout celular os recursos a serem transformados são separados em famílias de peças que possuem processos de fabricação semelhantes, possibilitando que os recursos de transformação sejam agrupados, permitindo a produção sem interrupção.

Depois de serem processados na célula, os recursos transformados podem prosseguir para outra célula. De fato, o arranjo físico celular é uma tentativa de trazer alguma ordem para a complexidade de fluxo que caracteriza o arranjo físico por processo (SLACK et al., 1996, p. 214).

Figura 9: Layout Celular



Fonte: Slack (2018)

Arranjo Físico em Linha

O Arranjo Físico em Linha é utilizado para produções em massa e que tem pouca variação ou quase nenhuma.

Para Slack (2018 p. 246):

Cada produto, elemento de informação ou cliente segue um roteiro predefinido no qual a sequência de atividades requerida coincide com a sequência na qual os processos foram arranjados fisicamente. [...] O Fluxo é claro, previsível e, assim, relativamente fácil de controlar.

2.3.3 Layout: Projeto do Macro-Espaço

2.3.3.1 Unidades de Planejamento de Espaço (UPE)

As unidades de planejamento de espaço (UPE's), pode ser considerada por um setor, departamento, uma sala, etc. Para Lee (1998, p. 65), A definição das unidades

de planejamento de espaço (UPEs) é a mais fundamental e importante do planejamento de espaço. Estabelece organização de espaço e deve se encaixar na organização correspondente de pessoas e processos. Ainda segundo o autor os planejadores de espaço devem identificar cada UPE, numerando e nomeando cada uma, mostrando possíveis UPEs que foram excluídas.

Para Lee (1998, p. 66) “as células funcionais e de suporte ao planejamento de espaço são identificadas através do exame do resumo de definições de células, da análise do espaço, do checklist de infra-estrutura, diagrama de processo e organograma”.

2.3.3.2 Afinidades

Para Lee (1998) O analista utiliza informações coletada anteriormente para calcular possíveis combinações de pares de UPEs, busca estabelecer afinidades associadas ao fluxo principal.

Para Lee (1998, p. 71):

Na produção de materiais normalmente é um fator importante no layout. Para planejamentos de espaço não associados à produção, o fluxo de materiais talvez não seja relevante e essa tarefa provavelmente não será pertinente. Entre os extremos, a importância relativa do fluxo de materiais para definição de afinidades variará consideravelmente.

Em casos de fluxo simples, a análise de P.V e os diagramas de processo apresenta toda as informações necessárias. Para fluxo mais complexo o diagrama de processo não é muito indicado, porque pode ser extremamente complexo.

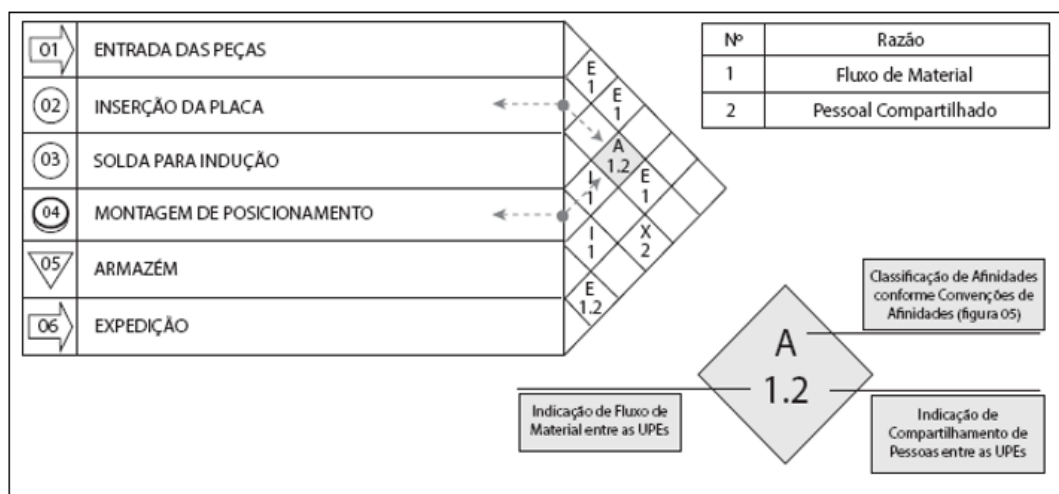
Segundo Lee (1998), Neumann, Scalice (2015) As afinidades são classificadas por de uma escala de seis níveis com valores numéricos que variam de +4 a -1. Com quatros níveis positivo, representando o grau de movimentação entre os setores, os outros dois níveis deixam explicito que os setores devem estar distantes. Uma escala que é bastante utilizada é a de vogais, representadas pelas letras, A-E-I-O-U-X, onde, a letra A expressa uma maior necessidade de aproximação e X uma afinidade neutra. Conforme a tabela.

Tabela 5: Convenções de afinidades

Descrição	Vogal	Escala	Gráfico Manual	Gráfico CAD	Cor
Absoluta	A	4			Vermelho
Excepcional	E	3			Amarelo
Importante	I	2			Verde
Ordinária	O	1			Azul
Sem Importância	U	0	Nenhum	Nenhum	Nenhuma
Distante	X	N/A			Preto

Fonte: Lee (1998)

Uma das ferramentas muito importante para analisar as necessidades e restrições das UPEs é o diagrama de afinidades. Para Lee (1998), esse diagrama é uma organização idealizada, mas que pode se transforma em um planejamento de espaço. E que uma organização ideal tem altos graus de afinidades e linhas mais curtas. Segundo Neumann, Scalice (2015), ele é construído no formato de matriz retangular, onde nas linhas são colocadas as unidades de planejamento de espaço (UPE), nas interseções entre as linhas na parte triangular da matriz são registradas as afinidades que cada UPE tem entre elas. Utilizando como base as afinidades. Conforme podemos observar na figura abaixo.

Figura 10: Diagrama de afinidade

Fonte: Neumann, Scalice (2015)

2.3.3.3 Diagrama de Configurações

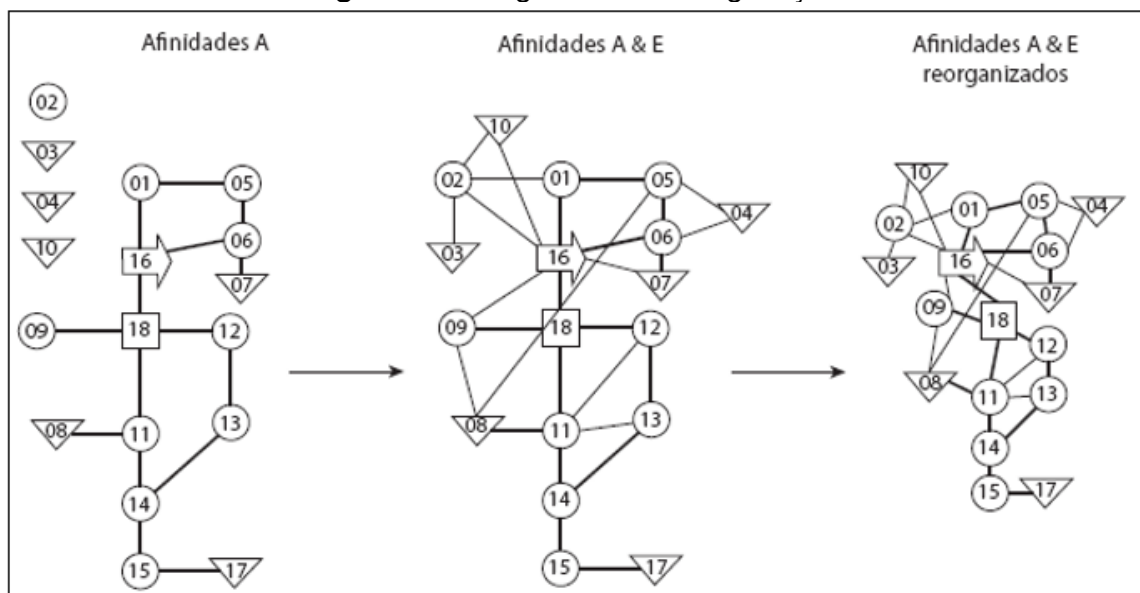
Para Lee (1998), O diagrama de configuração é o primeiro dos elementos resultantes, ele é criado com base nas células, afinidades e experiências. O gráfico desenvolvido de forma manual é mais rápido, mas pode ser feito por outro software. Para Neumann. Scalice (2015) essa ferramenta representa graficamente as afinidades existentes entre as UPEs, de acordo com a intensidade de relacionamento entre elas.

Segundo Neumann, Scalice (2015, p. 260):

Inicialmente são incluídas as afinidades tipo A e reorganizado o diagrama para que sejam eliminadas as sobreposições de linhas que possam existir. Em seguida as afinidades tipo E são adicionadas, realizando-se uma nova rodada de eliminação de sobreposições. Feito isso, caso a complexidade do diagrama permitir, adicione as afinidades tipos I e O, tentando evitar ao máximo a inclusão de linhas sobrepostas. Havendo afinidades tipo X, estas também devem ser consideradas.

Na figura abaixo podemos observar o processo descrito acima.

Figura 11: Diagrama de configurações



Fonte: Neumann, Scalici (2015)

2.3.3.4 Dimensionamento das Áreas

A grande parte dos planejadores de espaço não levam em consideração a dimensão vertical, para que o resultado seja o melhor possível é fundamental definir

o tamanho e formato das UPEs. O espaço normalmente é bastante caro e é um recurso limitado. (Lee 1998). O autor destaca que o cálculo das necessidades de espaço utiliza-se um ou mais de seis métodos: Cálculo elementar, estimativa, Visual, transformação, padrões de espaço, proporção e projeção de razão. Já Olivério (1985), diz que para descobrir a área total que um elemento ocupa utiliza-se o método de Guerchet, tendo como base três elementos: Superfície estática, superfície de utilização e superfície de circulação.

- A superfície estática (Se): área ocupada pelo equipamento sobre o plano horizontal;
- A superfície de utilização (Su): é a área necessária para circulação no posto de trabalho;
- A superfície de circulação (Sc): é a área necessária para a circulação de materiais entre os centros de produção.

O cálculo fica: $Sc = k(Su + Se)$. Sendo k o coeficiente que varia entre 0,05 a 3,00 dependendo do equipamento utilizado nas movimentações e das dimensões das peças. Na tabela abaixo podemos observar alguns valores de K.

Tabela 6: Valores do coeficiente K.

VALORES DE K	TIPOS DE MOVIMENTAÇÕES
0,05 a 0,15	Movimentos automatizados
0,10 a 0,25	Movimento efetuado por transportador aéreo
1,50 a 2,0	Movimentos não mecanizados
2,00 a 3,0	Movimentação de produtos de grande porte sem mecanização

Fonte: Adaptada de Melo (2016)

Para Villar (2014) “o método de Guertcher é pouco preciso, mas não causará danos a metodologia proposta, tendo como finalidade do arranjo físico conservar o princípio da integração entre todas as instalações industriais.

2.3.3.5 Plano do Espaço Primitivo

O Planejamento Primitivo mostra um primeiro esboço do novo layout, o planejador terá uma visão sobre o todo. Tem início com um diagrama de configuração. Utilizando uma escala. O planejador inclui quadrado ou retângulos com a área

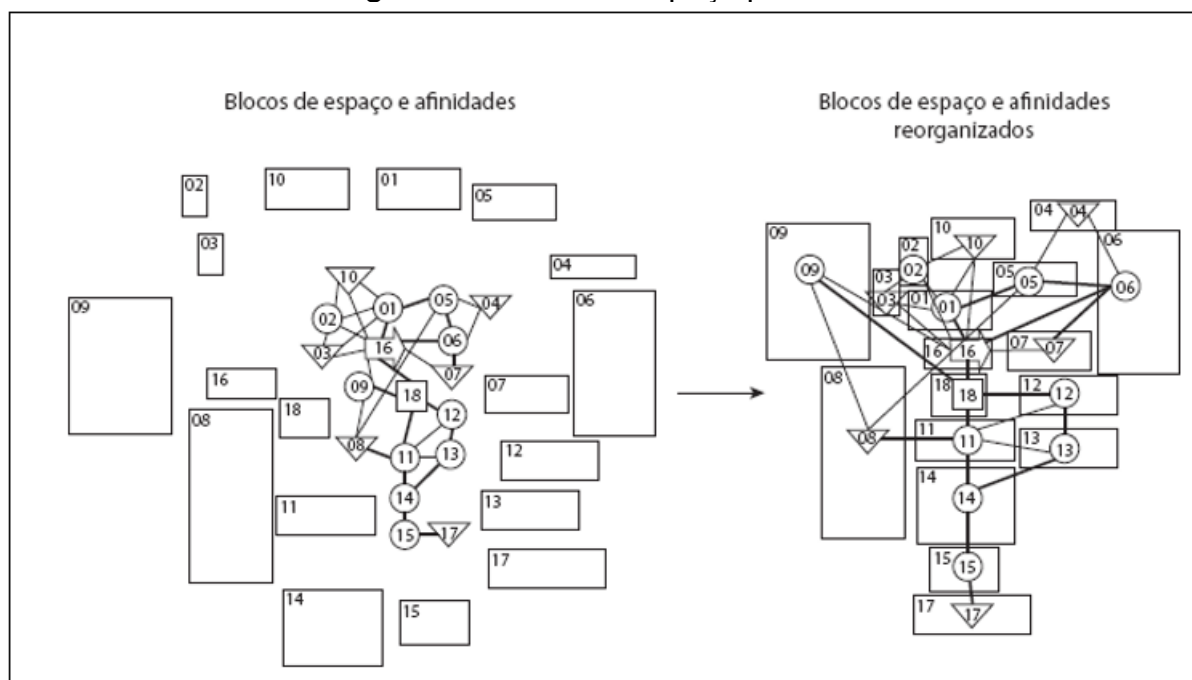
calculada das UPEs, aproximado a cada UPEs. O próximo passo é movimentar o bloco de espaço sob o símbolo de cada UPEs. Em seguida ampliar o plano de espaço para encaixa-las sem sobreposições Lee (1998). O autor afirma que a resultante desses passos é uma organização compacta que considere as afinidades com a maior aproximação possível. Limitações.

Para Neumann, Scalice (2015, p. 261):

O Planejamento Primitivo de Espaço é um detalhamento do Diagrama de Configuração, no qual as necessidades de espaço são sobrepostas ao Diagrama de Configuração, permitindo uma melhor visualização do conjunto de UPES e possibilidades de união entre elas.

Conforme podemos observar na figura a seguir:

Figura 12: Plano do Espaço primitivo



Fonte: Neumann, Scalice (2015)

Algumas limitações afetam o macro-layout, seja por afinidade, espaço ou não se adaptam ao conceito de UPEs. Lee (1998) lista algumas possíveis limitações:

- O espaçamento de coluna de 12 metros limita o posicionamento de corredores e alguns equipamentos.
- A carga elétrica elevada limita o posicionamento de fornos de tratamento de calor a certas áreas com fornecimento elétrico adequado.

- O peso limita a colocação de certos equipamentos.

O perigo de explosão dita que a sala de produtos químicos tenha uma saída para gás ou uma parede externa. Visualizar limitações pode evitar possíveis falhas que possa ocorrer durante o planejamento do Layout.

2.3.3.6 Projetando o Macro-Espaço

Nessa etapa o planejamento primitivo precisa se ajustar ao esquema do prédio. O prédio pode existir ou ser uma estrutura de proposta. Importante nesse momento consultar as limitações existentes. A elaboração de opções de planejamento de espaço começa com a sobreposição do esboço do prédio a um planejamento primitivo de espaço. Os blocos de espaços são moldados, a fim de se ajustarem às paredes, colunas e outras características do prédio Lee (1998). Ainda segundo o autor todas as variações devem ser examinadas.

Neumann, Scaleci (2015) afirma que na etapa de criação de layout o objetivo é transformar o planejamento primitivo de espaço em alternativas de layout, considerando todas as limitações possíveis no futuro layout.

Para Lee (1998, p. 920) “talvez seja difícil ajustar o espaço, honrar as limitações e projetar uma organização ordenada. De modo geral, os projetistas devem buscar áreas desobstruídas, retangulares”.

2.3.3.7 Avaliação de Alternativas de Layout

Para Tompkins, et al (2013), o processo de avaliação das alternativas propostas deve ser realizado de forma objetiva, avaliando todas as opções em termos dos critérios identificados previamente.

Na escolha das alternativas de projeto se deve avaliar o desempenho individual de cada proposta, analisando os parâmetros críticos do projeto, índices que permitam um menor desperdício no projeto. Como: Deslocamento de material, ocupação de espaço, custo operacional do Layout, etc. Os critérios adotados dependem da visão tática de cada empresa. (NEUMANN; SCALECI, 2015)

Para Villar (2014), no que diz respeito a arranjo físico geral, se busca minimizar os custos com movimentações. Em alguns casos apenas a representação do fluxo é suficiente, mas em outras se pode utilizar o número de movimentações, distância

percorridas, necessidade de estarem ou não próximas, critérios de ponderações para quantificar a intensidade do tráfego ou qualquer outra relação.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso. Para Yin (2001, p. 32): “o estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sendo que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

O estudo de caso foi desenvolvido uma empresa de fabricação de esquadrias de alumínio, localizada em Cabedelo-PB, baseando-se no método Fac Plan proposto por Lee (1998), que é uma adaptação do método SLP criado por Muther. Como foi explícito no capítulo 2 o método tem cinco níveis de planejamento de espaço, mas o nível utilizado no estudo do layout foi o nível macro.

Nesse nível, a metodologia FacPlan tem três etapas: Informações, estratégia de operações e planejamento do espaço. O quadro a seguir apresenta os procedimentos metodológicos seguidos nos passos de cada uma dessas etapas e os relaciona com os tópicos do estudo de caso.

Tabela 7: Métodos Aplicados

Etapas	Passos	Procedimentos Metodológicos	Estudo de Caso
Informações	Análise de Produtos e Volumes	Feito com o auxílio do software Microsoft Excel	4.1.1
	Análise do Processo e estudo dos fluxos	Ferramentas do estudo do fluxo: gráfico de fluxo em ramos, carta multi-processos e mapofluxograma	4.1.2
	Análise de estoques e armazéns	Feito com o auxílio do software AutoCAD	4.1.3
	Análise do Espaço atual		4.1.4
	Análise da infraestrutura física	Descrição textual	4.1.5
Estratégias de Operações		Tipos de processo x tipo de layout	4.2
Planejamento do Espaço	Definição das UPEs (Unidade de	Matriz de afinidades e diagrama de configurações: feito com o auxílio do software Microsoft Excel	4.3.1
	Estudo de Afinidades		4.3.2
	Dimensionamento do Espaço	Método de Guerchet, com auxílio do software Excel	4.3.3
	Elaboração do plano do espaço primitivo	Feito com auxílio do software Excel	4.3.4
	Propostas de Layout		4.3.5
	Análise de Layout	Análise da intensidade dos fluxos e dos cruzamentos dos fluxos	4.3.6

Inicialmente se obteve uma pesquisa de material para suporte da análise de novos projetos de layout ou de reestruturação um existente. Para Gerhardt e Silveira, (2009) *apud* Lima, (2016), uma pesquisa quantitativa considera informações através de dados quantificados. Utilizando técnicas e recursos estatísticos para a conferência e validação. A abordagem de pesquisa é considerada quantitativa, quanto ao objetivo é classificada como descritiva, pois descreve as características de uma população, de um fenômeno ou de uma experiência. Buscando uma análise de observações objetivas do problema.

4 ESTUDO DE CASO

A empresa de esquadrias onde foi feito o estudo de caso foi fundada no ano de 1996 por uma grande construtora, devido à escassez desse insumo, pois não havia fábrica de alumínio no estado da Paraíba. Surgia então, uma empresa pioneira na fabricação e instalação de esquadrias e fachadas para empreendimentos. Com um crescimento notório no ano de 2010 a empresa expandiu ganhando grande parcela do mercado. Com mais de 30 Construtoras como clientes e cerca de 80 funcionários, a Empresa tem mais de 300 edificações concluídas ao longo de 22 anos. A empresa que atua nos estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte produz de 20 a 24 toneladas de alumínio mensalmente. A Empresa trabalha com as melhores indústrias de componentes do Brasil (UDINESE, FERMAX e FISE), produzindo esquadrias com parafuso de aço inox e vidros com diversas tonalidades e composições.

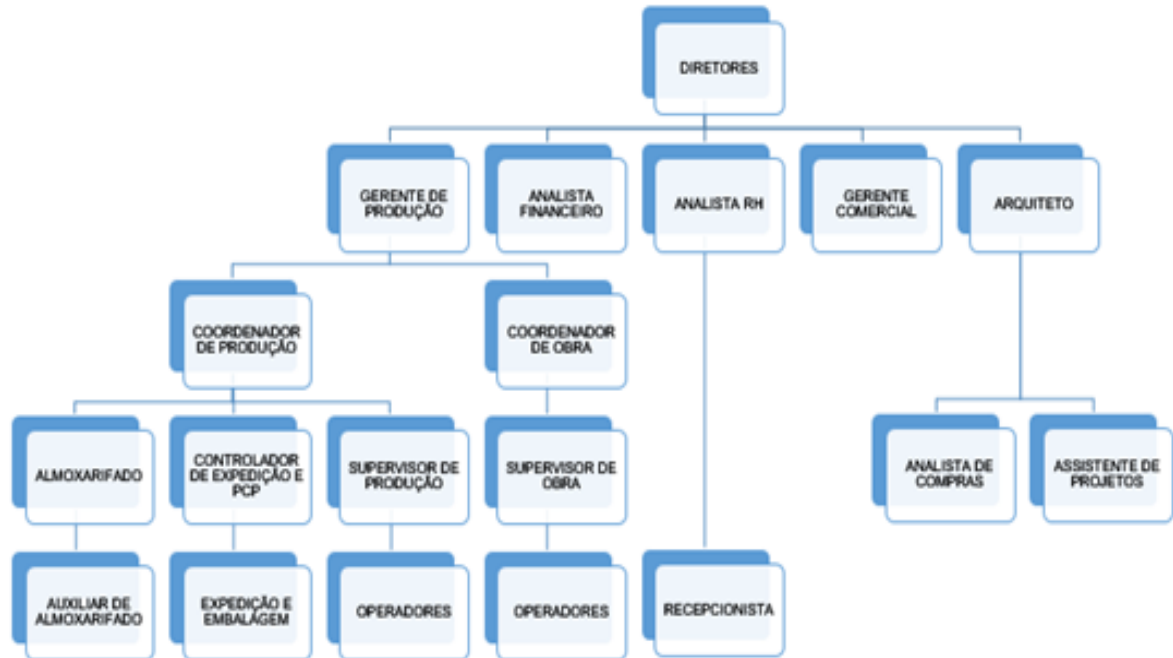
Com planta única localizada em Cabedelo/PB, atualmente possui uma equipe com 39 funcionários internos e 41 externos que atendem os mercados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte.

O processo de contratação é feito através da operação triangular entre a construtora, o fornecedor da matéria-prima e a Empresa. Assim, a construtora paga ao fornecedor da matéria-prima e o mesmo envia, em um prazo de até 60 dias, o material adquirido para a Empresa. Com o material em estoque na empresa, pode ser iniciado o processo produtivo desde que haja a liberação da construtora em questão.

Com os itens fabricados, esse material é enviado para a obra para que posteriormente ocorra a sua instalação que irá depender da liberação do engenheiro da obra. Caso ocorra algum imprevisto (por exemplo, atraso da obra) esses materiais

não podem ser instalados e ficam estocados no almoxarifado da própria obra aguardando a liberação para sua conclusão.

Figura 13: Organograma da Empresa



4.1 INFORMAÇÕES DO ESTUDO DE CASO

4.1.1 Produtos e Volumes

O setor de produção das esquadrias foi definido para a realização da análise do layout, o setor administrativo não será abordado, assim como o produto gradil, que tem 90% da sua etapa de fabricação é realizada na obra.

Os produtos fabricados na Empresa Esquadrias e Fachadas estão listados na tabela abaixo:

Tabela 8: Produtos

PRODUTOS
Janelas
Janelas Maxim-ar
Portas de correr
Porta de giro
Quadro de fachada
Fixo com vidros
Gradil

Os produtos fabricados foram divididos em duas famílias: A primeira família de Portas e Janelas e a segunda família de quadro e fixos.

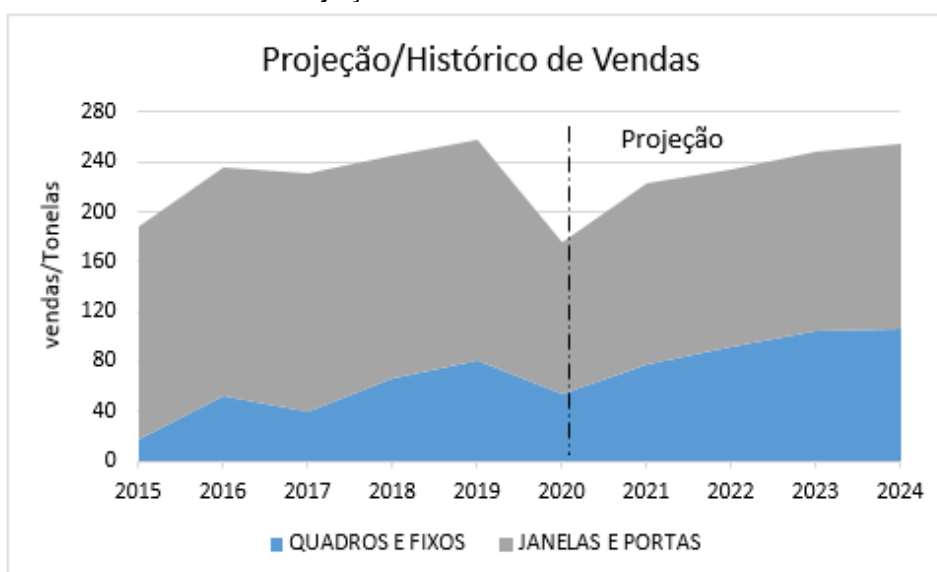
A fabricação das esquadrias convencionais (Portas e janela) é responsável por 69% dos produtos fabricados na empresa, tendo assim bastante impacto nos resultados produtivos e financeiros. A fabricação de pele de vidro (quadros e fixos) tem um impacto de 31% na fabricação, tendo nos últimos anos um considerado aumento de sua produção.

Gráfico 1: Demanda de fabricação por família de produto



As quantidades de produtos produzidos variam de acordo com a obra e a previsão de demanda é calculada tomando como base os últimos anos de fabricação.

Gráfico 2: Projeção/Histórico vendas de 2015-2024



No gráfico acima podemos analisar a demanda de fabricação de esquadrias nos últimos 5 anos e as tendências para os próximos anos. Em média a produção mensal dos itens consome cerca de 19,6 toneladas de alumínio, totalizando cerca de 235 toneladas por ano. Para o final do ano de 2020 a empresa projeta uma queda de 27% em relação ao ano de 2019, esse fator se deve devido a onda de covid-19 que teve impacto nas vendas, como em prazos de entregas de contratos atuais. Para os próximos anos espera-se que já em 2021 a Empresa retome a curva de crescimento dos anos anteriores, com estimativa de que já em meados de 2023 obtenha as vendas no mesmo patamar de 2019.

Tabela 9: Volumes de produção média 2015 a 2019

FAMÍLIA	PRODUTOS	TONELADAS/ANO	
1	Janelas	97,03	167,3
	Portas	70,27	
2	Quadros	53,78	71,7
	Fixos	17,92	

Unidade de fluxo para os vidros e componentes. Podemos observar que para cada 1 tonelada de perfil é necessário 1,22 toneladas de vidro e 0,9 toneladas de componentes por ano. A tabela abaixo demonstra o cálculo de toneladas por mês.

Tabela 10: Unidade de fluxo dos vidros e Componentes

RELAÇÃO DA UNIDADE DE FUXO DO PERFIL COM OUTROS MATERIAIS		
MATERIAL	TONELADAS	TONELADAS /MÊS
PERFIL	1	19,6
VIDRO	1,26	23,91
COMPONENTES	0,05	0,98

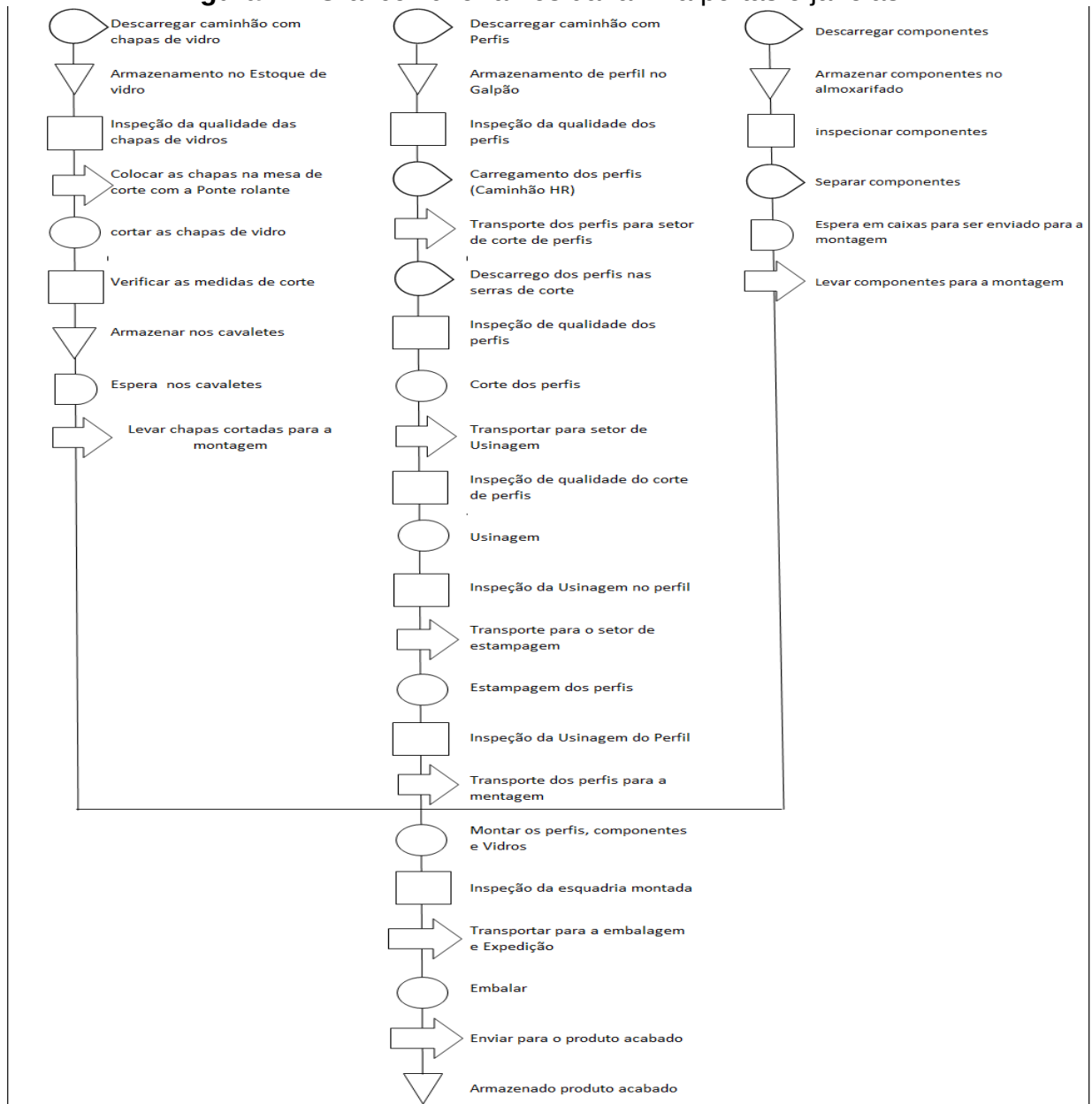
4.1.2 Processos e Estudo dos Fluxos

Na análise de processo existente, o objetivo traçado era coletar dados que permitisse a construção do diagrama de processos e analisar o IVA.

Para a análise utilizamos os fluxos da família de Portas e Janelas, apresentado na próxima página.

Com o diagrama construído foi calculado o índice de valor agregado (IVA), que para a fabricação da família Janela e porta foi de 18%, o resultado explicita que existe oportunidades para a melhoria no fluxo do processo, como redução de movimentos desnecessário ou diminuição dos elementos que envolve o transporte. Após a liberação da ordem de trabalho ser entregue aos supervisores de produção e de almoxarifado. Os perfis são separados e enviados para o setor de corte, o transporte é realizado por um caminhão HR.

Figura 14: Gráfico fluxo ramos da família portas e janelas



O setor de corte possui duas serras de cortes elétricas uma para cada serralheiro. Os serralheiros realizam os cortes de acordo com o padrão de cortes (Guia dos cortes dos perfis). Não tem setup, utiliza-se as mesmas bitolas das esteiras para todo tipo de esquadrias.

Os perfis cortados são enviados para o setor de usinagem e estampagem. A usinagem é realizada por uma máquina de grande porte, responsável por entregar um melhor acabamento e a estampagem por quatro estamparias onde os mesmos operadores realizam as tarefas.

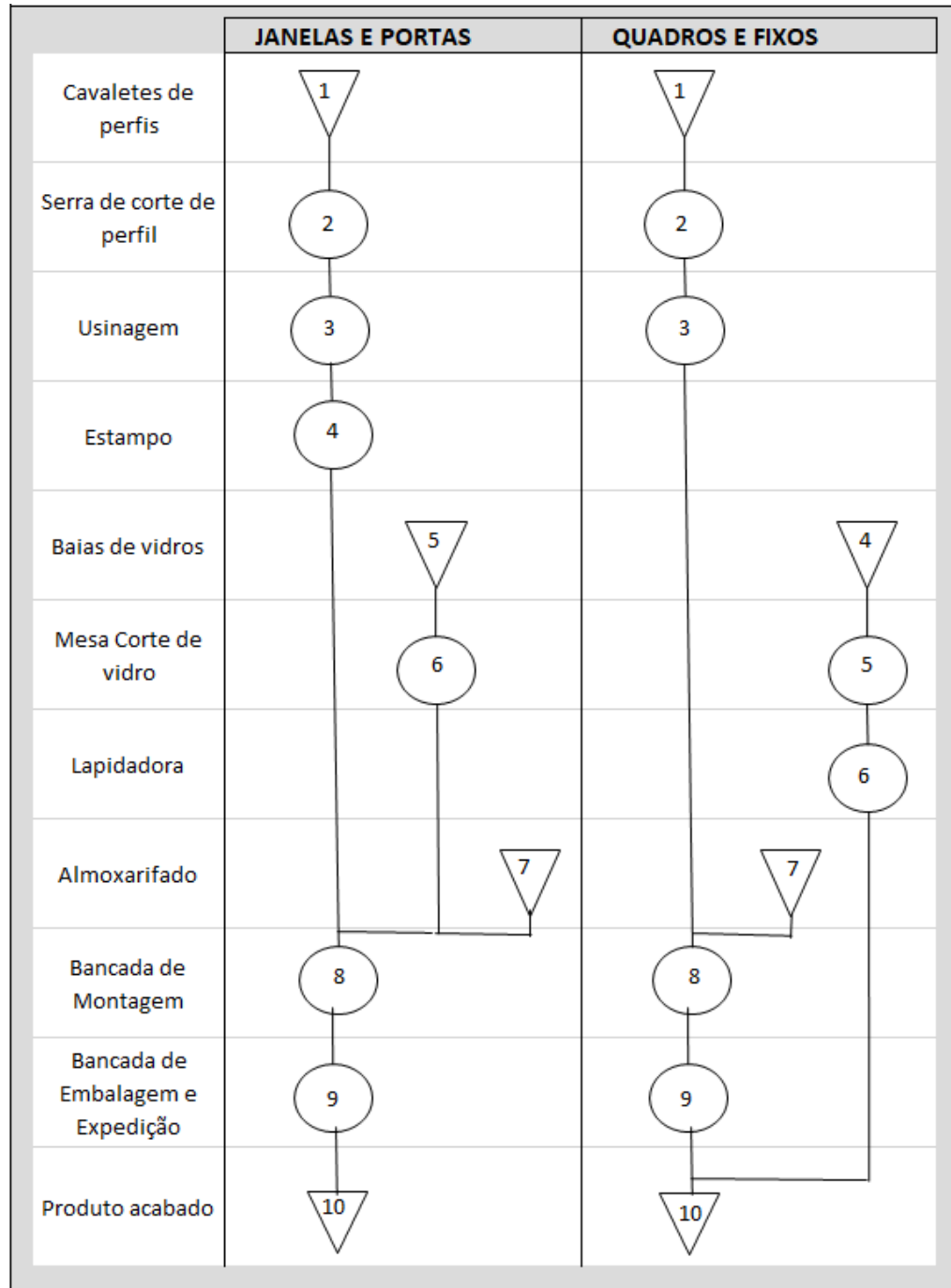
Na montagem das esquadrias, essa atividade conta com 4 bancadas e oito montadores. O cálculo relacionado a produção é realizado nesta etapa. A etapa de corte e lapidação é realizada paralelamente as etapas de cortes de perfis, usinagem e estampagem, mas gera um estoque de vidros em espera. Assim como na separação dos componentes, o almoxarife separa os itens necessário antes, o material fica a espera dos perfis usinados ou estampados para evitar paradas no setor de montagem.

Os montadores montam os perfis e colocam os vidros nas esquadrias, realizam a análise da qualidade da montagem pelos montadores e o supervisor de produção. As esquadrias são enviadas para o setor de embalagem que conta com três operadores que realizam a embalagem e inspeção da qualidade. As esquadrias embaladas estão prontas para serem expedidas.

A figura a seguir apresenta a carta multiprocessos, que permite uma melhor visualização dos fluxos das famílias de produtos.

Alguns pontos importantes podemos extrair da carta de processo, Fluxo de trabalho confuso, áreas de estoques insuficientes e utilização inadequada do espaço.

Figura 15: Carta Multiprocesso



4.1.3 Estoques e Armazéns

A armazenagem dos materiais necessários para fabricação das esquadrias (Perfis, vidros e componentes) é realizada de duas formas: No galpão de produção (Perfis, vidros e componentes), os vidros são estocados nas baias de armazenamento de chapas de vidro, com área de 80 metros quadrados e os componentes são estocados

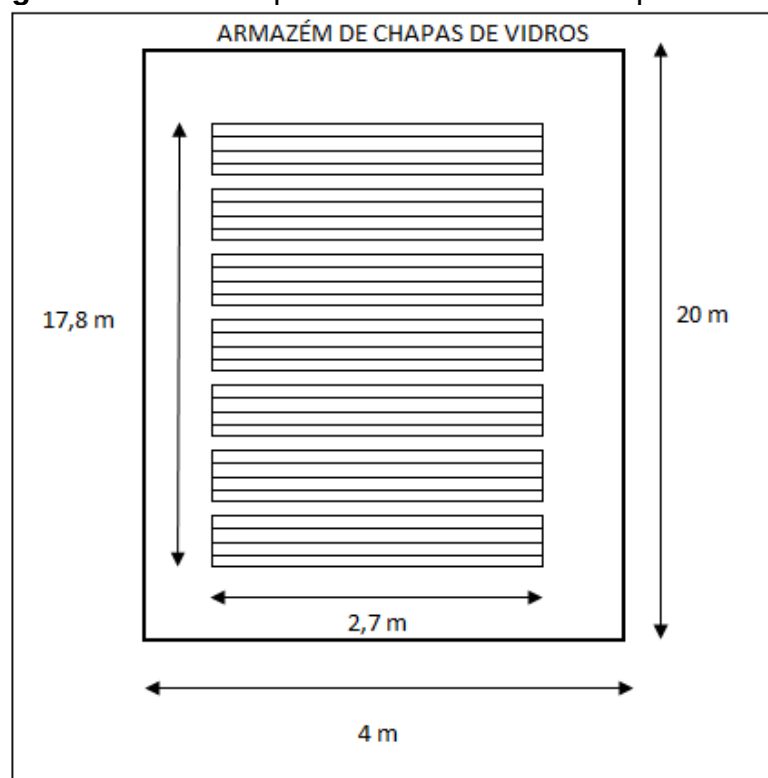
em prateleiras localizadas no almoxarifado, com uma área de 75,54 metros quadrados. Já os perfis são colocados em um galpão externo, que fica localizado a 78 metros da fábrica e tem uma área de 406,02 metros quadrados. Cerca de 97% dos perfis tem um comprimento linear de 6 metros, seu armazenamento é realizado na vertical, tendo assim um melhor aproveitamento do espaço.

Os materiais em processos são estocados em baias (perfis) em carrinhos de transporte (perfil e vidro) e em prateleiras (componentes e perfis).

Os produtos acabados são embalados e colocados encostados na parede na área de embalagem e expedição.

O Armazém dos vidros conta com 28 baias e uma ponte de elevação para realização dos transportes das chapas. Atualmente a área ocupada do armazém de vidro é de cerca de 60% da área total.

Figura 16: Área ocupada do armazém de chapas de vidro

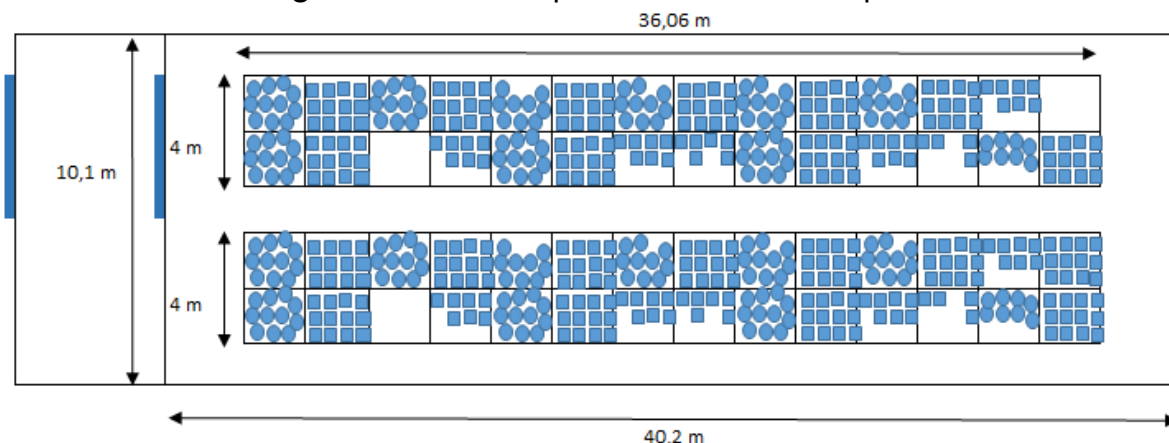


As atividades realizadas no setor são: Recebimento das chapas, que são transportadas dos caminhões para as baias através da ponte de elevação, movimentação das chapas liberadas das baias para a mesa de corte. A capacidade máxima é de 1204 chapas de vidro. No entanto, a maior dificuldade é o grande número de vidros oxidados e sobras de outras obras (mudança de projeto) que ocupa grande

parte das baias deixando o estoque com pouco espaço para o recebimento de novas chapas e a movimentação das chapas recebidas.

Os perfis são armazenados na vertical para obter um melhor aproveitamento do espaço disponível para armazenamento dos perfis. A área total ocupada é cerca de 71% da área total.

Figura 17: Área ocupada do armazém de perfil



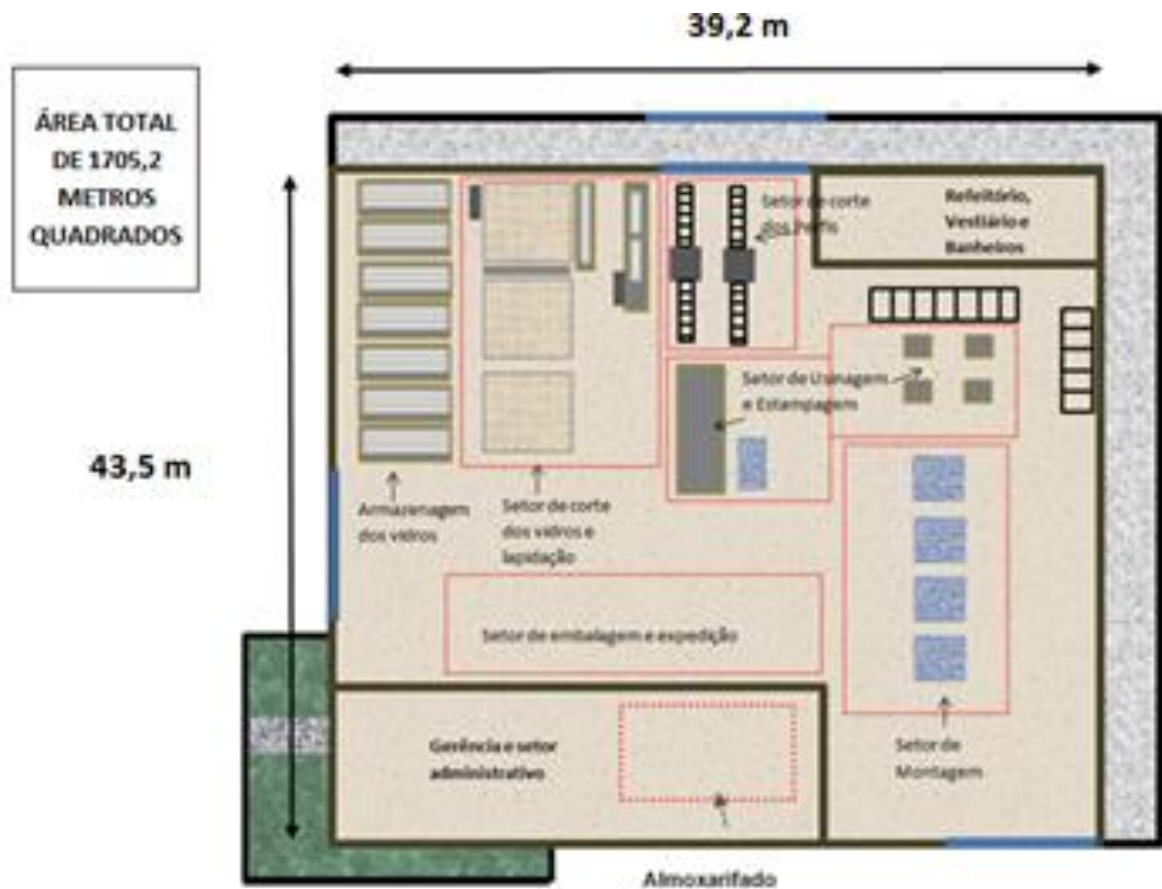
O transporte dos perfis é realizado manualmente (recebimento e liberação para a produção), o transporte do galpão para a fábrica é realizado através de um caminhão HR. A capacidade de armazenamento é de 65 toneladas de perfis, a exemplo das chapas de vidros grande parte do estoque de perfis refere-se a sobras de obras que tiveram seus projetos alterados, tendo um grande impacto nos recebimentos de perfis e organização do setor.

O transporte dos componentes é realizado através de carrinhos. As atividades realizadas são: Recebimento dos componentes, estocagem nas prateleiras e estantes e liberação dos componentes para a fabricação das esquadrias de acordo com a ordem de produção.

4.1.4 Espaço Atual

A empresa atualmente tem uma área de 1705 metros quadrados, utilizando cerca de 62,4 % do seu espaço atual utilizado de forma produtiva. Com base nesse dado podemos analisar e propor melhorias na utilização do espaço e aumento de eficiência.

Figura 18: Espaço atual da empresa

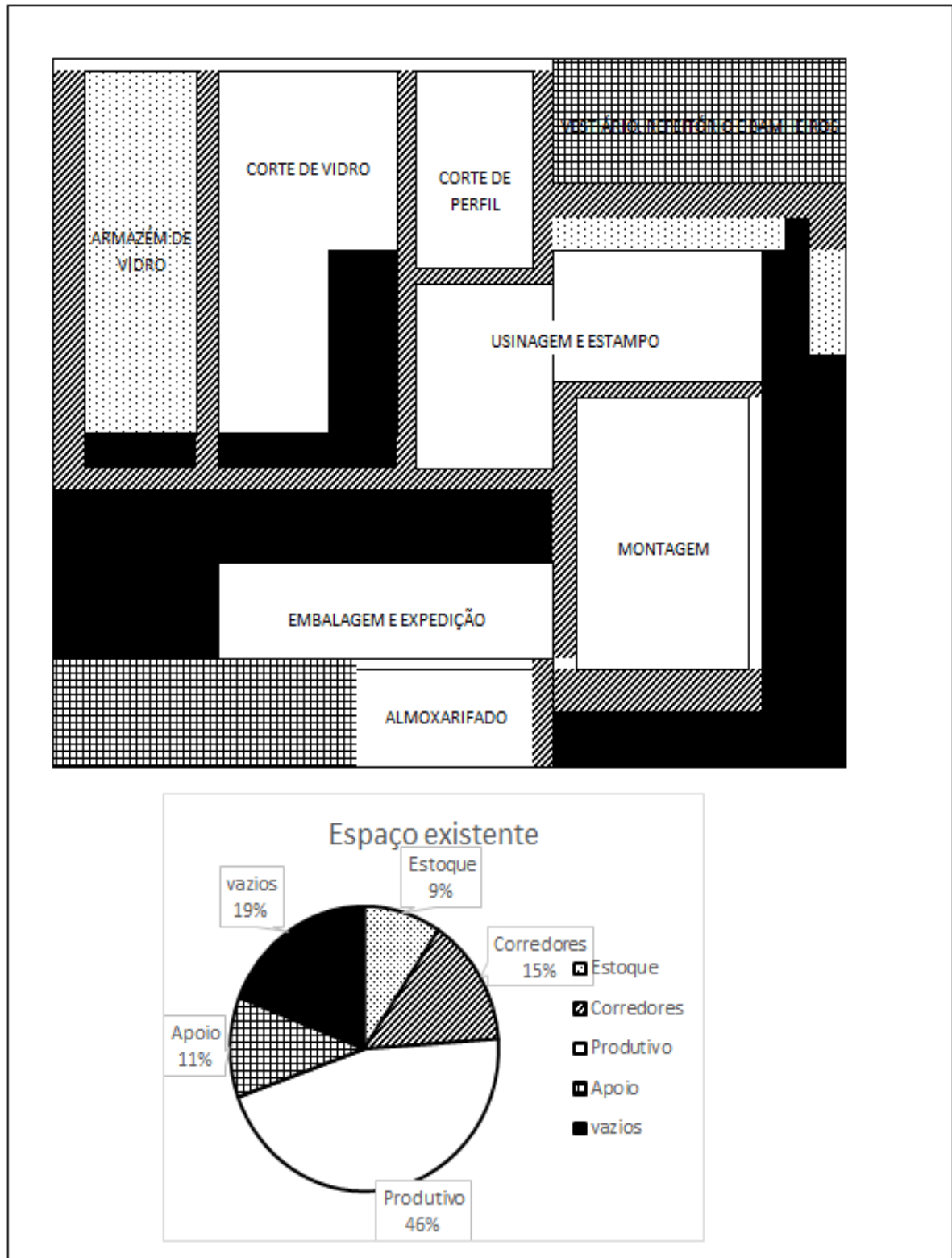


Na figura abaixo podemos verificar que o setor da montagem utiliza apenas 47% do seu espaço, enquanto que os setores do corte de vidro e lapidação passam dos 70 %, percebe-se um desbalanceamento entre os setores, fluxo de materiais longos e muitas vezes desnecessário.

Na figura abaixo podemos observar que 19% da área da fábrica não é utilizada, o setor de montagem fica um pouco distante do setor de corte de vidro e lapidação, causando uma grande movimentação desnecessária de materiais e consequentemente diminuindo a produtividade.

Almoxarifado distante dos setores produtivos, dificulta na distribuição dos insumos, ferramentas e componentes.

Figura 19: Análise do espaço atual



4.1.5 Infraestrutura Física

A infraestrutura parte importante para o funcionamento do processo produtivo, é composta por áreas de apoio, como: Área de manutenção, utilidades, banheiros, Refeitório, almoxarifado e administração

A área de manutenção é localizada no almoxarifado, área insuficiente para as realizações de algumas atividades como: manutenção da ponte rolante, sendo necessário realizá-la perto do setor de expedição.

A utilidades é composta basicamente pela sala salsa de compressores e tanque de ar comprimido. Os compressores trabalham com cerca de 75% de sua capacidade produtiva, tendo uma margem para uma possível ampliação da capacidade produtiva da fábrica.

A área dos banheiros é bastante ampla, as instalações estão bastante conservadas, localização perto das áreas produtivas

Refeitório fica no andar de cima do banheiro e vestiário, instalações em perfeitas condições com área ampla, a área utilizada é cerca de 65% de sua capacidade.

O almoxarifado não tem área suficiente para comportar o estoque de componentes, gerando uma desorganização, pelo fato dos componentes serem comprados por obra, não pode separá-los por tipo, mas por obra, dificultando assim a organização.

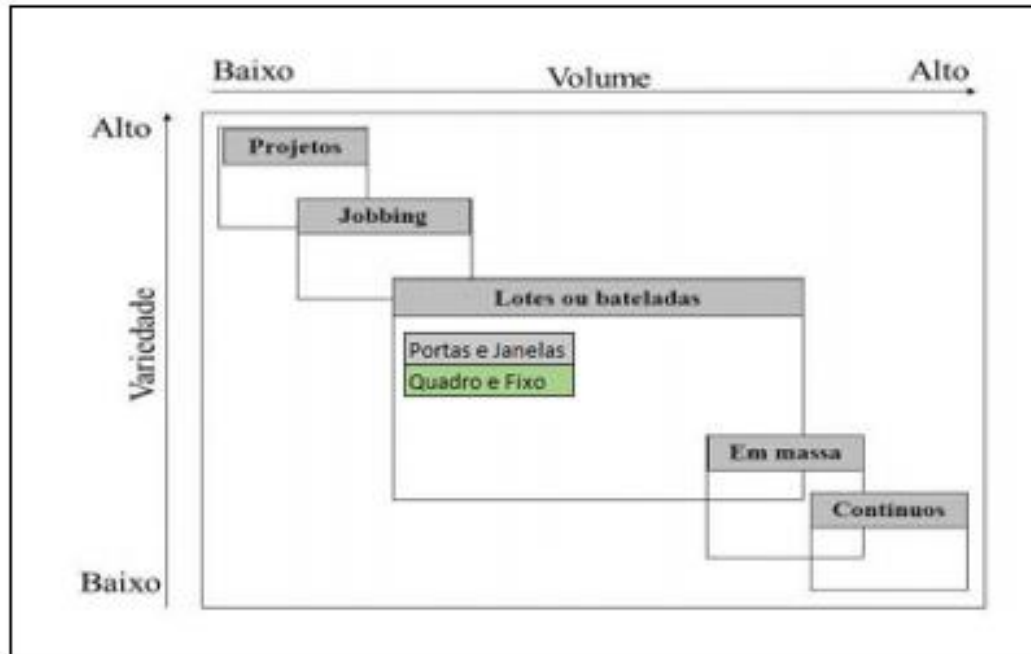
A parte administrativa possui área suficiente e adequada para a realização das atividades.

4.2 ESTRATÉGIA DO PROJETO DO ESTUDO DE CASO

O processo produtivo influencia no tipo de layout adequado, e cada tipo de processo tem um tipo de relação entre o volume e a variedade. O processo de produção de esquadrias de alumínio é realizada em lotes (bateladas), pois limita uma quantidade de produto por vez. Os produtos são feitos sob encomenda e conforme especificações do cliente quanto aos tipos de materiais e dimensões das esquadrias, portanto, a variedade de produtos não é pequena, no entanto, como os clientes são construtoras de edifícios, têm um bom volume de produtos produzidos por tipo, de

forma que pode-se classificar o processo como do tipo Lote ou batelada. No Gráfico abaixo podemos avaliar a relação das famílias de produtos com o volume e variedade.

Figura 20: Volume x variedade da família Portas e Janelas



O arranjo físico atual é o funcional, onde os recursos a serem transformados fluem pelos recursos transformadores, os processos semelhantes estão localizados juntos. O setor de estampagem e usinagem é um exemplo prático, onde os operadores realizam multitarefas. Esse tipo de layout é adequado ao tipo de processo da fábrica, portanto, será mantido na proposta de novo layout.

O setor de planejamento e controle da produção – PCP, atua sobre a produção tentando otimizar a produção dos produtos, buscando atingir de forma consistente as metas planejadas. Ele planeja quais produtos serão fabricados e quando serão produzidos. Esse processo de planejamento ocorre desde o fechamento do contrato, quando são escolhidas quais esquadrias serão produzidas, que lista de materiais serão utilizados no processo e quais os prazos de entregas e datas de fabricação e expedição. O controle da produção visa medir e corrigir possíveis lacunas e consequentemente alavancar o desempenho da produção, confrontando o que foi planejado com o que foi produzido. A produção das esquadrias é realizada sob encomenda, busca assim atingir todas as exigências dos clientes, sempre dentro das normas e especificações permitidas.

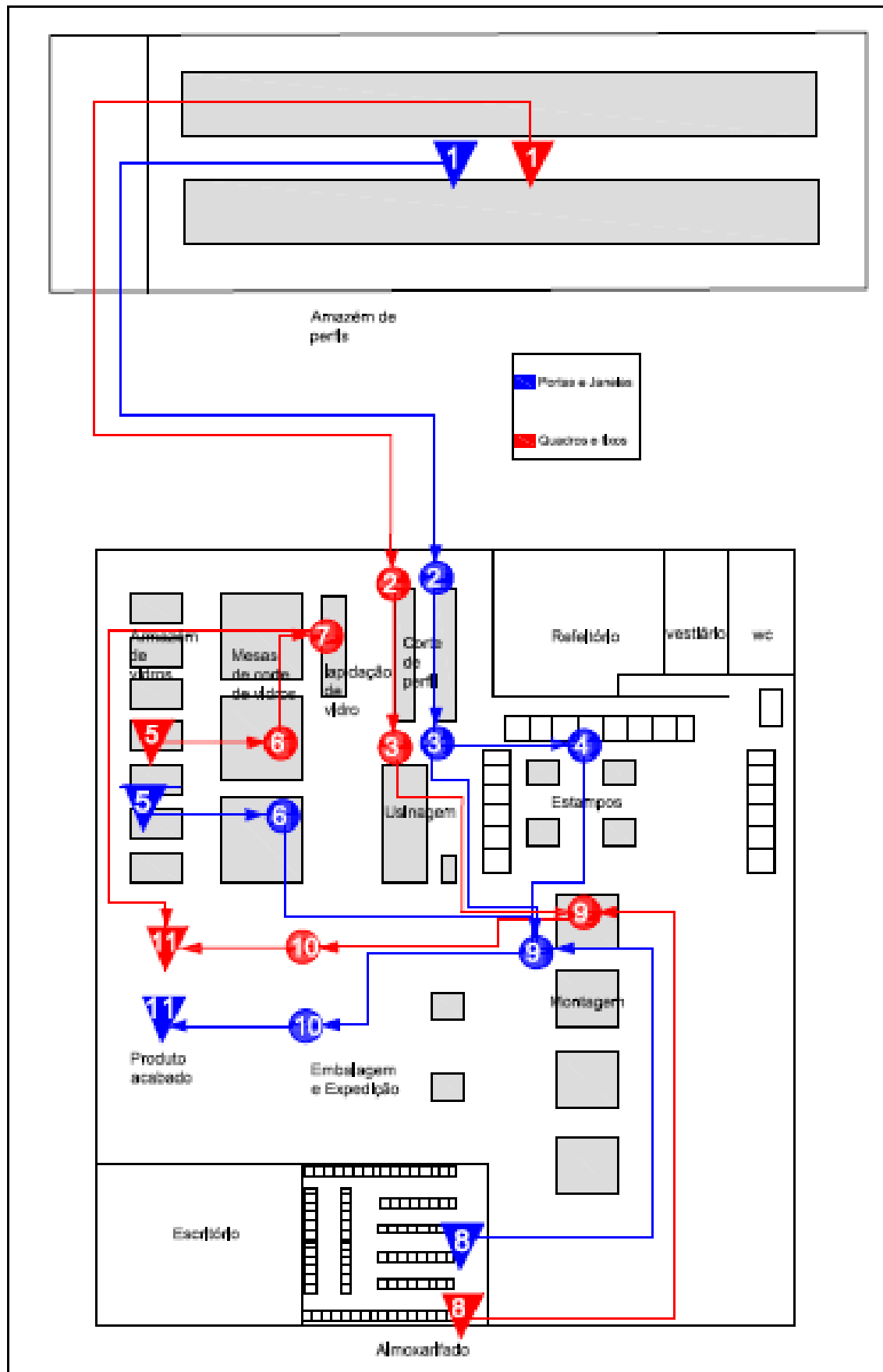
No mapofluxograma abaixo podemos observa o fluxo das famílias: porta e janela e Quadro e fixo. O processo se inicia no armazém de perfis, onde ocorre o carregamento dos perfis em um caminhão pequeno, após os perfis serem descarregado os operadores analisam as condições dos perfis, se tem arranhões ou falhas na pintura. Os perfis são colocados nas esteiras da máquina de corte de perfis (serra) e cortados, após o corte os perfis são enviados para a estampagem, nessa etapa os processos se diferem, os perfis que compõe a família porta e janelas, precisam ser estampado, já os quadros e fixos é dispensado essa etapa. E são enviados para o setor de montagem. No setor de montagem os perfis são montados.

Paralelo esse processo ocorre o fluxo de corte de vidro e dos componentes.

Os vidros que estão armazenados em baias são colocados nas mesas de cortes, são cortados e conferidos, colocado nos carrinhos, os que são processados para a família portas e janelas são enviados para a montagem, já os da família Quadro e fixos são levados para a Lapidadora, lapidados e enviados o setor de produto acabado.

Os componentes são enviados do almoxarifado para o setor de montagem, estando os três materiais no setor de montagem, as janelas e portas são montados feito a inspeção e enviado para o setor de expedição e embalagem. Os produtos são embalados e enviados para o setor de produto acabado.

Figura 21: Mapofluxograma das famílias de produtos

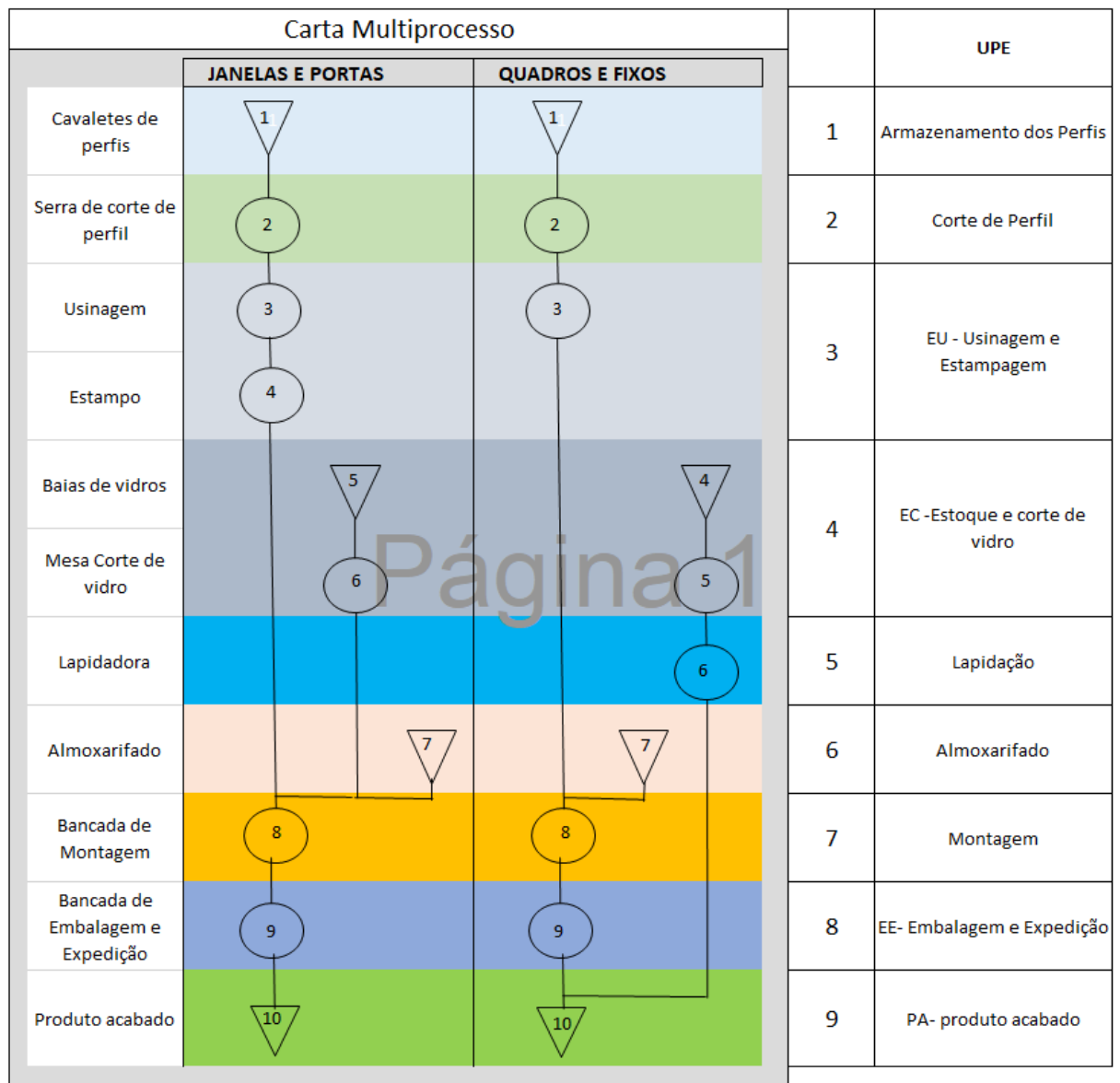


4.3 PROJETO DO LAYOUT DO ESTUDO DE CASO

4.3.1 Unidades de Planejamento de Espaço (UPEs)

Esse processo é o que tem mais impacto no planejamento do macro-espço. As UPEs permitem que todas as atividades possam ser executadas. A definição e o sequenciamento das unidades de planejamento de espaços (UPEs), foram baseadas nas informações do gerente de produção e do acompanhamento do processo produtivo. A carta Multiprocessos foi analisada para a definição da UPEs operacionais.

Figura 22: Construção das UPEs



As sequências enumeradas das UPEs:

1. Armazenamento dos perfis – Área de armazenamento dos perfis
2. Corte do perfil – Área de armazenamento intermediário e corte dos perfis
3. UE– Usinagem e Estampagem dos perfis
4. EC – Estoque e corte dos vidros
5. Lapidação – Área de lapidação dos vidros
6. Almoxarifado – Setor responsável por alimentar o setor de montagem
7. Montagem- Área de estoque intermediário e de montagem das esquadrias
8. Embalagem – Setor de embalagem dos produtos acabados
9. PA – Produto acabado.

A primeira UPE é o setor de armazenamento de perfis onde são estocados os perfis de alumínio. A segunda UPE é onde o perfil é cortado processo realizado com a utilização de máquinas de serra e enviado para o setor de usinagem. A terceira UPE é onde ocorre a usinagem e estampagem dos perfis, etapa feita com um centro de usinagem e estampo pneumático. A quarta UPE é o setor de armazenagem e corte vidros, o corte pode ser manual ou com a mesa automática. A Quinta UPE é a de lapidação dos vidros cortados, processo realizado com uma máquina lapidadora. A sexta UPE é do almoxarifado, a sétima UPE é a montagem recebe os materiais (vidro, componentes e perfis) e realiza a montagem das esquadrias. A oitava UPE é a de expedição e embalagem e a nona UPE de produtos acabados

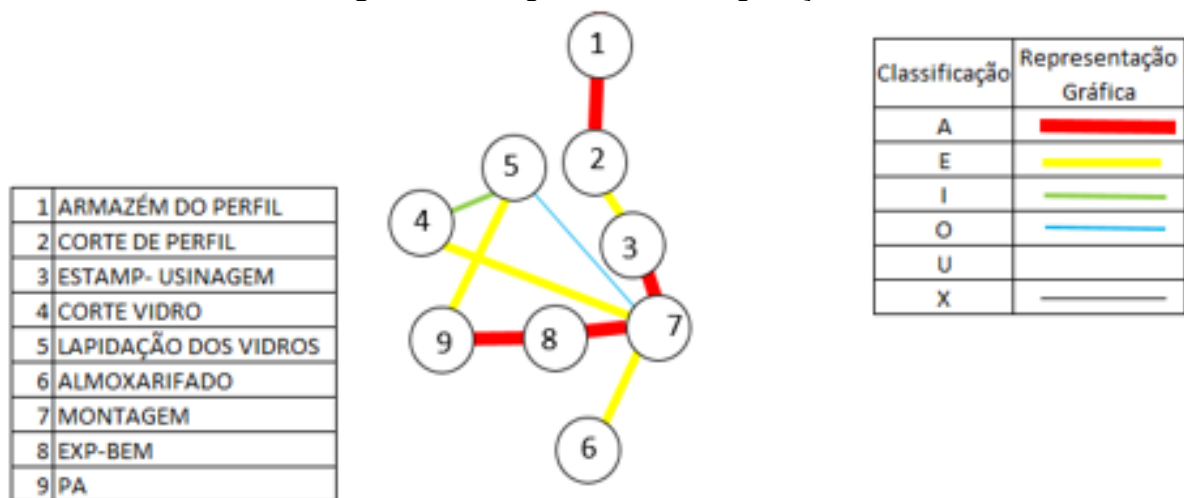
4.3.2 Afinidades

Para analisar as afinidades dos pares de UPEs, foi necessário observar a carta multiprocessos. Verificando o fluxo de materiais em cada dupla de UPEs, Avaliando a matriz de afinidade observa-se que UPE de montagem deve estar absolutamente próximo as UPEs: Usinagem e estampagem dos perfis e Expedição e Embalagem. Também precisa se posicionar excepcionalmente próximo do almoxarifado e do corte de vidro, a proximidade com o almoxarifado facilitará a distribuição e controle de componentes e ferramentas.

Figura 23: Matriz de afinidades

MATRIZ DE AFINIDADES DO FLUXO PRINCIPAL (AFP)		ARMAZÉM DO PERFIL	CORTE DE PERFIL	ESTAMP- USINAGEM	CORTE VIDRO	LAPIDAÇÃO DOS VIDROS	ALMOXARIFADO	MONTAGEM	EXP-BEM	PA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ID	Nome da UPE									
1	ARMAZÉM DO PERFIL									
2	CORTE DE PERFIL	4								
3	ESTAMP- USINAGEM		3							
4	CORTE VIDRO									
5	LAPIDAÇÃO DOS VIDROS				2					
6	ALMOXARIFADO									
7	MONTAGEM			4	3	1	3			
8	EXP-BEM							4		
9	PA					2			4	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9

Através da matriz de afinidades das UPEs pode-se realizar o diagrama de configuração. Inicialmente não foram consideradas as necessidades de espaço de cada UPEs, mas apenas suas afinidades. Ele é fundamental para se obter um projeto de um novo layout. Sendo assim tomando como base o diagrama de afinidades das UPES obteve-se o seguinte diagrama de configuração:

Figura 24 Diagrama de configurações

De acordo com a tabela de classificação dos fluxos de materiais entre as UPEs, percebe-se que existe uma maior interação entre as UPEs com linhas vermelhas, com

grande intensidade de fluxo de material, mais de 19 toneladas/mês. Deixando claro a importância da proximidade entre eles, isso facilitará o fluxo dos materiais, e consequentemente aumento na eficiência do processo.

4.3.3 Dimensionamento das Áreas

No dimensionamento do espaço foi considerado as necessidades de cada atividade, buscando atender as normas e regulamentações estabelecidas, como a NR24 ([Portaria SEPRT nº 1.066 de 2019](#)). Também foi utilizado o método de Guerchet para calcular a área necessária total da UPEs. Para Lee (1998), o cálculo das necessidades de espaço pode utilizar um ou mais de seis metodologias: Cálculo elementar, estimativa visual, transformação, padrões de espaço, proporção e projeção de razão. Já Olivério(1985), afirma que para descobrir a área total que um elemento ocupa utiliza-se o método de Guerchet, Tendo como base 3 componentes: Superfície estática, superfície de utilização e superfície de circulação.

- A superfície estática (Se): área ocupada pelo equipamento sobre o plano horizontal.
- A superfície de utilização (Su): é a área necessária para circulação no posto de trabalho ocupada pelo operário e também para depósito de matéria prima e produtos que são utilizados para a execução das operações.
- A superfície de circulação (St): é a área necessária para a circulação de materiais entre os centros de produção.

O cálculo fica: $Sc = k(Su + Se)$. Sendo k o coeficiente que pode variar entre 0,05 a 3,00 dependendo do tipo de equipamento de transporte, do produto, da matéria prima etc.

Para a construção da tabela abaixo primeiro foi calculado a área de necessidade para cada equipamento e depois multiplicado pela quantidade disponível em cada UPE.

Tabela11: Cálculo da superfície total

UPE	MÁQUINAS, FERRAMENTAS E MATERIAIS	St m ² /UNID ADE	QTD	St total
ARMAZÉM DO PERFIL	18 cavaletes de ferro	15,84	18	285,12
CORTE DE PERFIL	2 máquinas de serra	26,4	2	52,8
ESTAMP- USINAGEM	4 Estampo	3,52	4	62,59
	1 centro de usinagem	48,51	1	
CORTE VIDRO	28 baias para colocar chapa de vidro	3,168	28	263,604
	3 mesas de corte	49,5	3	
	4 carrinhos para colocar vidro	6,6	4	
LAPIDAÇÃO DOS VIDROS	1 Lapidadora	20,625	1	33,825
	2 carrinhos para colocar vidro	6,6	2	
ALMOXARIFADO	1 Armário	13,552	1	88,286
	1 mesa	17,71	1	
	12 prateleiras	4,752	12	
MONTAGEM	4 bancadas	19,8	4	79,2
EXP-BEM	2 Bancadas	19,8	2	39,6

O próximo passo é comparar a área encontrada utilizando o método de Guerchet, com a área atual da UPE. Ao analisarmos o resultado obtido na tabela abaixo. Podemos observar que apenas a UPE almoxarifado que tem área inferior a necessária.

Tabela 12: Área das UPEs atual x área calculada

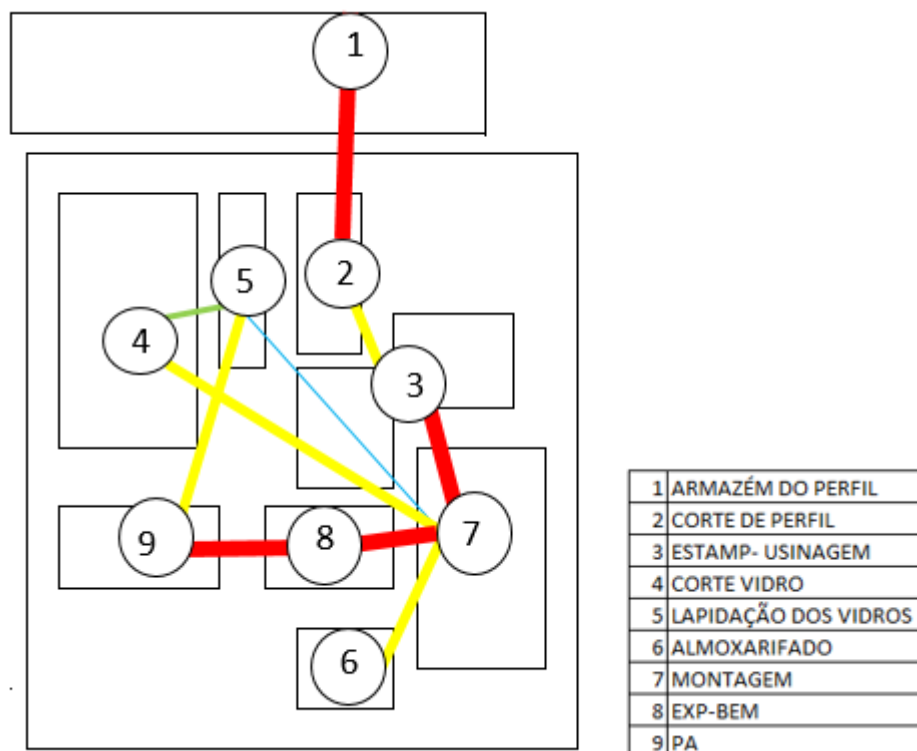
ID	Nome da UPE	Conteúdo	Áreas (m2)	
			Atual	Necessid.
1	ARMAZÉM DO PERFIL	18 cavaletes de ferro	406	285
2	CORTE DE PERFIL	2 máquina de serra	63	52
3	ESTAMP- USINAGEM	1 centro de usinagem e 4 estampos	162	63
4	CORTE VIDRO	28 baias de vidros e 3 mesas de corte, 4 carrinhos para colocar vidro	301	264
5	LAPIDAÇÃO DOS VIDROS	1 lapidadora e 2 carrinhos para colocar vidro	71	34
6	ALMOXARIFADO	1 armário, 1 mesa e 12 prateleiras	76	88
7	MONTAGEM	4 bancadas	146	79
8	EXP-BEM	2 bancadas	129	40
9	PA	2 cavaletes	123	65

4.3.4 Plano do Espaço Primitivo

Na análise de espaços necessários, identificou-se que os espaços disponíveis nas maiorias das UPEs já foram suficientes para a execução das operações da fábrica, apenas o setor do almoxarifado que tem área inferior a necessária, mas é proporção muito pequena, para uma futura expansão a empresa não terá muita dificuldade.

Baseado nas informações geradas do diagrama de configuração e dimensionamento de espaço foi criado o planejamento primitivo do espaço. Que vai servir como norte para novas propostas de layout.

Figura 25: Planejamento primitivo + áreas



4.3.5 Propostas de Layouts

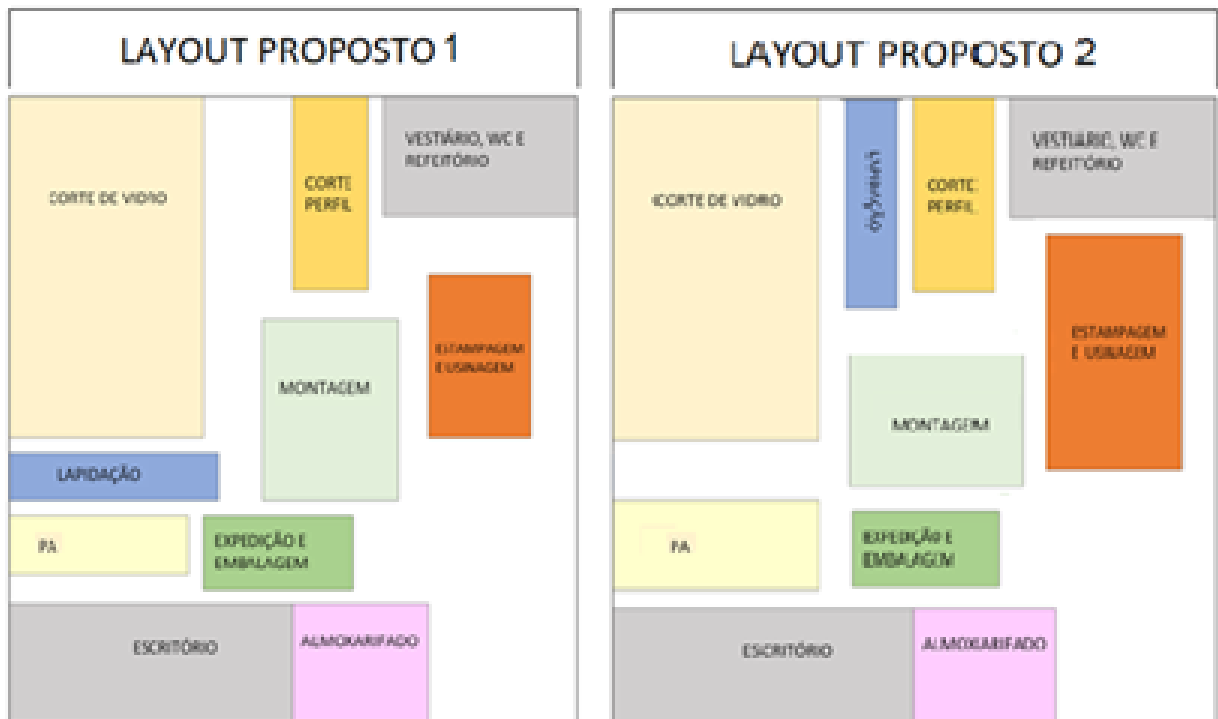
Para cada alternativa criada, temos um diagrama de configuração, no entanto, relacionando todas as informações coletada, em diversas alternativas aproximar as que tinham mais afinidades. Como podemos observar na dimensão de espaço as UPEs não utilizam boa parte das suas áreas o que pode facilitar a movimentação das

UPES. Outra observação é que as máquinas não são de grande porte, o sistema pneumático não tem ponto de instalação para o almoxarifado e Armazém de perfis.

As restrições são um grande problema na hora de planejar um novo layout. A UPE 4 cortes de vidro, não pode ser mudada de localização devido a ponte rolante, ficou explicita pelos gestores o alto custo em refazer o trilho da ponte rolante e sua instalação seria complexa e inviável para a empresa. A UPE 6 (almoxarifado), também não pode ser alterada de posição por causa da estrutura da fábrica, que não possui paredes entre os setores, podendo apenas ter suas dimensões modificadas.

Tendo como base todas as informações a figura abaixo indica as duas propostas criadas.

Figura 26: Layouts Propostos



As propostas alteram as posições de algumas UPEs, buscando minimizar as distâncias percorridas, e os cruzamento de fluxos de materiais entre as UPEs.

4.3.6 Avaliação de Alternativas de Layout

Conforme foi exposto no item 2.5.4, os critérios adotados dependem da visão tática de cada empresa. Para a escolha da melhor proposta de layout, que se adeque as exigências, restrições e permita um melhor fluxo de material, foi utilizado dois

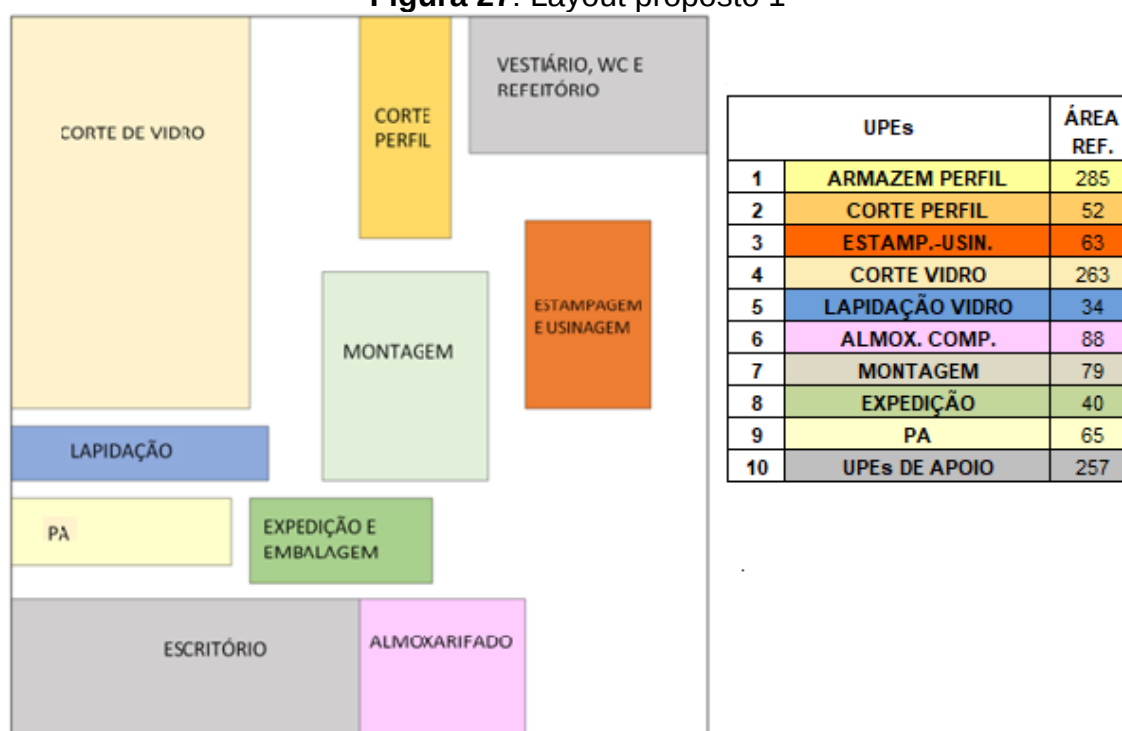
critérios de análise: Intensidade do fluxo (carga-distância) e porcentagem de redução dos cruzamentos de fluxo.

Para o cálculo de redução dos cruzamentos de fluxo:

$(1 - (\text{Cruzamento de fluxo do layout proposto} / \text{cruzamento de fluxo do layout antigo})) \times 100$. O resultado positivo, significa a porcentagem que o novo layout conseguiu diminuir de cruzamentos dos fluxos. Já o resultado negativo expõe que o novo layout aumentou os números de cruzamentos dos fluxos entre as UPEs.

Na proposta 1 foi realizado a alteração de posição das UPEs 5 (Lapidação de vidros), 3 (Estampagem e Usinagem) e 7 (Montagem).

Figura 27: Layout proposto 1



A UPE 7 (Montagem) tem afinidade com quase todas as UPEs, sua posição centralizada vai diminuir a distância com as UPEs 4 (corte vidro) e 5 (Lapidação), e não afetará seu fluxo de materiais com as UPEs 3 (Estampagem e usinagem), 8 (Expedição) e 6 (Almoxarifado). Foi necessário aumentar a área da sua nova posição no layout, para isso é preciso utilizar uma parte do setor da embalagem que não ocupa nem 40 % de sua área., atividade relativamente simples de ser realizado, pelo fato da fábrica não ter parede internas.

A alteração da UPE 5 (Lapidação de vidros) diminui a distância com a UPE 9 (PA), e praticamente elimina o cruzamento de fluxo de materiais que existia entre as UPEs.

A UPE 6 (Almoxarifado de componentes), teve sua área aumentada de 76 m² para 88 m², para se adequar as dimensões necessárias, conforme foi exposto no item 4.3.3 - Dimensionamento de espaço.

O layout antigo tinha cruzamento de fluxo entre os seguintes pares de UPEs:

- UPEs 5 e 9 com as UPEs 4 e 7;
- UPEs 4 e 7 com as UPEs 3 e 7;
- UPEs 5 e 7 com as UPEs 3 e 7;

No layout proposto 1 com o novo posicionamento da UPE 7(montagem), os cruzamentos citados acima foram eliminados, permitindo uma melhor organização e consequentemente aumentando eficiência do fluxo de materiais.

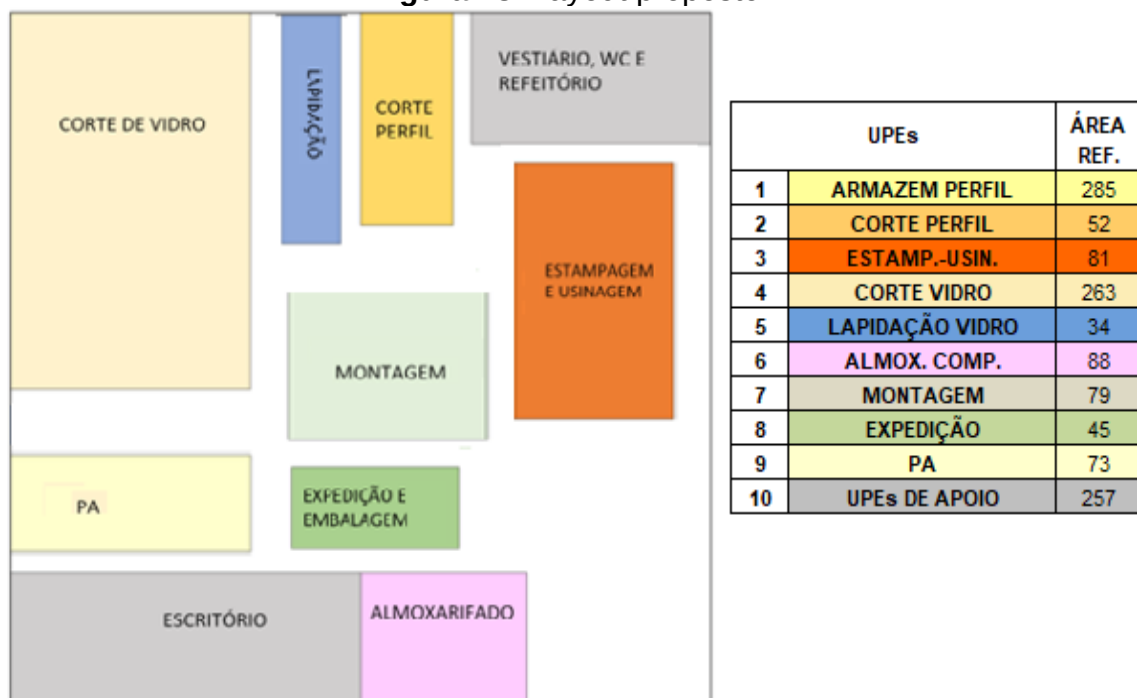
Logo,

$(1 - (\text{Cruzamento de fluxo do layout proposto} / \text{cruzamento de fluxo do layout antigo})) * 100$

$$(1 - (0/3)) * 100 = 100$$

Na proposta 2 foi realizado a alteração de posição das UPEs 5 (Lapidação de vidros), 2 (Corte de perfis) 3 (Estampagem e Usinagem) e 7 (Montagem).

Figura 28: Layout proposto 2



A UPE 7 (Montagem) assim como no layout proposto 1 também foi centralizada), reduzindo a distância com as UPEs 4 e 5, não afetando o seu fluxo de materiais com as UPEs 3 (Estampagem e usinagem), 8 (Expedição) e 6 (Almoxarifado).

A UPE 6 (Almoxarifado de componentes), teve sua área aumentada de 76 m² para 88 m². Assim como as UPEs 8 (Expedição) e 9 (PA), que passaram de 40 m² para 45 m² e de 65 m² para 73 m² respectivamente.

A UPE 3 (Usinagem e Estampagem), a parte de usinagem seria relocada para onde ficava a UPE 5 (Montagem), sua área foi aumentada de 63m² para 81 m².

No layout proposto 2, foi eliminado o cruzamento de fluxo das UPES 4 e 7 com as UPEs 3 e 7, e das UPEs 5 e 7 com as UPEs 3 e 7. Isso é possível pelo fato do novo posicionamento da UPE 7 (Montagem).

Logo,

$$(1 - (\text{Cruzamento de fluxo do layout proposto}/\text{cruzamento de fluxo do layout antigo})) * 100$$

$$(1 - (1/3)) * 100 = 66,66$$

Foi reduzido 66,66% dos cruzamentos de fluxo de materiais entre os pares de UPEs.

Na tabela abaixo podemos verificar os pontos analisados para a escolha do layout proposto mais adequado segundo os critérios pré-estabelecidos:

Tabela 13: Análise das propostas de layouts

ANÁLISE DAS PROPOSTAS DE LAYOUTS	
PROPOSTA LAYOUT 1	PROPOSTA LAYOUT 2
Minimizar distâncias entre as UPEs 5 e 9	Minimizar distâncias entre as UPEs 5 e 7
Minimizar distâncias entre as UPEs 5 e 7	Minimizar distâncias entre as UPEs 4 e 7
Minimizar distâncias entre as UPEs 4 e 7	Aumento da área do almoxarifado de componentes
Aumento da área do almoxarifado de componentes	Aumento da área da usinagem e estampagem, expedição e PA
Eliminar fluxos cruzados	Eliminar parte dos fluxos cruzados
Minimizar fluxos de materiais	Minimizar fluxos de materiais

A proposta de layout 1, permitiu uma melhor minimização das distâncias entre alguns pares de UPEs, quando comparada com a proposta de layout 2. Além de eliminar todos os fluxos cruzados.

O layout proposto se assemelha com o arranjo físico atual da fábrica, no entanto fica explícito que tem vantagem em relação a distâncias entre as UPEs, diminui o cruzamento de fluxo de materiais podendo possibilitar um considerável ganho de eficiência.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo de analisar o layout atual e propor uma alternativa que melhorasse o fluxo entre os setores. Aplicando o método Fac Plan,. A obtenção das informações para a realização do trabalho foi com indicadores quantitativos e qualitativos. E através da análise de todas as informações coletadas, foi possível chegar a uma nova proposta de layout. O método utilizado é de simples aplicação e análise, facilitando o entendimento.

Para a elaboração uma proposta de um novo layout, algumas limitações foram consideradas, como a ponte de rolamento que é utilizada para receber as chapas de vidro, ela limita a localização do setor de corte de vidro, para os diretores é inviável o remanejamento desse equipamento.

O layout proposto permite benefícios como otimização do fluxo de materiais e consequentemente aumentando a produção. O trabalho se limitou uma análise no nível macro, para uma análise mais detalhada é importante uma realização de estudo que abranja os postos de trabalho.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, G. R. *et al.* **Análise do processo produtivo: um estudo comparativo dos recursos esquemáticos.** In Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26, Fortaleza. Anais... Ceará: ENEGEP 2006.
- BORBA, M. Arranjo físico. **Material de suporte.** UFSC, Florianópolis, 1998.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas:** 2ª edição. Rio de Janeiro, RJ, 2005.
- DHONDT, S; BENDERS, J. Missing Links: Production structures and quality of working life in the clothing industry. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 18, n. 12, 1998.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações.** 8ª ed. São Paulo: Thomson, 2005.
- HEPFNER, Rafael. **Planejamento de Layout Estudo de Caso em um Laboratório Metalúrgico.** Porto Alegre: 2008.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção.** São Paulo: Edgard Blucher, 1990.
- KROEMER, K. H. E. **Manual de ergonomia:** adaptando o trabalho ao homem. Tradução: Lia Buarque de Macedo Guimarães. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LEE, Q. *Et al.* **Projeto de Instalações e Locais de Trabalho.** São Paulo: IMAM, 1998.
- LIMA, R. C. **Projeto de Novo Layout:** Estudo de caso em uma indústria de confecção. Universidade de Brasília. Brasília, p. 60. 2016.
- LUZZI, A. Antônio. **Uma abordagem para projetos de layout industrial em sistemas de produção enxuta: um estudo de caso.** Porto Alegre: UFRGS, 2004. Disponível em:
<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4721/000459179.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 abr. 2010.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

MUTHER, R. **Planejamento do layout: sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blücher, 1978.

NEUMANN, C. S. R. **Projeto de Fábrica e Layout**: Planejamento do micro espaço. UFRGS, 2008. Disponível em: <
http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/393_capitulo9_micro.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2010.

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

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

RUSSOMANO, Vitor Henrique. **Planejamento e acompanhamento da produção**. 6ª ed. São Paulo: Pioneira 2000.

SLACK, N. *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

_____; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

VILLAR, A.; FREITAS, L.; NÓBREGA, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2008.

YIN, Robert K. Estudo de caso. **Planejamento e Métodos**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman. 2001.