

**GABRIEL ALONSO GOMES**

**PLANO DE ARRANJO FÍSICO PARA UMA FÁBRICA MANUFATUREIRA DE  
ARMAÇÕES DE ÓCULOS**

Trabalho de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do Diploma de  
Engenheiro de Produção

São Paulo

2017



**GABRIE GOMES**

**PLANO DE ARRANJO FÍSICO PARA UMA FÁBRICA MANUFATUREIRA DE  
ARMAÇÕES DE ÓCULOS**

Trabalho de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do Diploma de  
Engenheiro de Produção

Orientador: Prof. Dr. Paulino Graciano  
Francischini

São Paulo

2017

## FICHA CATALOGRÁFICA

Gomes, Gabriel

Plano de arranjo físico para uma fábrica manufatureira de armações de óculos / G. Gomes -- São Paulo, 2017.  
123 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Manufatura 2.Arranjo Físico I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

À Marilene Valente Alonso,  
por me aproximar da pureza e verdade.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Priscila e Ronaldo, por permitirem minha jornada até aqui, munida de amor e afeto em tempo integral.

Agradeço ao Parko, pela ingenuidade e amor verdadeiro, pela felicidade simples e pura com que vive os momentos os quais passamos juntos.

À Gabriela Castiglioni pela paciência durante os anos de amizade e pelos ensinamentos diários sobre empatia, compaixão e altruísmo.

Ao Danilo Alonso Maestre Filho, pelas batalhas vencidas e as que vencerá, pela equanimidade e equidade das atitudes rotineiras embaladas pela trilha do coração.

Ao meu orientador, Professor Paulino, pela paciência e ensinamentos inspiradores.

Para finalizar agradeço ao Caco, por me fazer, ainda, crer no improvável e quase inverossímil.



## **RESUMO**

O objetivo do presente estudo é planejar o arranjo físico de uma nova fábrica de óculos que iniciará operações em 2018. O novo negócio será gerido pela empresa que o autor trabalha, uma companhia varejista que, até então, comprava e revendia as armações de marca própria. A decisão em verticalizar a produção foi impulsionada por fatores estratégicos. Houveram alguns fatores internos à organização e outros relacionados ao mercado ótico como um todo.

O planejamento do arranjo físico de uma fábrica é extremamente importante para garantir organização e fluência no fluxo de materiais e pessoas entre as atividades produtivas. A falta de planejamento do arranjo físico gera perdas à organização, já que possivelmente haverá necessidade de rearranjar máquinas, equipamentos e edifícios. As perdas são grandes, já que o rearranjo demanda recursos extras e gera improdutividade.

Para entregar o projeto de forma assertiva e eficiente, foi realizada uma revisão na literatura, a fim de encontrar informações chave para o desenvolvimento do estudo e os métodos mais eficazes para embasar o trabalho. Posteriormente, o método SLP, proposto por Richard Muther, foi aplicado na prática e embasou o resultado deste estudo.

Palavras-chave: Arranjo Físico. Fábrica de Armações de Óculos.



## **ABSTRACT**

The objective of this study is to plan the plant layout of a new eyeglasses factory that will start operations in 2018. The new business will be managed by the company that the author works, a retail company that until then had bought and resold its own brand eyeglasses. The decision to verticalize production was driven by strategic factors internal to the organization and others related to the optical market as a whole.

The plant layout of a factory is extremely important to ensure organization and fluency in the flow of materials and people between productive activities. The lack of planning the plant layout generates losses to the company, since it will possibly need rearrangements of machines, equipment and buildings, demanding extra resources and generating unproductiveness.

To deliver the project assertively and efficiently, a literature review was conducted to find the key information for the study's development and the most effective methods to support the work. Subsequently, the SLP method, proposed by Richard Muther, was applied in practice, performing the appropriate analysis methods and generating the result of this study.

Keywords: Plant Layout. Eyeglass Factory.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 - Elementos básicos do arranjo físico .....	36
Figura 2-2 - Fases do projeto de arranjo físico.....	38
Figura 2-3 - Arranjo físico posicional .....	39
Figura 2-4 - Arranjo físico funcional .....	40
Figura 2-5 - Arranjo físico linear .....	41
Figura 2-6 - Modelo de procedimento SLP .....	45
Figura 2-7 - Símbolos da carta de processos .....	46
Figura 2-8 - Carta de processos múltiplos.....	46
Figura 2-9 - Carta de-para .....	47
Figura 2-10 - Representação da intensidade no diagrama de inter-relações .....	48
Figura 2-11 - Exemplo de diagrama de inter relações.....	48
Figura 2-12 - Exemplo de diagrama de inter-relações entre espaços .....	50
Figura 4-1 - Classe sem atributos .....	63
Figura 4-2 - Classe acetato pintado .....	63
Figura 4-3 - Classe lente vazada.....	64
Figura 4-4 - Classe ponte de metal .....	64
Figura 4-5 - Classe haste metal/acetato .....	64
Figura 4-6 - Classe detalhes metalicos .....	65
Figura 4-7 - Classe ponte vazada .....	65
Figura 4-8 - Classe detalhe em madeira .....	65
Figura 4-9 - Carta de processos .....	68
Figura 4-10 – Diagrama de Intensidade de fluxo .....	69
Figura 4-11 - Diagrama de inter ligações preferenciais .....	70
Figura 4-12 - Relações A (diagrama de inter-relaçoes) .....	71
Figura 4-13 - Relações E (diagrama de inter-relações).....	71
Figura 4-14 - Relações I (diagrama de inter-relações) .....	72
Figura 4-15 - Relações O, X e XX (diagrama de inter-relações) .....	72
Figura 4-16 - Procedimentos SLP: Espaço necessário.....	73
Figura 4-17 - Agulha charneira .....	80
Figura 4-18 -Tambores rotativos para acetato.....	82
Figura 4-19 - Terreno fábrica .....	84
Figura 4-20 - Diagrama de inter relações entre espaços .....	85

Figura 4-21 - Alternativa A: método do manuseio .....	86
Figura 4-22 - Alternativa B: recursos de armazenagem .....	87
Figura 4-23 - Alternativa C: serviços de suporte e serviços auxiliares .....	89
Figura 4-24 - Alternativa D .....	89
Figura 4-25 - Alternativa E .....	90
Figura 4-26 - AF Geral escolhido .....	93
Figura 5-1 - Acabamento: carta de processos .....	98
Figura 5-2 - Acabamento: intensidade do fluxo .....	99
Figura 5-3 - Acabamento: diagrama de inter-relações.....	100
Figura 5-4 - Acabamento: definição dos postos de trabalho .....	101
Figura 5-5 - Corte: carta de processos .....	102
Figura 5-6 - Corte: diagrama de inter-relações .....	103
Figura 5-7 - Corte: definição dos postos de trabalho.....	103
Figura 5-8 - Polimento: carta de processos.....	105
Figura 5-9 - Polimento: diagrama de inter-relações .....	105
Figura 5-10 - Polimento: definição dos postos de trabalho .....	106
Figura 5-11 - Preparação das chapas: carta de processos .....	107
Figura 5-12 - Preparação das chapas: intensidade dos fluxos .....	108
Figura 5-13 - Preparações das chapas: diagrama de inter-relações (intensidade A) .....	108
Figura 5-14 - Preparação das chapas: diagrama de inter-relações final .....	109
Figura 5-15 - Preparação das chapas: definição dos postos de trabalho.....	109
Figura 5-16 - Estoque de matérias prima: diagrama de inter-relações .....	111
Figura 5-17 - Estoque de matéria prima: disposição das prateleiras (A).....	111
Figura 5-18 - Estoque de produto pronto.....	112
Figura 5-19 - Tamboreamento: carta de processos .....	113
Figura 5-20 - Tamboreamento: diagrama de inter-relações.....	114
Figura 5-21 - Tamboreamento: diagrama de inter-relações de espaços .....	115
Figura 5-22 - Pintura: Definição dos postos de trabalho .....	116
Figura 5-23 - Corde lente: Definição dos postos de trabalho .....	117
Figura 5-24 - Encaixe charneira e haste: carta de processos .....	119
Figura 5-25 - Encaixe charneira e haste: diagrama de inter-relações .....	119
Figura 5-26 - Encaixe charneira e haste.....	120
Figura 6-1 - Arranjo geral e detalhado.....	121

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 2-1 - Curva P x Q suave .....	43
Gráfico 2-2 - Curva PxQ acentuada .....	44
Gráfico 4-1 - Diagrama P - Q.....	66
Gráfico 5-1 - Acabamento: diagrama P - Q .....	97



## LISTA DE TABELAS

Tabela 3-1 - Fábricas brasileiras .....	54
Tabela 3-2 - Avaliação das fábricas brasileiras.....	56
Tabela 4-1 - Código por atividade.....	69
Tabela 4-2 - Estoque de matéria prima: acetato .....	74
Tabela 4-3 - Estoque de matéria prima: lentes .....	74
Tabela 4-4 - Estoque de matéria prima: outros .....	75
Tabela 4-5 - Preparação das chapas: maquinas .....	75
Tabela 4-6 - Preparação das chapas: bancadas.....	76
Tabela 4-7 - Corte do acetato: maquinas.....	76
Tabela 4-8 - Acabamento: maquinas.....	77
Tabela 4-9 - Acabamento: bancadas .....	77
Tabela 4-10 - Polimento: politrizes .....	78
Tabela 4-11 - Pintura: equipamentos.....	79
Tabela 4-12 - Corte de lentes: maquinas .....	80
Tabela 4-13 - Encaixe charneira e haste: maquinas .....	81
Tabela 4-14 - Expedição: equipamentos .....	81
Tabela 4-15 - Áreas por atividade .....	85
Tabela 4-16 - Fatores críticos .....	91
Tabela 4-17 - Definição das notas por fator .....	91
Tabela 4-18 - Definição das notas por fator (continuação) .....	92
Tabela 4-19 - Aplicação de notas para as alternativas de AF geral .....	92
Tabela 5-1 - Atividades que envolvem o fluxo de materiais.....	95
Tabela 5-2 - Priorização de atividades .....	96
Tabela 5-3 - Acabamento: descrição dos processos .....	98
Tabela 5-4 - Corte: descrição das atividades .....	102
Tabela 5-5 - Preparação das chapas: atividades .....	107
Tabela 5-6 - Descrição dos equipamentos.....	110
Tabela 5-7 - Etapas do tamboreamento .....	113
Tabela 5-8 - Encaixe charneira e haste: atividades .....	118



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização do problema .....</b>	<b>25</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivo do trabalho.....</b>	<b>26</b>
	<i>1.2.1 Impactos do plano de ação .....</i>	<i>26</i>
<b>1.3</b>	<b>Descrição do estágio .....</b>	<b>28</b>
<b>1.4</b>	<b>Descrição da empresa .....</b>	<b>30</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBILOGRÁFICA .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1</b>	<b>Introdução ao arranjo físico .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2</b>	<b>Fundamentos do arranjo físico .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3</b>	<b>Tipos de arranjo físico .....</b>	<b>38</b>
	<i>2.3.1 Posicional ou por posição fixada .....</i>	<i>38</i>
	<i>2.3.2 Funcional ou por processo .....</i>	<i>39</i>
	<i>2.3.1 Linear ou por produto.....</i>	<i>40</i>
	<i>2.3.2 Celular ou por célula de manufatura.....</i>	<i>41</i>
<b>2.4</b>	<b>Seleção de arranjo físico .....</b>	<b>42</b>
<b>2.5</b>	<b>Procedimentos do SLP .....</b>	<b>44</b>
	<i>2.5.1 Fluxo de Materiais.....</i>	<i>45</i>
	<i>2.5.2 Diagrama de inter-relações .....</i>	<i>47</i>
	<i>2.5.3 Determinação dos espaços .....</i>	<i>49</i>
	<i>2.5.4 Geração de alternativas.....</i>	<i>50</i>

2.5.5 Seleção das alternativas .....	51
<b>2.6 Arranjo físico geral e detalhado.....</b>	<b>52</b>
<b>3 SITUAÇÃO ATUAL .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1 Mercado de fornecedores brasileiros.....</b>	<b>53</b>
<b>3.2 Relação com fornecedor.....</b>	<b>55</b>
<b>3.3 Estratégia e margem de lucro.....</b>	<b>58</b>
<b>3.4 Saída do fornecedor principal .....</b>	<b>59</b>
<b>3.5 Levantamento de dados .....</b>	<b>60</b>
<b>4 ARRANJO FÍSICO GERAL.....</b>	<b>61</b>
<b>4.1 Diagrama P – Q .....</b>	<b>62</b>
<b>4.2 Fluxo de materiais .....</b>	<b>66</b>
<b>4.3 Diagrama de inter-relações.....</b>	<b>68</b>
<b>4.4 Determinação dos espaços – Espaços necessários.....</b>	<b>72</b>
<i>4.4.1 Estoque de matéria prima .....</i>	73
<i>4.4.2 Preparação das chapas .....</i>	75
<i>4.4.3 Corte do acetato .....</i>	76
<i>4.4.4 Acabamento .....</i>	77
<i>4.4.5 Polimento.....</i>	78
<i>4.4.6 Pintura.....</i>	78
<i>4.4.7 Sala gerente.....</i>	79
<i>4.4.8 Estoque de produto acabado.....</i>	79

4.4.9 <i>Corte de lente</i> .....	80
4.4.10 <i>Encaixe charneira e haste</i> .....	80
4.4.11 <i>Expedição</i> .....	81
4.4.12 <i>Tamboreamento</i> .....	81
4.4.13 <i>Dimensionamento e prototipação</i> .....	82
4.4.14 <i>Administrativo</i> .....	83
4.4.15 <i>Outros</i> .....	83
<b>4.5 Determinação dos espaços: espaço disponível</b> .....	<b>84</b>
<b>4.6 Determinação dos espaços: diagrama de inter-relações de espaços</b> .....	<b>84</b>
<b>4.7 Geração de Alternativas</b> .....	<b>86</b>
4.7.1 <i>Métodos de manuseio</i> .....	86
4.7.2 <i>Recursos de armazenagem</i> .....	86
4.7.3 <i>Necessidade do pessoal</i> .....	87
4.7.4 <i>Serviços de suporte e serviços auxiliares</i> .....	88
4.7.5 <i>Procedimentos e controle</i> .....	90
<b>4.8 Seleção das alternativas</b> .....	<b>91</b>
<b>5 ARRANJO FÍSICO DETALHADO</b> .....	<b>95</b>
<b>5.1 Acabamento</b> .....	<b>96</b>
5.1.1 <i>Diagrama P – Q</i> .....	96
5.1.2 <i>Fluxo de materiais</i> .....	97
5.1.3 <i>Diagrama de inter-relações</i> .....	99

<i>5.1.4 Determinação dos espaços.....</i>	100
<b>5.2 Corte .....</b>	<b>101</b>
<i>5.2.1 Diagrama P – Q .....</i>	101
<i>5.2.2 Fluxo de materiais.....</i>	102
<i>5.2.3 Diagrama de inter-relações .....</i>	102
<i>5.2.4 Determinação dos espaços.....</i>	103
<b>5.3 Polimento.....</b>	<b>104</b>
<i>5.3.1 Diagrama P – Q .....</i>	104
<i>5.3.2 Fluxo de materiais.....</i>	104
<i>5.3.3 Diagrama de inter-relações .....</i>	105
<i>5.3.4 Determinação dos espaços.....</i>	105
<b>5.4 Preparação das Chapas.....</b>	<b>106</b>
<i>5.4.1 Diagrama P – Q .....</i>	106
<i>5.4.2 Fluxo de materiais.....</i>	106
<i>5.4.3 Diagrama de inter-relações .....</i>	107
<i>5.4.4 Determinação dos espaços.....</i>	109
<b>5.5 Estoque de matéria prima.....</b>	<b>110</b>
<i>5.5.1 Diagrama P - Q.....</i>	110
<i>5.5.2 Diagrama de inter-relações .....</i>	110
<i>5.5.3 Determinação dos espaços.....</i>	111
<b>5.6 Estoque de produto acabado .....</b>	<b>112</b>

<b>5.7 Tamboreamento .....</b>	<b>112</b>
<i>5.7.1 Diagrama P - Q .....</i>	<i>113</i>
<i>5.7.2 Fluxo de materiais .....</i>	<i>113</i>
<i>5.7.3 Diagrama de inter-relações.....</i>	<i>114</i>
<i>5.7.4 Determinação dos espaços .....</i>	<i>114</i>
<b>5.8 Pintura .....</b>	<b>115</b>
<i>5.8.1 Diagrama P – Q.....</i>	<i>115</i>
<i>5.8.2 Fluxo de materiais .....</i>	<i>115</i>
<i>5.8.3 Determinação dos espaços .....</i>	<i>116</i>
<b>5.9 Corte lente.....</b>	<b>116</b>
<b>5.10 Encaixe charneira e haste.....</b>	<b>117</b>
<i>5.10.1 Diagrama P – Q.....</i>	<i>118</i>
<i>5.10.2 Fluxo de materiais .....</i>	<i>118</i>
<i>5.10.3 Diagrama de inter-relações.....</i>	<i>119</i>
<i>5.10.4 Determinação dos espaços .....</i>	<i>119</i>
<b>6 Conclusão.....</b>	<b>121</b>
<b>7 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>123</b>



## **1 INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado na empresa GlassesCo, durante o estágio acadêmico do autor. No presente capítulo são apresentados a contextualização do problema, o objetivo do trabalho, o estágio e a empresa, afim de esclarecer ao leitor o que motivou a realização do estudo.

A empresa lócus deste trabalho está inserida no mercado varejista, oferecendo armações de óculos solares e de grau à seus clientes. Para preservar a exposição de dados e situações íntimas à organização, trataremos o ambiente do estudo pelo nome fictício de Glasses Company.

### **1.1 Contextualização do problema**

Em visita a Expoabiótica 2017, feira organizada pela Associação Brasileira da Indústria Óptica com o intuito de unir pessoas deste nicho para troca de conhecimentos e informações sobre o mercado, pode-se perceber que o problema da falta de fabricantes de armações no país é sentido por todos deste ambiente.

As soluções para este problema é geralmente tratada com os seguintes planos de ação: importando o produto acabado, importando partes do produto para montagem no Brasil, produzindo através da injeção de plásticos em moldes (este tipo de processo de fabricação é mais fácil de se encontrar) ou verticalizando a produção.

Estas buscas por opções alternativas de fornecimento de armações, garantem qualidade e possibilitam melhor gestão às empresas, que conhecem a situação contemporânea do mercado de fornecedores brasileiros, e preferem soluções mais práticas e eficazes.

Dentre as alternativas mais comuns no mercado, duas delas vão na contramão dos pilares motivacionais da Glasses Company, que incluem o fomento à indústria nacional e a entrega de qualidade e design por um preço acessível. Isso faz com que duas das alternativas, a importação do produto ou a confecção de armações injetáveis, fiquem fora do leque de opções da empresa.

Outra opção comum é a verticalização da produção. Tal alternativa é a menos comum dentre as três, pois se trata de uma estratégia mais arriscada, que demanda maior investimento de recursos para torná-la eficaz. A verticalização nunca foi um projeto integrante da carteira

de projetos da GlassesCo, já que inicialmente o foco para a inserção de uma nova marca no varejo demandava todos os recursos da companhia. O projeto da fabricação própria está presente nas pautas do comitê estratégico desde o início da organização, porém apenas no ano de 2016 a equipe tomou a decisão de alocar os recursos necessários para que tal projeto fizesse parte da carteira ativamente.

## 1.2 Objetivo do trabalho

Para que se torne possível a realização de um trabalho com robustez para ser aplicado na companhia, o autor, junto com o orientador, deste estudo optaram por analisar e gerar uma solução para o *layout* da nova fábrica.

A definição do arranjo físico tem como objetivo especificar a posição das máquinas nos espaços produtivos da planta, a fim de explorar de forma otimizada o espaço produtivo, garantir ergonomia no ambiente de trabalho e facilitar a gestão das atividades

### 1.2.1 Impacts do plano de ação

Verticalizar a produção se trata de um investimento arriscado que possui como objetivo principal o corte de um intermediário, o fabricante. O fornecedor é responsável pela transformação da matéria prima em produto final. Cortar este intermediário e optar em não terceirizar tal serviço significa passar a ter controle sobre a fabricação do produto e envolve mobilização de recursos da empresa para garantir o sucesso do projeto.

Terceirizar serviços é uma opção amplamente utilizada no mercado, pois garante a eliminação de uma responsabilidade por parte do contratante, já que ela é transferida para um terceiro. Desta forma os envolvidos neste processo definem especificações e políticas particulares em cada contrato. O acordo é importante para que a transferência de responsabilidades não seja algo prejudicial a saúde dos envolvidos, garantindo que requisitos chave sejam atendidos pela parceria.

No entanto há um custo envolvido na relação. Como o contratado necessita ter sustentabilidade no mercado e entrega valor ao cliente ao se responsabilizar por todas as operações produtivas, o preço de venda do serviço é maior do que seria se a opção fosse realizá-lo internamente.

Neste contexto, e levando em conta que um dos problemas da GlassesCo é a margem de lucro que deve ser incrementada, podemos entender o plano de ação também como uma estratégia para a alavancagem dos ganhos financeiros.

Duas estratégias podem ser adotadas para aumentar a margem de ganho sobre a venda de produtos: aumentar o preço final ou diminuir o custo. Como a companhia preza por vender produtos de qualidade com preço baixo aos seus clientes, sendo este um dos pilares motivacionais da ideação da empresa, a opção de aumentar o preço não é interessante.

Investir na verticalização permitirá redução significativa no custo, gerando uma economia de 33% por produto. Além de redução de custos, a verticalização da produção confere outras vantagens à organização varejista. Para a GlassesCo, se responsabilizar pela produção significa ser dono de todos os processos do ciclo de vida do produto antes de chegar ao cliente final, desde a chegada da matéria prima na fábrica.

Isso envolve a aquisição de muitas responsabilidades diferentes das comumente realizadas pela empresa, como: relação com fornecedor de matéria prima (MP), processos fabris que envolvem desde a chegada da MP até seu armazenamento no estoque de produtos acabados e envio dos produtos prontos para um centro de distribuição (CD).

Apesar destas responsabilidades significarem maiores obrigações e investimento de mais recursos para que elas sejam realizadas com excelência, verticalizar também significa ter controle sobre os processos. Controlar os processos fabris e logísticos que a verticalização engloba, permite analisar e entender causas raízes de problemas que a terceirização não permite alcançar.

Desta forma as reprovações dos produtos finais por controle de qualidade tendem a diminuir no longo prazo, já que a empresa poderá entender detalhes dos causadores do problema, podendo assim atacá-los diretamente. Assim, o controle dos processos de fabricação permitirá que a qualidade do produto final possa ser avaliada e refinada em cada lote de produção.

Outra vantagem da verticalização, consiste no controle do tempo de fabricação e da movimentação entre fábrica e CD. Entender e acompanhar o tempo da produção das armações e a logística de entrega das mesmas, faz com que a previsão de recebimento do produto final seja mais assertiva. Isso implica em total controle da companhia sobre os lotes que serão

recebidos no Centro de Distribuição, embasando e facilitando o planejamento e a gestão do estoque.

Controlar a produção é gerir a capacidade fabril e o momento de aumentá-la ou mantê-la constante. A priori a capacidade de produção deve conseguir atender a demanda da GlassesCo no mercado. Sendo assim, independente do modelo de negócio escolhido, e de como ele influencia no volume de vendas, a fábrica deve conseguir atender todos os canais de vendas utilizados pela marca.

O aumento do volume de vendas reflete em incremento na receita e no lucro, gerando assim recursos que por sua vez podem ser alocados nas direções mais interessantes à estratégia.

Para finalizar a exposição das melhorias geradas pela verticalização da produção, pode-se entender como o principal motivador do plano de ação, perda do fornecedor principal, será atacado. Quando a fabricação é feita por terceiros, a organização torna-se suscetível à instabilidade do mercado, fazendo com que mudanças estratégicas por parte dos fornecedores possam se desdobrar em grandes problemas aos varejistas. A verticalização torna a fabricação independente, fazendo com que mudanças estratégicas ou saída de terceiros do mercado fabril não impacte diretamente na gestão da marca.

### 1.3 Descrição do estágio

O autor iniciou o estágio na organização em março de 2015. Inicialmente, foi alocado para a criação de uma equipe de *business intelligence (BI)*, onde gerava e criava indicadores e ferramentas que serviam como base das decisões estratégicas do negócio.

A experiência na companhia pode ser dividida em três etapas, chamadas de *(I) Levantamento de Dados, (II) Geração de Indicadores e (III) Visão Estratégica*. A inteligência de negócios da Glasses Company encontra-se dentro da área de operações, porém o motivador da divisão em etapas encontra-se nas competências destinadas ao autor quanto às suas responsabilidades organizacionais.

Na etapa de Levantamento de Dados, o trabalho encontrava-se basicamente na criação de base de dados robustas, já que os sócios não haviam ainda se empenhado em organizar os inputs que se desdobrariam em análises de tomadas de decisão. A equipe de B.I da qual o

autor fazia parte, era composta por uma pessoa: o próprio estagiário, que respondia diretamente à um dos sócios, o diretor financeiro. Nesta etapa, juntamente com a criação das bases, foram atribuídas tarefas gerenciais de controle de estoque, previsão de demanda, criação de ferramentas que suportam às bases de dados além de ser iniciado um projeto de *Client Relationship Management (CRM)*.

A mudança da primeira para a segunda fase do estágio teve como estopim a contratação de um engenheiro em janeiro de 2016, que chegou à empresa para disseminar sua experiência em grandes corporações do setor varejista brasileiro. Com a chegada, o estagiário passou a tratar diretamente com ele e não mais com o sócio. As anteriores experiências do engenheiro no varejo serviram para a melhoria das métricas criadas na etapa de Levantamento de Dados.

Após a virada de página para este novo patamar, onde foi possível enxergar com mais clareza o retrato da área de operações da empresa, as atividades destinadas ao estagiário passaram a ser focadas na geração de indicadores para posterior análise. Nesta etapa a geração de dados era o ponto principal do estágio, que também incluía a criação de ferramentas de otimização do tempo, tanto para o *backoffice* quanto para o *frontoffice* da corporação.

Em novembro do ano de 2016 um novo sócio começou a trabalhar dentro da Glesses Company, e está neste fato o motim pela última troca de etapa. O novo integrante da equipe chegou com a responsabilidade de juntar as pontas que antes estavam soltas, já que a comunicação e união entre as áreas não era presente na cultura dos antigos sócios.

Com o novo diretor, as responsabilidades do estagiário passaram a ser não só a geração de dados e criação de ferramentas de otimização, como também o entendimento e mapeamento de toda a área de operações, análise dos dados gerados e participação nas decisões estratégicas da companhia, tratando diretamente com o novo sócio e com o engenheiro.

Em conversas entre as áreas, principalmente após o fechamento do ano de 2016, os executivos da companhia concordaram que o investimento em iniciar uma operação em fábrica própria seria um importante avanço estratégico, e motivaram a realização do presente trabalho pelo autor.

#### 1.4 Descrição da empresa

Para esclarecer os passos subsequentes do estudo, será realizada uma breve descrição da companhia, buscando enunciar o mercado inserido, história, principais características e fatos relevantes destes primeiros quatro anos de atividade.

A empresa estudada está inserida no varejo de óculos, sendo assim o coração do negócio encontra-se na venda de óculos solares e de grau. A organização começou quando três amigos tiveram a ideia de diminuir a distância do Brasil que queremos ao Brasil que vivemos.

Os três envolvidos eram clientes do mercado de óculos e não estavam satisfeitos com a experiência de compra, preços abusivos, atendimento e qualidade do produto oferecido pelas empresas brasileiras. Notavam, com tristeza, que as experiências internacionais no varejo eram muito mais agradáveis e dedicadas aos clientes.

Decidiram então criar um ambiente onde o consumidor pudesse ter uma experiência de compra diferenciada e acessível em solo nacional. Para isso buscaram oferecer excelência no atendimento e produtos de qualidade e design, que não alimentasse a ideologia do estrangeiro, deixando distante o inconsciente enaltecedor do gramado vizinho.

Com esta ideologia e missão, a marca se propõe a valorizar o mercado industrial brasileiro, produzindo dentro do país. O propósito da marca é muito presente em qualquer canal de comunicação com os consumidores, tendo como slogan o “Feito no Brasil”. Nos pontos de venda, caso o cliente não conheça a marca, os funcionários são intensamente treinados para deixar claro a procedência da matéria prima e o porquê da frase “Feito no Brasil” estampar os uniformes da equipe.

A GlassCo iniciou sua jornada no varejo em agosto de 2012, operando exclusivamente no mercado online. Dessa forma, com um time muito enxuto e os esforços voltados para o eCommerce, os diretores deixaram a marca mostrar seu potencial em três anos de vendas online, para posteriormente investirem em pontos físicos de venda.

após à decisão da criação da marca, observou-se a necessidade de encontrar matéria prima e fornecedores capacitados para garantir o propósito da companhia, ou seja, como produzir um produto de qualidade dentro do Brasil.

Foram realizadas pesquisas sobre os possíveis materiais e processos para a fabricação das armações e chegou-se a conclusão de que o acetato seria o material mais adequado para o mercado em questão, trabalhado através do corte de chapas desta matéria prima.

O acetato é uma matéria prima renomada em termos de qualidade no mercado ótico, e tal fama se deu por suas características físicas: ele é hipoalérgico, flexível, forte e leve. Além de permitir diferentes tipos de acabamento e utilizar-se de recursos renováveis para sua fabricação.

No processo decisório, outra opção da combinação matéria prima e forma de fabricação foram levada em conta. Tal combinação seria a injeção de plástico em moldes de metal ou aço inoxidável para a confecção dos óculos. Este método de produção é o mais comum no mercado, pois oferece custos baixos na fabricação de grandes lotes.

Um limite intrínseco à este tipo de produção, encontra-se na qualidade. É unânime que a fabricação de óculos através da injeção de plásticos em moldes possui qualidade inferior quando comparada ao corte do acetato.

Definido o tipo de material, buscou-se a melhor fonte desta matéria prima, e a resposta não foi difícil de se encontrar, já que o acetato italiano além de ser o mais conhecido no mercado, é o de melhor qualidade.

Este tipo de matéria prima e tratamento da mesma para a produção do produto final é utilizada até hoje na companhia. O resultado dessa decisão está satisfazendo os diretores e investidores da organização, que pretendem manter os diferenciais em qualidade e design passados ao cliente final. O público reconhece estes diferenciais da marca, e valoriza o outro pilar da empresa, que preza pelo fomento à indústria nacional.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção busca enunciar as teorias que embasam os métodos de análises e planos de ação que serão aplicados ao caso. Assim serão expostas as teorias principais à respeito do arranjo físico, que será abordado mais adiante conforme a visão de escritores e acadêmicos renomados no assunto que permeia o trabalho.

### 2.1 Introdução ao arranjo físico

O arranjo físico de operações produtivas busca definir o posicionamento físico dos recursos de transformação. Recursos de transformação são entendidos como processos (máquinas, montagem, ajustes entre outros) sofridos pelos recursos transformados (materiais e/ou informações) que, após diversas etapas de processamento, se transformam em um produto final. Ainda, de acordo com Carlos Alberto Garcia (2002) o layout consiste na sistematização de um estudo que busca otimizar a combinação das instalações industriais que concorrem à produção em um espaço disponível. Assim, definir o arranjo resume-se em alocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoas da produção.

Toda organização deve tomar decisões quanto ao seu arranjo físico. Desde uma fábrica de componentes motores, que necessita definir como as construções, máquinas e pessoas estarão dispostas na área de produção, até uma agência de marketing, onde a definição da disposição de mesas, cadeiras e espaços para reunião devem ser projetadas. Desta forma, observa-se que em qualquer lugar que haja movimentação de materiais, informações, pessoas ou equipamentos, é necessário entender e estudar o arranjo físico.

Como pode-se perceber no exemplo mencionado, parece que uma fábrica de componentes motrizes possui o arranjo físico como fator mais crítico do que a agência. Isso realmente acontece. A importância do layout varia de acordo com a organização, dependendo de diversos fatores, sendo que os principais são: o tipo de produto/serviço oferecidos e o volume de produção. Logo, projetar o arranjo da planta significa mitigar, ou solucionar, problemas na disposição de equipamentos e pessoas.

A organização e disposição dos recursos transformadores afetam diretamente a maneira pela qual as matérias fluem pela operação, como escreveram Slack, Johnston, & Chambers (2002). Assim, observa-se que mudanças relativamente pequenas na localização de recursos

podem afetar diretamente no fluxo da operação. Interferir neste fluxo implica em impactos em custo, tempo e na eficácia geral da operação, gerando resultados significativos na produção.

Nesta perspectiva, Richard Muther (1978) diserta sobre a importância do planejamento do arranjo físico para evitar perdas em organizações. A instalação de equipamentos, edifícios e máquinas sem planejamento, demanda rearranjos com a intenção de encontrar disposição satisfatória para os atributos em questão. O rearranjo geralmente significa perdas com ociosidade de máquinas, equipamentos e pessoas, além de algumas vezes demandar demolição de paredes e estruturas para posterior reconstrução.

Slack, Johnston & Chambers (2002) reiteram estas dificuldades na mudança de arranjo físico, enfatizando que esta atividade é difícil e de longo prazo, devido as dimensões físicas dos recursos de transformação movidos. O rearranjo interrompe o fluxo do processo, resultando em insatisfação dos clientes e perdas na produção. Ainda, o arranjo físico mal planejado pode levar a fluxos longos e confusos de processamento, estoques intermediários desnecessários, operações inflexíveis e altos custos.

Assim como um arranjo físico mal planejado implica em problemas para a organização, a assertividade em seu planejamentos resulta em ganhos em eficiência e eficácia à corporação. Por isso é imprescindível que a tomada de decisão quanto ao arranjo físico de uma empresa, por mais trivial que possa parecer, seja sempre justificada. À luz de Richard Muther (1955) pode-se definir seis princípios do planejamento do arranjo físico:

1. Integração total – o arranjo físico é mais eficiente quando há integração de operários, materiais, equipamentos, atividades de suporte e outras considerações relevantes, resultando num melhor comprometimento dos recursos.
2. Mínima distância movida – o arranjo físico é mais eficiente quando garante a movimentação dos materiais seja a mínima possível entre as operações.
3. Fluxo – o arranjo físico é melhor quando a área de trabalho é organizada de acordo com a ordem de processamento dos materiais.
4. Espaço cúbico – é possível obter economia utilizando todas as dimensões da área, inclusive o espaço vertical.
5. Satisfação e segurança – o arranjo físico é melhor se planejado de forma a oferecer segurança aos trabalhadores.

6. Flexibilidade – o arranjo físico é mais eficaz se puder ser ajustado e rearranjado ao menor custo e inconveniência.

Pelas referências utilizadas anteriormente percebe-se que na contemporaneidade ainda utiliza-se muita literatura antiga, produzida a mais de 30 anos. Isto ocorre, pois, o primeiro modelo de planejamento de *layout* foi desenvolvido por Richard Muther em 1978, o Sistema SLP (*Sistematic Layout Planing*). Tal sistema consiste na divisão do planejamento em fases e estruturação de um programa detalhado para projetar um arranjo físico. O método busca a otimização no fluxo de materiais.

Após os estudos de Muther, outros autores desenvolveram estudos afim de projetar *layouts* eficientes. Desses estudos resultaram alguns softwares de auxílio ao projeto de arranjo físico. Apesar dessas ferramentas terem sido desenvolvidas para facilitar o planejamento do *layout*, elas não costumam se aplicar na prática. Isso ocorre por alguns motivos tais como: demanda de mão de obra especializada, tempo de introdução e resposta das ferramentas, não fornecimento da solução ótima e falta de conhecimento das organizações sobre os programas.

Por isso, apesar de o modelo SLP ter sido desenvolvido a quase quarenta anos, ele encontra grande aceitação pelas empresas e universidades, gerando resultados satisfatórios aos projetos.

## 2.2 Fundamentos do arranjo físico

Afim de iniciar o estudo do *layout* é necessário entender os conceitos básicos que irão mapear o projeto como um todo. Segundo Muther (1978) há cinco elementos essenciais para garantir que alguns princípios básicos sejam atendidos. São eles: produto, quantidade, roteiro, serviços de suporte e tempo.

**Figura 2-1 - Elementos básicos do arranjo físico**

P	Produto (material)
Q	Quantidade (volume)
R	Roteiro (sequência do processo de fabricação)
S	Serviços de suporte
T	Tempo

**Fonte:** Richard Muther (1978)

- Produto (P): consiste naquilo que é produzido pela fábrica ou área analisada, envolvendo a matéria prima utilizada, peças montadas ou tratadas e as mercadorias acabadas. Produtos podem ser tratados como itens, modelos, formas, número de peças, grupos e etc.
- Quantidade (Q): montante do produto produzido, fornecido ou utilizado. Tal montante pode ser expresso em peso, volume, número de peças e ainda por valor da quantidade produzida ou vendida.
- Roteiro (R): os processos, operações, equipamentos e sequência. Pode ser expresso por cartas de processo, gráficos de fluxo, listas de operações e equipamentos entre outros.
- Serviços de suporte (S): atividades e recursos que devem atender a área em questão e dar-lhe condições de funcionamento efetivo. Inclui sanitários, ferramentaria, manutenção e reparo de máquinas, setores de expedição e recebimento, primeiros socorros e etc. Juntos, tais serviços podem ocupar uma área relativamente grande da planta.
- Tempo (T): prazos e frequências envolvem este elemento. É importante entender os tempos de operação para projetar o número de máquinas que atenderá a demanda. É premissa para embasar o dimensionamento do espaço, mão de obra e balanceamento das operações. O ritmo de produção e as respostas dos serviços de suporte também fazem parte da medida tempo.

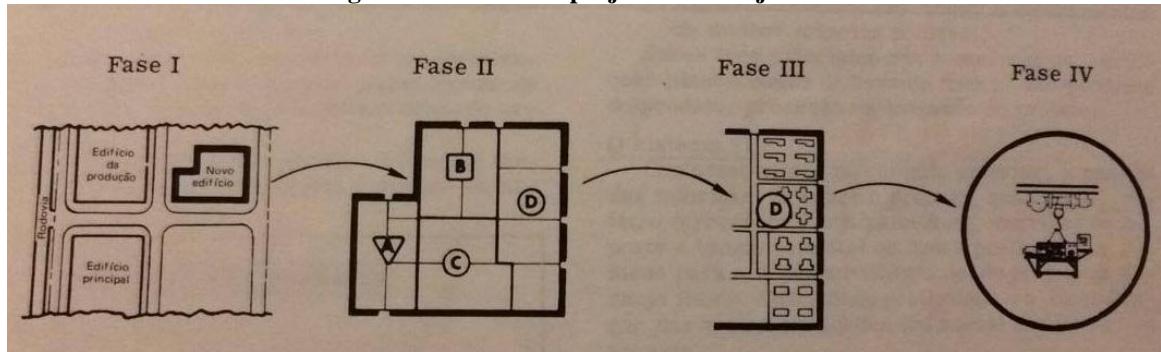
O autor ainda considera o planejamento do layout como um produto. O projeto de um produto vem da combinação de componentes e partes ou integrantes num resultado funcional, possuindo valor para o usuário já que pode ser vendido ou utilizado pelo cliente.

Sendo assim, o planejamento do layout pode ser entendido como a disposição adequada de diversos departamentos, áreas e atividades funcionais. Tal combinação de fatores gera valor quando é instalado para benefício dos usuários. O sistema SLP pode ser dividido em quatro fases: localização, arranjo físico geral, arranjo físico detalhado e implantação.

- Fase I – Localização: determina-se a área para qual será realizado o planejamento das instalações. Pode ser considerado um rearranjo em uma planta já existente, a utilização de uma parte da planta que poderia ser liberada, se será adquirido um novo prédio ou algum outro local pode ser aproveitado.
- Fase II - Layout Geral: é onde se estabelece posições relativas entre as diversas áreas. Nesta etapa os modelos de fluxo e as áreas são estudadas, criando-se inter-relações e configurando a área de forma grosseira.
- Fase III - Layout Detalhado: as máquinas e equipamentos são alocados na planta. É também nesta fase que são estabelecidas as características físicas detalhadas da área e inclui todos os suprimentos e serviços.
- Fase IV – Implantação: consiste no planejamento de cada passo da implementação do projeto. Tais passos percorrem desde a apropriação de capital, até a movimentação das máquinas, equipamentos e recursos, para que a instalação ocorra da maneira correta, conforme o plano de instalação.

As fases I e IV não serão detalhadas neste capítulo pois não são relevantes ao andamento do presente trabalho. Isso ocorre pois a fase I será um input da GlassesCo e a fase IV acontecerá a posteriori deste estudo. Além disso as fases II e III são consideradas o coração do arranjo físico, e é onde as análises e definições do layout são realizadas.

**Figura 2-2 - Fases do projeto de arranjo físico**



Fonte: Richerd Muther (1978)

## 2.3 Tipos de arranjo físico

Para Richard Muther (1978) existem três tipos básicos de arranjo físico, são eles: posicional (ou por posição fixada), funcional (ou por processo) e linear (ou por produto). No entanto, Slack (1996) enfatiza que há diversas maneiras diferentes para se arranjar os recursos de transformação. Porém o autor coloca que a maioria dos arranjos físicos derivam de quatro tipos principais, adicionando o arranjo físico celular (ou por célula de manufatura) aos três tipos básicos propostos por Muther. O arranjo físico celular surgiu em 1900, porém sua popularização ocorreu apenas na década de 90. Esta parte do capítulo busca enunciar estes quatro tipos e suas principais aplicações no mercado.

### 2.3.1 Posicional ou por posição fixada

Este tipo de arranjo físico se difere de todos os outros pois nele as estações de trabalho que são movimentadas até os materiais, ao passo, que nos outros tipos de layout são os materiais que se movimentam às estações de trabalho.

A aplicação deste tipo de arranjo ocorre geralmente na produção de produtos muito volumosos, o que torna a movimentação de pessoas e máquinas até o produto mais prática do que a movimentação do recurso transformado. A produção costuma ser em pequena quantidade.

Geralmente este tipo de arranjo físico é utilizado na produção de aviões, navios, pontes e outras produções onde manter o produto fixo e alocar os recursos de transformação é mais fácil do que o contrário.

**Figura 2-3 - Arranjo físico posicional**



**Fonte:** Página da web do Engeas

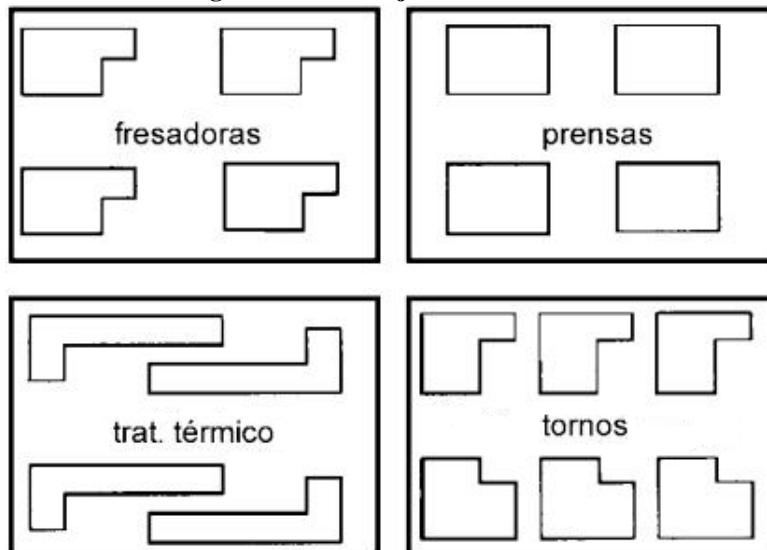
### *2.3.2 Funcional ou por processo*

O layout funcional foi a primeira lógica de arranjo físico de máquinas a surgir e, apesar do pioneirismo, ele ainda é facilmente encontrados nas empresas atuais. Nesta disposição os recursos (equipamentos e pessoas) são alocados de acordo com suas respectivas funções, isto é, os recursos transformadores se agrupam de acordo com o tipo de processo. Equipamentos e operadores que realizam processos similares ou possuem necessidades similares são comumente alocados no mesmo grupo funcional.

Neste tipo de disposição física o recurso transformado percorre um caminho de processo a processo, tornando possível a existência de diferentes roteiros de operação. Por esta característica, Corrêa e Corrêa (2004) considera que existe uma dicotomia no layout funcional. Ao mesmo tempo que ele privilegia a flexibilidade dos fluxos, permitindo que demandas de diferentes roteiros de operação sejam acomodadas, a eficiência do fluxo é prejudicada, pois as distâncias percorridas tendem a ser longas, aumentando o tempo de processamento.

Por isso este tipo de arranjo físico é encontrado em ambientes com grande variedade de produtos e sequências de operações. Os recursos são organizados em torno do processo, criando áreas especializadas na realização de determinadas etapas da produção. Este tipo de layout é geralmente encontrado em supermercados, bibliotecas e hospitais por exemplo.

**Figura 2-4 - Arranjo físico funcional**



**Fonte:** Elaborado pelo Autor

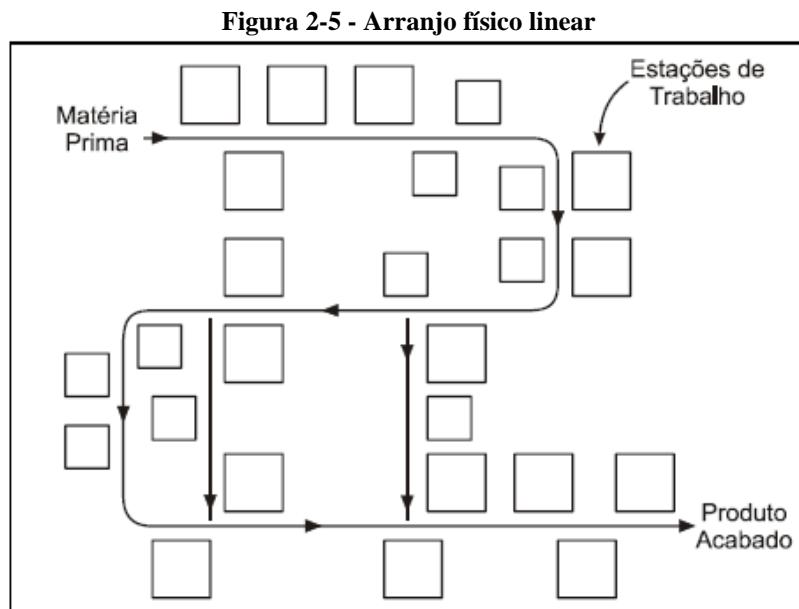
### 2.3.1 Linear ou por produto

Neste tipo de arranjo os recursos transformadores são organizados de acordo com a melhor conveniência ao recurso que está sendo transformado. Desta maneira o roteiro é previamente definido de tal forma que a sequência dos processos demandados coincida com a sequência na qual os recursos foram dispostos fisicamente.

Por esta característica o fluxo torna-se previsível, o que facilita sua análise e controle. No arranjo físico em linha de produção (ou montagem) o material é movimentado através das estações de trabalho, criando um fluxo unidirecional. De acordo com o espaço e o projeto este fluxo pode ser definido de diversas formas, sendo que as mais comuns são as formas de um “U”, “S”, “O” ou “L”.

Este tipo de layout é comumente utilizado para produtos únicos ou muito similares, onde a sequência de processos pode ser desenhada de forma contínua. Além disso, a linha de produção permite a fabricação em massa, sendo aconselhada para produção de grandes volumes, poucas variações e processos relativamente simples.

Vale ressaltar que este tipo de arranjo físico foi popularizado pela linha de montagem criada por Henry Ford, sendo que alguns dos princípios que nortearam a construção desta linha são ainda utilizados no planejamento de layouts contemporâneos. A disposição linear pode ser observada em linhas de manufatura, linhas de montagem, restaurantes *self service* entre outros.



**Fonte:** Página da web researchgate

### 2.3.2 Celular ou por célula de manufatura

Neste tipo de arranjo físico os recursos transformados são previamente selecionados para se movimentarem para uma parte específica da operação, ou seja, uma célula específica. Nesta célula todos os recursos transformadores para atender as necessidades imediatas de processamento se encontram.

A seleção dos recursos transformados ocorre pela divisão das peças ou produtos em famílias. Tais materiais devem possuir características físicas similares, exigindo assim operações de produção também similares.

A célula pode ser entendida como um conjunto de dois ou mais postos de trabalho distintos próximos uns dos outros. Dentro da célula o processo deve ser linear e há um número limite de peças a serem processadas.

Após passar por determinada célula um produto pode ou não seguir para outra. O arranjo físico celular busca alcançar eficiência e flexibilidade, tentando ordenar o complexo fluxo existente no layout por processo. Porém, uma desvantagem deste tipo de arranjo físico está na possibilidade de duplicação de recursos de transformação, já que este pode ser demandado em mais de uma célula de manufatura.

Hyer e Wemmerlov (2002) mostram que muitas empresas naquele ano estavam utilizando este tipo de disposição física. Cerca de 48% das organizações dos Estados

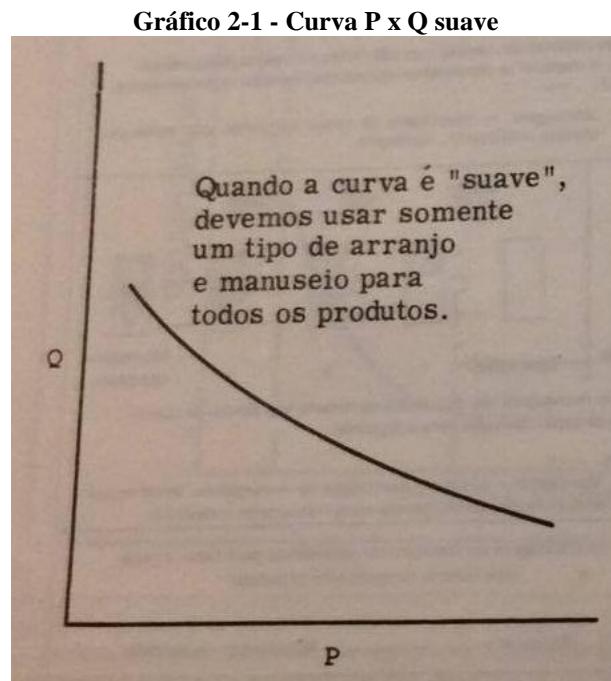
Unidos e Grã Bretanha utilizam o arranjo físico celular, sendo que em unidades fabris com mais de 100 funcionários este número cresce para 73%. Este tipo de organização física pode ser encontrado em algumas empresas manufatureiras de componentes de computadores, maternidades entre outros.

## 2.4 Seleção de arranjo físico

Para definir o tipo de layout, é necessário entender a inter-relação entre os elementos P (produto) e Q (quantidade). O diagrama P x Q busca identificar os produtos de rápida e lenta movimentação. Para prepará-lo é necessário classificar diversos produtos em determinados critérios. Após a classificação atribui-se a quantidade que será demandada de cada classe de produtos e organiza-se no diagrama as classes de forma decrescente.

Para quantificar os itens de cada classe, pode-se utilizar, além da demanda direta, medidas de volume, peso, valor monetário ou algum outro tipo de ponderação. A determinação da unidade dependerá dos tipos de produtos envolvidos e dos dados utilizados nas precisões e registros da empresa. Muitas vezes utiliza-se mais de um diagrama, com diferentes unidades de Q.

Após definidas as curvas produto x quantidade, analisa-se a suavidade da curva formada. Se a curva for suave, pode-se utilizar apenas um tipo de layout na planta. Caso contrário é recomendável utilizar mais que um.

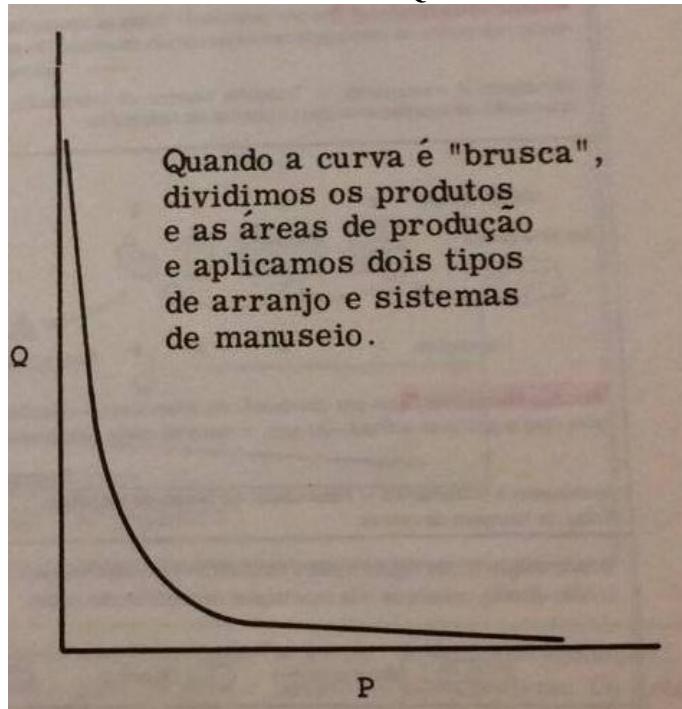


**Fonte:** Richard Muther (1978)

Para determinar o tipo de layout a ser utilizado, divide-se o diagrama P x Q em dois grupos:

1. Grande quantidade e pequena variedade: produtos de movimentação rápida (parte esquerda do Gráfico 2-1).
2. Grande variedade e pequena quantidade: produtos de movimentação lenta (parte direita do Gráfico 2-2).

Quando a curva é acentuada e há definição clara sobre os dois grupos, costuma-se utilizar layout linear para os produtos do grupo 1 e um dos outros tipos de layout para os produtos do grupo 2, dependendo de suas características. Caso a curva seja suave, o layout é escolhido de acordo com a classe de produtos representado pela parte central da curva.

**Gráfico 2-2 - Curva PxQ acentuada**

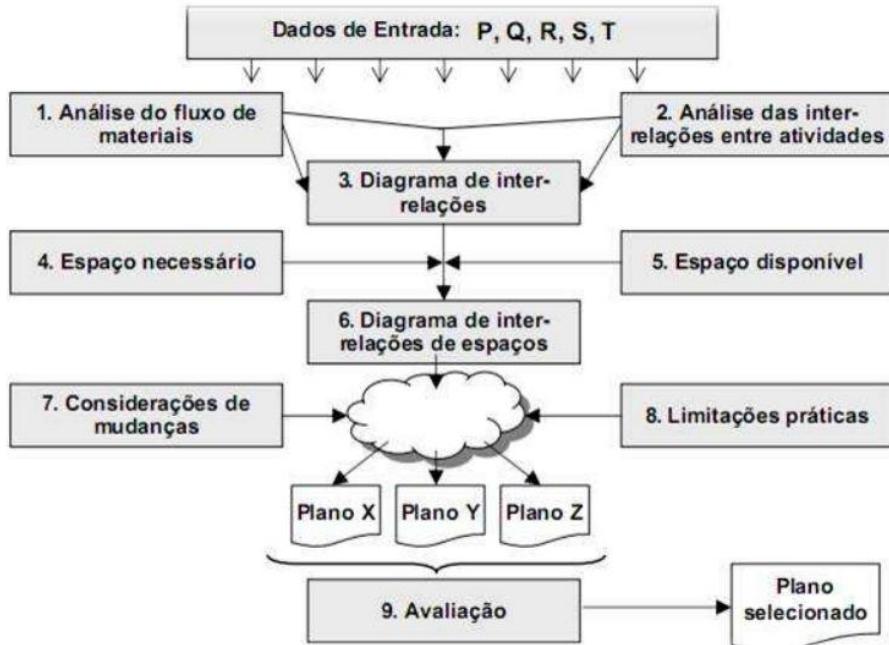
**Fonte:** Richard Muther (1978)

## 2.5 Procedimentos do SLP

O modelo SLP proposto por Muther (1978) possui caráter sistemático e os processos de planejamento são claramente divididos. Sendo assim além da divisão em fases já descrita, as duas fases que correspondem, praticamente, a todo o arranjo físico (fases II e III) possuem coordenadas segundo um modelo de procedimentos, que é o mesmo para as duas.

O modelo de procedimento, tem como objetivo a escolha da melhor alternativa de arranjo físico para ser posta em prática. O modelo busca entender as inter-relações entre diferentes atividades, os espaços necessários para cada uma delas, as adaptações destes espaços nas restrições da planta, a proposição de alternativas de arranjo físico e escolha de uma alternativa, ou uma combinação delas, para ser implementada. Tais fases estão representadas na próxima página e serão detalhadas nas próximas páginas.

**Figura 2-6 - Modelo de procedimento SLP**



**Fonte:** Richard Muther (1978)

### 2.5.1 Fluxo de Materiais

Para determinar o método de análise de fluxo, Muther sugere o diagrama P – Q como guia na escolha. São propostas três principais cartas de fluxos: carta de processos, carta de processos múltiplos e carta de-para. De acordo com o gráfico P – Q uma das três, ou uma combinação das duas primeiras, cartas de fluxo é selecionada para embasar a análise do fluxo de materiais.

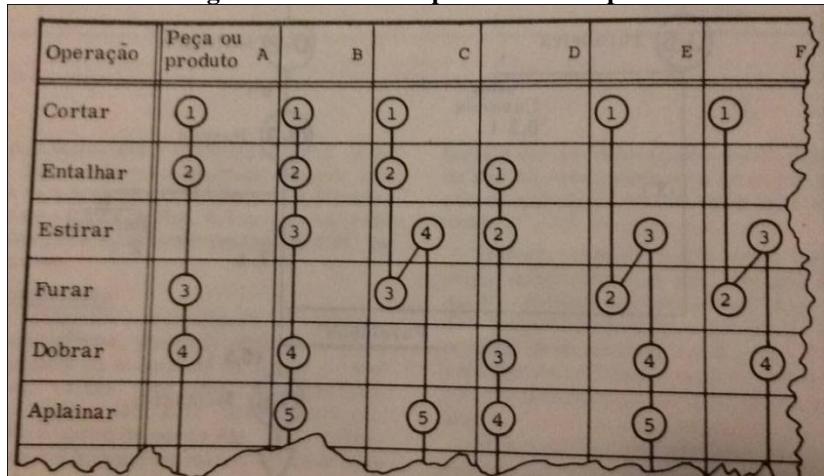
A carta de processos é utilizada em casos onde há produção de um ou poucos produtos em grande quantidade. Tal método consiste na descrição dos processos de fabricação através de um fluxograma, onde mapeia-se a produção desde a chegada da matéria prima até a expedição do produto acabado. Tal carta possui seu padrão de linguagem, e utiliza-se de símbolos para representar os diferentes processos internos.

**Figura 2-7 - Símbolos da carta de processos**

Símbolo	Ação	Resultado da ação
○	Operação	Fabrika ou executa
→	Transporte	Movimenta
□	Inspeção	Verifica
D	Espera	Interfere
▽	Armazena	Guarda

**Fonte:** Richard Muther (1978)

A carta de processos múltiplos é utilizada quando há diversos produtos com processos semelhantes e quando não há envolvimento de montagem e desmontagem. A confecção da carta é muito semelhante ao método anterior, porém os vários produtos são representados paralelamente em diferentes fluxos. As linhas representam os processos e as colunas os tipos de produto, como no exemplo a seguir.

**Figura 2-8 - Carta de processos múltiplos****Fonte:** Richard Muther (1978)

Em casos de muitos produtos ou itens, onde a carta de processos múltiplos ficaria com muitas colunas para se comparar numa só folha, orienta-se para agrupar os produtos ou utilizar-se de amostragens embasada em métodos estatísticos. Nos dois casos a análise resultante é uma das duas cartas de processo.

A última carta de fluxo sugerido pelo autor é a carta “de-para”. Este tipo de representação é utilizado apenas em casos onde haja muitos produtos diversificados, ou seja, a parte direita do gráfico P – Q. Para realiza-lo, lista-se todas as operações do processo produtivo e coloca-se

cada uma delas, na mesma ordem, nos eixos vertical e horizontal. Posteriormente completa-se a carta com os produtos que passam por cada etapa e os volumes passantes. O preenchimento consiste do que sai da operação que está na linha e vai para a operação que está na coluna.

**Figura 2-9 - Carta de-para**

		Cortar	Entalhar	Estirar	Furar	Dobrar	Aplainar
Para	De	1	2	3	4	5	6
Cortar	1	-	ABC 3	-	EF 2	-	-
Entalhar	2	-	-	BD 2	AC 2	-	-
Estirar	3	-	-	-	BOE F 4 C 1	-	-
Furar	4	-	-	CEF 3	-	A 1	-
Dobrar	5	-	-	-	-	-	BDE 3
Aplainar	6	-	-	-	-	-	-

Fonte: Richard Muther (1978)

### 2.5.2 Diagrama de inter-relações

As inter-relações entre atividades, como não se baseia no fluxo de materiais, não será enunciada no presente trabalho. O estudo busca analisar uma fábrica de manufatura, onde as atividades que não envolvem o fluxo de materiais são mínimas e não possuem representatividade significativa para serem analisadas e estudadas em particular.

No entanto é necessário apontar as diretrizes do diagrama de inter-relações, já que há a necessidade de estudá-lo com base na carta de fluxos desenvolvida na etapa anterior. Tal diagrama é alimentado pela quantificação dos fluxos já realizada. Esta análise não considera as dimensões dos espaços, sendo que o valor está na simplicidade do diagrama, que permite melhor visualização dos fluxos entre cada etapa do processo.

Para construir o diagrama deve-se simbolizar cada tipo de atividade de acordo com o enunciado da Figura 2-7, indicar cada atividade com um número ou letra e utilizar um código, embasado no número de linhas, para representar a intensidade dos fluxos.

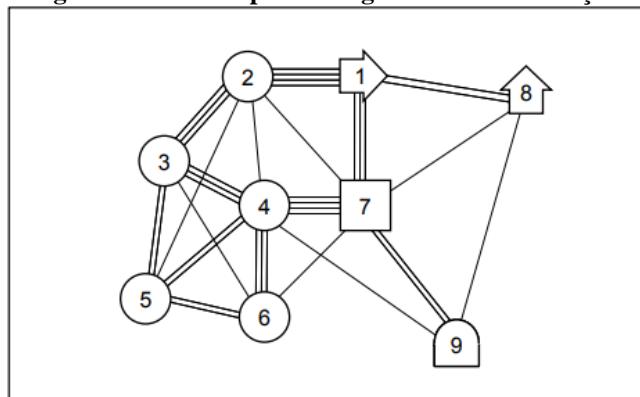
**Figura 2-10 - Representação da intensidade no diagrama de inter-relações**

Letras	Valor (nº)	Nº de linhas	Proximidade
A	4		Absolutamente necessário
E	3		Muito importante
I	2		Importante
O	1	/	Pouco importante
U	0		Desprezível
X	-1	\~\~\~	Indesejável
XX	-2 -3, -4, ?	\~\~\~\~\~\~	Extremamente indesejável

Fonte: Richard Muther (1978)

Inicia-se a construção do diagrama conforme a relevância da intensidade, ou seja, primeiramente representa-se as atividades com intensidade de relações A, até XX. O diagrama deve ser rearranjado a cada intensidade, para garantir clareza visual e diminuir as distâncias entre atividades que possuem alta relação uma com a outra.

Durante o preparo do diagrama é permitido deformar os símbolos e retirar conexões que não tem importância relativa ao projeto de arranjo físico, caso elas ocorram. Ao final desta etapa, obtém-se o diagrama de fluxo, onde as atividades consideradas no processo e suas relações são apresentadas, além da localização ótima resultante.

**Figura 2-11 - Exemplo de diagrama de inter relações**

Fonte: Richard Muther (1978)

### *2.5.3 Determinação dos espaços*

Esta etapa do modelo busca aplicar as análises feitas até o momento à área disponível na planta que está sendo estudada, estabelecendo áreas para cada atividade. Richard Muther (1978) acredita que o projeto de arranjo físico tem como o fator mais influente no resultado final o espaço físico disponível do que qualquer outro.

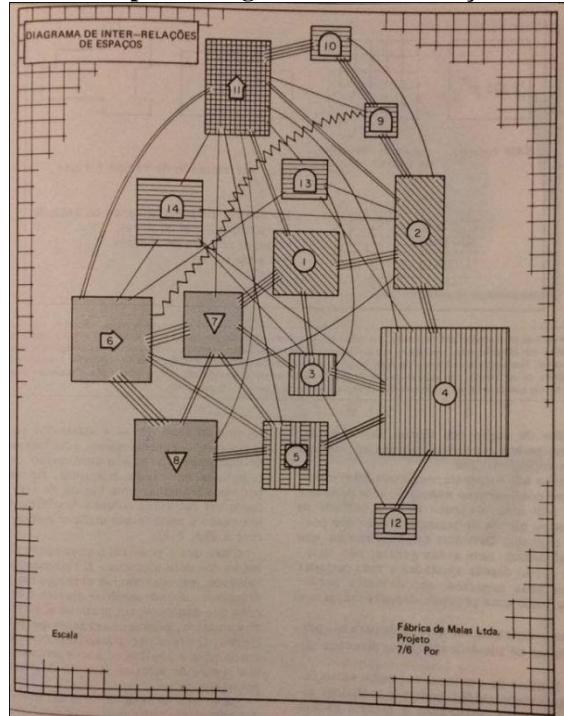
Em decorrência desta importância a determinação dos espaços deve ser realizada com cautela e o máximo possível de precisão. Para isso é preciso informações sobre as dimensões de máquinas e equipamentos, quantificando assim a área necessária para cada atividade definida no diagrama de fluxo realizado anteriormente. No primeiro momento faz-se o dimensionamento das áreas de atividade sem levar em consideração a planta disponível.

Definidos os espaços teóricos, a etapa seguinte consiste em compará-los com os espaços disponíveis. Caso as áreas definidas sejam menores do que a disponível deve-se balancear a utilização dos espaços e tomar medidas para adequação dos espaços disponíveis para receber cada atividade.

Após o dimensionamento dos espaços e balanceamento para adequação às áreas disponíveis da planta, desenvolve-se o diagrama de inter-relações entre espaços. Para prepará-lo embasa-se no diagrama de fluxos realizado anteriormente, porém, desta vez, considerando as áreas disponíveis para cada atividade.

As atividades permanecem com as mesmas numerações que possuíam no diagrama de fluxos, realizando ajustes no esquema para adaptar as restrições físicas da planta. O resultado deste diagrama é o que mostra a Figura 2-12, neste exemplo o projetista utiliza-se de um papel quadriculado para facilitar o dimensionamento assertivo das áreas.

**Figura 2-12 - Exemplo de diagrama de inter-relações entre espaços**



**Fonte:** Richard Muther (1978)

#### 2.5.4 Geração de alternativas

Na etapa de geração das alternativas, utiliza-se todos os estudos e análises realizados até o presente momento para embasar a criação das alternativas. Para criar as alternativas, deve-se considerar questões qualitativas do processo. Richard Muther (1978) aponta alguns fatores com características qualitativas que devem ser considerados para a geração das alternativas, são eles:

- Métodos de manuseio – Considera o manuseio dos materiais em processamento, evitando desvios e interrupções bruscas no caminho do processamento.
- Recursos de armazenagem – Considera os armazéns instalados em lugares ótimos, ou seja, o estoque de matéria prima próximo as docas e o de produtos acabados próximos as áreas de expedição, além de outras relações importantes entre armazéns e áreas da fábrica.
- Necessidade do pessoal – Visa ajustar o arranjo de forma que os operários e trabalhadores tenham os caminhos e tempos otimizados, otimizando a produção, com segurança e satisfação no ambiente de trabalho.

- Características das construções - Alternativa que busca utilizar as três dimensões da planta, utilizando de características físicas do piso térreo como janelas e portas, além de usar prateleiras e estantes quando possível.
- Serviços de suporte e serviços auxiliares – Leva em conta serviços e suportes que não se encontram no fluxo do material. Banheiros, escritórios, área de alimentação e outros podem ser considerados nesta alternativa.
- Procedimentos e controle – Alternativa que leva em conta facilidade nos procedimentos de controle como gestão de estoque, mapeamento da produção em tempo real e outros fatores de controle administrativo da produção.

O levantamento destes fatores modifica a alternativa inicial da etapa de inter-relação entre espaços, gerando outras alternativas à serem consideradas ao projetista. No modelo de procedimentos, pode ser identificada estas alternativas resultantes como sendo os planos X, Y e Z, que agora passarão por um processo de seleção para escolha das melhores.

#### *2.5.5 Seleção das alternativas*

Para selecionar uma das alternativas geradas na etapa anterior, o autor propõe três métodos que permitem a seleção, os três métodos envolvem diferentes critérios e níveis de detalhamento, como são detalhados nos tópicos subsequentes.

- Balanceamento das vantagens e desvantagens – Método menos complexo e preciso dentre os três. Consiste na listagem de vantagens e desvantagens para cada uma das alternativas, para cada característica levantada aponta-se um peso (de acordo com as vogais da Figura 2-10). Após ponderação e soma dos pesos permite-se seleção da melhor alternativa.
- Avaliação da análise de fatores – Tal método propõe a criação de alguns fatores para avaliar as alternativas. Apesar de criados os fatores, pondera-se a importância de cada um em uma escala de 1 a 10. Posteriormente avalia-se cada alternativa perante cada fator, em uma escala de 1 a 5. Para finalizar o método atribui-se uma nota ponderada para cada alternativa e seleciona-se a melhor. Para selecionar a alternativa deve haver uma diferença de pelo menos 20% entre a primeira e a segunda colocada. O autor não aconselha a decomposição do problema em um grande número de fatores, de modo que a avaliação e seleção da alternativa possa ter robustez.

- Comparação de custo – Método que busca avaliar a viabilidade econômica de cada alternativa. Ela considera o custo total do projeto na operação ou as mudanças de custo resultante, em casos de operações já existentes.

Após aplicação de um dos métodos e escolha da melhor alternativa, estas devem ser apresentadas a todos os envolvidos no projeto em busca de aprovação. Em caso de empate técnico ou desaprovação da alternativa escolhida, deve-se abrir novas discussões sobre as alternativas e possíveis reavaliações ou reformulações.

## 2.6 Arranjo físico geral e detalhado

Os procedimentos do SLP expostos anteriormente devem ser seguidos tanto para a Fase II quanto para a Fase III do projeto de arranjo físico, dado que estas são, basicamente, todo o projeto.

Sendo assim é necessário primeiramente realizar os procedimentos para a determinação do arranjo físico geral, com alocação das grandes áreas dentro da planta da fábrica para depois repetir o modelo dentro de cada atividade. As escolhas feitas na fase de arranjo físico geral criam restrições para o arranjo físico detalhado.

Após definir as áreas de atividade e sua respectiva localização no arranjo físico geral, inicia-se os procedimentos para arranjo físico detalhado. Esta etapa começa com a priorização das áreas a serem planejadas, organizando-as em uma ordem de importância. Posterior a ordenação segue o mesmo procedimento do arranjo físico geral, porém para cada área aplique-se o procedimento completo, adaptando as análises com base em cada tipo de processo.

### **3 SITUAÇÃO ATUAL**

Para esclarecer o que motivou a estratégia de verticalizar a produção, deve-se entender os principais problemas que incentivaram os gestores a integrá-la na carteira de projetos da empresa. Para isso a situação atual da empresa será exposta além de informações relevantes sobre o mercado ótico no país.

#### **3.1 Mercado de fornecedores brasileiros**

Nesta parte do capítulo terceiro será elucidada a contextualização do mercado de fornecedores no Brasil e a relação da demanda dos varejistas com o oferecimento de armações pelos fabricantes. Estudaremos a presença dos fabricantes em território nacional, já que um dos motivadores da criação da marca é o fomento à indústria interna.

A indústria ótica brasileira, em se tratando da fabricação de armações, possui características embrionárias, contando com poucos fabricantes e pouca credibilidade por parte dos varejistas. Esta conclusão pode ser observada após a realização de um estudo de levantamento sobre potenciais fabricantes de óculos em território nacional. Tal pesquisa foi embasada em empresas associadas à Abióptica (Associação Brasileira da Indústria Óptica), além de fábricas que não possuem vínculos com a associação, que foram encontradas por meio de pesquisas na rede e conhecimento de parceiros envolvidos no mercado que puderam contribuir para o estudo.

Tabela 3-1 - Fábricas brasileiras

Nome	CIDADE	ESTADO
J. PIRAN INDÚSTRIA ÓPTICA	MORUNGABA	SP
JR - ADAMVER IND. E COM. DE PROD ÓPTICOS LTDA	FLORIANOPOLIS	SC
<b><u>MASTER GLASSES INDUSTRIA E COMERCIO LTDA</u></b>	LAURO DE FREITAS	<b><u>BA</u></b>
RODENSTOCK BRASIL INDÚSTRIA ÓPTICA LTDA	RIO DE JANEIRO	RJ
ZHC DO BRASIL	SÃO PAULO	SP
<b><u>VIRTNEY</u></b>	<b><u>MONTES CLAROS</u></b>	<b><u>MG</u></b>
FABRICA DE ÓCULOS TIRADENTES	GUARULHOS	SP
<b><u>TURTLEGLASS</u></b>	<b><u>ITABIRITO</u></b>	<b><u>MG</u></b>
<b><u>VALOTIKA</u></b>	<b><u>BRASILIA</u></b>	<b><u>DF</u></b>
JM	SÃO PAULO	SP
<b><u>DOISIRMÃOS</u></b>	<b><u>ARARAQUARA</u></b>	<b><u>SP</u></b>
METALZILO	SÃO PAULO	SP
UNIVERSAL OPTICAL	JÓAO PESSOA	PA
<b><u>OPTIMUM</u></b>	<b><u>RIO DE JANEIRO</u></b>	<b><u>RJ</u></b>
SMART	TAUBATE	SP
ALAN GARRAUD	PORTO ALEGRE	RS
TECVISION	TAUBATE	SP

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da empresa

A informação da pesquisa sobre fabricantes brasileiros mostra que o mercado fabril é muito pequeno. Há nesta tabela a presença de dois fabricantes antigos de armações, marcadas em negrito e não sublinhadas. Tais empresas foram forçadas a encerrar suas operações pois o fluxo de caixa não garantia a sustentabilidade das mesmas. Vale ressaltar que estas duas fábricas fechadas só entraram no estudo pois já foram parceiras da Glasses durante a trajetória da marca até aqui.

A experiência de quatro anos da companhia e um histórico de dois parceiros que saíram da indústria mostra que possivelmente há outras fábricas que passaram pela mesma situação, reforçando as características embrionária deste mercado no país.

A matéria prima escolhida para confeccionar o produto final da Glasses Company é o acetato. Isso dificulta ainda mais a busca de potenciais fabricantes, já que das 17 fábricas encontradas, apenas 6 tem capacidade de produzir a partir do corte do acetato, duas que fecharam e outras quatro representadas na Tabela 3-1 em negrito e sublinhada. Isso ocorre pois muitos dos potenciais fornecedores, são na verdade montadoras que importam partes distintas dos óculos e realizam apenas a montagem em solo brasileiro, outros realizam apenas a fabricação de óculos injetáveis.

O número reduzido de fábricas capazes de oferecer excelência operacional no Brasil é uma dor sentida por toda a indústria ótica. Geralmente óculos com a qualidade que a companhia oferece não são fabricados no Brasil. As fábricas do ramo, principalmente aquelas que operam com o corte de acetato, possuem características familiares, ou seja, são pequenas e muitas vezes mal geridas. Tal característica oferece resistência às marcas que tentam fomentar a indústria nacional, pois a garantia de atendimento e qualidade da importação do produto pronto oferece maiores vantagens, possuindo prazos mais assertivos e melhores condições de pagamento. Isso facilita a gestão de estoque e fluxo de caixa das empresas que optam por entregar qualidade em acetato aos clientes finais.

Até hoje, profissionais do varejo óptico se impressionam com a qualidade e o design oferecidos pela GlassesCo a partir da fabricação brasileira, isso mostra que a indústria nacional ainda é muito mal explorada e incentivada, e por isso as organizações resistem em fabricar óculos no país.

Outro ponto a ser levantado nesta exploração sobre a indústria de armações, é o fato de não haver incentivos fiscais para operar uma fábrica no ecossistema brasileiro. Isso também contribui para que operações industriais sejam exploradas em outros países, onde há facilidades fiscais e burocráticas para iniciar operações fabris. Um bom exemplo de como este fator contribui para o cenário atual das fábricas no país é o fato do principal parceiro da GlassesCo projetar a migração das operações para o Paraguai. Este caso será elucidado nas próximas páginas deste estudo, onde este fato será descrito com mais detalhes.

Como pode-se observar nas informações expostas anteriormente, o contexto atual das fábricas brasileiras contribui para que varejistas sintam a dor de o país não possuir excelência em operações óticas industriais, principalmente quando trata-se da confecção de armações a partir o tratamento do acetato. Isso cria uma barreira à criação de novas marcas de óculos, bem como incentiva os varejistas deste mercado a buscarem soluções alternativas na compra de armações.

### **3.2 Relação com fornecedor**

Ainda que operações internas e processo produtivo de uma organização sejam adequados e alinhados, se materiais, informações ou serviços fornecidos por terceiros não estiverem dentro das especificações acordadas com todos os envolvidos, os resultados tendem a ser comprometidos. Resultados não envolvem apenas o consumidor final, mas também clientes

internos à companhia que podem ter o trabalho prejudicado quando especificações relacionadas a qualidade e prazo não são cumpridas com eficácia.

A GlassesCo iniciou sua jornada no mercado ótico contando com a parceria de um fornecedor principal, que chamaremos no presente documento de Virtney. A relação com este parceiro dura até a atualidade, muito embora haja alguns pontos que interferem negativamente no sistema de gestão da companhia. Este fato ocorre, pois, durante os anos de parceria, não houve por parte do fornecedor cumprimento das especificações acordadas previamente.

A escolha da Virtney como primeiro parceiro da companhia foi embasada em critérios específicos que eram chaves para o início da operação. Os critérios utilizados eram: lote mínimo, custo, condições de pagamento, qualidade e sustentabilidade no mercado. Este último quesito foi implementado já que as fábricas possuem características familiares que não costumam se sustentar a longo prazo.

Após atribuição de pesos específicos para cada critério e notas para os quatro potenciais fornecedores que atendiam a demanda da corporação na época da ideação da marca, foi possível enxergar uma imagem clara de quais seriam os potenciais fornecedores da empresa, como ilustrado na **Error! Reference source not found.** abaixo.

**Tabela 3-2 - Avaliação das fábricas brasileiras**

<b>Peso</b>	<b>Critérios</b>	<b>Fornecedores</b>			
		<b>Optimum</b>	<b>TurtleGlass</b>	<b>Valotika</b>	<b>Virtney</b>
100	Lote mínimo menor do que 101 peças*	1	1	1	1
100	Custo por produto menor do que R\$ 70,50*	1	0	0	1
5	Condições de pagamento	5	8	4	3
7	Qualidade do produto final	5	8	10	7
3	Sustentabilidade no mercado	4	6	8	7
<b>Média por fornecedor</b>		<b>7.8</b>	<b>6.1</b>	<b>6.1</b>	<b>8.1</b>

\* critérios binários e indispensáveis para o início da parceria

**Fonte:** elaborada pelo autor a partir de dados da companhia

Percebeu-se que os fornecedores Optimum e Virtney seriam os dois com maior potencial de atender a demanda da organização nascente. Apesar de ter ocorrido praticamente um empate técnico entre tais fornecedores, os gerentes da GlassesCo escolheram pela Virtney, já que este obteve maior pontuação, ganhando da Optimum nos quesitos de maior peso para o início das operações varejistas.

Esta relação iniciada quando a empresa se encontrava ainda em fase embrionária, gerou grande vínculo entre as organizações envolvidas. Como os gestores da Glasses não possuíam experiência com o mercado ótico, a fábrica foi parceira importante na inserção da marca no varejo, contribuindo inclusive no desenho dos primeiros modelos oferecido pela companhia, desenhos de sucesso que até hoje integram o portfólio de produtos da companhia.

Apesar do vínculo criado e proximidade entre os gestores de ambas as organizações, o parceiro principal não cumpre com os prazos de entregas de mercadoria. Os *lead times* (LD) de entrega são comumente desrespeitados, o que gera problemas na gestão de estoque, desdobrando-se algumas vezes em custos aquém dos projetados pelos gestores.

No início da parceria, o problema no cumprimento do *lead time* não era percebido de forma clara, já que o volume era muito pequeno, o que tornava as falhas na entrega insignificantes em termos de custo e planejamento de estoque. Por conseguinte a alocação de tempo e energia por parte dos diretores para a resolução de tal problema, não era prioridade.

Com o tempo e ganho de maturidade no varejo, percebeu-se que a gestão de compras trata-se de assunto chave para gerir de forma saudável a companhia. O aumento do volume da cesta de compras, combinado com maiores atrasos por parte do fornecedor, evidenciou ineficiências de estoque, explicitando de forma prática a importância do planejamento dos volumes estocados à saúde da empresa. Assim tornou-se notório que as faltas do cumprimento dos prazos de entrega da Virtney influenciavam diretamente a gestão e os custos da empresa.

Há exemplos claros de situações onde o atraso foi prejudicial a saúde do estoque da Glasses Company. Um caso recente que pode ser enunciado, ocorreu em um caso do ano de 2016, onde uma ordem de pedido com grande volume de peças foi gerada para nutrir o estoque de fim de ano, onde a demanda costuma crescer significativamente.

No entanto, tal pedido atrasou quatro meses do prazo programado, chegando no centro de distribuição (CD) da organização apenas no início de abril de 2017, deixando o estoque muito defasado em relação a demanda do período e assim gerando grande custo de mercadorias em estoque.

Outro ponto que fere a gestão do estoque, encontra-se nos produtos entregues pela Virtney, que algumas vezes não passam pelo controle de qualidade da nova marca. A porcentagem média de avarias por pedido não é grande, mas o fator qualidade pode

influenciar diretamente a gestão de estoque. Houveram situações onde lotes inteiros chegaram inaptos para a revenda, elucidando como a falta de qualidade nas entregas da fábrica podem prejudicar muito o planejamento do estoque.

Vale ressaltar aqui que tais problemas com a qualidade raramente ocorrem por falhas de fabricação. A maioria das avarias observadas na chegada das armações decorrem da forma de armazenagem e de tratamento durante o transporte do produto.

### 3.3 Estratégia e margem de lucro

Outro problema a ser atacado pela verticalização da produção encontra-se na decisão estratégica de investimento em novos modelos de negócios e na percepção sobre a importância de melhorar a margem de lucro para sustentar o modelo de negócio atual.

O modelo de negócio vigente na Glasses Company consiste na venda dos produtos através de canais de venda próprios, isso inclui o eCommerce e os pontos físicos de venda. O comércio online das armações trata-se de um canal de baixo custo, pois não envolve custos fixos altos como os pontos de venda (PDV) físicos. Canais físicos possuem alguns custos fixos significantes, como os de aluguéis e pessoas, além de custos variáveis como energia e manutenção, que contribuem para o encarecimento deste tipo de canal. Estes custos gerados pelo modelo de negócio adotado inicialmente e utilizado até hoje, faz com que a margem de lucro por produto seja pequena nos PDVs, o que não contribui para a saúde financeira da companhia.

A percepção do problema na margem de lucro foi notada não só no modelo de negócio praticado desde a criação da marca, mas também nas estratégias futuras da organização. Após perceber que o ganho de escala através de PDVs próprios gerava altos custos operacionais, a empresa decidiu vender seus produtos para atacadistas, afim de alavancar a receita mensal. Além do investimento no mercado atacadista, a organização projeta alocar recursos para o mercado de franquias, vendendo o uso da marca para franqueados que por sua vez oferecem o produto aos clientes finais.

As novas estratégias *business to business* (B2B) obriga a corporação a praticar preços mais baixos do que os praticados em lojas próprias. Isso ocorre pois os clientes B2B necessitam de margem de lucro no repasse do produto ao consumidor final. Desta maneira as novas estratégias adotadas pela companhia, apesar de garantirem ganho em volume de vendas

e por conseguinte na receita mensal da corporação, não oferecem incremento significativo da margem, questão chave para melhorar a saúde financeira da Glasses.

O novo modelo de negócio pretende alavancar o volume de vendas da empresa, o que refletirá em maiores volumes de pedidos aos fornecedores. Como elucidado nas seções anteriores do presente estudo, as fábricas com estrutura operacional para atender a demanda da Glasses são poucas e possuem características familiares, o que lhes confere pouca escalabilidade na capacidade de produção.

Atualmente a organização conta com o fornecimento de duas fábricas diferentes: Virtney e Valotika. O parceiro principal da companhia atende outras marcas de óculos, e por isso não possui capacidade de produção que garanta o suprimento de armações para os próximos passos estratégicos. O outro parceiro é uma fábrica pequena, que não tem interesse na expansão do negócio e desta forma também não conseguirá suprir as necessidades futuras da empresa.

Sendo assim entende-se que a margem de lucro aplicada atualmente pela companhia, além da falta de alinhamento entre estratégia e capacidade de fornecimento de terceiros, são problemas que serão atacados pelo plano de ação motivador do presente trabalho.

### **3.4 Saída do fornecedor principal**

O principal motivador da decisão em tornar o projeto de verticalização ativo dentro da carteira da empresa encontra-se na previsão de encerramento das operações da Virtney. A GlassasCo já passou por duas situações parecidas, onde em momentos diferentes, dois fornecedores parceiros encerraram operações por motivos de inviabilidade financeira. As fábricas podem ser reconhecidas na Tabela 3-1 e se tratam das empresas Optimum e Turtleglass.

Ao contrário das experiências passadas, o encerramento em questão não ocorrerá por falência financeira resultante de uma má gestão, mas sim pelo surgimento de outra proposta mais interessante aos donos do estabelecimento fabril, que impossibilita a continuidade da parceria entre fornecedor e cliente.

A Virtney, até então principal parceiro da empresa que embasa o presente estudo, irá encerrar as operações no Brasil, passando a operar exclusivamente para uma marca concorrente, que preferiu o ecossistema do Paraguai e suas vantagens burocráticas e fiscais para realizar a produção dos produtos.

A mudança não ocorrerá instantaneamente, dado seu grau de complexidade, além de questões éticas e contratuais que a envolvem. A imigração ocorrerá no início de 2018, mas o encerramento das operações no Brasil irá se estender alguns meses. Isso permite que a GlassesCo tenha tempo de traçar um plano estratégico robusto para atacar o principal problema que a perda do fornecedor principal irá gerar a rede de processos vigente na companhia.

Vale ressaltar que, apesar da mudança, os gestores da Virtney se dispuseram a auxiliar na verticalização da produção, repartindo experiências e conhecimentos que os 30 anos de operações no tratamento do acetato lhes concederam.

### **3.5 Levantamento de dados**

A empatia e parceria com a Virtney permitiu com que os dados chave para a realização deste estudo fossem levantados e analisados. O autor do presente trabalho visitou a fábrica do interior de Minas Gerais afim de entender os processos e dados relevantes ao projeto.

Em dois dias de visita à fábrica e análise da produção, foi possível coletar dados importantes sobre fluxos e áreas. As etapas de produção foram detalhadas e observadas, permitindo o entendimento completo do sistema de manufatura das armações. Além disso foi possível coletar dados sobre espaços ocupados por equipamentos e atividades de suporte que embasam a fabricação do acetato. Todos os dados relevantes levantados nos dois dias de visita, além de conversas com o gestor da Virtney, estão nas próximas páginas deste trabalho.

## 4 ARRANJO FÍSICO GERAL

Nesta seção todas as informações relevantes à respeito da fábrica nova serão coletadas, compiladas, analisadas e estudadas, afim de produzir um projeto robusto e com nível de excelência à ser implementado e colaborar com o investimento dos stakeholders. Primeiramente o projeto de arranjo físico geral será elaborado para, à posteriori, os projetos de arranjo físico detalhado serem conduzidos.

Para iniciar o estudo buscou-se entender os cinco elementos fundamentais do arranjo físico: Produto, Quantidade, Roteiro, Serviços de suporte e Tempo. Por se tratarem dos dados de entrada para o projeto de layout, os elementos fundamentais proporcionam entendimento sobre o processo de fabricação e embasarão as análises posteriores.

- **Produto:** Óculos solares e de grau confeccionados à partir do corte de chapas de acetato. O produto pronto consiste na armação montada. Portanto as matérias primas básicas são: chapas de acetato, atributos das armações (charneira, parafusos e outros detalhes) e as lentes.
- **Quantidade:** A quantidade que a fábrica terá que produzir será, à priori, o mínimo para atender a demanda vigente da organização, levando em conta a projeção de crescimento de pequeno e médio prazo. Para medir quantidade utilizaremos o número de produtos acabados produzidos. A produção será em lotes de, no mínimo 50 peças. Assim inicialmente a fábrica deve ter uma capacidade mínima de produção de 3000 SKUs (*Stock Keeping Unit*), porém a planta deve possuir estrutura e área suficiente para atender uma demanda de 6000 armações dentro dos próximos cinco anos.
- **Roteiro:** Os produtos passarão por alguns processos chaves durante a transformação da matéria prima em produto final. O roteiro detalhado será melhor representado nos fluxogramas e mapas de processos subsequentes. As cartas produzidas possibilitarão entendimento sobre os fluxos e embasarão as decisões sobre o arranjo dos recursos transformadores na planta da fábrica.
- **Serviços de suporte:** Na fábrica estudada há alguns serviços de suporte que, quando somados, correspondem a uma área relevante do espaço fabril. Tais

serviços são: banheiros, copa, escritório do presidente, sala de computação (onde são desenhados e imprimidos os protótipos), área de recebimento de materiais, área de expedição do produto final, escritório administrativo entre outros. Estas áreas que não fazem parte dos processos de transformação da matéria prima em produto pronto, quando juntas representam um espaço significativo da planta, e por isso devem ser levadas em conta no projeto do arranjo físico.

- Tempo: atentar-se às frequências de pedidos e prazos é fundamental para projetar o arranjo físico de um espaço. Para garantir o menor lead time possível entre pedido realizado e a entrega ao cliente é necessário organizar os recursos transformadores, bem como os serviços de suporte, de maneira otimizada. Para isso deve-se entender os tempos de processamento e respostar dos serviços de suporte. Desta maneira é possível garantir uma entrega rápida ao cliente, com prazos assertivos e confiáveis.

Para iniciar o projeto, todas as informações sobre os 5 elementos fundamentais foram organizadas em um arquivo em Excel, para que as análises posteriores pudessem ser realizadas com robustez e clareza de dados. Para isso todos os detalhes sobre os dados do processo foram compilados e armazenados para serem consultados durante o andamento do estudo. Esta etapa pode ser considerada a primeira etapa do sistema SLP.

#### **4.1 Diagrama P – Q**

Nesta secção será analisada as características interessantes à determinação do arranjo físico geral. A priori será definido o tipo de arranjo físico a ser implementado na fábrica, embasado no diagrama P – Q.

Para iniciar o projeto de arranjo físico geral é necessário escolher o tipo de layout mais adequado para o processo de manufatura em questão. Para isso deve-se preparar e analisar um diagrama P – Q (Produto x Quantidade) afim de entender a relação entre estas duas variáveis e encontrar o tipo de arranjo que irá funcionar melhor para a fabricação dos óculos.

Necessita-se criar critérios para dividir os produtos em famílias, afim de embasar o diagrama. No caso da fábrica em questão o critério utilizado para realizar a divisão foi a

presença ou não de atributos nas armações. Desta forma listou-se os seis tipos de atributos até hoje utilizados pela organização e mediu-se a demanda de cada um dos SKUs para determinar a quantidade.

- A. Sem atributos e sem pintura: Está família corresponde a maior quantidade vendida pela Glasses Company. É composta por produtos de acetato que não possuem nenhum atributo diferente nem recebe nenhum tipo de pintura, como podemos observar na Figura 4-1. A classe de produtos corresponde a 60% da demanda mensal da companhia.

**Figura 4-1 - Classe sem atributos**



**Fonte: Acervo do fornecedor**

- B. Sem atributos e com pintura: Esta classe é a vice-campeã em volume de vendas, representando 25% do total. Corresponde a armações de acetato sem atributos, porém que passam por um processo de pintura durante a sua fabricação. As armações não possuem diferença visível em relação aos produtos da família “A”, apenas sofrem um processo a mais na fabricação.

**Figura 4-2 - Classe acetato pintado**



**Fonte: Acervo do fornecedor**

- C. Atributo – lente vazada: A classe de produtos que possui a parte da lente com um vazamento. Neste família a lente não fica 100% em contato com o acetato frontal da armação. Apesar de haver poucos modelos com esta característica, é a segunda família de produtos mais vendida, representando 6% do volume de vendas da companhia.

**Figura 4-3 - Classe lente vazada****Fonte: Acervo do fornecedor**

- D. Atributo – ponte de metal: Categoria corresponde a 3,5% do volume de vendas. Consiste na existência de uma ponte feita de metal. O metal substitui o acetato e é acoplado ao óculos por meio do encaixa da ponte ao material principal da armação.

**Figura 4-4 - Classe ponte de metal****Fonte: Acervo do fornecedor**

- E. Atributo – haste metal/acetato: A classe corresponde a apenas 2% do volume de vendas da GlassesCo. Neste caso a haste é confeccionada metade com metal e outra metade com acetato. No processo de fabricação isso significa que a matéria prima da haste possui um maior volume de metal. Além disso o encaixe do acetato na charneira (agulha de metal que fica dentro da haste) é realizado apenas até a metade da haste, como pode ser observado na Figura 4-5 abaixo.

**Figura 4-5 - Classe haste metal/acetato****Fonte: Acervo do fornecedor**

- F. Atributo – detalhes metálicos na haste: Esta família represente 1.5% das vendas. O atributo, neste caso, consiste na presença de detalhes metálicos

na haste, como pode ser observado Figura 4-6 abaixo, o atributo é indicado por um círculo preto.

**Figura 4-6 - Classe detalhes metalicos**



**Fonte: Acervo do fornecedor**

G. Atributo – ponte vazada: Esta família consiste na presença de um vazamento na ponte da armação. Este tipo de produto passa por uma fase de corte amais do que os outros, já que se deve fazer um vazamento na parte frontal do óculos. O volume de vendas desta classe é baixo e corresponde a 1.5% da demanda.

**Figura 4-7 - Classe ponte vazada**



**Fonte: Acervo do fornecedor**

H. Atributo – detalhe em madeira na haste: A última família de produtos corresponde a armações que possuem algum detalhe em madeira na haste. Esta classe é projetada para representar 1% das vendas.

**Figura 4-8 - Classe detalhe em madeira**



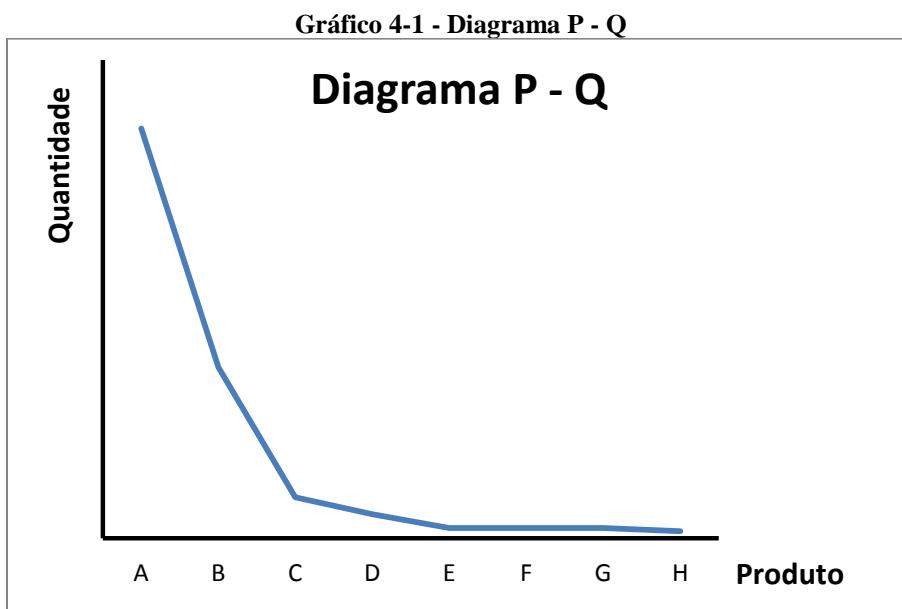
**Fonte: Acervo do fornecedor**

Após a divisão dos produtos em famílias e associação das quantidades demandadas por família, torna-se possível a montagem do diagrama P – Q. O diagrama pode ser analisado no

Gráfico 4-1 - Diagrama P - Q abaixo. Nota-se que a curva formada não é suave, podendo observar claramente a presença dos dois grupos de produtos: grande quantidade e pequena variedade e grande variedade e pequena quantidade.

Desta forma é comum utilizar um tipo de layout para os produtos do grupo um (grande quantidade e pequena variedade) e outro para os produtos do grupo dois (grande variedade e pequena quantidade). Sendo assim para as famílias de produtos sem atributos, correspondentes ao grupo um, será utilizado o arranjo físico linear.

Quanto ao grupo dois, serão analisadas as diferentes etapas de processos e criadas células de manufatura específicas para cada caso. As células serão alocadas em áreas interessantes de acordo com o tipo de processamento de cada produto, afim de minimizar a distância percorrida pelos lotes de cada classe.



**Fonte:** Elaborado pelo autor com dados da companhia

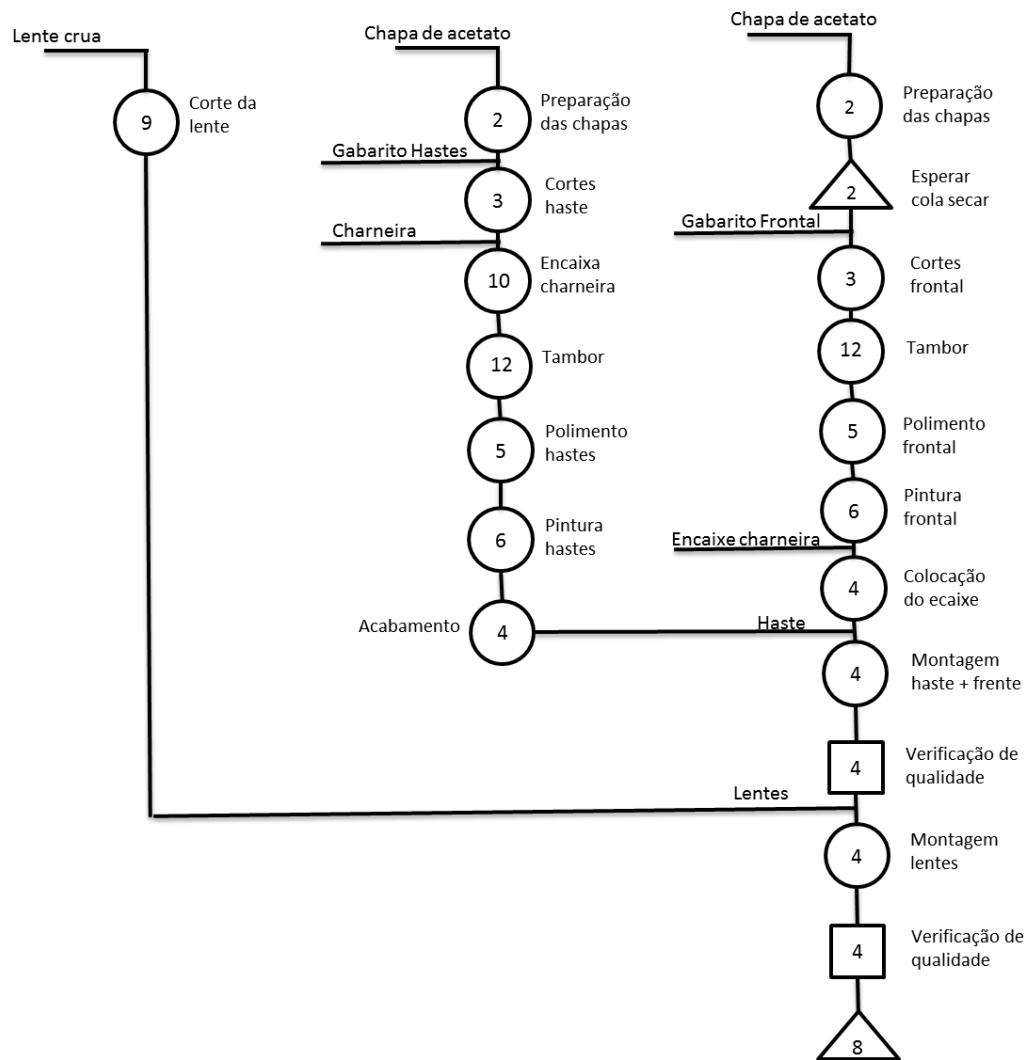
## 4.2 Fluxo de materiais

Para montar uma carta de fluxos adequada, é necessário entender qual tipo de carta se encaixa melhor ao tipo de fábrica em questão. Para isso analisa-se novamente o diagrama P - Q (Gráfico 4-1). A partir da análise e do conhecimento dos processos de fabricação de armações de acetato, conclui-se que é o caso de diversos produtos com processos semelhantes. Vale ressaltar que tais processos envolvem montagens e desmontagens.

Esta análise indica que a carta de processos múltiplos seria a melhor ferramenta para desenhar o fluxo de materiais. No entanto não será a ferramenta utilizada no presente estudo. Além dos processos de fabricação de armações envolverem algumas montagens entre dois ou mais elementos, o que é contraindicado na carta de processos múltiplos, os processos se diferenciam em poucas etapas, o que não compromete a eficácia da carta de processos.

Assim, pode-se considerar que, neste caso, há a produção de produtos de processos semelhantes em grandes quantidades. Analisando a produção com estas características: produtos de processos semelhantes fabricados em grande quantidade, conclui-se que a carta mais adequada a se usar é a carta de processos. Para melhorar a visualização da carta, omitiu-se as etapas de transporte. Portanto entre cada etapa de operação, há o transporte do lote que está sendo confeccionado.

Além disso o fluxo foi montado com base na fabricação de um lote mínimo (50 unidades) de produtos. Os números internos aos símbolos das atividades representam o código de cada atividade, tais códigos são detalhados mais à frente na Tabela 4-1.

**Figura 4-9 - Carta de processos****Fonte:** Elaborado pelo autor

### 4.3 Diagrama de inter-relações

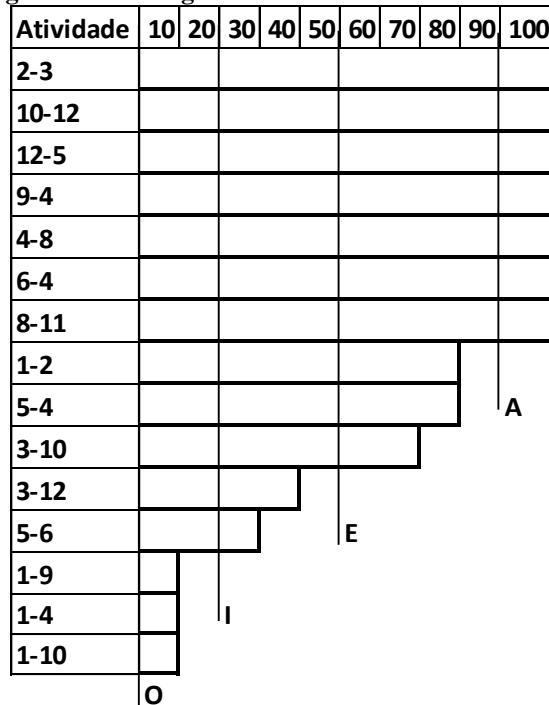
O diagrama de inter-relações busca a visualização simples e básica das principais áreas de atividades da fábrica. Para isso utiliza-se as informações da carta de fluxo, afim de embasar a construção do diagrama. Nele, além das atividades representadas no diagrama de fluxo, serão adicionadas algumas áreas de serviços de suporte. Todas as atividades que serão representadas no diagrama estão expostas na Tabela 4-1.

**Tabela 4-1 - Código por atividade**

Código	Atividade
1	Estoque de matéria prima
2	Preparação das chapas
3	Corte
4	Acabamento
5	Polimento
6	Pintura
7	Sala gerente
8	Estoque de produto pronto
9	Corte lente
10	Encaixe charneira + haste
11	Área de expedição
12	Tambores
13	Dimensionamento e prototipação
14	Administrativo

**Fonte:** Elaborado pelo autor

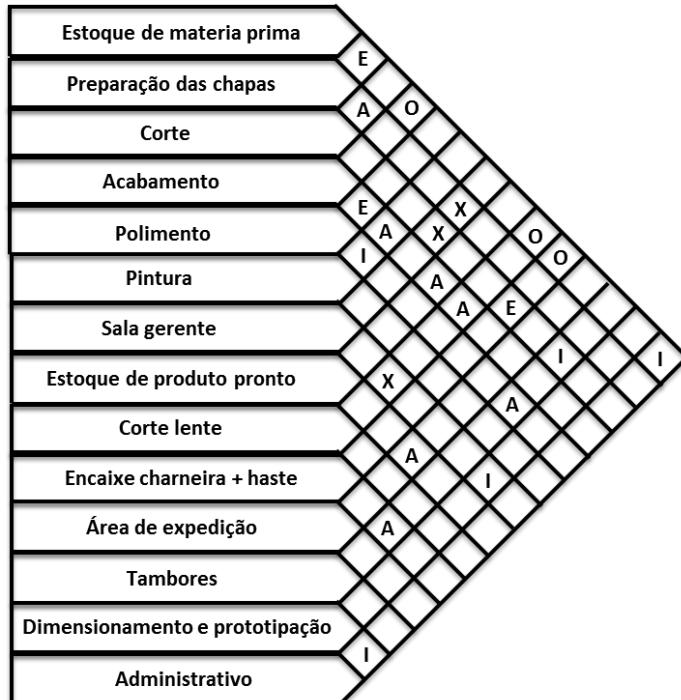
Algumas das atividades não aparecem na carta de fluxo pois não envolvem o fluxo de materiais. No entanto entende-se que é importante analisa-los neste diagrama, já que as áreas destes serviços se comunicam com algumas atividades chave do fluxo do processo.

**Figura 4-10 – Diagrama de Intensidade de fluxo**

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Para iniciar a confecção do diagrama de inter relações, convém criar o diagrama de intensidade de fluxo. Nele estão representadas todas as atividades que envolvem os fluxos de materiais. O número na parte superior representa a porcentagem de produtos que saem da atividade a esquerda e vão para a atividade a direita. A partir desta porcentagem, pode-se definir as intensidades de relação, que estão representadas no diagrama.

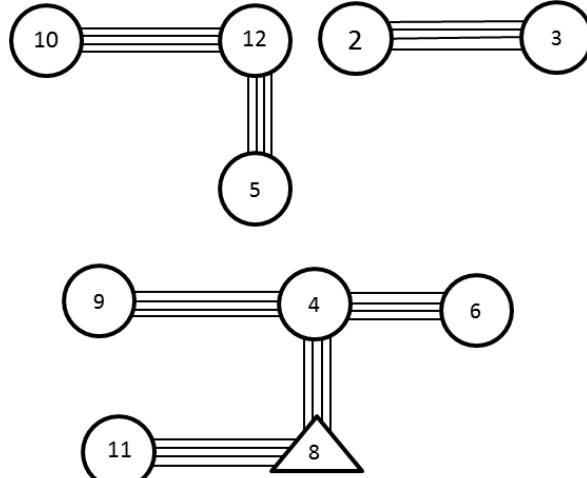
**Figura 4-11 - Diagrama de inter ligações preferenciais**



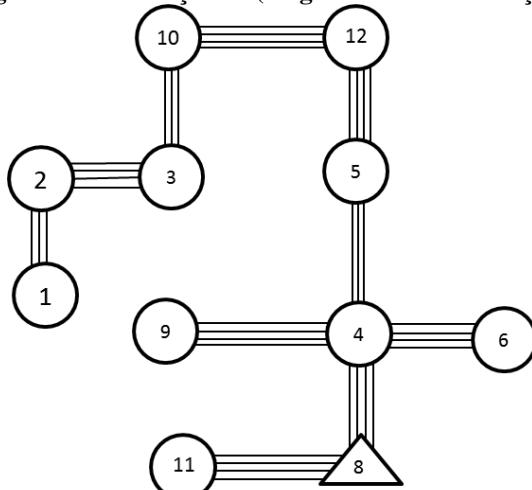
**Fonte:** Elaborado pelo autor

Para começar a construção do diagrama, foram construídos, além do diagrama de intensidade de fluxo, o diagrama de inter ligações preferenciais. Nele todas as atividades são colocadas e a intensidade das relações entre cada uma delas é mostrada nos quadrados de intersecção entre cada par de atividade. Vale ressaltar que os pares não preenchidos correspondem a intensidades U, e que não são representadas no diagrama de inter relações.

Após a construção dos dois diagramas preliminares, foi possível começar as iterações para a realização do diagrama de inter relações. Para isso iniciou-se desenhando as relações de intensidade A.

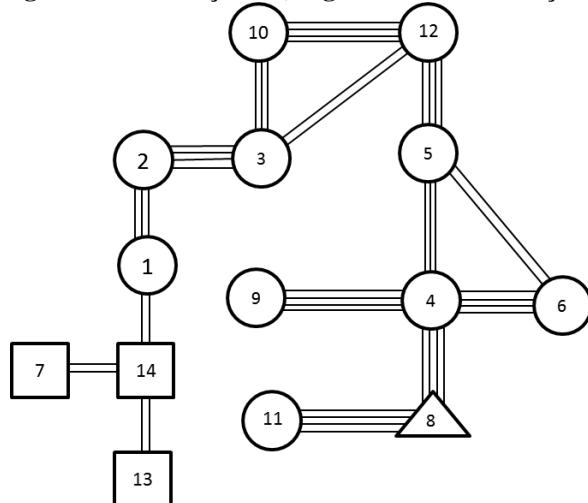
**Figura 4-12 - Relações A (diagrama de inter-relações)****Fonte: Elaborado pelo Autor**

Após definir as atividades de relação A, foram adicionadas ao diagrama as relações E. Nesta etapa da diagramação, outras atividades entraram no desenho. A área administrativa, por exemplo, é a responsável por computar os pedidos. É importante que ela esteja alocada próxima ao estoque de matéria prima, assim pode-se consultar o estoque e indicar ao cliente quais pedidos podem ser atendidos.

**Figura 4-13 - Relações E (diagrama de inter-relações)****Fonte: Elaborado pelo autor**

Posteriormente realizou-se os ajustes necessários para colocar no diagrama as atividades de interação I. Tais atividades são representadas pela ligação de duas linhas entre os setores, sendo que apenas dois pares de atividades possuem este grau de intensidade.

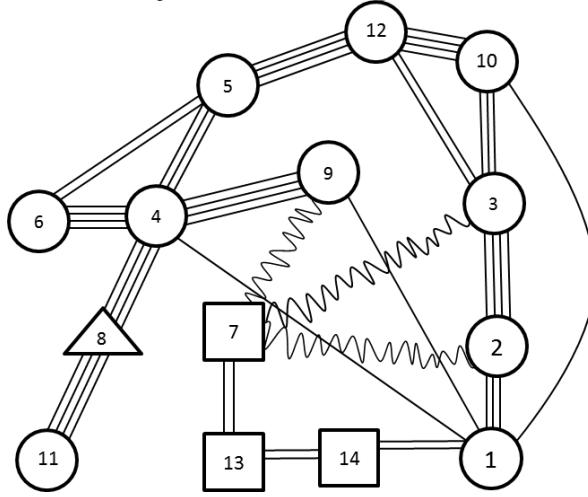
**Figura 4-14 - Relações I (diagrama de inter-relações)**



**Fonte:** Elaborado pelo autor

Os passos seguintes tratam-se da implementação das atividades com interação O, X e XX. Por se tratar de ajustes mínimos entre uma relação e outra, convém expor ao leitor apenas o resultado final de todas as intensidades de relações inclusos no diagrama, gerando assim o resultado final do diagrama de inter relações.

**Figura 4-15 - Relações O, X e XX (diagrama de inter-relações)**

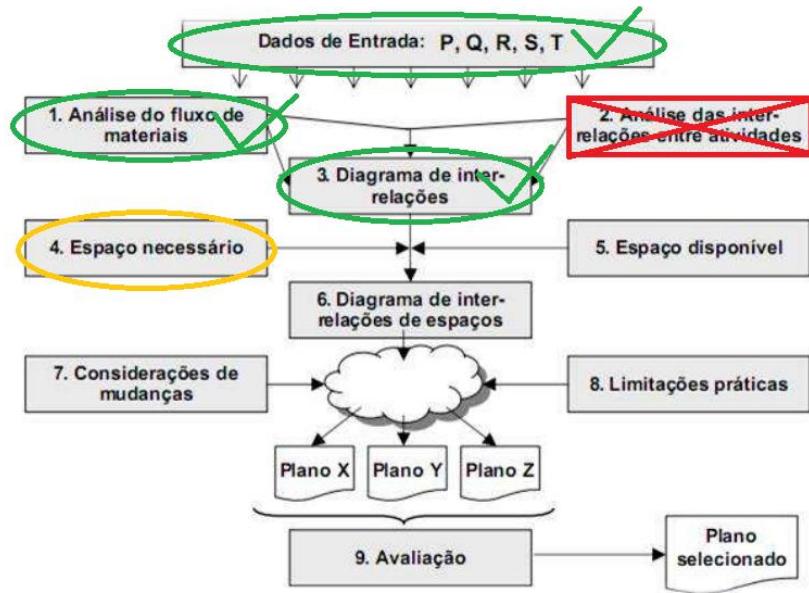


**Fonte:** Elaborado pelo autor

#### 4.4 Determinação dos espaços – Espaços necessários

Para realizar esta fase, cada espaço de atividade será analisada detalhadamente para encontrar a área ideal de ocupação. Assim será possível definir o espaço necessário para suportar cada atividade, o que corresponde ao quarto item do quadro de procedimentos.

**Figura 4-16 - Procedimentos SLP: Espaço necessário**



**Fonte:** Elaborado pelo autor com base em Richard Muther (1978)

Os cálculos foram realizados com base na Norma Regulamentadora (NR) 12. Tal norma especifica alguns espaços determinantes em instalações e áreas de trabalho que possuem máquinas e equipamentos. Máquinas devem se distanciar por pelo menos 0,6 metros uma das outras, além disso as vias principais de circulação devem ter no mínimo 1,2 metros.

Desta forma, todos os cálculos para determinar as áreas de cada atividade, estão levando em conta, além dos limites físicos dos equipamentos, os espaços necessários estabelecidos por esta norma. Assim, ao final desta etapa, haverá o resultado assertivo sobre o dimensionamento ideal de cada área.

#### 4.4.1 Estoque de matéria prima

O estudo se iniciará com a área de estocagem das matérias primas. Para analisar esta área levou-se em consideração os três tipos de matérias primas que devem ser estocadas: acetato, atributos/componentes metálicos e lentes. Para realizar o cálculo da área ideal, considerou-se as medidas das prateleiras contemporaneamente utilizadas no estoque do fornecedor principal. Às medidas de largura e comprimento, adicionou-se um espaço de 0,8 metros para locomoção e manuseio do material estocado.

**Tabela 4-2 - Estoque de matéria prima: acetato**

Estoque Chapa de acetate	
Largura prateleira	1.3 m
Comprimento prateleira	2.3 m
Espaço acrescentado para manuseio	0.8 m
Largura + espaço para manuseio	2.1 m
Comprimento + espaço para manuseio	3.1 m
Qtd prateleiras	3
Área total	19.9 m <sup>2</sup>

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados do fornecedor

Na tabela acima encontra-se os detalhes sobre a prateleira que armazenará as chapas de acetato. Cada prateleira possui capacidade de armazenar até 150 chapas de acetato. Pela sazonalidade da compra de matéria prima e as burocracias que envolve sua importação, optou-se por alocar três destas prateleiras no estoque.

**Tabela 4-3 - Estoque de matéria prima: lentes**

Estoque Lentes	
Largura prateleira	0.6 m
Comprimento prateleira	0.6 m
Espaço acrescentado para manuseio	0.8 m
Largura + espaço para manuseio	1.4 m
Comprimento + espaço para manuseio	1.4 m
Qtd prateleiras	2
Área total	3.9 m <sup>2</sup>

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados do fornecedor

Já nesta tabela estão detalhados as dimensões das prateleiras que irão estocar as lentes cruas. Como cada prateleira possui capacidade de armazenar até 20 caixas de lentes, cada uma contendo até 150 pares, são necessárias duas prateleiras dessa para atender a demanda de lentes.

**Tabela 4-4 - Estoque de matéria prima: outros****Estoque atributos e componentes metalicos**

Largura prateleira	0.4 m
Comprimento prateleira	1.1 m
Espaço acrescentado para manuseio	1 m
Largura + espaço para manuseio	1.4 m
Comprimento + espaço para manuseio	2.1 M
Qtd prateleiras	1
Área total	2.9 m <sup>2</sup>

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados do fornecedor

A última tabela de detalhamento, mostra as dimensões da prateleira que armazenará componentes metálicos e outros atributos das armações. Os componentes são pequenos, necessitando assim de poucas caixas para armazena-los em grandes quantidades. Por conseguinte, apenas uma prateleira garantirá um estoque saudável de atributos e componentes metálicos.

Após expor o detalhadamente cada prateleira, mostrando as dimensões de largura e comprimento de cada uma e suas respectivas quantidades, torna-se necessário somar as áreas demandadas para chegar na área ideal ocupada por esta atividade. Assim, o espaço demandado para o estoque de matéria prima é 26.8m<sup>2</sup>.

#### 4.4.2 Preparação das chapas

A próxima atividade a ser avaliada, trata-se da atividade de preparação da matéria prima. Para dimensionar este espaço, foi necessário coletar os dados das seis máquinas e duas bancadas demandadas pela atividade.

**Tabela 4-5 - Preparação das chapas: maquinas**

Máquinas	qtd	Função	Área
M1	1	Corte horizontal	3.7 m <sup>2</sup>
M2	1	Aquecedor	3.1 m <sup>2</sup>
M3	1	Corte vertical	2.7 m <sup>2</sup>
M4	1	Aplainador	3.3 m <sup>2</sup>
M5	2	Colagem automatica	2.9 m <sup>2</sup>
M6	1	Corte a laser chapa	3.4 m <sup>2</sup>
M7	2	Corte a laser hastes	4.6 m <sup>2</sup>
M8	3	Filtro corte a laser	3.8 m <sup>2</sup>
Total	12	Área ocupada	27.4 m <sup>2</sup>

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da companhia

As informações da Tabela 4-5 correspondem ao dimensionamento das máquinas. Intrínseco a cada área exposta estão os espaços necessários entre máquinas e para corredores. Desta forma garante-se que o espaço respeitará a NR12.

**Tabela 4-6 - Preparação das chapas: bancadas**

Bancadas	Função	Área
B1	Bancada de medição	3.1 m <sup>2</sup>
	<b>Total</b>	<b>3.1 m<sup>2</sup></b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da companhia

Vale ressaltar que as áreas consideradas já foram acrescidas de um metro quadrado que é o que costuma-se utilizar como espaço para o trabalhador operar a máquina. Assim, considerando o espaço total como a soma das duas áreas detalhadas na Tabela 4-5 e Tabela 4-6, a atividade de preparação das chapas demandará um espaço de 30,5 m<sup>2</sup>.

#### 4.4.3 Corte do acetato

Este espaço trata-se da atividade do corte do acetato. Nesta área, tanto as máquinas que transformam o acetato na parte frontal dos óculos tanto aquelas que fazem a transformação da haste são alocadas no mesmo ambiente.

**Tabela 4-7 - Corte do acetato: maquinas**

Máquina	Qtd	Descrição	Área
M1	16	Fresadora CNC	51.8 m <sup>2</sup>
M2	2	Serrar hastes	4.4 m <sup>2</sup>
M3	1	Rebaixadora hastes	2.4 m <sup>2</sup>
M4	1	Rebaixar nariz	2.2 m <sup>2</sup>
M5	2	Corta hastes	6.2 m <sup>2</sup>
M6	5	Tupia para detalhamento	11.7 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>Área ocupada</b>	<b>78.6 m<sup>2</sup></b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da companhia

Intrínseco às medidas de área estão os espaços para a operação das máquinas, armazenamento de estoques intermediários e corredores de acesso aos equipamentos. Desta forma, o espaço total necessário para esta atividade é 78,6m<sup>2</sup>.

#### 4.4.4 Acabamento

Esta área é onde os processos de transformação serão finalizados. Alguns ajustes terão o auxílio de máquinas e por isso o espaço deverá ter capacidade para opera-las além das bancadas de inserção de atributos e finalização do lote.

Por sua variedade de atividades, que perpassam o acabamento do produto, implementação de atributos e detalhes, verificações de qualidade, montagem, embalagem e estocagem, está provavelmente será a área que mais demandará espaço na planta.

**Tabela 4-8 - Acabamento: máquinas**

Máquina	Qtd	Descrição	Área
M1	2	Cravação de dobradiças frontal (automatica)	4.8 m <sup>2</sup>
M2	1	Cravação de dobradiças frontal (manual)	2.4 m <sup>2</sup>
M3	1	Curvar hastas	2.9 m <sup>2</sup>
M4	5	Tampográfica	12.9 m <sup>2</sup>
M5	1	Auto parafusadeira	2.2 m <sup>2</sup>
M6	2	Removedor de proteção	4.6 m <sup>2</sup>
M7	3	Forno de areia	6.4 m <sup>2</sup>
M10	1	Limpeza por ultrasom	4.5 m <sup>2</sup>
M12	3	Politriz + par de Disco	7.9 m <sup>2</sup>
M13	3	Politriz + par de Disco	7.9 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>Área ocupada</b>	<b>56.4 m<sup>2</sup></b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da companhia

As informações acima correspondem a área ocupada pelas máquinas que estarão alocadas no espaço de acabamento. São máquinas que possuem diferentes objetivos dentro do processo, como pode ser percebido nas descrições. Isso ocorre pois nesta área ocorrerá a divisão das células que originarão os diferentes produtos que foram descritos na seção 4.1.

**Tabela 4-9 - Acabamento: bancadas**

Bancadas	Qtd	Descrição	Área
B1	1	Montagem e ajuste	15.0 m <sup>2</sup>
B4	2	Verificação de qualidade	22.8 m <sup>2</sup>
B5	1	Embalagem e estocagem	11.0 m <sup>2</sup>
B6	1	Implementação de atributos	11.0 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>Área ocupada</b>	<b>59.8 m<sup>2</sup></b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da companhia

As bancadas correspondem as mesas onde serão realizadas as ações detalhadas na descrição das bancadas. Cada uma contará com profissionais experientes em cada tipo de

processamento. Sendo assim, somando as duas áreas expostas nas tabelas desta seção, a área total necessária para o acabamento é de 116,2m<sup>2</sup>.

#### *4.4.5 Polimento*

A etapa de polimento envolve apenas um tipo de máquina, a politriz dupla para acetato, replicada em uma quantidade ideal estipulada pela equipe de planejamento da produção da companhia. No entanto, estipular a área necessária para este tipo de maquinário não envolve apenas a soma dos espaços ocupados por estas máquinas, pois a área ocupada varia.

A variação entre cada elemento transformador dentro deste espaço faz-se pelo diâmetro do disco, que muda de acordo com o material utilizado para o polimento e o objetivo do processo. Por isso, e pelo fato de cada politriz ser capaz de operar dois discos, considerou-se a combinação politriz e par de discos para analisar o espaço ideal demandado por esta atividade.

**Tabela 4-10 - Polimento: politrizes**

Raio do disco	Qtd	Descrição	Área
0.15 M	3	Politriz + par de Disco	10.9 m <sup>2</sup>
0.10 M	3	Politriz + par de Disco	10.9 m <sup>2</sup>
0.20 M	3	Politriz + par de Disco	11.0 m <sup>2</sup>
Total	9	Área ocupada	32.8 m <sup>2</sup>

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da companhia

Assim como nas análises anteriores, a área ocupada pelo operador, tanto quanto as áreas de estoques intermediários e corredores, foram contabilizadas intrinsecamente aos espaços das politrizes. Desta maneira, a área ideal para a estação de polimento da fábrica é 32.8 m<sup>2</sup>.

#### *4.4.6 Pintura*

A estação de pintura por sua vez, não conta com o suporte de máquinas complexas para transformar os recursos. A atividade demanda uma prateleira para guardar o material químico e as tintas necessárias para concretizar o processo da pintura, cabines de pintura e um filtro dos efluentes gerados pelos compostos utilizados. Portanto o espaço ocupado por esta atividade é de 12.1m<sup>2</sup>, como detalha a Tabela 4-11.

**Tabela 4-11 - Pintura: equipamentos**

Equipamento	Qtd	Descrição	Área
E1	2	Cabine de pintura	8.0 m <sup>2</sup>
E2	1	Filtro dos efluentes	0.1 m <sup>2</sup>
E3	1	Prateleira de quimicos	4.0 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>Área ocupada</b>	<b>12.1 m<sup>2</sup></b>

**Fonte:** Elaborada pelo autor com base nos dados da companhia

#### 4.4.7 Sala gerente

Para calcular a área demandada para a sala do gerente, utilizou-se o espaço mínimo que suporte as instalações básicas utilizadas pelo responsável pela fábrica. As instalações são cadeira e mesa utilizadas como escritório, mesa e cadeiras utilizadas como mesa de reunião, além de uma estante que também serve como armário.

A sala foi pensada para que visitas e clientes possam ter um local para reuniões e encontros com o responsável pela fábrica, além de criar um ambiente agradável e motivador para a realização das responsabilidades do gerente. Nestas condições o espaço demandado pela sala do gerente é de 35 m<sup>2</sup>.

#### 4.4.8 Estoque de produto acabado

O estoque de produtos prontos irá armazenar caixas com o SKU e a quantidade demandada pelo pedido gerado pela área de gestão de estoque da companhia. Estas caixas posteriormente serão fechadas e expedidas ao CD (Centro de Distribuição) da GlassesCo.

Para armazena-las serão utilizadas prateleiras iguais às prateleiras que armazenam as chapas de acetato no estoque de matéria prima. As dimensões desta instalação estão detalhadas na Tabela 4-2 - Estoque de matéria prima: acetato da presente seção do estudo.

Tal prateleira possui capacidade para armazenar quinze caixas com produtos acabados. Como deseja-se utilizar uma produção puxada, o que remete a demanda imediata a partir do momento da conclusão do lote, estima-se a necessidade de apenas duas prateleiras para estocar este tipo de produto. Desta forma, considerando o espaço necessário para movimentar as caixas, além da área das prateleiras, o estoque dos produtos prontos demandará 20m<sup>2</sup>.

#### 4.4.9 Corte de lente

Este espaço é destinado para o recorte das lentes cruas, ou seja, na forma que são compradas como matéria prima. Faz-se o corte através da programação de máquinas apropriadas. O elemento transformador deve ser programado para deixar a lente no formato do olho da armação que está sendo fabricada, sendo que após esta etapa é possível encaixar a lente à armação.

No presente estudo, a área responsável pelo corte das lentes contará com três diferentes máquinas. Isso ocorrerá devido a especificações que demandam processos diferentes, impossibilitando a projeção de um espaço com apenas um tipo de máquina. Assim, a demanda por espaço nesta atividade é de 15.1m<sup>2</sup> como mostra a Tabela 4-12.

**Tabela 4-12 - Corte de lentes: máquinas**

Máquina	Qtd	Descrição	Área
M1	2	Máquina para cortar lentes de demonstração	7.8 m <sup>2</sup>
M2	1	Máquina para corte de lentes do tipo mascara	3.1 m <sup>2</sup>
M3	1	Máquina para corte de lentes automatic	4.2 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>Área ocupada</b>	<b>15.1 m<sup>2</sup></b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da companhia

#### 4.4.10 Encaixe charneira e haste

Esta etapa consiste no encaixa da agulha da charneira dentro da haste de acetato. A agulha da charneira é o componente de metal que é alocado dentro da haste, como se pode observar na Figura 4-17. Esta agulha deve ser introduzida no acetato de forma a se acomodar exatamente no meio da haste. Este processo exige o aquecimento do acetato e a utilização de uma máquina que garante a assertividade da introdução da agulha.

**Figura 4-17 - Agulha charneira**



**Fonte:** Acervo do fornecedor

Além da introdução da charneira, nesta etapa deve-se cobrir o encaixe metálico que fica para fora da haste. A proteção ocorre, pois, a operação posterior é o tamboreamento, que desgasta o acetato, conferindo-lhe curvas necessárias para o acabamento do material. Para evitar o desgaste das peças de metal, convém proteger a parte da agulha que fica para fora do acetato.

Os dados abaixo mostram no detalhe a área que cada máquina ocupará. Dentro destes espaços estão calculados o local do operador, bem como os espaços entre máquinas e do corredor, de acordo com a NR12. A área total demandada por este espaço é de 16,6m<sup>2</sup>.

**Tabela 4-13 - Encaixe charneira e haste: máquinas**

Máquina	Qtd	Descrição	Área
M1	2	Shootagem de duplo eixo	8.2 m <sup>2</sup>
M2	2	Forno de alta frequência	5.9 m <sup>2</sup>
M3	1	Proteção de charneira	2.5 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>Área ocupada</b>	<b>16.6 m<sup>2</sup></b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da companhia

#### *4.4.11 Expedição*

Este espaço consiste na área de expedição dos pedidos. Nele os ajustes finais do envio são realizados como emissão de nota fiscal, conferência da quantidade expedida, entre outros. Portanto é necessário possuir espaço suficiente para fechar e preparar ao menos 10 caixas fechadas, além de estrutura tecnológica para sustentar as operações administrativas realizadas nesta fase. Assim o espaço demandado será de 28m<sup>2</sup>

**Tabela 4-14 - Expedição: equipamentos**

Equipamento	Qtd	Descrição	Área
Caixa	10	Caixa com produtos prontos	25.0 m <sup>2</sup>
Bancada	1	Bancada para realização da parte burocrática	3.0 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>Área ocupada</b>	<b>28.0 m<sup>2</sup></b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da companhia

#### *4.4.12 Tamboreamento*

Como descrito anteriormente, os tambores servem para iniciar o acabamento do acetato. Após esta etapa as bordas do acetato tornam-se arredondadas, ganhando aparência de um produto finalizado e não apenas matéria prima recortada.

**Figura 4-18 -Tambores rotativos para acetato**



**Fonte: Acervo do fornecedor**

O acetato fica girando dentro destes tambores por alguns dias. No total o óculos passa por três tambores que possuem materiais diferentes internamente, afim de garantir o arredondamento das arestas do acetato.

Cada par de tambor, como o da Figura 4-18 ocupa 2,2 m<sup>2</sup> de área. Para iniciar as operações a companhia calcula a necessidade de dez pares, totalizando um espaço de 20,8 m<sup>2</sup>. Para permitir a locomoção e operação das máquinas, de acordo com as normas e regulamentações 12, necessita-se dispor de 15m<sup>2</sup>. Logo, o espaço ocupado pela atividade do tamboreamento do acetato necessitará de uma área de 36 m<sup>2</sup>.

#### *4.4.13 Dimensionamento e prototipação*

Este espaço é onde os desenhos das armações são dimensionados em software. Além disso a sala possui uma impressora 3D que imprimi protótipos para posterior aprovação dos criadores. Haverá nesta área duas pessoas trabalhando em uma bancada relativamente grande, que suporta os computadores e instrumentos utilizados na digitalização e dimensionamento do produto, além da impressora 3D em uma outra bancada.

Por se tratar de um trabalho que envolve muita concentração, técnica e raciocínio, é importante que os funcionários possuam espaço para se acomodarem de forma a garantir a produtividade da operação. Portanto, utilizou-se a área contemporaneamente demandada na planta da Virtney para esta atividade, como base do espaço demandado. Assim a atividade de dimensionamento e prototipação necessita de um espaço de 40 m<sup>2</sup> aproximadamente.

#### *4.4.14 Administrativo*

A área administrativa terá duas pessoas trabalhando. Uma delas será responsável pelo atendimento ao cliente por telefone e e-mails, além de realizar alguns processos burocráticos internos à fábrica.

Além de uma pessoa responsável pelo atendimento, o engenheiro responsável pelos processos de produção da empresa também estará alocado nesta sala. A responsabilidade do engenheiro é estudar e quantizar os processos de produção das armações da Glasses. O cargo é analítico e o responsável ficará boa parte do seu tempo em campo, entendendo o que pode ser melhorado nos processos. A sala será o escritório do engenheiro, onde as análises de campo se transformarão em planos de ação.

Tendo em vista as atividades que ocuparão o espaço administrativo, sabe-se que deve alocar com comodidade duas pessoas em mesas e espaços particulares. Com isso a área ideal calculada para este espaço é 25m<sup>2</sup>.

#### *4.4.15 Outros*

Alguns serviços de suporte não foram detalhados no diagrama de fluxos, já que não são de extrema relevância no fluxo do processo. No entanto é interessante dimensionar estes espaços para aloca-los na planta. Os espaços em questão são três: banheiros, copa e sala de ferramentas.

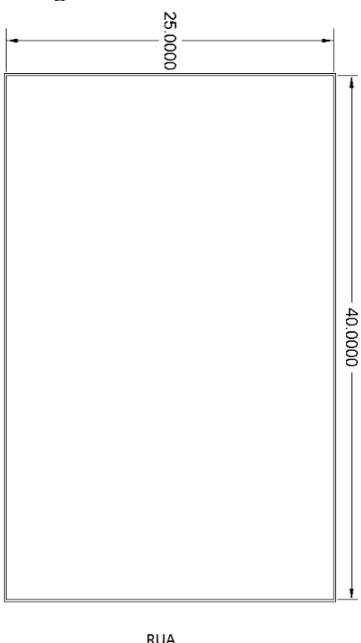
A fábrica possuirá em média 120 funcionários trabalhando diariamente. Portanto é interessante haver pelo menos dois banheiros dentro da planta. Cada banheiro possui sete cabines e sete pias, suportando sete funcionários utilizando ao mesmo tempo. A área que cada banheiro demanda será de 16m<sup>2</sup>.

A área da copa deve ser grande o suficiente para suportar todos os funcionários nos horários de descanso da fábrica (almoço e lanche). Isso implica um espaço mínimo de 120m<sup>2</sup> para a copa. Para finalizar, é necessário conter uma sala de ferramentas com algumas máquinas específicas como a afiadora universal de ferramentas. A área teórica utilizada por este espaço é de 20m<sup>2</sup>. Sendo assim a área total ocupada por outros serviços de suporte é de 172m<sup>2</sup>, dividido conforme enunciado anteriormente.

#### 4.5 Determinação dos espaços: espaço disponível

A fase da determinação dos espaços que envolve o espaço disponível consiste no entendimento da planta disponível em que o projeto será implementado. O terreno adquirido pela companhia possui mil metros quadrados de área. A Glasses Company irá aproveitar esta área para projetar o arranjo físico da fábrica e realizar as obras que forem necessárias. Atualmente a planta consiste em um grande galpão de 40 x 25m. A planta crua do terreno é a representada na Figura 4-19.

**Figura 4-19 - Terreno fábrica**



**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da companhia

#### 4.6 Determinação dos espaços: diagrama de inter-relações de espaços

O desenvolvimento deste diagrama consiste na consolidação de alguns fatores levantados até então durante a análise dos dados. Envolve o diagrama de fluxos com o dimensionamento das áreas e o espaço disponível na planta. A combinação destes três estudos resulta no diagrama de inter-relações entre espaços.

Para embasar o diagrama, construiu-se uma tabela resumo contendo todas as áreas necessárias para cada atividade. Tais áreas foram dimensionadas no software Autocad para observar se haveria ou não a necessidade de balancear as áreas das atividades. Desta maneira pode-se perceber que a planta suporta o espaço calculado para cada espaço de atividade.

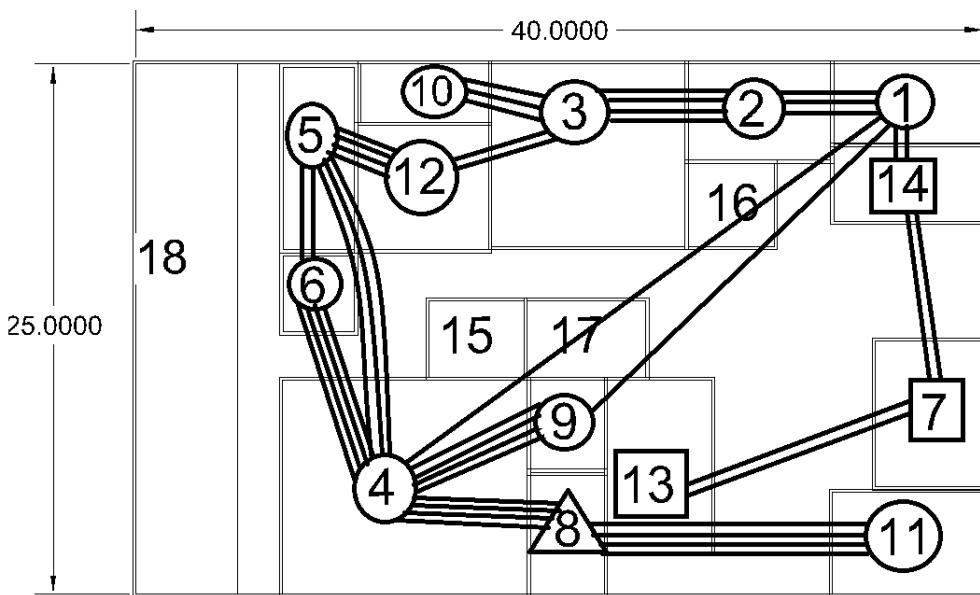
Tabela 4-15 - Áreas por atividade

Código	Atividade	Área
1	Estoque de matéria prima	26.8 m <sup>2</sup>
2	Preparação das chapas	30.5 m <sup>2</sup>
3	Corte	78.6 m <sup>2</sup>
4	Acabamento	116 m <sup>2</sup>
5	Polimento	32.8 m <sup>2</sup>
6	Pintura	12.1 m <sup>2</sup>
7	Sala president	35 m <sup>2</sup>
8	Estoque de produto pronto	20 m <sup>2</sup>
9	Corte lente	15.1 m <sup>2</sup>
10	Encaixe charneira + haste	16.6 m <sup>2</sup>
11	Área de expedição	34 m <sup>2</sup>
12	Tambores	36 m <sup>2</sup>
13	Dimensionamento e prototipação	40 m <sup>2</sup>
14	Administrativo	25 m <sup>2</sup>
15	Banheiro 1	16 m <sup>2</sup>
16	Banheiro 2	16 m <sup>2</sup>
17	Ferramentas	20 m <sup>2</sup>
18	Copa	120 m <sup>2</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, tanto o diagrama quanto as alternativas subsequentes foram construídas da mesma maneira. Na Figura 4-20 abaixo, cada área é associada com sua respectiva atividade de acordo com seu código, descrito na tabela anterior.

Figura 4-20 - Diagrama de inter-relações entre espaços



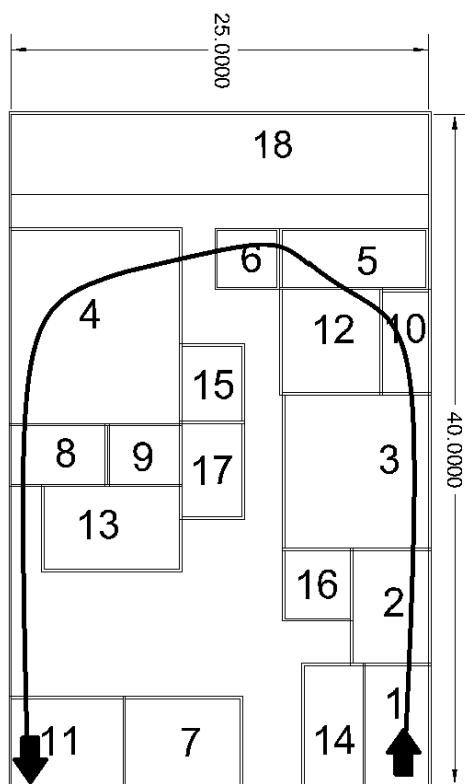
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da companhia

## 4.7 Geração de Alternativas

### 4.7.1 Métodos de manuseio

O primeiro fator leva em consideração o fluxo dos materiais em processamento. O objetivo é otimizar a movimentação, evitando desvios e interrupções bruscas no caminho do processo. Como o tipo de arranjo físico escolhido foi o linear, as divisões das atividades embasaram-se nas etapas do processo, gerando um diagrama de inter-relações entre espaços que garantisse a fluidez do fluxo. Portanto a alternativa gerada a partir deste fator, é a mesma do diagrama de inter-relações entre espaços.

**Figura 4-21 - Alternativa A: método do manuseio**



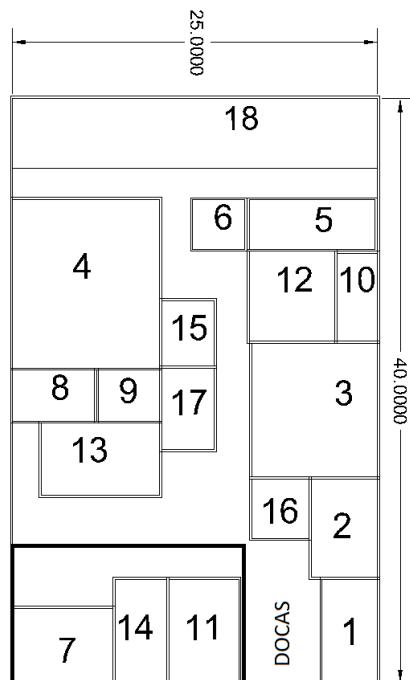
**Fonte:** Elaborado pelo autor

### 4.7.2 Recursos de armazenagem

Neste fator, os estoques de matéria prima e produtos acabados devem ser alocados em lugares ótimos. Isto é, o estoque de matéria prima deve estar próximo as docas de recebimento, e o estoque de produtos acabados próximos a área de expedição, que por sua vez deve estar próxima as docas de retirada do produto.

Na planta em questão, tem-se conhecimento sobre o lado que está a rua, Figura 4-19, e consequentemente por onde chegarão os caminhões. Sendo assim, As docas de carregamento e descarregamento se situarão entre os espaços 7 e 14 da planta. Para melhorar os processos de carga e descarga, é possível rearranjar as instalações alocadas na frente da planta para melhor atender a necessidade do recebimento e expedição. Sendo assim, a alternativa gerada por este fator foi a Figura 4-22 abaixo, as atividades 7, 11 e 14 foram rearranjadas, como a imagem ressalta.

**Figura 4-22 - Alternativa B: recursos de armazenagem**



**Fonte:** Elaborado pelo autor

#### 4.7.3 Necessidade do pessoal

O terceiro fator qualitativo é o ajuste do arranjo de forma a otimizar os tempos e caminhos dos funcionários da fábrica. Assim como o fator métodos de manuseio, este já foi otimizado, na medida que o arranjo linear busca com que os processos se sucedam da melhor forma, proporcionando a menor distância entre fases. Desta forma a alternativa A representa a otimização das necessidades do pessoal, permitindo maior produtividade à fábrica e aos funcionários que ali trabalharão.

#### *4.7.4 Serviços de suporte e serviços auxiliares*

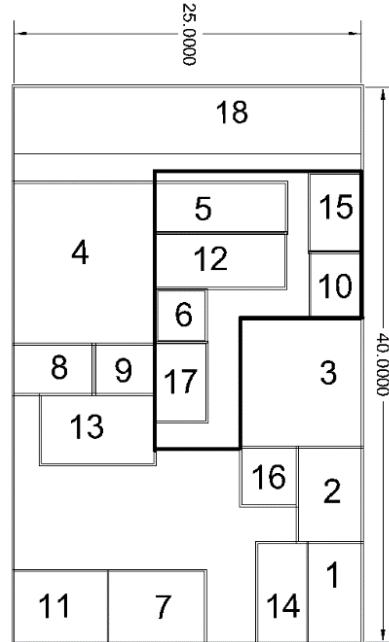
Por entender a importância dos serviços de suporte ao dia a dia da fábrica, as atividades que não se encontram no fluxo de materiais já foram alocadas nas alternativas anteriores. Porém, para melhor atender os trabalhadores da fábrica, outra alternativa surge neste fator de análise.

Sabe-se que a copa é utilizada pelos funcionários nos horários de pausa durante o dia de trabalho. Estes horários correspondem ao almoço e lanche da tarde, como sabemos que este momento ocorre para o trabalhador descansar e espairecer, para que durante as horas de labor possam produzir mais e melhor, convém alocar um dos banheiros próximos a área da copa, e com um tamanho aumentado.

Isso além de aumentar a distância entre um banheiro e outro, permite que os trabalhadores possam descansar durante mais tempo nos períodos de pausa diárias. Assim entende-se que a melhor alternativa, para não ocorrer superlotação dos banheiros nestes horários, seria aumentar o tamanho do banheiro em 25%, ou seja, a nova área será de 20m<sup>2</sup>.

Além disso, visando a comodidade dos funcionários, convém afastar o máximo possível a área dos tambores da copa. Este processo ocorre 24 horas por dia, e produz som alto. Apesar deste espaço poder ser isolado acusticamente, o isolamento não ocorre em 100% do som, o que justifica o afastamento dos tambores deste espaço.

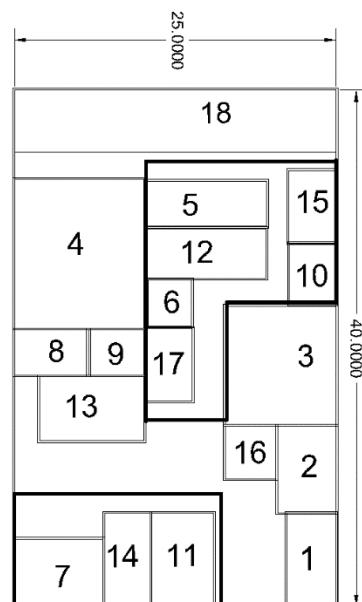
**Figura 4-23 - Alternativa C: serviços de suporte e serviços auxiliares**



**Fonte:** Elaborado pelo autor

A Figura 4-23 realça as áreas que foram rearranjadas, que corresponde às atividades 5, 6, 10, 12, 15 e 17. Ainda, convém a construção de um quarto tipo de arranjo nesta seção. Este envolve as duas mudanças feitas anteriormente. Assim surge a Alternativa D, uma combinação das duas alternativas anteriores, a B e a C.

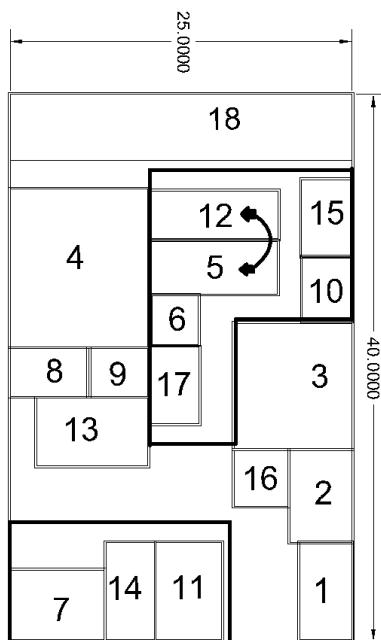
**Figura 4-24 - Alternativa D**



**Fonte:** Elaborado pelo autor

Ainda, foi apresentada uma alternativa E. Tal opção consiste na alternativa D, porém trocando a ordem das atividades de tamboreamento (12) e polimento (5). O que motivou a criação desta quinta alternativa foi o fluxo de materiais. Da forma que está arranjada a alternativa D, as armações que passam pela pintura devem sair de 12, ir à 6 e depois à 5, gerando um contra fluxo.

**Figura 4-25 - Alternativa E**



**Fonte:** Elaborado pelo autor

#### 4.7.5 Procedimentos e controle

O último fator qualitativo proposto por Muther para ser analisado durante a implementação do sistema SLP é o procedimento e controle. Este fator busca uma melhor visão administrativa dos processos fabris, levando em conta a gestão dos estoques e o mapeamento da produção.

Para melhor gerir os estoques convém que o espaço ocupado pelo engenheiro, a área administrativa, fique alocada o mais próximo possível dos estoques de matéria prima e produto acabado. Esta localização pode ser observada na alternativa B.

Para controlar melhor a produção, convém que o engenheiro responsável esteja sempre em movimento dentro da fábrica. Desta forma ele saberá em qual fase está cada lote e quanto falta para a entrega ao cliente final. Isso não implica variações no layout, dado que é

necessário um engajamento do engenheiro, que estará alocado dentro da fábrica. Portanto este fator qualitativo também não gera nenhuma outra alternativa.

#### 4.8 Seleção das alternativas

Para selecionar a melhor alternativa dentre as quatro surgidas até o momento, será utilizado o método de análise de fatores. O primeiro passo para a aplicação do método é a criação dos fatores e a ponderação sobre a importância de cada um deles.

**Tabela 4-16 - Fatores críticos**

Peso	Fatores
10	<b>1. Continuidade do fluxo</b>
4	<b>2. Controle administrativo</b>
6	<b>3. Satisfação dos funcionários</b>
8	<b>4. Agilidade na expedição e recebimento</b>
6	<b>5. Custo de implementação</b>
4	<b>6. Ruídos na sala de dimensionamento e prototipação</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

Após definir os fatores críticos que embasarão a seleção do arranjo físico, é necessário criar os critérios de ponderação para aplicar as notas. Sendo assim, constrói-se uma tabela descrevendo cada fator e o significado das cinco possíveis notas para cada um deles.

**Tabela 4-17 - Definição das notas por fator**

Fatores/Notas	1	2	3
Continuidade do fluxo	Fluxo não definido e caminho(s) obstruído(s)	Fluxo não definido e caminhos desobstruídos	Fluxo com volta e caminho(s) obstruído(s)
Controle administrativo	Escritório isolado	Escritório próximo aos armazéns	Escritório próximo aos armazéns e expedição
Satisfação dos funcionários	Funcionários totalmente insatisfeitos	Funcionários insatisfeitos	Funcionários indiferentes
Agilidade na expedição e recebimento	Área dos armazéns e de expedição isoladas das docas	Área do armazém de MP próxima as docas	Área de expedição próxima as docas
Custo de implementação	> 2.500.000	entre 2M e 2,5M	entre 1,5M e 2M
Ruídos na sala de dimensionamento e prototipação	Atividade 13 próxima às atividades 3, 12 e 10	Atividade 13 próxima às atividades 3 e 12	Atividade 13 próxima às atividades 3

Fonte: Elaborado pelo autor

Como não foi possível mostrar todas as informações da Tabela 4-17 - Definição das notas por fator, foi necessário dividir tais informações em mais uma tabela. Por isso criou-se a Tabela 4-18 - Definição das notas por fator (continuação) afim de elucidar a justificativa para cada nota.

**Tabela 4-18 - Definição das notas por fator (continuação)**

Fatores/Notas	4	5
Continuidade do fluxo	Fluxo com volta e caminho(s) desobstruído(s)	Fluxo contínuo, caminho(s) desobstruído(s)
Controle administrativo	Escritório próximo aos armazéns e prototipação	Escritório próximo aos armazéns, expedição e prototipação
Satisfação dos funcionários	Funcionários satisfeitos	Funcionários totalmente satisfeitos
Agilidade na expedição e recebimento	Área de expedição e armazém de MP próximos as docas	Área de expedição e armazéns próximos as docas
Custo de implementação	entre 1M e 1,5M	até 1.000.000
Ruídos na sala de dimensionamento e prototipação	Atividade 13 próxima às atividades 12	Atividade 13 isolada de ruídos

Fonte: Elaborado pelo autor

Após definição dos fatores e ponderação dos pesos para cada um deles, a fase seguinte consiste na atribuição de notas para as alternativas de acordo com cada fator. Isso permite a atribuição de uma nota ponderada e posterior ranqueamento das alternativas.

**Tabela 4-19 - Aplicação de notas para as alternativas de AF geral**

Peso	Fatores	A	B	C	D	E
10	Continuidade do fluxo	5	5	4	4	5
4	Controle administrativo	2	5	2	5	5
6	Satisfação dos funcionários	3	3	5	5	4
8	Agilidade na expedição e recebimento	1	4	1	4	4
6	Custo de implementação	4	4	4	4	4
4	Ruídos na sala de dimensionamento e prototipação	3	3	3	3	3
<b>TOTAL</b>		<b>120</b>	<b>156</b>	<b>122</b>	<b>158</b>	<b>162</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

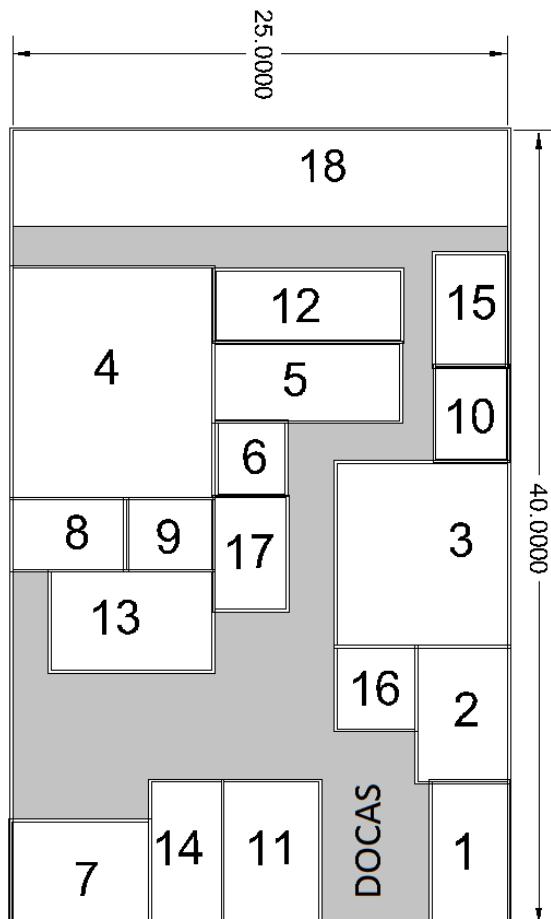
O resultado final gerou um empate técnico entre três das alternativas. Isso pois não houve divergência maior do que 20% entre os pares das alternativas B, D e E. Após expor as análises realizadas até aqui aos stakeholders do projeto de abertura da nova fábrica, incluindo o dono da

Virtney, que possui muitos anos de experiência neste ramo, a alternativa escolhida foi justamente a que obteve maior nota no modelo de decisão.

Por conciliar as duas melhorias realizadas no desenho inicial do diagrama de inter-relação entre espaços, além de garantir a continuidade do fluxo, os gestores do projeto optaram por escolher a alternativa E como mais adequada a se colocar em prática. Portanto, apesar do empate técnico ter ocorrido no método de decisão, a alternativa escolhida coincidiu com a vencedora.

Após a escolha da melhor alternativa, a alocação das atividades foi revisada e refeita, para especificar corredores, paredes e dimensões. Desta forma pode-se embasar melhor o próximo passo, com as áreas definidas em comprimento e largura. O resultado final desta etapa é a Figura 4-26. A parte cinza representa os corredores da fábrica que podem sustentar futuras expansões.

**Figura 4-26 - AF Geral escolhido**



**Fonte:** Elaborado pelo autor



## 5 ARRANJO FÍSICO DETALHADO

O arranjo físico detalhado consiste na aplicação da mesma metodologia adotada para a fase de arranjo físico geral. Porém nesta etapa faz-se o arranjo interno e detalhado de cada atividade que já foi alocada no interior da planta na Fase II.

Para iniciar este estudo é válido analisar a divisão de áreas realizada no arranjo físico geral e considerar quais dos espaços serão detalhados nesta fase. Por se tratar de uma fábrica de manufatura, entende-se que as atividades mais importantes a se estudar o layout na presente etapa do projeto, são as que envolvem os fluxos do processamento. Por isso, dos 17 espaços estudados no AF geral, apenas dez serão detalhadas nesta etapa.

**Tabela 5-1 - Atividades que envolvem o fluxo de materiais**

Código	Atividade
1	Estoque de matéria prima
2	Preparação das chapas
3	Corte
4	Acabamento
5	Polimento
6	Pintura
8	Estoque de produto pronto
9	Corte lente
10	Encaixe charneira + haste
12	Tambores

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Além disso é conveniente organizar as atividades em ordem de importância, para priorizar os espaços a serem projetados e detalhados. O critério estabelecido para definir a ordem de priorização entre as áreas foi a complexidade dos processos internos e consequente demanda de tempo do projetista. Assim a ordem estabelecida é a apresentada na Tabela 5-2 - Priorização de atividades.

**Tabela 5-2 - Priorização de atividades**

Prioridade	Atividade
1	Acabamento
2	Corte
3	Polimento
4	Preparação das chapas
5	Estoque de matéria prima
6	Estoque de produto pronto
7	Tambores
8	Pintura
9	Corte lente
10	Encaixe charneira + haste

**Fonte:** Elaborado pelo autor

## 5.1 Acabamento

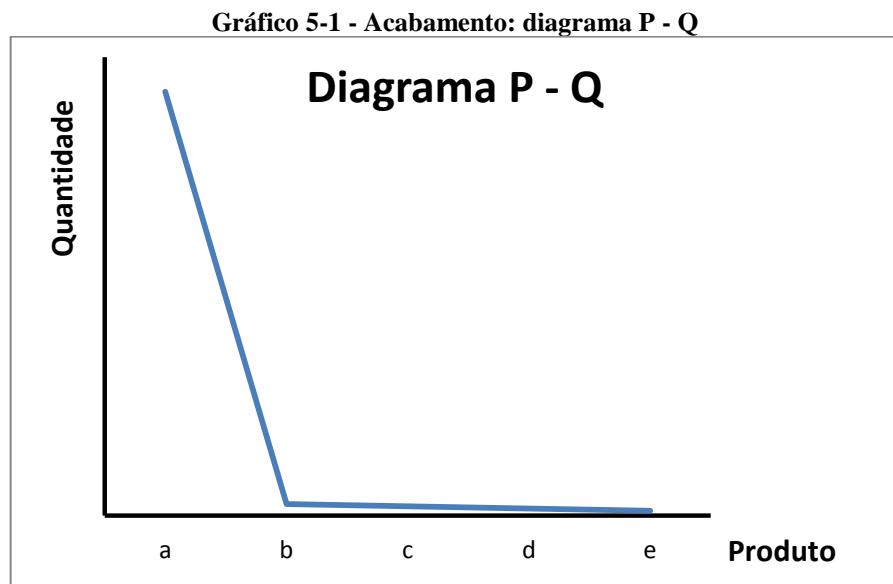
Esta atividade foi escolhida para iniciar o projeto de arranjo físico detalhado por ser a mais complexa. É neste espaço que serão realizadas as diferenciações entre quatro dos oito tipos de produtos descritos na seção 4.1. Os produtos das descrições D, E, F, H são diferenciados na etapa de acabamento, e por isso deve-se realizar o estudo do diagrama P – Q com atenção.

### 5.1.1 Diagrama P – Q

As matérias primas que chegam nesta estação são a parte frontal do óculos, a haste com a agulha da charneira encaixada, ambos após o polimento e pintura (caso necessário), e a lente. No entanto os produtos acabados por este espaço consistem em cinco diferentes. Os cinco tipos de produtos são:

- a) Outros: é a classe que representa o maior volume de demanda, diz respeito a quatro das famílias de produto expostas na seção 4.1, são elas: A, B, C e G. O volume demandado por este conjunto de produtos é de 92,5%.
- b) Família D da seção 4.1: frente com ponte de metal, correspondendo a 2,5% do volume de mercadorias.
- c) Família E da seção 4.1: haste metal/acetato correspondendo a 2% do volume de mercadorias.
- d) Família F da seção 4.1: detalhes metálicos na haste, correspondendo a 1,5% do volume de mercadorias.

- e) Família H da seção 4.1: detalhes em madeira na haste, correspondendo a 1% do volume de mercadorias.



**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da companhia

O diagrama P – Q mostra que há um tipo de produto que corresponde a maioria do volume e outros com volumes muito pequenos. À luz de Muther, pode-se escolher um tipo de arranjo para a classe de produtos A, e outro para as outras classes de produtos. Porém, como todas as classes de produtos contam com processos muito parecidos, ou idênticos, pode-se aplicar um arranjo físico linear em toda a atividade.

### 5.1.2 Fluxo de materiais

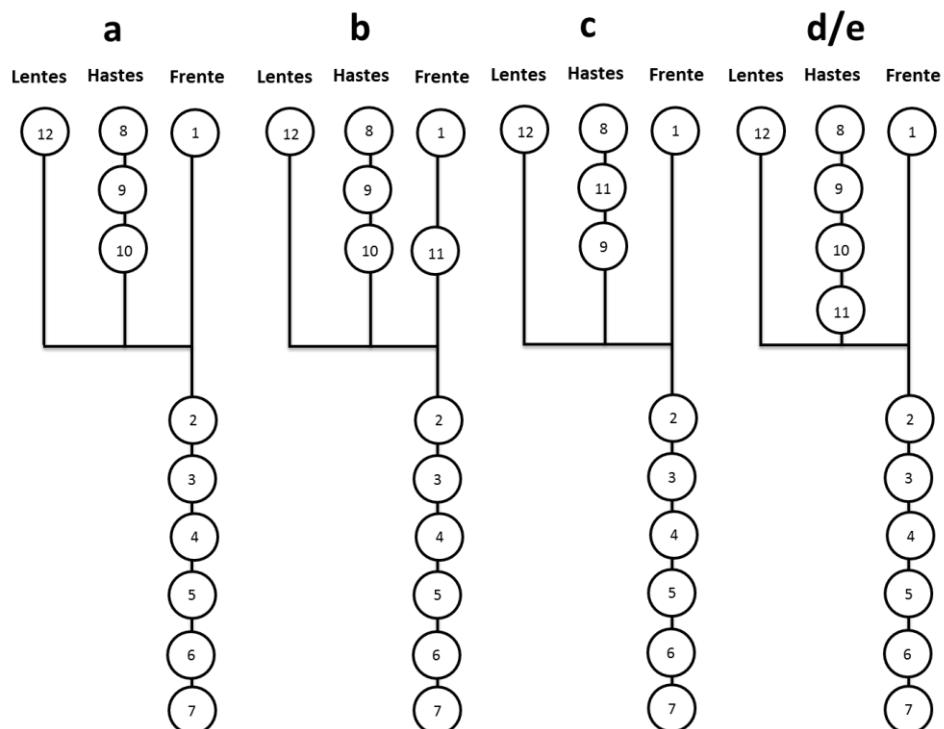
Apesar de se tratar de poucos tipos de produtos que passam por processos semelhantes, não convém representar o fluxo com uma carta de processos múltiplos. Uma das etapas do processo é a etapa de montagem, por haver este tipo de processamento, não é aconselhável utilizar a carta de processos múltiplos. Assim, será realizada a descrição dos doze tipos de processos presentes nesta atividade e, posteriormente, os fluxos serão representados por quatro cartas de processos, uma para cada classe de produto.

**Tabela 5-3 - Acabamento: descrição dos processos**

Código	Descrição do processo
1	Cravação da charneira (parte frontal)
2	Montagem
3	Limpeza ultrassom
4	Qualidade 1
5	Polimento
6	Qualidade 2
7	Ajuste, embalagem e estocagem
8	Detalhes tampográficos
9	Curvar hastes
10	Remoção da proteção
11	Implementação de atributos
12	Corte da lente

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Definido o código numérico de cada uma das etapas do processo de acabamento, deve-se criar a carta de processos para cada uma das classes de produto. Elas serão expostas uma do lado da outra, para que as relações possam ser visivelmente identificadas, facilitando o processo de criação do diagrama de inter-relações. Vale ressaltar que a carta de processos das classes “d” e “e” são equivalentes, e por isso representadas no mesmo fluxo.

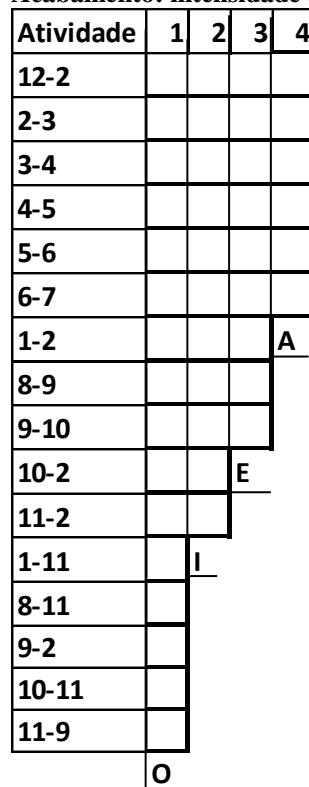
**Figura 5-1 - Acabamento: carta de processos**

**Fonte:** Elaborado pelo autor

### 5.1.3 Diagrama de inter-relações

A carta de fluxos resultou em doze processos diferentes dentro da etapa de acabamento. A partir da observação dos fluxos foi possível elaborar o diagrama de intensidade dos fluxos. Para isso contou-se quantas vezes a ligação entre cada par de etapas aparecia na carta de processos e criou-se o diagrama abaixo.

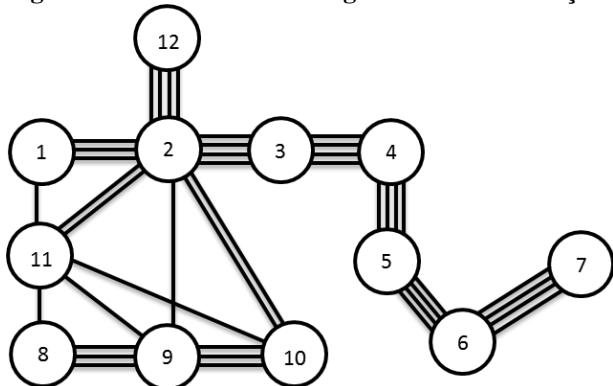
**Figura 5-2 - Acabamento: intensidade do fluxo**



**Fonte:** Elaborado pelo autor

Neste diagrama, o número de vezes que cada par de atividade, saindo da atividade a esquerda e indo para a atividade a direita, corresponde a intensidade da relação entre estes pares. Sendo assim, os números na parte superior da Figura 5-2 representam a quantidade de vezes que o par a esquerda interagem na carta de processos. Esse número corresponde também a intensidade das relações, como mostrado abaixo de cada barra do diagrama.

Desta forma foi gerada ferramentas suficientes para a construção do diagrama de inter-relações. O diagrama é mostrado na Figura 5-3. Como não consiste em um diagrama complexo, convém expor ao leitor apenas o resultado final das iterações.

**Figura 5-3 - Acabamento: diagrama de inter-relações****Fonte:** Elaborado pelo autor

#### *5.1.4 Determinação dos espaços*

Após realizar os estudos de produto e quantidade, fluxo e diagrama de inter-relações, é possível alocar as máquinas e equipamentos de cada etapa do processo dentro da área de acabamento. O diagrama de inter-relações nos concede um ótimo parecer sobre como as etapas do processo devem ser divididas dentro da área de acabamento.

Assim, com base no resultado da etapa de arranjo físico geral, foi possível alocar as máquinas da Tabela 4-8 e as bancadas da Tabela 4-9. As áreas e dimensões foram respeitadas, assim como o espaço destinado ao acabamento que foi definido durante o arranjo físico geral.

A determinação dos postos de trabalho na atividade de acabamento foi realizada e é mostrada na Figura 5-4. Os setores estão separados por seus códigos de atividade, e a alocação de cada posto foi embasada na capacidade interna da área, bem como no diagrama de inter-relações.

As linhas mais fortes nas paredes representam portas, cada uma possui ligação com lugares diferentes. Começando pela porta superior da imagem e seguindo no sentido horário, a sequência de acesso é: corredores da fábrica, polimento, pintura, corte das lentes e estoque de produto acabado.

**Figura 5-4 - Acabamento: definição dos postos de trabalho**



**Fonte:** Elaborado pelo autor

## 5.2 Corte

A etapa do corte possui como matéria prima os retângulos de acetato que virarão partes da armação. Os retângulos maiores se tornam partes frontais, enquanto os menores são transformados nas hastes. Existem, portanto, dois tipos de produtos finais após esta etapa: hastes e frentes de acetato recortadas no formato final.

Vale ressaltar que é nesta etapa que diferencia-se o produto da família G: ponte vazada. No entanto isso não implica em grandes diferenças no processo, a única diferença deste para os outros tipos de frente é a adição de uma etapa de corte em uma das fresadoras CNC.

### 5.2.1 Diagrama P – Q

Como mostrado nos parágrafos anteriores, existem apenas dois tipos de produto final após esta etapa. Por se tratarem de poucos produtos com processos semelhantes, convém adotar o arranjo físico linear para este processo.

### 5.2.2 Fluxo de materiais

A partir da análise realizada na parte do diagrama P – Q, por concluir que consiste na transformação de dois tipos de produtos com processos parecidos, a carta de fluxos mais aconselhada para demonstrar esta etapa de processamento é a carta de processos.

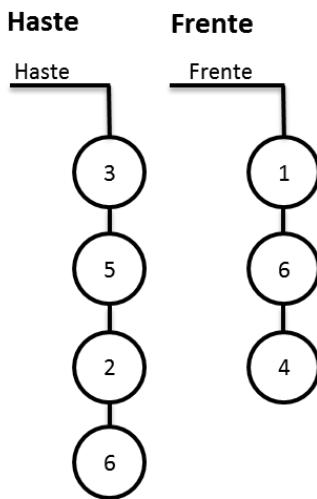
**Tabela 5-4 - Corte: descrição das atividades**

Código	Descrição da atividade
1	Fresadora CNC
2	Serrar hastes
3	Rebaixadora hastes
4	Rebaixar nariz
5	Cortar hastes
6	Tupia para detalhamento

**Fonte:** Elaborado pelo autor

A Tabela 5-4 descreve os seis tipos de processos que transformam a matéria prima nesta estação. A atividade do corte é a transformação mais visível que ocorre com o acetato, já que ele entra na estação como uma chapa retangular de acetato, e sai com o aspecto de partes de uma armação.

**Figura 5-5 - Corte: carta de processos**



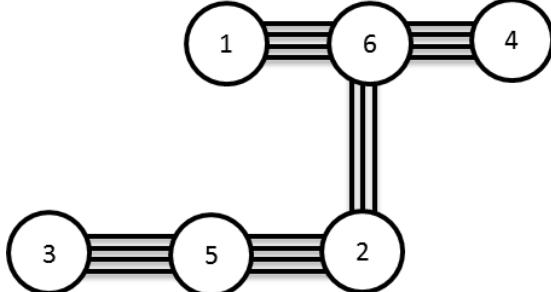
**Fonte:** Elaborado pelo autor

### 5.2.3 Diagrama de inter-relações

A partir da carta de fluxos, é possível estabelecer as intensidades das relações. Como são duas linhas de fluxo único, pode-se entender que todas as relações são do tipo A. No entanto, não são 100% das hastes que passam pela etapa seis, tupia de detalhamento, por isso a relação

entre as atividades 2 e seis não foi desenhada com intensidade A. Pela simplicidade da confecção do diagrama, não convém expor ao leitor o diagrama de intensidade de fluxo, já que o critério para escolher as intensidades foi o mencionado anteriormente.

**Figura 5-6 - Corte: diagrama de inter-relações**

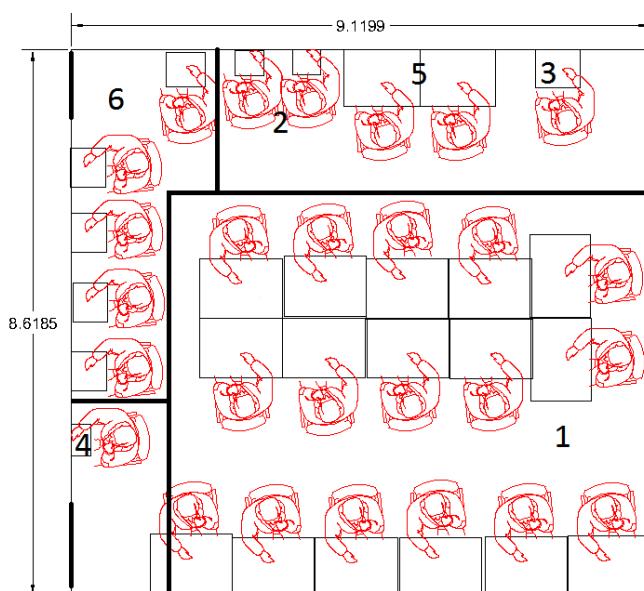


Fonte: Elaborado pelo autor

#### 5.2.4 Determinação dos espaços

Após definir o fluxo e as intensidades das relações entre processos do corte, é necessário definir a localização das máquinas dentro do espaço. Desta maneira, utilizando o dimensionamento mostrado na Tabela 4-7, sobre as máquinas que serão utilizadas no processo, e a área definida pelo resultado do projeto de arranjo físico geral, é possível definir a localização dos postos de trabalho e a organização interna da área de corte.

**Figura 5-7 - Corte: definição dos postos de trabalho**



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 5-7 estão definidos os postos de trabalho e locais de cada tipo de processo. A planta da área de cortes foi dividida de acordo com o tipo de equipamento, ou agrupamento do mesmo tipo, como pode-se observar nas legendas numéricas internamente.

Além disso as portas foram definidas por uma linha mais forte nas arestas, que representam as paredes. A porta do canto inferior esquerdo abre para o corredor da fábrica, a do canto superior esquerdo permite acesso à atividade de encaixe da charneira com a haste, e a porta do lado direito liga a área de preparação das chapas com o corte.

### **5.3 Polimento**

Cada componente de acetato do óculos: haste e parte frontal, passa por três seções de polimento. Os materiais e produtos químicos que envolvem o polimento do acetato mudam de estação para estação, e é por isso que são necessárias todas estas etapas. Cada uma possui um objetivo diferente.

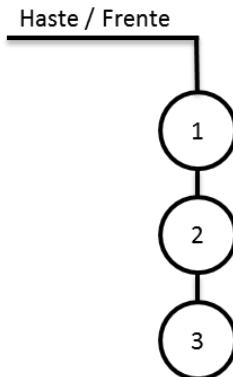
#### *5.3.1 Diagrama P – Q*

São dois os tipos de produtos resultantes desta etapa: frente ou haste, ambas polidas. Por haver apenas dois tipos de produto que passam por processos idênticos, pode-se analisar esta atividade como a fabricação de poucos produtos com processos semelhantes. Isto resulta em um tipo de arranjo físico linear.

#### *5.3.2 Fluxo de materiais*

Como há apenas 3 estações de polimento das partes dos óculos, e os processos são os mesmos para os dois tipos de produtos resultantes desta etapa, convém analisar o fluxo com base em uma carta de processos. Cada número representa uma etapa do polimento e o diagrama é simples e intuitivo.

**Figura 5-8 - Polimento: carta de processos  
Haste/Frente**

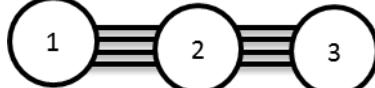


**Fonte:** Elaborado pelo autor

### 5.3.3 Diagrama de inter-relações

Assim como a carta, o diagrama de inter-relações é básico. Ele envolve apenas relações de intensidade A, e liga os três tipos de polimento de acordo com a ordem do fluxo. Isso implica em um diagrama de inter-relações como o da Figura 5-9.

**Figura 5-9 - Polimento: diagrama de inter-relações**



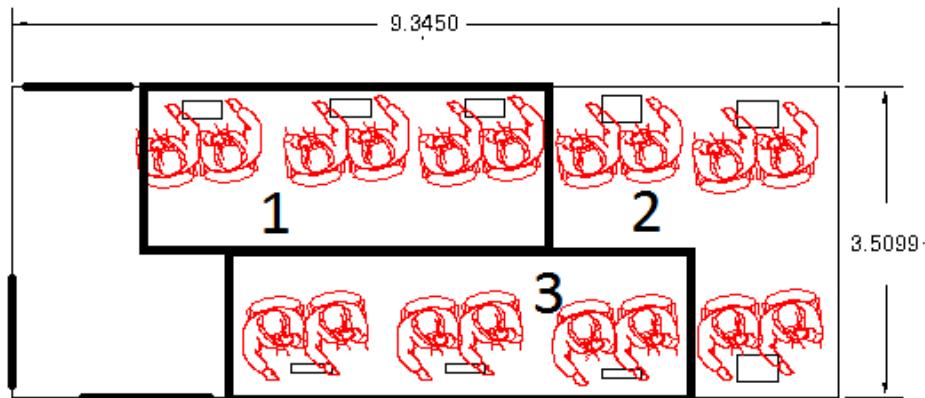
**Fonte:** Elaborado pelo autor

### 5.3.4 Determinação dos espaços

Para realizar o diagrama de inter-relações entre os espaços, será utilizada a área especificada na seção 4.4.5, além das dimensões criadas no projeto de arranjo físico geral, que servirá de base para a montagem do projeto de arranjo físico detalhado.

Cada atividade foi realçada com uma borda escura e uma legenda numérica interna. Além disso as portas dão acesso ao tamboreamento, pintura e acabamento, começando pela marcação superior e seguindo no sentido horário respectivamente.

**Figura 5-10 - Polimento: definição dos postos de trabalho**



**Fonte:** Elaborado pelo autor

## 5.4 Preparação das Chapas

### 5.4.1 Diagrama P – Q

Para iniciar o estudo detalhado sobre o espaço de preparação das chapas deve-se entender qual transformação é sofrida nesta etapa. Sabe-se que a matéria prima que chega neste processo é uma chapa de acetato grande, e há dois tipos de produtos saindo da preparação: retângulos de acetato para a confecção de frentes e pequenos retângulos para a confecção de hastas.

Além disso, vale ressaltar que um dos tipos de saída, os retângulos frontais, podem ser subdivididos em duas categorias: combinação de duas chapas ou não. Isso ocorre pois duas chapas de acetato podem ser coladas, formando um acetato de duas cores.

Por haver apenas três tipos de produtos que passam pelos mesmos processos produtivos, pode-se considerar que o produto é único em grande quantidade. Por isso adota-se o arranjo físico linear para esta etapa do processo.

### 5.4.2 Fluxo de materiais

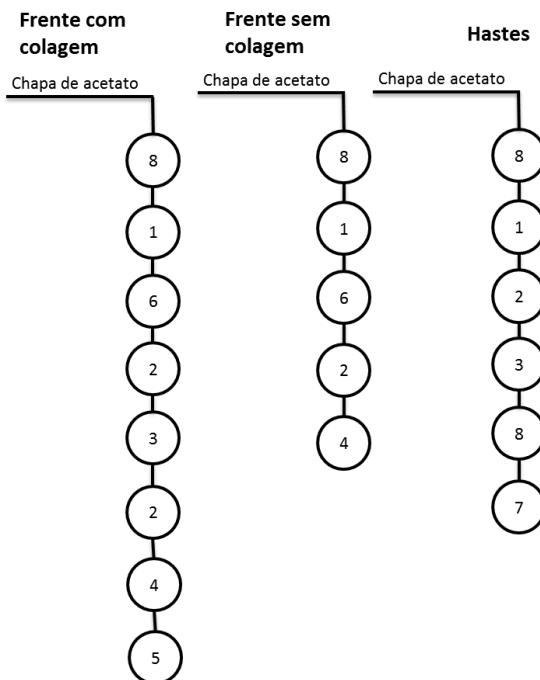
Para desenhar o fluxo de materiais, é necessário utilizar o diagrama P – Q construído anteriormente. Como há apenas três variações de produto, a análise será progredida considerando a confecção de poucos produtos em grandes quantidades. Isso indica que a carta de processos é a melhor opção dentre as cartas de fluxo para representar esta etapa.

**Tabela 5-5 - Preparação das chapas: atividades**

Código	Atividade
1	Corte horizontal de chapas
2	Aquecimento
3	Corte vertical de chapas
4	Aplainamento de chapas
5	Colagem automatica
6	Corte a laser chapa
7	Corte a laser hastes
8	Bancada de medição

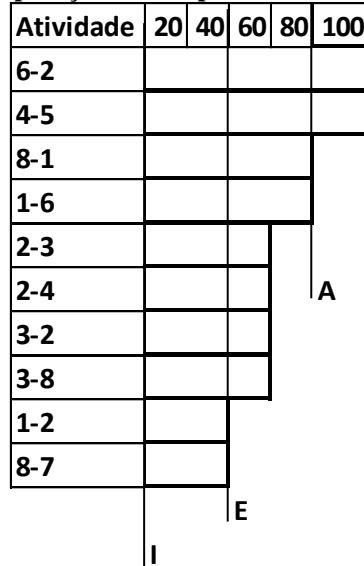
**Fonte:** Elaborado pelo autor

Para enunciar a carta de processos, convém apresentar as etapas que ocorrerão neste espaço, e os códigos de cada uma. Assim construiu-se a tabela acima, para enumerar cada etapa do processo.

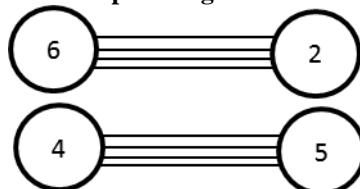
**Figura 5-11 - Preparação das chapas: carta de processos****Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da companhia

#### 5.4.3 Diagrama de inter-relações

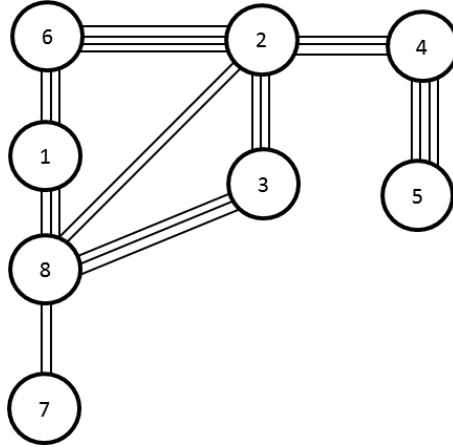
Utilizando o método de criação do diagrama de inter-relações, inicia-se analisando a intensidade dos fluxos. Para montar este diagrama avaliou a relação entre cada par de atividade de acordo com a porcentagem de vezes que o par aparece na carta de processos.

**Figura 5-12 - Preparação das chapas: intensidade dos fluxos****Fonte:** Elaborado pelo autor

Após montado o diagrama de intensidade dos fluxos, é possível observar que existem três tipos de relações entre as atividades dentro da área de preparação das chapas. Para iniciar representa-se apenas as relações de intensidade A, como na figura abaixo.

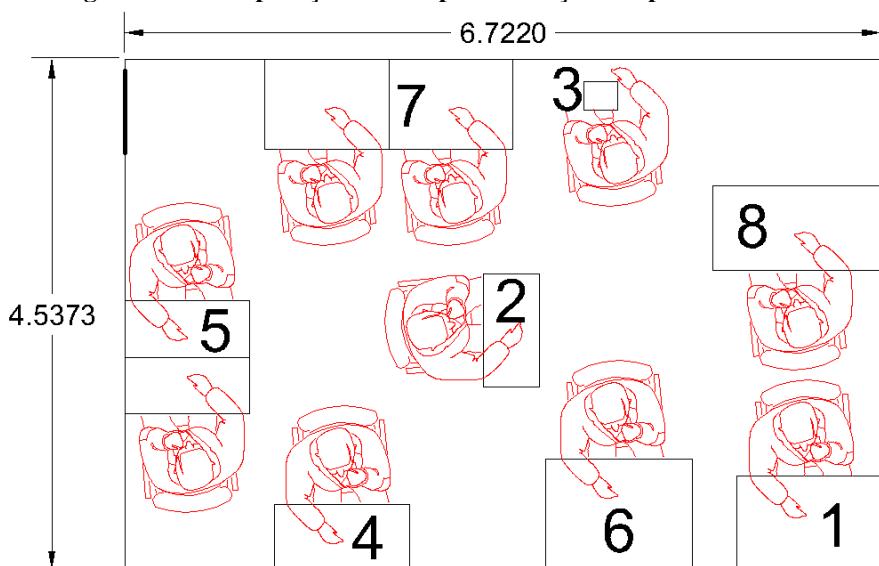
**Figura 5-13 - Preparações das chapas: diagrama de inter-relações (intensidade A)****Fonte:** Elaborado pelo autor

Posteriormente faz-se os ajustes necessários e inclui no diagrama as relações de intensidade E, ou seja, muito importantes. Por se tratar de um processo relativamente simples, com poucas etapas e fluxo quase único, esta será a última iteração e resultará no diagrama final, isto é, as relações de intensidade I também foram colocadas na segunda e última iteração.

**Figura 5-14 - Preparação das chapas: diagrama de inter-relações final****Fonte:** Elaborado pelo autor

#### *5.4.4 Determinação dos espaços*

O espaço ocupado e quantidade de cada máquina utilizada nesta estação do processo já foi detalhada na Tabela 4-5, bem como as bancadas necessárias foram especificadas na Tabela 4-6. Além disso o espaço disponível para a área de preparação das chapas foi definido durante o arranjo físico geral. Deste modo, torna-se necessário alocar os equipamentos do processo dentro da área definida, gerando assim o arranjo físico interno da atividade e a definição dos postos de trabalho.

**Figura 5-15 - Preparação das chapas: definição dos postos de trabalho****Fonte:** Elaborado pelo autor

Neste espaço, por ser uma área pequena para alocar apenas dez equipamentos de acordo com o fluxograma criado na seção 5.4.3, a análise dos fatores qualitativos que se utiliza para

criar diferentes arranjos não gera nenhuma outra alternativa. Desta forma o arranjo físico final do espaço de preparação das chapas fica sendo o mesmo definido na Figura 5-15.

## 5.5 Estoque de matéria prima

Nesta área, o fluxo é simples e não envolve nenhum elemento transformador, ou seja, a matéria prima passa por este espaço apenas para ser armazenada e aguardar o momento de sua utilização. Desta forma, as análises que embasarão a tomada de decisão sobre a alocação dos equipamentos que devem munir o armazém se tornarão mais simples, excluindo a necessidade de passar por todas as etapas do modelo de procedimento do sistema SLP.

### 5.5.1 Diagrama P - Q

O primeiro estudo que embasa as decisões sobre o arranjo físico é o diagrama P – Q. Há três tipos de produtos neste estoque: chapas de acetato, componentes metálicos e lentes. Os produtos não sofrem nenhum tipo de modificação, o que sugere a interpretação de poucos produtos com processos idênticos. Consequentemente o tipo de arranjo físico resultante para o estoque é o linear.

### 5.5.2 Diagrama de inter-relações

O fluxo que ocorre internamente ao armazém de matérias prima não acontece entre equipamentos. Tal fluxo ocorre apenas entre a porta e a prateleira que o material será armazenado, e posteriormente entre a prateleira e a porta. Nesta perspectiva, entende-se que a única relação do fluxo de materiais com os equipamentos ocorre entre os recursos armazenadores e as portas, uma oferece acesso aos corredores da fábrica e outra ao espaço de preparação das chapas.

**Tabela 5-6 - Descrição dos equipamentos**

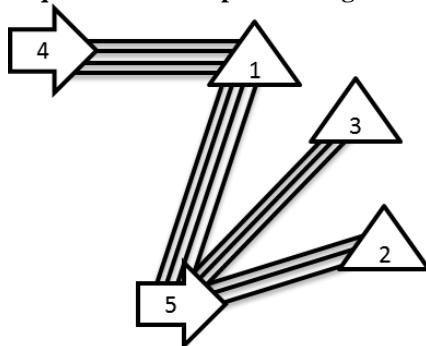
Código	Equipamento
1	Prateleira acetate
2	Prateleira lentes
3	Prateleira Componentes metálicos
4	Porta preparação chapas
5	Porte corridor

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Após apresentar os códigos das prateleiras e portas, constrói-se o diagrama de inter-relações. Neste, diferente dos outros deste trabalho, serão representadas as portas. Elas serão

representadas por setas que representam a movimentação do material. Após duas iterações para a confecção do diagrama, o resultado foi a **Error! Reference source not found.**. Não convém mostrar a intensidade dos fluxos. A lógica utilizada foi a partir da massa da carga, logo o acetato, maior massa, possui relação de intensidade A com as portas enquanto os outros materiais possuem relação de intensidade E com as portas.

**Figura 5-16 - Estoque de matérias prima: diagrama de inter-relações**



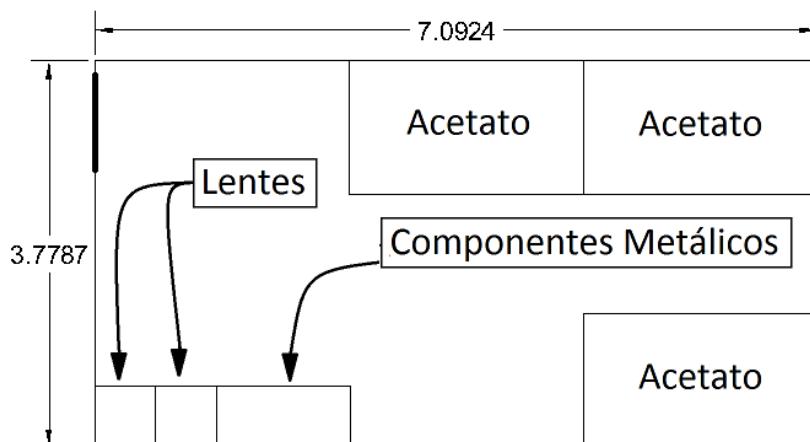
**Fonte:** Elaborado pelo autor

### *5.5.3 Determinação dos espaços*

Para definir o arranjo do estoque de matérias prima, utilizou-se as dimensões das tabelas: Tabela 4-2, Tabela 4-3 e Tabela 4-4, dentro da área especificada para esta atividade na planta resultante do arranjo físico geral.

Na Figura 5-17 as arestas mais escuras representam as localizações das portas. As localizações das prateleiras de acetato foram estrategicamente arranjadas próximas às portas, dado que são os materiais maiores e mais difíceis de se armazenarem no estoque.

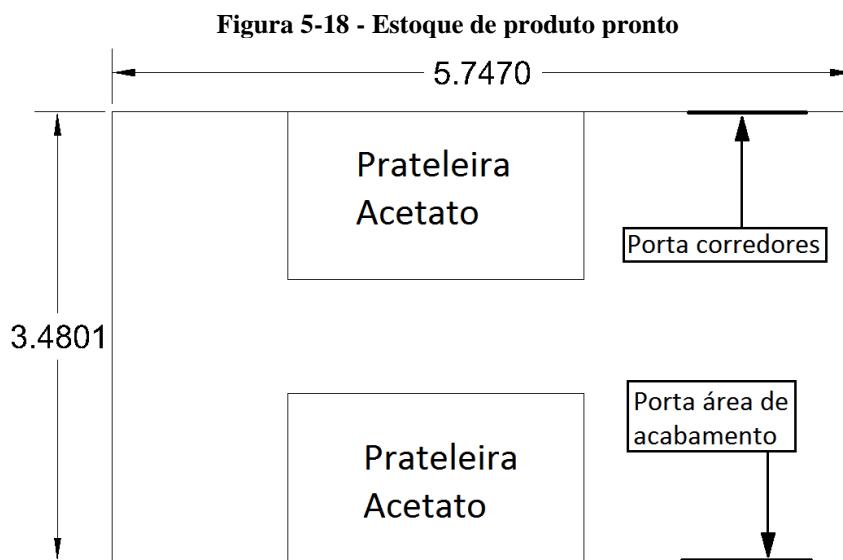
**Figura 5-17 - Estoque de matéria prima: disposição das prateleiras (A)**



**Fonte:** Elaborado pelo autor

## 5.6 Estoque de produto acabado

Este espaço, por se tratar de uma área pequena em que se deve apenas alocar duas prateleiras, não será necessário seguir nenhum passo do método SLP. Os produtos não sofrem transformação no armazém, e passam por esta área por pouco tempo, já que a produção da fábrica será puxada. Desta maneira, convém apenas alocar as duas prateleiras especificadas na seção 4.4.8, dentro da área especificada resultante do projeto de AF geral.



**Fonte:** Elaborado pelo autor

## 5.7 Tamboreamento

Esta etapa de acabamento consiste no tamboreamento da frente em acetato e do conjunto haste com a agulha da charneira. O processo é utilizado para a remoção de rebarbas, diminuição da rugosidade, além de ser a primeira etapa de polimento das peças. A vantagem é o baixo custo e a agilidade, em decorrência do número de peças que podem ser operadas por batelada.

O processo consiste em três etapas de tamboreamento, utilizando materiais diferentes: abrasivo 500 com chip de nylon, abrasivo 1000 com chip de nylon e pasta brilho com chip de madeira. A priori os materiais de acetato passam pelos abrasivos plásticos, que retiram as rebarbas e iniciam os ajustes finos. A posteriori, a madeira e a pasta atuam no início do acabamento e polimento dos materiais.

### 5.7.1 Diagrama P - Q

Há nesta etapa dois tipos de produto final: conjunto haste e charneira e parte frontal, ambas sem rebarbas e com início de acabamento. Os processos sofridos por ambos os produtos são exatamente os mesmos, o que permite tratar a operação como a fabricação de poucos produtos com processos idênticos. Isso resulta na disposição do arranjo físico linearmente.

### 5.7.2 Fluxo de materiais

Por se tratar de poucos produtos com processos idênticos, convém representar o processo com a carta de processos. Esta carta simples irá mostrar as três etapas de tamboreamento já discutidas anteriormente.

**Tabela 5-7 - Etapas do tamboreamento**

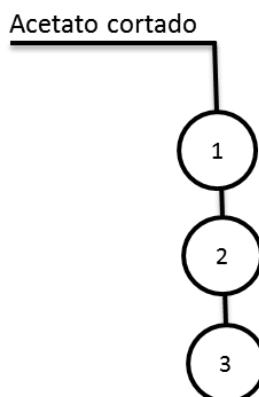
Número	Componemtes internos
1	Abrasivo 500 + chip nylon
2	Abrasivo 1000 + chip nylon
3	Pasta brilho + chip madeira

Fonte: Elaborado pelo autor

Após definir e numerar as etapas e os tipos de agentes do tamboreamento, torna-se possível montar a carta de processos. Nela os três tipos de tamboreamento são representados de forma simples e clara.

**Figura 5-19 - Tamboreamento: carta de processos**

**Haste/frente**

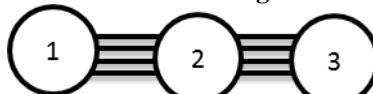


Fonte: Elaborado pelo autor

### 5.7.3 Diagrama de inter-relações

Bem como o fluxo de materiais, o diagrama de inter-relações é simples e intuitivo, havendo apenas uma intensidade de relação entre as etapas do processo. A intensidade é a “A”, logo, a maior das intensidades de relação.

**Figura 5-20 - Tamboreamento: diagrama de inter-relações**



**Fonte:** Elaborado pelo autor

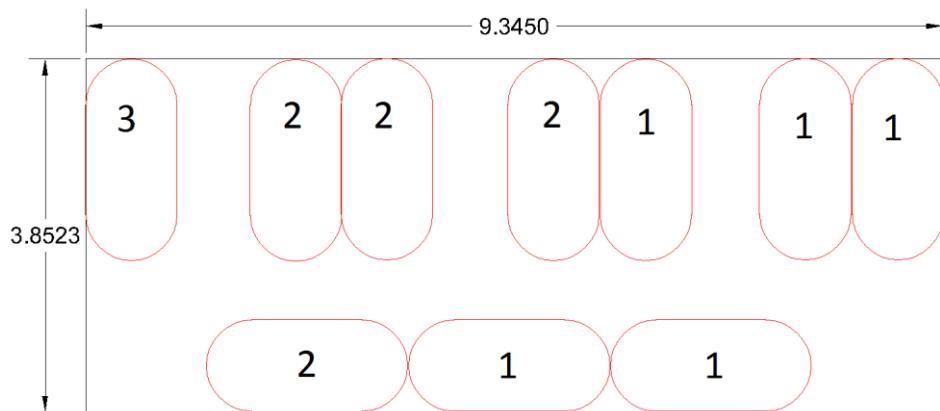
### 5.7.4 Determinação dos espaços

Com base nas áreas dos tambores especificadas na seção 4.4.12, além da área destinada a esta atividade resultante do projeto do arranjo físico geral, faz-se o arranjo dos tambores internamente à área destinada a eles.

A fábrica iniciará suas operações com dez pares de tambores. A primeira etapa do tamboreamento é a mais demorada, e ocorre em 72 horas, a segunda em 48 horas e a terceira em apenas uma hora. Esta divisão de tempos sugere a divisão dos tambores da seguinte forma: cinco pares de tambores com abrasivo 500 e chip de nylon (etapa 1), quatro pares de tambores com abrasivo 1000 e chip de nylon (etapa 2) e um par de tambores com pasta brilho e chip de madeira (etapa 3).

Na Figura 5-21 encontra-se a disposição dos dez tambores na área destinada à eles. O código de cada tipo de componente interno está no interior da representação de cada tambor. Vale ressaltar que as portas, representadas pelas linhas mais fortes na parte inferior, dão acesso ao corredor, próximo as atividades de corte e encaixe da charneira na haste, e a atividade de polimento.

**Figura 5-21 - Tamboreamento: definição do posicionamento dos tambores**



**Fonte:** Elaborado pelo autor

## 5.8 Pintura

A etapa de pintura ocorre apenas para alguns produtos, ou seja, não é 100% das armações fabricadas que passam por esta estação. No entanto, ela ocorre após o polimento do acetato e antes do acabamento. Isto significa que a matéria prima utilizada nesta etapa é a frente de acetato e/ou o conjunto haste e charneira após o polimento.

### 5.8.1 Diagrama P – Q

A matéria prima é única, mas os resultados do processo podem ser muito diferentes, já que o tipo de pintura e a cor pode variar. Apesar de haver diversos tipos de resultados, o processo é o mesmo, e envolve a aplicação de tinta no acetato realizada por um funcionário por cabine de pintura.

Como o processo é quase idêntico, ele pode ser tratado como um elemento transformador que resulta em poucos produtos com etapas de processamento semelhantes. Como as etapas são iguais, vale novamente aplicar um arranjo interno linear na atividade de pintura.

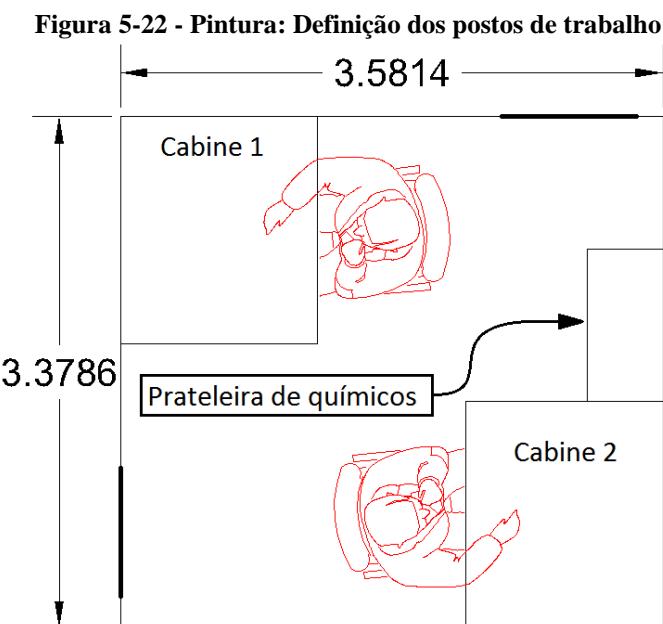
### 5.8.2 Fluxo de materiais

Como os materiais passam apenas por uma estação de transformação, a cabine de pintura, não se faz necessário montar uma carta de processos nem um diagrama de inter-relações. Os materiais chegam pela porta que permite acesso à atividade de polimento, vão para as cabines de pintura e recebem o tratamento. Após isso eles saem pela porta do corredor, em direção a área de acabamento.

### 5.8.3 Determinação dos espaços

Para realizar a transformação os funcionários que trabalharão nesta atividade terão que preparar a cor que cada parte do óculos será pintada. Para isto eles devem ir até a prateleira de químicos, tomar os compostos relevantes para o processo e deixá-los sobre a cabine de pintura.

As cabines de pintura estão especificadas na Figura 5-22, bem como as portas. A porta da parede superior da imagem permite acesso aos corredores da fábrica, enquanto a porta na parede direita liga a atividade de pintura à de polimento.



**Fonte:** Elaborado pelo autor

## 5.9 Corte lente

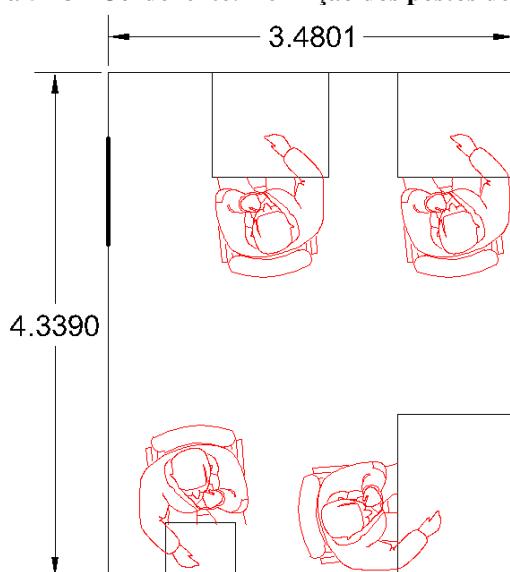
O corte das lentes pode ser considerada uma etapa pertencente ao acabamento. No entanto, como envolve a confecção de outro produto diferente da armação em acetato, convém criar um espaço separado para a sua confecção. O espaço será dividido apenas por uma parede da área de acabamento, permitindo acesso à ela.

A matéria prima utilizada são as lentes cruas, ou seja sem nenhum tipo de tratamento. Pela necessidade do uso desta matéria prima, o espaço terá duas portas de acesso, uma para a área de acabamento e outra para os corredores da fábrica. Desta maneira a movimentação das lentes cruas desde o estoque de matérias primas até a atividade de corte das lentes será menor.

O produto resultante deste processo é único, variando de armação para armação. O processo é o mesmo para qualquer tipo de modelo, apenas o resultado do corte que se diferencia, podendo ser redondo, quadrado, grande ou pequeno, dependendo do tipo de armação que está sendo confeccionada.

Como envolve apenas a alocação de quatro máquinas, de modo que cada lente passa apenas por uma máquina, não convém realizar estudos sobre os produtos e quantidades bem como sobre o fluxo. O fluxo é unidirecional e o processo é único.

**Figura 5-23 - Corde lente: Definição dos postos de trabalho**



**Fonte:** Elaborado pelo autor

Os corredores estão desobstruídos e os funcionários tem livre acesso as portas. Vale ressaltar que apesar de possuir quatro funcionários na representação do arranjo, terão apenas dois trabalhando no corte das lentes. A representação foi feita para deixar claro que há espaços para o manuseio de todas as máquinas.

A porta é representada pelas linhas mais escuras. Ela permite o acesso a área de acabamento, próximo a atividade de montagem da armação. Não há ligação com os corredores da fábrica, sendo que para ir à esta atividade necessita-se entrar na área de acabamento.

## 5.10 Encaixe charneira e haste

Nesta estação chegam dois tipos de matéria prima: haste de acetato sem acabamento, logo depois das etapas de corte, e a agulha da charneira, que deve ser introduzida no centro da

haste. Este processo não é factível manualmente, dado o alto grau de precisão que o envolve. Por isso utiliza-se duas máquinas apropriada para realizar a ação com excelência: um forno e uma máquina de *shootagem* de duplo eixo.

Além disso, após a introdução da agulha é necessário proteger a parte metálica da charneira que fica para o lado de fora da haste. Esta parte consiste no que futuramente será o encaixe entre as hastes e a parte frontal da armação. A necessidade de protege-la é em decorrência do processo seguinte ao encaixe, o tamboreamento. Para este tipo de acabamento não convém deixar exposto os componentes metálicos dos óculos. Este processo demanda outra máquina.

#### *5.10.1 Diagrama P – Q*

O resultado desta etapa do processo é único, e consiste na agulha encaixada na charneira e com a charneira protegida. Isso consiste em produto único fabricado em grandes quantidades, resultando em um arranjo linear das máquinas envolvidas no processo.

#### *5.10.2 Fluxo de materiais*

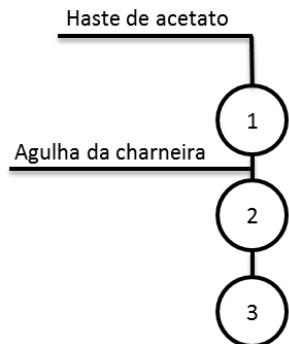
O processo se inicia ao receber as hastes de acetato após os processos de corte. A primeira etapa é o aquecimento deste componente, ação que facilita a introdução da agulha da charneira. Após o aquecimento o acetato vai para a máquina de *shootagem*, onde a charneira é aplicada. Por fim o conjunto é transformado pela máquina que realiza o encaixe da proteção.

**Tabela 5-8 - Encaixe charneira e haste: atividades**

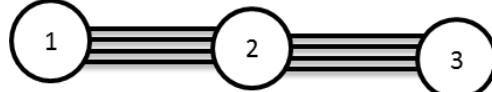
Código	Atividade
1	Aquecimento
2	Encaixe da agulha na haste
3	Encaixe da proteção

**Fonte:** Elaborado pelo autor

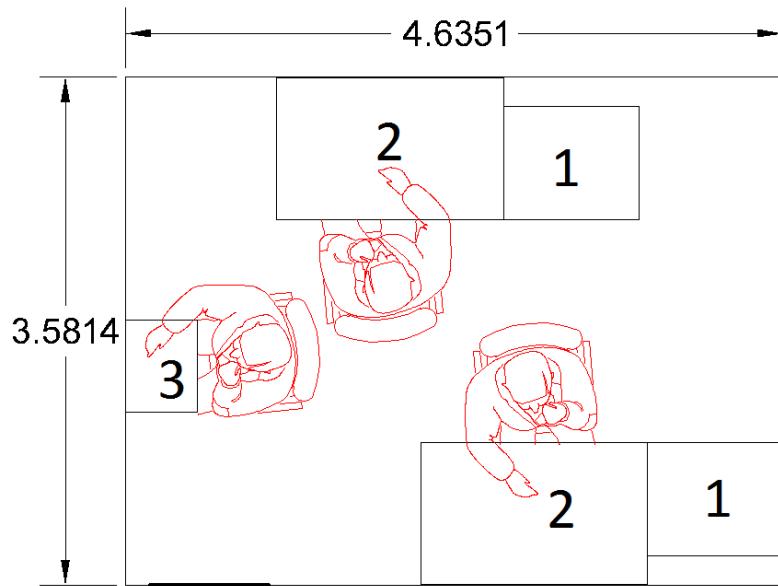
A carta que melhor representa esta etapa do processo de fabricação é a carta de processos. Após numerar as três atividades que realizam a transformação na haste de acetato, convém representar o fluxo com a carta mais apropriada.

**Figura 5-24 - Encaixe charneira e haste: carta de processos****Haste com charneira****Fonte:** Elaborado pelo autor**5.10.3 Diagrama de inter-relações**

Como o processo envolve apenas três etapas e o fluxo é constante e contínuo, o diagrama de inter-relações se torna simples, não criando a necessidade de mais de uma iteração para a sua confecção.

**Figura 5-25 - Encaixe charneira e haste: diagrama de inter-relações****Fonte:** Elaborado pelo autor**5.10.4 Determinação dos espaços**

A determinação dos espaços será realizada de acordo com a área conferida a esta etapa de fabricação na fase de arranjo físico geral. Ainda, a área ocupada por cada máquina é a mesma enunciada na Tabela 4-13.

**Figura 5-26 - Encaixe charneira e haste****Fonte:** Elaborado pelo autor

As portas permitem acesso à área de corte e aos corredores da fábrica. O funcionário responsável em operar a máquina de *shootagem*, que insere a agulha na charneira, operará também o forno de alta frequência. Ele receberá a matéria prima, realizará a transformação necessária em seu posto e deixará o conjunto esfriando em água, próximo a etapa 3. Outro funcionário receberá o conjunto e aplicará a proteção às charneiras.

## 6 Conclusão

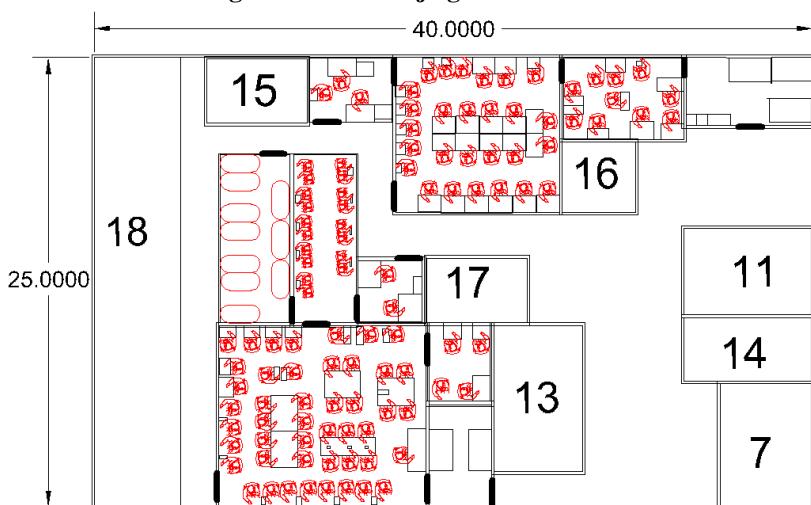
Para lidar com a saída do fornecedor principal do mercado ótico brasileiro, a empresa estudada optou em verticalizar a produção. Pelos motivos expostos do capítulo primeiro nota-se que a decisão trará resultados positivos na perspectiva estratégica da organização. Além disso, ainda que em médio prazo, o investimento será bem recompensado, e consiste em um passo importante para a evolução da Glasses Company.

Nessa perspectiva, buscou-se entender a importância do planejamento do arranjo físico na fase de abertura de uma fábrica manufatureira. Para isso procurou-se revisar a literatura à respeito do *layout*, durante a pesquisa foi notório que o antigo método de Richard Muther (SLP), ainda é muito utilizado por projetistas de todo o mundo. Com isso, considerou-se este um método assertivo e eficaz para o estudo do arranjo físico da fábrica.

Durante o estudo, notou-se que a sequência lógica sugerida pelo método o torna atemporal. Isso porque o modelo de procedimentos guia o raciocínio de forma coerente, mitigando erros e expondo possíveis falhas que podem ser corrigidas ainda na etapa de criação do projeto. Tais características justificam a frase de Muther (1978): “

Sendo assim, os projetos de arranjo físico geral e detalhado foram realizados para a fábrica manufatureira em questão. A localização de cada atividade, bem como a divisão dos postos de trabalho foram definidas. Assim a Figura 6-1 mostra os dois projetos, de arranjo físico geral e detalhado, compilados na mesma planta, e consiste no resultado final do projeto.

**Figura 6-1 - Arranjo geral e detalhado**



**Fonte:** Elaborado pelo autor



## 7 BIBLIOGRAFIA

MUTHER, R. Planejamento do layout: Sistema SLP. São Paulo: Edgar Blücher, 1978.

SLACK, Nigel. Administração da produção. Revisão técnica Henrique Correa, Irineu Ganesi. São Paulo: Atlas, 1996.

CORRÊA, H. L. ;CORRÊA, C. A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços – uma abordagem estratégica. São Paulo: Editora Atlas, 2004.

MAYNARD, H. B. Manual de engenharia de produção. São Paulo: Edgar Blücher, 1970.

GARCIA, C. A. Plant layout. São Paulo: Fundacentro, 2002.

SLACK, N. ; JOHNSTON, R. ; CHAMBERS, S. administração da produção. São Paulo: Atlas, 2002.

MUTHER, R. Practical plant layout. São Paulo: McGraw-Hill, 1955.

HYER, N.; WEMMERLOV, U. Reorganizing the factory: competing through cellular manufacturing. New York: Productivity Press, 2002.

ENGEAS.COM.BR. Arranjo Físico Posicional. 2017. Disponível em <<http://engeas.com.br/engenharia-aeroespacial/>> Acessado em: 20/10/2017