

SILVIA RODRIGUES TROIANI

**REORGANIZAÇÃO DE UM ATELIÊ DE PRODUÇÃO
DE ARTEFATOS DE COURO**

São Paulo
2008

SILVIA RODRIGUES TROIANI

**REORGANIZAÇÃO DE UM ATELIÊ DE PRODUÇÃO
DE ARTEFATOS DE COURO**

Trabalho de formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo para obtenção do
Diploma de Engenheira de Produção

Orientador:
Professor Doutor Paulino Graciano
Francischini

São Paulo
2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Troiani, Silvia Rodrigues

Reorganização de um ateliê de produção de artefatos de couro / S.R. Troiani. -- São Paulo, 2008.
113p.

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

1. Arranjo físico 2. SLP 3. Lean Manufacturing
I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meus pais Walter e Flávia, por terem me dado as melhores bases de uma formação pessoal que eu poderia receber, e por terem me apoiado e compreendido durante a confecção deste trabalho.

Em seguida, aos professores da Escola Politécnica da USP, que me conduziram no caminho através da graduação em Engenharia de Produção, me dando as ferramentas necessárias para que eu pudesse me tornar uma profissional competente. Mais especificamente, agradeço ao professor Paulino Francischini, que não só acreditou que a realização deste trabalho seria possível como também me orientou na produção do mesmo.

Além disso, agradeço aos diretores e responsáveis da Escola Politécnica e da École Nationale des Ponts et Chaussées, que proporcionaram o intercâmbio de dois anos que realizei na França, e a Camille Fraisse, minha mentora e modelo no estágio que deu origem a este trabalho de formatura.

Ao longo desse percurso, também foram muito importantes meus amigos, que dividiram comigo não só o dia-a-dia de estudos, mas também os momentos de divertimento fora da Escola. Em especial Naré, Sarah, Rafael e Vinícius.

Finalmente, mas não sem menor importância, agradeço a Fernando, por ter me acompanhado na elaboração deste trabalho e ter me suportado nos momentos mais duros.

Obrigada por tudo!

RESUMO

Este trabalho de formatura foi baseado nas atividades desempenhadas durante um estágio de cinco meses realizado em uma fábrica francesa, produtora de artefatos de luxo em couro. No início de 2008, momento da realização do estágio, a fábrica apresentava alguns problemas, relacionados especialmente ao não-cumprimento das previsões de demanda. As origens dos problemas eram várias, e este trabalho tem como objetivo solucionar uma delas: a má distribuição da capacidade produtiva de um setor específico de montagem face às previsões de demanda. Esta iniciativa visa a balancear o uso dos recursos, evitando diferenças de carga entre as diversas atividades produtivas do setor. A motivação principal para o trabalho foi absorver os impactos gerados pelas variações de demanda, evitando atrasos, flexibilizando a produção e utilizando os princípios do Lean Manufacturing, metodologia em prática na fábrica desde 2007.

Através da aplicação do método SLP (Systematic Layout Planning), buscou-se encontrar o melhor arranjo físico para atender à demanda sem gerar atrasos, racionalizando-se o fluxo de produção. Algumas características históricas da fábrica, somadas ao contexto trabalhista francês, foram relevantes para o estudo. A solução encontrada, até o momento da conclusão do estágio, não chegou a ser aplicada na prática.

Palavras-chave: Arranjo físico. SLP. Lean manufacturing.

ABSTRACT

This paper was based on the activities performed during a five-month internship held in a French factory that produces luxury leather items. In early 2008, during the internship, some problems were detected in the plant, related especially to non-compliance with the demand forecasts. Many were the roots of the problems, and this study aims to solve one of them: the poor distribution of the productive capacity of a specific assembly sector against the demand forecasts. This project aims to balance the use of productive resources, avoiding charge differences between the various activities of the sector. The main motivation for this work was to absorb the impacts generated by changes in demand in order to avoid delays, by giving flexibility to the production and by using the principles of the Lean Manufacturing methodology, which has been in place at the factory since 2007.

The SLP method (Systematic Layout Planning) was used to try to find the best layout to meet demand forecasts without generating delays and streamlining the production flow. Some historic features of the plant, together with the French labor context, were relevant to the study. The solution that was found had not been applied in practice until the moment of completion of the internship.

Key words: Layout. SLP. Lean manufacturing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Trabalhadores na fábrica "A"	17
Figura 2 - Ferramentas utilizadas na confecção de produtos Rígidos.....	18
Figura 3 - Etapas de montagem dos produtos rígidos, em ordem.....	24
Figura 4 - Caixas que compõem a estrutura dos produtos rígidos.....	24
Figura 5 - Desenho esquemático da "charnière"	25
Figura 6 - Colagem da "charnière".....	26
Figura 7 - Detalhe de um acabamento feito com costura à mão.....	27
Figura 8 - Desenho esquemático de uma <i>lozine</i> , indicando a aresta da bagagem que será protegida por ela.	28
Figura 9 - Esquema do quadro da <i>Marelle Qualité</i>	31
Figura 10 - Arranjo físico atual.	35
Figura 11 - Carta de Processos Múltiplos da Situação Atual.	38
Figura 12 – Gráfico Produto x Quantidade média.	41
Figura 13 - O Templo do Lean.	48
Figura 14 - Tipos de processo em operações de manufatura.	51
Figura 15 - Padrão de procedimentos SLP.	55
Figura 16 - Gráfico-exemplo de conversão das intensidades da Carta De-Para para a convenção de vogais.	59
Figura 17 - Exemplo de Carta de Inter-relações Preferenciais.....	61
Figura 18 - Templo do Lean, com destaque para o enfoque da reorganização.	71
Figura 19 - Gráfico PxQ para 2008.	74
Figura 20 - Etapas de montagem dos produtos rígidos no fluxo proposto com arranjo físico misto.	75
Figura 21 - Carta de Processos múltiplos da organização proposta.	77
Figura 22 - Carta De-Para com as áreas propostas.....	78
Figura 23 - Conversão das intensidades da Carta De-Para para a escala de vogais.	80
Figura 24 - Carta de Inter-relações Preferenciais.....	82
Figura 25 - Gráfico combinado das intensidades de fluxo e inter-relações que não o fluxo.	84
Figura 26 - Diagrama de inter-relações.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos artigos de acordo com a forma.	14
Tabela 2 - Classificação dos artigos de acordo com o tipo de pedido.	15
Tabela 3 - Setores da fábrica "A" de acordo com o tipo de item produzido.	16
Tabela 4 - Famílias de Rígidos e suas características.	23
Tabela 5 - Etapas de fabricação dos produtos de cada família.	25
Tabela 6 - Áreas onde são fabricadas as Mini Malas na situação atual.	37
Tabela 7 - Áreas onde são fabricados os Cofres na situação atual.	37
Tabela 8 - Produtos-tipo e suas famílias.	40
Tabela 9 - Variações nos volumes de demanda (vendas 2006 e 2007 e previsões 2008).	40
Tabela 10 - Relação entre tipos de processo e tipos básicos de arranjo físico.	52
Tabela 11 - Símbolos da ASME para Gráficos do Fluxo do Processo.	58
Tabela 12 - Pontuações na análise de fluxo através da Carta de Processos Múltiplos.	58
Tabela 13 - Escala de vogais para inter-relações que não o fluxo.	60
Tabela 14 – Exemplo de matriz que relaciona fluxo e inter-relações que não o fluxo.	61
Tabela 15 - Convenções do diagrama de Inter-relações do SLP: escala de vogais.	62
Tabela 16 - Escala de vogais associada a valores numéricos.	66
Tabela 17 - Previsões de venda para 2008, evidenciando os 30% primeiros itens, e porcentagem de vendas acumuladas.	73
Tabela 18 - Áreas da organização proposta.	75
Tabela 19 - Ranking de pontuações da Carta De-Para.	79
Tabela 20 - Justificativas da Carta de Inter-relações Preferenciais.	81
Tabela 21 - Matriz que relaciona fluxo e inter-relações que não o fluxo.	83
Tabela 22 - Levantamento dos equipamentos.	86
Tabela 23 - Número de postos necessários por área de atividade.	87
Tabela 24 - Produção diária aproximada por produto (continua).	90
Tabela 25 - Necessidades em Mesas baixas de apoio para as áreas de estoque intermediário.	90
Tabela 26 - Equipamentos e área total por atividade (continua).	92

Tabela 27 - Análise do fluxo interno das áreas de atividade.....	95
Tabela 28 - Avaliação comparativa entre os planos X e Y.....	97
Tabela 29 - Tempos padrão (em horas).	105
Tabela 30 - Dados de entrada para os cálculos das necessidades em postos de trabalho.....	106

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Contextualização.....	11
1.2 Objetivo do trabalho	12
1.3 Relevância para a empresa	12
1.4 A empresa e o estágio	13
1.5 Particularidades	17
1.5.1 <i>As visitas</i>	17
1.5.2 <i>Os operadores</i>	19
1.5.3 <i>Os tempos de produção</i>	19
1.6 Estrutura do trabalho.....	21
2 SITUAÇÃO ATUAL	23
2.1 Processo Produtivo	23
2.1.1 <i>Nervuragem (+ secagem)</i>	25
2.1.2 <i>Revestimento externo (+ secagem)</i>	26
2.1.3 <i>Costura à mão</i>	27
2.1.4 <i>Lozinagem</i>	28
2.1.5 <i>Ferragem</i>	28
2.1.6 <i>Revestimento Interno</i>	29
2.1.7 <i>Acabamento</i>	29
2.1.8 <i>Controle e Embalagem</i>	30
2.2 Problemas e relevância.....	31
2.2.1 <i>Organização do setor e análise do fluxo</i>	34
2.2.2 <i>Variações da demanda</i>	38
2.2.3 <i>Relevância</i>	42
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	47
3.1 Lean Manufacturing.....	47
3.1.1 <i>Estabilidade de processos</i>	49
3.1.2 <i>Fluxo unitário de peças</i>	50
3.2 Processos em manufatura e Arranjo Físico	51
3.3 Systematic Layout Planning – SLP	53
3.3.1 <i>As fases do SLP</i>	54

3.3.2	<i>As etapas do padrão de procedimentos SLP</i>	56
3.3.3	<i>Detalhamento da solução</i>	68
4	RESOLUÇÃO DO PROBLEMA	71
4.1	Dados de entrada e atividades	72
4.2	O fluxo de materiais.....	76
4.3	As inter-relações entre atividades que não o fluxo	80
4.4	Diagrama de inter-relações	84
4.5	Determinações espaciais.....	85
4.6	Diagrama de inter-relações espaciais, limitações práticas e considerações de mudança	94
4.7	Avaliação e detalhamento da solução	96
4.8	Apresentação do plano e reações	98
5	CONCLUSÃO	101
APÊNDICE A – Tempos Padrão e Demais Dados de Entrada Para os Cálculos de Carga		105
APÊNDICE B – Planta do Setor		107
APÊNDICE C – Plano X		109
APÊNDICE D – Plano Y		111
ANEXO A – Exemplo de Folha de Controle do BPC		113

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Toda criação fora do comum ou do trivial, extraordinária, sinônimo de beleza, de estética, de refinamento, produto mágico, com as marcas da sedução, objeto lúdico, evocativo de sonho, de prazer, promessa de felicidade, é qualificada como prestigiosa, “de alta classe”, inacessível produto de luxo. (ALLÈRES, 2000, p.19)

O alvo do presente estudo é uma empresa de luxo francesa que sempre atuou no mercado com sua marca própria. Trata-se de uma empresa familiar que começou suas atividades produzindo malas rígidas de viagem e que, atualmente, também fabrica bolsas, roupas, jóias, sapatos, relógios, entre outros produtos – sempre atuando no mercado do luxo. A força da marca, atualmente, pode ser descrita pelo binômio “tradição-modernidade”.

Por exigência da empresa, não será citado seu nome. Pelo mesmo motivo, os valores numéricos de volumes e tempos de produção expostos neste relatório foram alterados, mas guardou-se a proporção entre os mesmos. A fábrica mais antiga da empresa, localizada nos subúrbios de Paris, é onde foi realizado o estágio que proporcionou a elaboração deste projeto. Chamaremos esta fábrica de “A”.

Os produtos fabricados pela empresa são altamente conceituados no mercado, e a marca é sinônimo de qualidade, luxo, requinte e, como não podia deixar de ser, altos preços. Por conta disso, a empresa se preocupa muito em fornecer produtos da mais alta qualidade, satisfazendo, assim, as expectativas de seus clientes. O meio escolhido pela empresa para garantir a qualidade dos produtos, ganhando em produtividade e flexibilidade, foi o Lean Manufacturing. A implantação do sistema iniciou-se em 2004, em duas fábricas-piloto no interior da França e, desde então, ampliou-se progressivamente para as demais unidades. A fábrica “A” foi a última a iniciar a implantação dos princípios do sistema Lean, em 2007.

No início de 2008, momento da realização do estágio que deu origem a este trabalho, a fábrica “A” apresentava alguns problemas, relacionados especialmente ao não-cumprimento das previsões de demanda. Essa deficiência era especialmente

forte em um determinado setor produtivo, o de “Produtos Rígidos em Produção em Série”. As origens dos problemas eram várias, tais como atrasos de fornecedores, má qualidade dos componentes fornecidos, capacidade produtiva inadequada para atender as variações de demanda, etc. Para este trabalho, escolheu-se solucionar uma delas, a saber, a má distribuição da capacidade produtiva face às previsões de demanda.

1.2 Objetivo do trabalho

Este trabalho de formatura tem como objetivo propor uma **modificação do arranjo físico** do setor de “Produtos Rígidos em Produção em Série” da fábrica “A”. Essa iniciativa visa balancear o uso dos recursos, evitando diferenças de carga entre as diversas atividades produtivas do setor. A motivação principal para o trabalho foi absorver os impactos gerados pelas variações de demanda, evitando atrasos, flexibilizando a produção e utilizando os princípios do Lean Manufacturing.

1.3 Relevância para a empresa

No momento da realização do estágio que deu origem a este trabalho, as previsões de demanda divulgadas pelo Departamento Central de Marketing da empresa apontavam para alterações nos volumes e na variedade da oferta de produtos rígidos a ser fabricados pela fábrica “A”, o que modificava as exigências de produção. Atrasos no suprimento da demanda já vinham se manifestando como resultado da combinação entre alterações prévias de demanda e outros fatores. Alguns desses fatores já estavam sendo resolvidos por diversas ações tomadas pelos responsáveis da fábrica. Contudo, um desses fatores ainda não havia sido alvo de nenhuma ação: o balanceamento inadequado dos recursos do setor. Ele estava provocando, além de atrasos, períodos de ócio e de sobrecarga dos operadores.

Tornava-se necessária, então, uma análise da situação atual do arranjo físico e de sua capacidade em absorver as variações de demanda para, então, como será mostrado a seguir, ser planejado um novo arranjo físico. A reorganização física proposta neste trabalho proporciona uma maior flexibilidade da produção, permitindo atender a essa nova demanda mais variada sem gerar atrasos nem períodos de ócio ou sobrecarga dos operadores.

Além disso, a fábrica “A” estava desde o ano anterior envolvida em uma forte campanha de implantação dos princípios do Lean Manufacturing. Diversas ações estavam sendo colocadas em prática para reduzir desperdícios e aumentar a produtividade e a flexibilidade da produção. Todos os setores produtivos da fábrica, por exemplo, estavam sendo alterados para que a produção fosse realizada em linha, isto é, em Arranjos Físicos por Produto. Além disso, os setores de corte e preparação de couro também estavam sendo reorganizados para que pudessem fornecer de forma *just-in-time* aos setores de montagem dos produtos.

Assim, o presente trabalho é relevante para a empresa tanto em termos de atendimento da demanda de produtos como em termos de Lean Manufacturing.

1.4 A empresa e o estágio

A empresa à qual pertence a fábrica “A” conta com mais de 400 lojas próprias ao redor do mundo. Possui também um centro logístico internacional e quinze fábricas de artigos de couro (bolsas, malas, carteiras, cintos, etc.) sendo onze na França, três na Espanha e uma nos Estados Unidos. Além disso, possui duas fábricas de sapatos na Itália e uma fábrica de relógios na Suíça.

As atividades das fábricas de artigos de couro da empresa começam na recepção do couro, da *toile*¹, das peças metálicas e demais componentes, e terminam na expedição dos produtos acabados. A título de esclarecimento, por não ser de grande relevância para o trabalho, apenas as principais atividades da fábrica serão descritas a seguir:

¹ *Toile*: “tela”, ou lona; material sintético utilizado para o revestimento externo da maioria dos produtos da marca.

- Recepção: é o recebimento do couro, da *toile*, das peças metálicas, das caixas de madeira e dos demais componentes e acessórios necessários para a montagem dos artigos. Todo o material recebido é inspecionado e, caso não cumpra os requisitos de qualidade, é devolvido ao fornecedor. No caso do couro, os defeitos aceitáveis são sinalizados na própria pele, que em seguida é armazenada em ambiente climatizado;
- Corte: trata-se do corte dos pedaços de couro e *toile*. O corte pode ser feito em prensas manuais ou em máquinas automáticas;
- Preparação: os pedaços de couro e de *toile* previamente cortados são preparados para a montagem. Diversos processos fazem parte da atividade de preparação: coloração das bordas, filetagem², sobre-corte³, etc.;
- Montagem: trata-se da montagem dos artigos: bolsas, caixas, malas, etc. Os processos mais usuais nesta atividade são costura e colagem.

Nas fábricas de artigos de couro da empresa são feitos quatro tipos de produtos, classificados de acordo com suas formas, como ilustra a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos artigos de acordo com a forma.

Classificação - forma	Descrição
Maroquinerie	Bolsas e malas de viagem, maleáveis, em até três tamanhos (pequeno, médio ou grande).
Petite-maroquinerie	Artigos de tamanho pequeno, tais como carteiras, porta-cartões, capas para agendas, etc.
Cintos	Cintos masculinos e femininos.
Rígidos	Malas, bagagens e caixas de tamanhos variados, cuja estrutura interna é em madeira. Os produtos rígidos são o alvo de estudo deste projeto.

Fonte: elaborado pela autora.

Além disso, outro tipo de classificação também é usado nas fábricas, que diz respeito ao tipo de pedido. Essa classificação está expressa na Tabela 2.

² Filetagem: processo no qual uma linha em baixo relevo é marcada a alguns milímetros da borda dos pedaços de couro.

³ Sobre-corte: processo no qual algumas áreas do pedaço de couro têm sua espessura reduzida.

Tabela 2 - Classificação dos artigos de acordo com o tipo de pedido.

Classificação – pedido	Descrição
Produção em série	Produtos que permanecem em catálogo por longos períodos de tempo. São os itens mais tradicionais da marca.
MTO	São os mesmos modelos dos produtos “Produção em Série”, mas feitos em um tipo de material de revestimento externo diferente do apresentado em catálogo. Freqüentemente esse novo material é algum tipo de couro exótico (jacaré, lagarto, cobra, etc.). Apesar do nome (Make To Order), esses produtos não são necessariamente feitos sob encomenda de clientes; podem ser edições limitadas executadas a pedido do Departamento Central de Marketing, por exemplo.
Desfile	Produtos criados para desfiles de moda e que, caso entrem em produção, o farão em quantidade limitada.
Pedidos Especiais	Produtos personalizados, idealizados pelos clientes e validados por um departamento específico da empresa. Esses produtos podem ser de dois tipos: modelos já existentes, mas nos quais o cliente propõe alguma mudança (que não seja apenas uma modificação no material, o que enquadraria o produto em MTO), ou produtos inteiramente imaginados pelo cliente.

Fonte: elaborado pela autora.

O estágio que permitiu a elaboração deste trabalho foi realizado na fábrica “A”, a mais antiga da empresa. A autora realizou-o por conta da conclusão de seus estudos na École Nationale des Ponts et Chaussées (Paris, França), faculdade que a acolheu durante seu programa de Diploma Duplo. O estágio teve duração de cinco meses e foi realizado em tempo integral.

Em funcionamento desde 1859, a fábrica “A” teve suas instalações completamente renovadas em 2004, e conta atualmente com 220 colaboradores diretos. Ela não produz todos os tipos de artigos oferecidos pela empresa, porém é a única fábrica a confeccionar produtos rígidos. No primeiro semestre de 2008 os produtos rígidos expedidos representavam cerca de 30% da produção total da fábrica no período. A Tabela 3 resume os setores da fábrica “A”, cruzando os dados das tabelas 1 e 2.

Tabela 3 - Setores da fábrica "A" de acordo com o tipo de item produzido.

	<i>Maroquinerie</i>	<i>Petite-Maroquinerie</i>	Cintos	Rígidos
Produção em série	2 setores em layout linear, 3 setores em layout por processo	Não fabrica	Não fabrica	1 setor em layout por processo
MTO		Não fabrica	Não fabrica	
Desfile		Não fabrica	Não fabrica	1 setor em layout posicional
Pedidos Especiais	1 setor em layout posicional			

Fonte: elaborado pela autora.

O setor de fabricação de Rígidos, conforme mostra a Tabela 3, é dividido em duas partes:

- “Produtos Rígidos em Produção em Série”. Neste setor, os itens são produzidos em uma escala maior do que no outro setor de produção de rígidos. Na maioria dos casos, cada etapa produtiva é executada por um operador diferente;
- “Produtos Rígidos em Pedido Especial, Desfile e MTO”. Aqui, cada produto é inteiramente fabricado por um só operador, que tem todas as habilidades necessárias para fazê-lo. Trata-se de pessoas que, na maioria das vezes, já trabalharam no setor “Produtos Rígidos em Produção em Série”, e que foram promovidos.

Neste trabalho será estudado somente o setor de montagem dos “Produtos Rígidos de Produção em Série” (em destaque na Tabela 3). O setor, a partir de agora, será chamado de Rígidos. As atividades de recepção, corte e preparação do couro não serão analisadas.

1.5 Particularidades

Ao entrar na fábrica “A”, notam-se imediatamente certas particularidades, pois a mesma assemelha-se muito a um ateliê de produção artesanal. Contudo, as exigências da empresa em relação a esta fábrica, em termos de produtividade e qualidade, são as mesmas que em relação às demais fábricas. Neste item serão explicadas algumas das características da fábrica que justificam esse caráter artesanal, bem como seus impactos na produção.

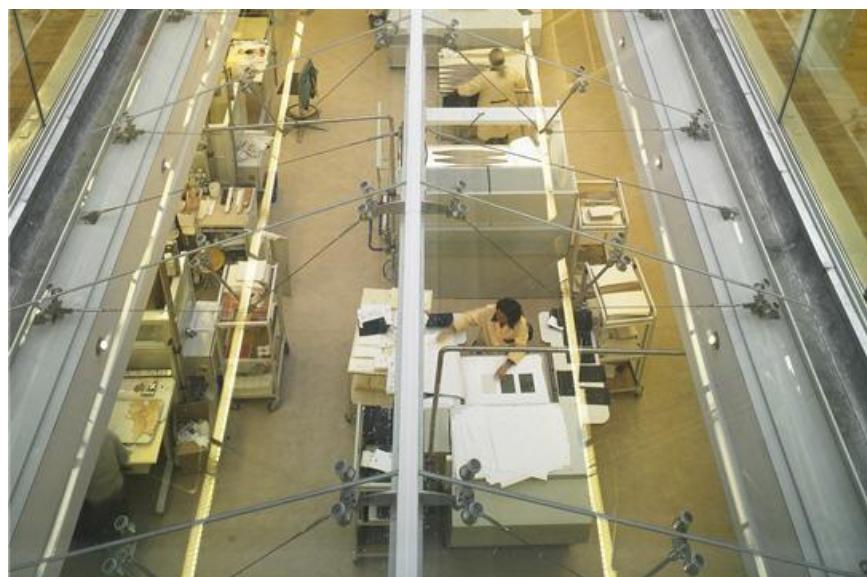


Figura 1 - Trabalhadores na fábrica "A".

Fonte: artigo do web site *LE JOURNAL DU NET*.

1.5.1 As visitas

A fábrica “A” é a mais antiga das fábricas da marca e, ao seu lado, encontram-se a antiga casa da família dos fundadores da empresa e o museu da marca, que recebem visitas todos os dias. Tais grupos de visitas, que podem ser constituídos de clientes, fornecedores, terceirizadores ou funcionários de outras fábricas e lojas, são guiados pela fábrica para observar de perto o trabalho dos funcionários da produção. Todas essas pessoas, especialmente os clientes, buscam encontrar na fábrica “A” a imagem que elas têm da marca: artesanato, luxo,

qualidade, atenção ao detalhe, etc. A fábrica “A” é, assim, uma espécie de vitrine da empresa.

De acordo com ALLÈRES (2000), os fatores que determinam a escolha de consumo não são apenas racionais (nível dos produtos), mas também irracionais, tais como preferência ou atração por certos produtos, concretização de sonhos ou fantasias. Logo, entende-se facilmente que é de interesse da empresa que seus clientes não mudem suas visões sobre a marca para continuar comprando seus produtos e satisfazendo seus desejos de luxo. Conseqüentemente, a produção na fábrica “A” ainda é muito artesanal, sendo esta a fábrica da marca que é menos aparelhada em termos de equipamentos industriais de automação. Assim, pode-se dizer que o artesanato ainda predomina.

Além disso, ainda por causa das visitas, é estritamente proibido colocar em exibição na fábrica informações a respeito da produção, tais como indicadores de qualidade e desempenho, ou projetos de melhoria em andamento. Essa proibição também tem como objetivo conservar a imagem da marca, já que não existe nenhum interesse em divulgar indicadores possivelmente negativos aos clientes e futuros clientes. A grande desvantagem para a fábrica é que essa proibição acarreta dificuldades de comunicação interna.



Figura 2 - Ferramentas utilizadas na confecção de produtos Rígidos.

Fonte: Artigo do web site LE JOURNAL DU NET.

1.5.2 *Os operadores*

Devido ao baixo grau de automação da fábrica, a produção é fortemente dependente dos conhecimentos e habilidades dos operadores. Além disso, o tempo de casa médio dos operadores na empresa é de 18 anos, o que significa um alto grau de domínio e conhecimento sobre o trabalho feito, mas também uma forte aversão às mudanças de trabalho propostas pelo Departamento de Qualidade e Melhoria Contínua. Todos os trabalhadores dos setor Rígidos, por exemplo, têm suas próprias ferramentas, e não abrem mão delas para realizar suas tarefas.

O longo tempo de casa dos operadores constitui uma grande dificuldade em termos de gestão de mudanças.

1.5.3 *Os tempos de produção*

Durante os 150 anos de existência da fábrica ocorreram diversos conflitos sociais que, inevitavelmente, deixaram marcas na cultura da empresa. Os operadores da fábrica são extremamente sensíveis a qualquer mudança proposta e, segundo a direção da empresa, isso pode levar facilmente a descontentamentos e greves. Dessa forma, após certos conflitos sociais graves, foi decidido que algumas regras seriam colocadas em prática para evitar que conflitos se repetissem. Uma das regras que mais exercem impacto na gestão industrial é a proibição de realização de tomadas de tempo de produção na fábrica “A”. Essa proibição entrou em vigor no início dos anos 2000 e, de acordo com ela, é terminantemente proibido utilizar cronômetros na fábrica.

Logo, os registros de tempos padrão existentes não são, em geral, medidas de tempo confiáveis. Trata-se de tempos teóricos, calculados pelo Serviço Técnico, que não correspondem aos tempos reais. Isso é válido para todos os produtos criados depois da proibição (início dos anos 2000). Esses tempos teóricos de fabricação dos produtos são calculados da seguinte forma:

1. *Medição na fase de execução do protótipo.* Nessa fase, cada produto tem seu tempo total de fabricação medido. Essa medição só é possível pois os protótipos são feitos em uma etapa preliminar da fabricação e por apenas um operador. Logo, não existe nenhum risco de conflito social associado;
2. *Divisão do processo.* Divide-se o processo de fabricação do produto em diversas etapas, e cada etapa é analisada separadamente:
 - a. Se uma determinada etapa é idêntica a uma etapa de algum outro produto (que já tenha um tempo padrão determinado), define-se que o tempo necessário para a realização dessa etapa é o mesmo que para a etapa similar no outro produto.
 - b. Se uma determinada etapa não é idêntica a nenhuma outra etapa de nenhum outro produto já fabricado, mas existe alguma etapa semelhante a ela, então a partir do tempo padrão correspondente estima-se subjetivamente o tempo necessário para a execução dessa etapa.
 - c. Se uma determinada etapa não é idêntica nem semelhante a nenhuma outra etapa de nenhum outro produto já fabricado, subtraem-se os tempos previamente determinados do tempo total de fabricação do produto e, com o tempo restante, determina-se o tempo necessário para a realização dessa determinada etapa. No caso de existir mais de uma etapa que se enquadra nessa categoria, divide-se subjetivamente o tempo restante entre as etapas em questão.
3. *Soma.* Após a determinação dos tempos de cada etapa, a soma dos tempos é comparada ao tempo total medido inicialmente. Se houver alguma diferença, ajustam-se os valores das etapas até que a soma seja idêntica.

Essa determinação de tempos, além de ser imprecisa e pouco confiável, está baseada em comparações feitas com tempos padrão antigos, que muitas vezes não foram atualizados após modificações de modos operatórios. Contudo, a fábrica

trabalha há anos com esses tempos padrão, e as restrições da empresa impossibilitam a retomada dos tempos. Assim, os estudos deste trabalho tiveram de ser baseados nesses tempos.

Além disso, para os Rígidos, a determinação de tempos padrão não foi feita em todos os produtos. Isso ocorre porque existem muitos produtos que, em um primeiro momento, foram fabricados em pequenas séries (5 a 10), para as quais não havia interesse em medir ou estimar o tempo padrão. Ao passarem para séries maiores, esses produtos nunca tiveram seus tempos registrados ou calculados.

1.6 Estrutura do trabalho

Este trabalho de formatura é constituído de cinco capítulos. O presente capítulo introdutório explica, em grandes linhas, o objetivo e a relevância do estudo para a empresa. Em seguida, o capítulo 2 apresenta os processos produtivos do setor de Rígidos da fábrica “A” e detalha sua situação atual, bem como a relevância do projeto para a mesma. Na seqüência, o capítulo 3 apresenta a Revisão Bibliográfica, na qual são abordadas as bases teóricas utilizadas na realização deste trabalho: Lean Manufacturing, Processos de Manufatura e Systematic Layout Planning (SLP). A seguir, o capítulo 4 demonstra como o problema foi resolvido e, finalmente, o capítulo 5 traz as conclusões e recomendações.

2 SITUAÇÃO ATUAL

O presente capítulo retrata o estado da fábrica “A” no momento dos estudos feitos durante este trabalho. Cada etapa do processo produtivo é explicada em detalhe e, em seguida, são abordados os aspectos da situação da empresa relevantes para este estudo, isto é, as variações da demanda e a organização do setor, e como eles se inter-relacionam.

2.1 Processo Produtivo

Os produtos Rígidos, na situação atual, são divididos em famílias de acordo com o processo produtivo. Tal classificação leva em conta tanto a confecção dos interiores como a dos exteriores das bagagens. O revestimento interno pode ser feito com forros em Alcantara®⁴ ou Vuittonite®⁵, e ter como acessórios almofadas, divisões para documentos, divisões para sapatos ou peças de jogos (xadrez, damas, cartas, etc.). Já o revestimento externo pode ser caracterizado pelo tipo de acabamento das arestas: costura à mão, lozinagem (processo a ser explicado a seguir) ou não-lozinagem (sem acabamento). A Tabela 4 mostra as diferentes famílias com suas respectivas características de revestimento interno e externo. Nota-se que os produtos das famílias Mini Malas e Cofres são usualmente agrupados numa família maior, chamada Caixinhas.

Tabela 4 - Famílias de Rígidos e suas características.

Família	Revestimento interno		Revestimento externo
Caixinhas	Bagagens Costuradas à mão	Almofadas	Costuradas
	Presidentes	Divisões	Semi-lozinadas
	Mini Malas	Cartões forrados em Alcantara®	Não-lozinadas
	Cofres	Alcantara®	Lozinadas
	Séries	Vuittonite®	Lozinadas
	Geminados	Divisões para sapatos	Lozinadas
Caixas de Jogos		Peças de jogos	Lozinadas

Fonte: elaborado pela autora.

⁴ Alcantara®: tecido fino similar à camurça.

⁵ Vuittonite®: espécie de couro, de cor bege.

As etapas de fabricação de um Rígido podem variar de um produto a outro. Contudo, a ordem de etapas pela qual os produtos passam para serem fabricados permanece sempre a mesma, para qualquer produto. As etapas de montagem dos produtos rígidos são as seguintes:

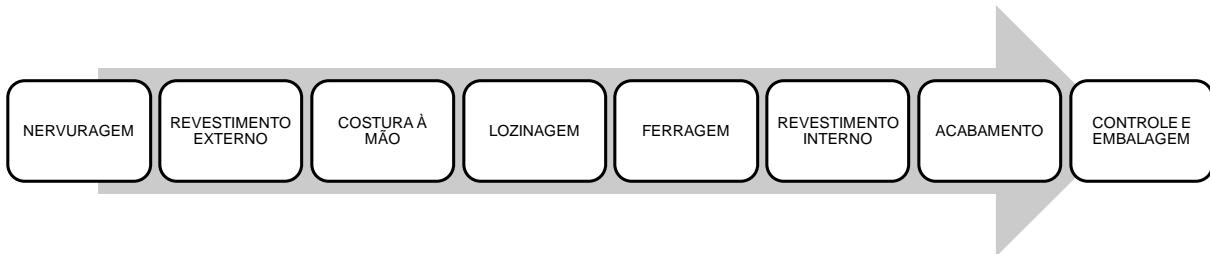


Figura 3 - Etapas de montagem dos produtos rígidos, em ordem.

Fonte: elaborado pela autora.

A marcenaria, primeira etapa de fabricação de qualquer Rígido, é terceirizada e, portanto, não será explicada neste trabalho. O que é importante saber é que ela fornece à fábrica “A” as caixas em madeira divididas em duas partes: tampa e corpo. A Figura 4 mostra as caixas antes de ser iniciado o processo de fabricação.



Figura 4 - Caixas que compõem a estrutura dos produtos rígidos.

Fonte: acervo fábrica “A”.

A Tabela 5 resume as etapas de fabricação dos rígidos, separados por família. Cada etapa será descrita em detalhes a seguir.

Tabela 5 - Etapas de fabricação dos produtos de cada família

Família	Nervuragem	Revestimento externo	Costura à mão	Lozinagem	Ferragem	Revestimento interno	Acabamento	Controle e Embalagem
Bagagens costuradas à mão	✓	✓	✓		✓	✓		✓
Presidentes	✓	✓		✓	✓	✓		✓
Mini Malas		✓			✓	✓		✓
Cofres	✓	✓		✓	✓	✓		✓
Séries	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Geminados	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Caixas de Jogos	✓	✓		✓	✓	✓		✓

Fonte: elaborado pela autora.

2.1.1 *Nervuragem (+ secagem)*

Trata-se da etapa na qual os pedaços de tecido feito em algodão (chamados “nervura”) são colados à tampa e ao corpo da caixa para forrá-los e uni-los. É necessário esperar no mínimo 12 horas antes de passar à etapa seguinte, para eliminar o risco de descolamento da nervura. Todos os Rígidos, exceto as Mini Malas, passam pela etapa de nervuragem. No que diz respeito ao tempo de nervuragem, o principal fator influenciador é o tamanho da caixa.

A *charnière* (nervura que liga a tampa ao corpo) é o único elemento da nervura que é feito a partir de dois pedaços de algodão unidos por uma costura ao meio (ver Figura 5). A costura da *charnière* também faz parte do processo de nervuragem. A colocação da *charnière*, ilustrada na Figura 6, é a operação mais crítica na nervuragem, pois é essencial o alinhamento da costura central da mesma com a linha de junção da tampa com o corpo da caixa. Uma colagem correta da *charnière* garante o bom encaixe entre tampa e corpo.

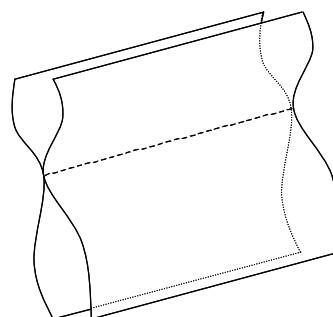


Figura 5 - Desenho esquemático da "charnière".

Fonte: elaborado pela autora.



Figura 6 - Colagem da "charnière".

Fonte: artigo do web site *LE JOURNAL DU NET*.

2.1.2 *Revestimento externo (+ secagem)*

É a etapa na qual o couro, a *toile* ou qualquer outro material é colado nas faces externas da caixa. Assim como na etapa precedente, é necessário esperar 12 horas para a secagem completa da cola antes de passar à etapa seguinte, que normalmente é a ferragem (para a maior parte dos produtos). Apenas para os produtos da família Costurados à Mão não é necessário esperar 12 horas, conforme será explicado no próximo item.

Nesta etapa, é crucial que o material do revestimento externo, seja ele qual for, esteja bem alinhado em todas as faces e também entre todas as faces. Isso significa que as estrias do couro ou os desenhos da *toile*, por exemplo, devem estar paralelos às arestas da caixa, e também devem estar dispostos de forma contínua entre duas faces adjacentes. Além disso, também é essencial para a qualidade do produto que o corte do material nos ângulos internos das caixas esteja reto e sem rebarbas.

O tempo para realizar esta etapa está em função do tamanho do produto, bem como do material a ser usado no revestimento. A utilização de material estampado acarreta mais trabalho que o uso do couro liso.

A atividade de revestimento externo pode ser feita por empresas terceiras (exceto quando os produtos são costurados à mão). No caso de terceirização, o produto nervurado é enviado à empresa prestadora de serviço, que realiza as etapas de revestimento externo, lozinagem e ferragem, e devolve à fábrica “A” o produto pronto para ser revestido internamente.

2.1.3 *Costura à mão*

Trata-se do acabamento externo da família “Bagagens Costuradas à mão”, no qual as quatro arestas laterais externas da bagagem são costuradas à mão (Figura 7). Devido ao fato de alguns problemas de revestimento externo serem evidenciados logo após esta operação (tais como colagem mal feita do revestimento nas arestas ou enquadramento desalinhado), a costura deve ser realizada obrigatoriamente após a etapa de revestimento externo, antes mesmo da secagem completa da cola. Logo, caso algum problema seja encontrado, a bagagem ainda pode ser novamente revestida sem grandes danos à caixa de madeira nem ao material do revestimento. Assim, esta etapa não deve ser realizada após a etapa de ferragem, pois isso aumentaria o risco de danos irreparáveis ao produto.



Figura 7 - Detalhe de um acabamento feito com costura à mão.

Fonte: acervo da fábrica “A”.

2.1.4 *Lozinagem*

A *lozine* é uma peça em couro ou em fibra plástica, em formato de “L”, similar a uma cantoneira, destinada a proteger as arestas das bagagens rígidas. A Figura 8 ilustra esquematicamente uma *lozine*. A lozinagem é a etapa na qual essa peça é pregada ao longo das arestas, com pequenos pregos martelados à mão. Apenas as bagagens das famílias Bagagens Costuradas à Mão e Mini Malas não são lozinadas. Devido ao barulho intenso provocado pelas marteladas, a operação de lozinagem está confinada em duas salas à prova de som, juntamente com as operações de ferragem. A operação de lozinagem pode ser terceirizada.

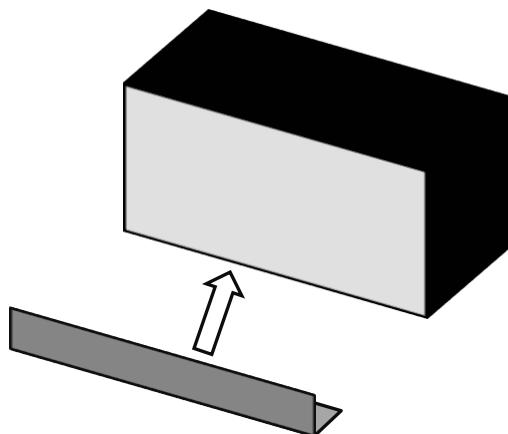


Figura 8 - Desenho esquemático de uma *lozine*, indicando a aresta da bagagem que será protegida por ela.

Fonte: elaborado pela autora.

2.1.5 *Ferragem*

Trata-se da fixação, através de rebites e pregos, das fechaduras, travas, alças e demais peças metálicas das bagagens. Todos os Rígidos passam por esta etapa. A fixação das ferragens de todos os produtos, exceto das Mini Malas, é feita nas salas à prova de som (junto com a lozinagem). As operações de ferragem, assim como as de lozinagem, podem ser terceirizadas.

É importante ressaltar que a construção das salas à prova de som para lozinagem e ferragem foi um investimento muito alto feito pela empresa. Tal

investimento se deu devido às condições acústicas extremamente desagradáveis às quais todos os operadores da fábrica estavam submetidos antes da construção destas salas. Uma consequência desse fato para o presente trabalho é que as etapas de lozinagem e ferragem terão, obrigatoriamente, seu lugar pré-definido no arranjo físico. Observa-se que os operadores que trabalham nas salas de lozinagem e ferragem utilizam obrigatoriamente equipamentos de proteção individual para abafar o ruído.

2.1.6 *Revestimento Interno*

Trata-se da colagem, no interior das bagagens, de papel-cartão revestido em Alcantara®, Vuittonite® ou outro material. Alguns tipos de Rígidos são, além disso, equipados de acessórios internos, tais como almofadas, divisões internas, etc. A confecção de tais acessórios também se inclui na etapa “Revestimento Interno”, mas em alguns casos é terceirizada.

O revestimento interno varia muito de uma família de bagagens para outra, assim como o tempo de realização desta operação. Os produtos cujo revestimento interno é mais simples (sem acessórios) são os das famílias Cofres e Séries.

2.1.7 *Acabamento*

É a etapa na qual são realizadas operações tais como a de fixar cintos internos das malas, pregar as faces internas de algumas bagagens, cobrir a parte interna das fechaduras, etc. Apenas os produtos das famílias Séries e Geminados passam pela etapa de acabamento.

2.1.8 Controle e Embalagem

No final da fabricação, todos os Rígidos passam pelo posto de controle do setor. Durante o controle, verificam-se diversos aspectos da bagagem: enquadramento e alinhamento do revestimento externo, funcionamento das fechaduras, aspecto das peças metálicas, corte do revestimento externo e interno nos ângulos e arestas, etc. Em seguida, juntam-se ao produto a etiqueta com código de barras e o respectivo kit (composto de chaves, cadeado, porta-chaves e cartão-certificado de fabricação), e então o produto é embalado.

O posto de controle é alvo de ações do Lean Manufacturing focadas em garantia da qualidade para o cliente. A principal ferramenta é o *Bon du Premier Coup*⁶ (BPC), que funciona da seguinte maneira: uma bagagem que chega ao posto de controle sem nenhum defeito é classificada de BPC, e pode ser imediatamente embalada e enviada à expedição. Os produtos defeituosos são retocados, se possível no posto de controle, ou enviados de volta à produção para reparo. Em alguns raros casos é impossível reparar a bagagem, então é necessário separá-la para posterior destruição.

Os operadores do posto de controle fazem um cadastramento contínuo do número de BPCs, de produtos retocados e de produtos enviados de volta à produção, assim como das causas e localização dos retoques. Esses dados são marcados em fichas específicas para cada família de produtos (um exemplo pode ser encontrado no ANEXO A) e, diariamente, são digitalizados em uma planilha do Departamento de Qualidade e Melhoria Contínua. O número de BPCs é utilizado como indicador e seu acompanhamento permite identificar os principais tipos de produtos onde foram necessários retoques, bem como os tipos críticos de retoques. As origens dos retoques são então buscadas pelos Chefes de Equipe (líderes de cada setor produtivo) através de uma ferramenta chamada *Marelle Qualité*⁷. Trata-se de um quadro-branco dividido em linhas e colunas, que vai sendo preenchido ao longo do tempo, de baixo para cima. Em cada coluna é analisado um problema de um setor produtivo, e em cada linha registra-se uma etapa de resolução de problemas. Na empresa, utilizam-se sete etapas para a resolução de problemas, que

⁶ *Bon du Premier Coup*: Bom “de primeira”, indica que o produto não apresentou defeitos e não precisou passar por nenhum retoque.

⁷ *Marelle Qualité*: Amarelinha da Qualidade.

vão desde a descrição do problema até a generalização da solução. A Figura 9 esquematiza o quadro utilizado.



	Setor A	Setor B	Setor C	Setor D	Setor E
Generalização da solução					
Acompanhamento e correção					
Escolha da melhor solução					
Soluções					
Causas potenciais					
Critérios de aceitação e quantificação					
Descrição					

Figura 9 - Esquema do quadro da Marelle Qualité.

Fonte: elaborado pela autora.

Após a resolução da *Marelle Qualité*, que leva cerca de duas semanas para cada problema, o BPC permite verificar a eficácia dos tratamentos colocados em prática.

2.2 Problemas e relevância

A situação na qual se encontra a empresa atualmente é marcada por muitos atrasos na produção, especialmente no caso dos produtos Rígidos. Esses atrasos, que estão sempre acompanhados de excesso de estoque intermediário no chão-de-fábrica, acabam por comprometer a estabilidade do processo produtivo. Eles são fruto principalmente de alguns problemas:

- i. Falta de qualidade de fornecedores externos: problema cada vez mais freqüente dos componentes, peças e acessórios entregues pelos fornecedores e empresas terceirizadas. Esses materiais, tais como peças metálicas, alças, caixas semi-acabadas, entre outros, são barrados pelo serviço de inspeção do almoxarifado na entrada da fábrica, ou até mesmo pelos operadores da produção. Ambos os casos resultam em devoluções e, consequentemente, atrasos;

- ii. Falta de método no controle do estoque: são geradas incoerências entre o estoque real no almoxarifado e o estoque no sistema informatizado. Dessa forma, muitas vezes as ordens de fabricação são lançadas sem que haja no estoque físico o material necessário para a produção;
- iii. Atraso por parte do fornecedor interno: não-cumprimento dos prazos de entrega dos pedaços de couro e de *toile* por parte do setor de corte e preparação;
- iv. Falta de qualidade dos produtos acabados: os mesmos são barrados pelo controle de qualidade, seja no posto de controle ou no centro de distribuição, o que gera devoluções e retrabalho;
- v. Problemas nos processos produtivos: nos casos de alguns produtos, modos operatórios mal definidos provocam grande quantidade de defeitos e retrabalho, gerando gargalos de produção. A principal razão é a transferência de produtos que antes eram fabricados pelo setor “Produtos Rígidos em Pedido Especial, Desfile e MTO” para o setor “Produtos Rígidos em Produção em Série”, com aumento de escala de produção. Como tais produtos haviam sido planejados inicialmente para serem processados por artesões muito habilidosos e em escala única, a transição acabou gerando dificuldades.
- vi. Balanceamento inadequado dos recursos: os recursos produtivos não foram planejados nem organizados para atender à demanda atual e não são suficientemente flexíveis para poderem se adequar à ela. Tal fato gera ócio em determinadas operações e sobrecarga em outras. Combinado às novas variações de demanda previstas, o problema se potencializa.

Algumas ações já estão sendo tomadas para resolver ou evitar certos problemas:

- i. Ações contra a falta de qualidade de fornecedores externos:
 - a. Recolhimento de documentos para verificar a qualidade que havia sido acordada com empresas fornecedoras e terceirizadas no momento do contrato;
 - b. Designação de equipes da fábrica “A” para serem levadas às instalações das empresas terceirizadas para verificar e, eventualmente, solucionar potenciais problemas em seus processos produtivos ou de transporte;
- ii. Ações contra a falta de método no controle do estoque:
 - a. Realização de um inventário físico do estoque, visando conciliar as informações reais com as existentes no sistema de controle eletrônico;
 - b. Estabelecimento ou re-estabelecimento de regras para o controle do setor, tais como o método de contagem (por exemplo: no caso de componentes que são utilizados em vários produtos finais, a contabilização dos componentes deve ser feita por pares, e não por unidades) e o método de retirada dos itens do estoque, que apenas deve ser feito por pessoas autorizadas;
- iii. Ações contra o atraso por parte do fornecedor interno: projeto de introdução do Lean Manufacturing sendo implantado por uma equipe dedicada no setor de corte e preparação do couro e da *toile*;
- iv. Ações contra a falta de qualidade dos produtos acabados:
 - a. BPC;
 - b. *Marelle Qualité*.

Os dois únicos problemas principais que ainda não haviam sido atacados por nenhuma iniciativa de melhoria eram os problemas nos processos produtivos e o balanceamento inadequado dos recursos.

No caso dos problemas nos processos produtivos, as dificuldades são facilmente evitáveis no futuro, pois sua razão principal já está identificada, isto é, a transferência de produtos de outro setor para o setor Rígidos sem modificações nos modos operatórios. No que tange aos produtos já transferidos e inseridos no setor Rígidos, é necessário verificar cada um dos processos e, se possível, modificá-los ou treinar os operadores do setor a executá-los. Essa solução já havia sido encontrada pelo Serviço Técnico da fábrica, mas ainda não havia sido implantada.

Já o problema do balanceamento inadequado dos recursos é algo que merece maiores cuidados, pois sua tendência não é de melhora com o tempo. Na verdade, o que ocorre é o oposto, pois as previsões de demanda irão variar significativamente no futuro, seguindo tendência comprovada nos últimos anos, conforme previsão do Departamento Central de Marketing da empresa. Dessa forma, o ócio de certas operações e a sobrecarga de outras serão potencializados.

Para analisar melhor o problema do balanceamento dos recursos é necessário detalhar dois temas relevantes: o arranjo atual do setor produtivo e as variações da demanda. Em seguida, será verificada a relevância do problema e seus impactos para a empresa, e serão analisadas possíveis alternativas de solução.

2.2.1 ***Organização do setor e análise do fluxo***

O layout atual do setor Rígidos foi implantado no início de 2006, momento em que foram instaladas as salas de lozinagem e ferragem. A produção está organizada de forma que cada operador possui sua própria mesa de trabalho, isto é, os operadores ficam em postos fixos, realizando num mesmo local uma ou mais operações produtivas. Vale ressaltar que essa característica dos postos, isto é, o fato de serem pessoais e não comuns, já existe a muitos anos no setor Rígidos da fábrica “A”. A **Error! Reference source not found.** ilustra o arranjo físico atual do setor, detalhado à esquerda e em blocos de atividades à direita.

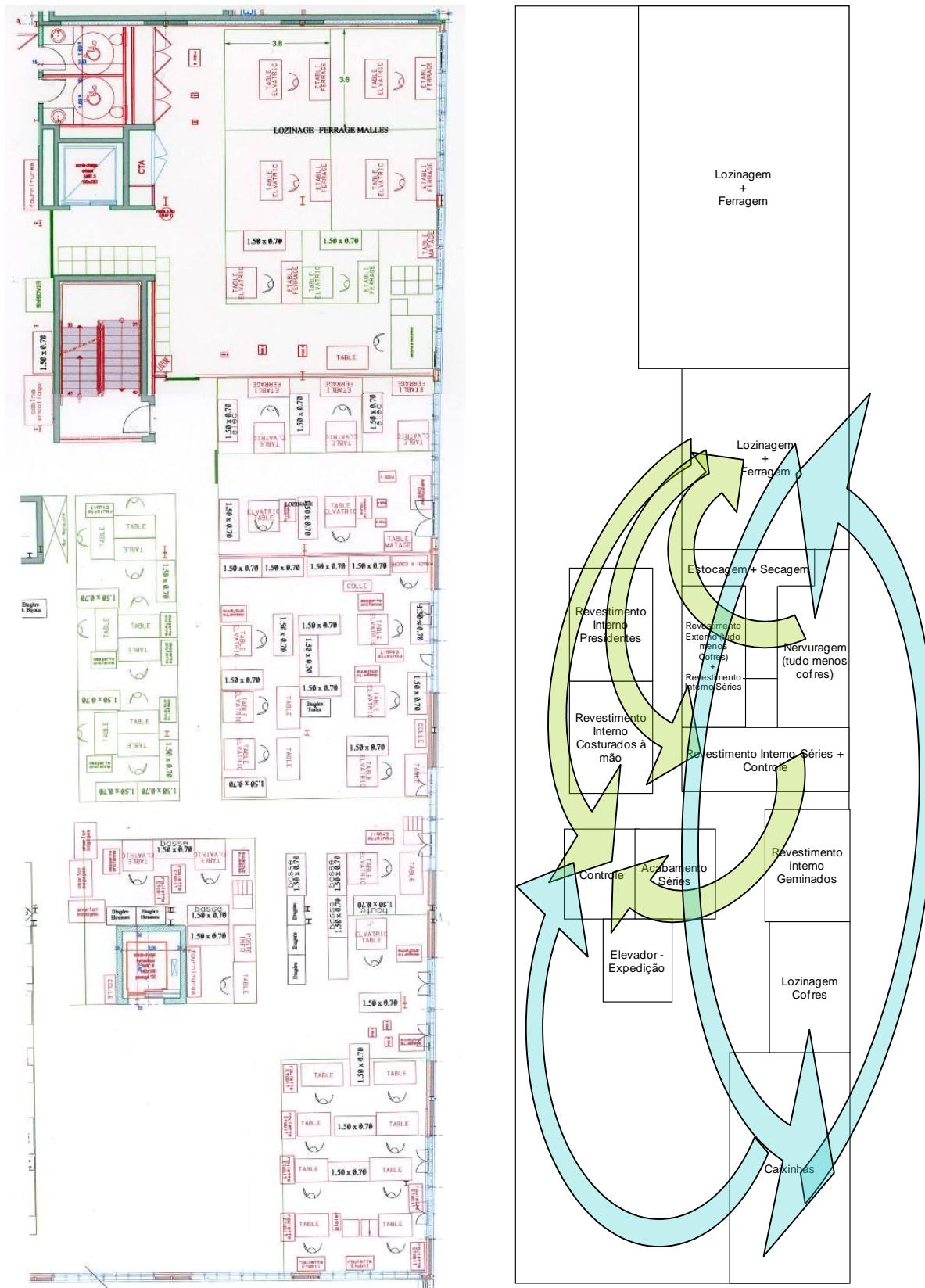


Figura 10 - Arranjo físico atual.

Fonte: elaborado pela autora (ambos).

O fluxo de produção no setor pode ser dividido em dois fluxos distintos principais: o das famílias das Caixinhas (Cofres e Mini Malas), indicado em azul na planta, e o das demais famílias, indicado em verde na mesma figura. Contudo, mesmo que o fluxo seja dividido em dois, a maioria dos operadores é polivalente e pode trabalhar em qualquer um dos fluxos. A polivalência dos operadores é tal que eles sabem realizar diferentes etapas produtivas em diferentes produtos. Por exemplo, um funcionário que começou a trabalhar na empresa realizando a etapa de nervuragem de produtos da família Série pode, atualmente, estar trabalhando no revestimento interno e externo de produtos da família Cofres. O maior empecilho à polivalência são as restrições médicas de alguns funcionários. Devido a cirurgias ou problemas nas articulações, algumas pessoas estão impossibilitadas de trabalhar em produtos muito grandes ou de realizar operações com movimentos muito amplos.

Os produtos das famílias das Caixinhas são fabricados quase que inteiramente em uma parte da fábrica, na área chamada Caixinhas (ver **Error! Reference source not found.**). Isto significa que quase todas as etapas de fabricação dos produtos da família Mini Malas, juntamente com a maioria das etapas de fabricação dos Cofres, estão isoladas no fundo da fábrica. Pode-se dizer que as Caixinhas seguem a produção por baia. As únicas etapas produtivas que não são realizadas nessa área são Lozinagem e Ferragem dos Cofres, e Controle e Embalagem de Cofres e Mini Malas.

O segundo fluxo, em verde, compreende todos os demais produtos, que passam por diversas áreas, onde cada uma das etapas de fabricação é realizada. Existem algumas áreas onde mais de uma etapa de fabricação pode ser realizada, ou seja, o operador que trabalha naquela área pode realizar mais de uma operação. Trata-se de um arranjo físico majoritariamente por processos, mas com algumas partes organizadas em células.

Como os operadores que fabricam as Caixinhas são muito autônomos e polivalentes, isto é, têm as habilidades necessárias para realizar todas ou quase todas as etapas de fabricação dos produtos dessa família, uma só pessoa pode fabricar um produto praticamente do começo ao fim (exceto as operações de Lozinagem e Ferragem dos Cofres, e Controle e Embalagem das Caixinhas). As tabelas abaixo mostram as operações que podem e aquelas que não podem ser realizadas pelos operadores da área Caixinhas.

Tabela 6 - Áreas onde são fabricadas as Mini Malas na situação atual.

Operação – Mini Malas	Área
Revestimento externo	Caixinhas
Ferragem	Caixinhas
Revestimento interno	Caixinhas
Controle e Embalagem	Controle

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 7 - Áreas onde são fabricados os Cofres na situação atual.

Operação - Cofres	Área
Nervuragem	Nervuragem
Revestimento externo	Caixinhas
Lozinagem	Lozinagem Cofres
Ferragem	Lozinagem + Ferragem
Revestimento interno	Caixinhas
Controle e Embalagem	Controle

Fonte: elaborado pela autora.

Essa situação leva à conclusão de que a fabricação dos produtos das famílias das caixinhas só pode ser atendida por uma parte da equipe, mesmo que os demais operadores também estejam aptos a fabricá-los, e vice-versa. Essa é uma das causas para a ocorrência de períodos de ócio ou de sobrecarga em determinados postos de trabalho.

Para elucidar melhor o fluxo dos produtos na fábrica, pode-se realizar uma análise do fluxo de acordo com o método da Carta de Processos Múltiplos (explicado na revisão bibliográfica desde trabalho). O resultado é o mostrado na Figura 11.

Nessa análise foram excluídos os produtos da família Caixas de Jogos, visto que os produtos dessa família, na situação atual, são feitos pelo setor “Produtos Rígidos em Pedido Especial, Desfile e MTO”.

Observa-se que, no arranjo atual, a Carta de Processos Múltiplos evidencia que a maioria dos produtos faz movimentos de “vai-e-volta” dentro do ateliê. Isso proporciona uma pontuação negativa, o que é fortemente desaconselhável para um arranjo físico, de acordo com MUTHER (1976).

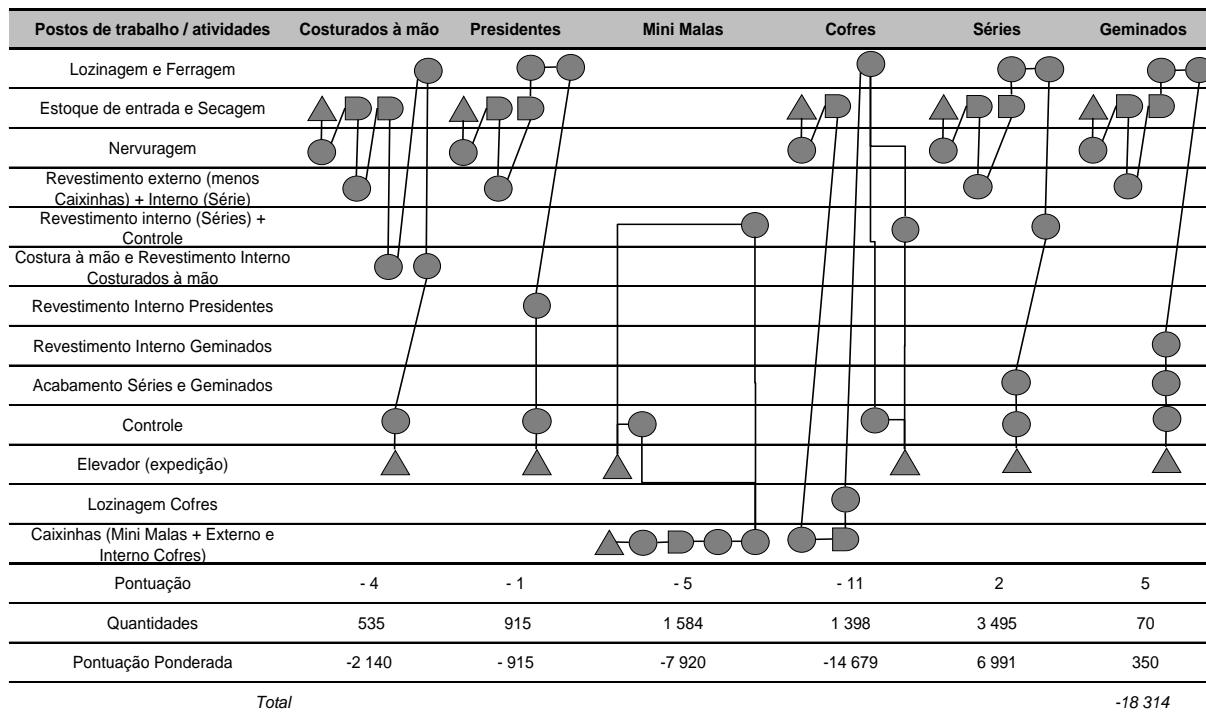


Figura 11 - Carta de Processos Múltiplos da Situação Atual.

Fonte: elaborado pela autora.

2.2.2 Variações da demanda

A demanda dos produtos Rígidos caracteriza-se pela **variedade** e pela **quantidade** de produtos a serem entregues ao centro logístico da empresa em um determinado mês. A previsão da demanda de todos os produtos da marca, na empresa em questão, é feita anualmente pelo Departamento Central de Marketing, e revista a cada três meses aproximadamente. No caso dos produtos rígidos, essas estimativas são, até certo ponto, negociáveis com a fábrica. Isso significa que, de acordo com sua capacidade produtiva, a fábrica pode ou não se comprometer a atender à demanda prevista, acordando com o Departamento Central de Marketing novos prazos para entrega de algumas linhas de produtos. Essa negociação, evidentemente, é limitada, e não ausenta a fábrica da responsabilidade de cumprir com as previsões.

Entende-se que a demanda de um produto rígido pode variar de duas maneiras diferentes. A primeira se dá através da inserção ou remoção de produtos

no portfólio da empresa (variedade); a segunda, através de variações nos volumes a serem produzidos (quantidade).

Pode-se dizer que, até antes da execução deste trabalho, as variações de demanda dos produtos Rígidos não eram um problema para a gestão da fábrica em termos de **variedade**, pois apenas três novos produtos tiveram suas produções lançadas no ano de 2007. Contudo, no ano de 2008, a demanda do setor em termos de variedade iria mudar muito. Isso se devia ao fato de que diversos produtos que antes eram fabricados pelo setor “Produtos Rígidos em Pedido Especial, Desfile e MTO”, entrariam em fabricação pelo setor “Produtos Rígidos em Produção em Série”, de acordo com decisões da direção da empresa. Além disso, novos lançamentos seriam feitos, e essa tendência iria continuar em 2009, segundo o Departamento Central de Marketing. Considerava-se, no total, a **adição de 17 novos produtos ao portfólio do setor em 2008, e mais 3 em 2009**.

Já em termos de **quantidade**, a maioria dos produtos teve o volume de demanda fortemente alterado de 2006 (vendas) para 2008 (previsões). Para analisar essas variações, devido à enorme quantidade de produtos diferentes, alguns deles foram agrupados sob o mesmo nome para efeito de simplificação da análise. O critério para o agrupamento foi a similaridade de tamanho do produto (dentro de uma mesma família), e a classificação dos 22 produtos-tipo encontra-se na Tabela 8. Em seguida, na Tabela 9, encontram-se os resultados comparativos de volume para cada família⁸.

⁸ A família dos Jogos apresenta valores nulos pois, até 2007, esses produtos não eram fabricados pelo setor. Seus volumes previstos para 2008, contudo, foram considerados na conta “Total”.

Tabela 8 - Produtos-tipo e suas famílias.

Produto-tipo	Família
1	Séries
2	Séries
3	Séries
4	Séries
5	Séries
6	Séries
7	Séries
8	Séries
9	Séries
10	Séries
11	Séries
12	Séries
13	Presidentes
14	Séries
15	Séries
16	Séries
17	Costurados à mão
18	Costurados à mão
19	Cofres
20	Mini malas
21	Geminados
22	Caixas de Jogos

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 9 - Variações nos volumes de demanda (vendas 2006 e 2007 e previsões 2008).

Família	2007 vs 2006	2008 vs 2007	2008 vs 2006
Costurados à mão	14%	-4%	9%
Presidentes	1%	24%	25%
Mini Malas	-1%	-2%	-2%
Cofres	-30%	-2%	-29%
Séries	-22%	0%	-22%
Geminados	11%	17%	30%
Caixas de Jogos	-	-	-
Total	-16%	3%	-13%

Fonte: previsões de venda fornecidas pelo Departamento Central de Marketing da empresa.

Observa-se aumento intenso na demanda de Presidentes e na de Geminados. No caso dos Costurados à mão, a demanda aumentou muito de 2006 para 2007, sendo que a previsão de queda de 4% para 2008 não é suficiente para compensar o aumento relativo a 2006. Esses aumentos são especialmente

relacionados ao lançamento de uma nova linha de revestimento externo, prevista para o segundo semestre de 2008.

No caso dos Cofres e Séries nota-se uma grande queda na previsão de vendas de 2008 comparada às vendas de 2006, sendo que para os produtos Série essa queda já se manifestou em 2007, e para os cofres a queda vai continuar em 2008. Essas reduções devem-se ao fato de diversos produtos estarem sendo gradativamente saindo de linha.

Finalmente, as Mini Malas não sofreram grande alteração de demanda, e as Caixas de Jogos vieram se somar à oferta do setor no último ano.

A Figura 12 ilustra a média entre quantidades de produtos vendidos em 2006, em 2007 e as estimativas de vendas para 2008, para cada um dos produtos-tipo fabricados no setor Rígidos. O padrão da curva é semelhante ao ABC, levemente achatado (ver revisão bibliográfica para maiores detalhes – item 3.3).

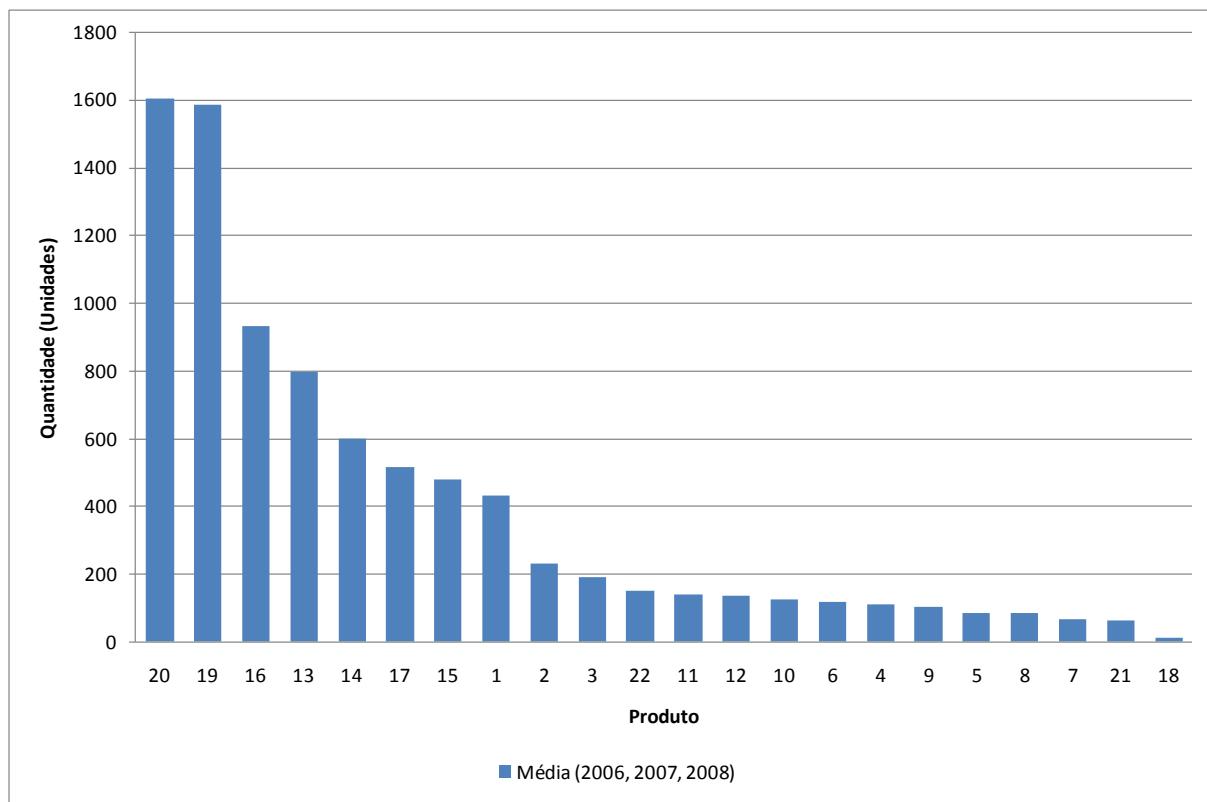


Figura 12 – Gráfico Produto x Quantidade média.

Fonte: elaborado pela autora.

2.2.3 **Relevância**

Face às mudanças nas previsões de demanda, quis-se verificar a capacidade da fábrica, na configuração atual, de absorvê-las. Cálculos foram realizados para examinar o impacto de tais mudanças em termos de tempos de fabricação. Para os cálculos utilizaram-se os valores de previsão de demanda para 2008 e os dados de tempo padrão de cada etapa para cada produto, o número de horas e o número de pessoas disponíveis na situação atual para realizar cada operação. Esses dados encontram-se no APÊNDICE A.

Como a variedade de itens era muito grande (mais de 400 referências), e muitos deles entram raramente em produção, optou-se por simplificar a análise, agrupando-se os produtos de acordo com semelhanças de tamanho e de tempos de fabricação, dentro de uma mesma família (mesma simplificação utilizada no item 2.2.1 deste trabalho).

Para o grupo de pessoas que confecciona os produtos das famílias das **Caixinhas**, a carga de trabalho seria, de acordo com a Tabela 6 e a Tabela 7, equivalente ao trabalho de Revestimento interno e externo de Cofres e Mini Malas, mais a Ferragem das Mini Malas. Esse trabalho representa uma carga para ser realizada por 6 (5,9) pessoas. Contudo, na configuração atual do setor, esse grupo conta com 9 pessoas, o que representa **3 pessoas em excesso de capacidade produtiva**.

Para a confecção dos produtos das **demais famílias**, a necessidade de capacidade calculada foi a seguinte:

- Nervuragem: carga de trabalho para 2 (2,0) pessoas, atualmente há 2 pessoas dedicadas. **Equilíbrio adequado**;
- Revestimento externo: carga de trabalho para 3 (2,2) pessoas, atualmente há 2 pessoas dedicadas. **Falta de capacidade (1 pessoa)**;
- Costura à mão e Revestimento interno Costurados à mão: carga de trabalho para 4 (3,8) pessoas, atualmente há 3 pessoas dedicadas. **Falta de capacidade (1 pessoa)**;
- Lozinagem e Ferragem: não estão no escopo do trabalho;

- Revestimento interno Séries: carga de trabalho para 4 (3,6) pessoas, atualmente há 2 pessoas dedicadas. **Falta de capacidade (2 pessoas);**
- Revestimento interno Geminados: carga de trabalho para 1 (0,6) pessoa, atualmente há 1 pessoa dedicada. **Equilíbrio adequado;**
- Revestimento interno Presidentes: carga de trabalho para 3 (2,4) pessoas, atualmente há 3 pessoas dedicadas. **Equilíbrio adequado;**
- Revestimento interno Caixas de Jogos: carga de trabalho para 4 (3,2) pessoas, atualmente não há pessoas dedicadas. **Falta de capacidade (4 pessoas).**
- Acabamento Séries e Geminados: carga de trabalho para 1 (0,5) pessoa, atualmente há 1 pessoa dedicada. **Equilíbrio adequado;**
- Controle e Embalagem: carga de trabalho para 2 (1,6) pessoas; atualmente há 1 pessoa dedicada. **Falta de capacidade (1 pessoa).**

Percebe-se, assim, que alguns postos e operações estarão com falta de capacidade produtiva e outros, com sobra. Dessa forma, enquanto alguns gerarão atrasos por não conseguirem produzir a tempo, outros ficarão uma parte do expediente sem trabalho. O balanço final é que, na situação atual, faltariam 6 postos de trabalho para conseguir suprir a demanda prevista de 2008. Contudo, considerando as capacidades somadas, a situação atual conta com 23 pessoas e a demanda prevê necessidade de 25,7 pessoas, o que seria uma diferença de apenas 3 pessoas. Logo, pode-se concluir que, dos 6 postos de trabalho que faltam, apenas 3 são realmente necessários, e os outros 3 podem ser obtidos dentro do próprio setor.

Para resolver esse problema de balanceamento dos recursos, algumas alternativas foram levantadas. A primeira seria a alteração do número de efetivos através de transferência entre setores. Pessoas poderiam seriam enviadas do setor “Produtos Rígidos em Pedido Especial, Desfile e MTO” para o setor “Produtos Rígidos em Produção em Série”. Tal procedimento é recorrente na fábrica “A”, devido ao alto grau de polivalência dos operadores. Contudo, isso é difícil de ser realizado, pois depende de excesso de capacidade no setor “Produtos Rígidos em Pedido Especial, Desfile e MTO”. Outro tipo de transferência entre setores também

pode ser realizada, que é a transferência entre outros setores de fabricação para o setor Rígidos. Porém, esse procedimento exige um tempo de treinamento e aprendizado que não se faz necessário no outro caso.

Outra opção seria a alteração de efetivos através de contratações. Isso, porém, não é muito viável, devido às políticas trabalhistas na França e ao alto grau de habilidade requerido dos operadores. As políticas francesas são altamente protetoras do trabalhador, o que torna os processos de demissão muito custosos para a empresa. Conseqüentemente, as empresas não se sentem encorajadas a contratar pessoas através dos chamados CDIs (contrato de duração indeterminada), restando somente a opção de contratos do tipo CDD (contrato de duração determinada). Esse tipo de contrato, contudo, não é vantajoso para a fábrica "A", pois ela não tem interesse em investir em treinamento de pessoas que não necessariamente estarão vinculadas à empresa por muito tempo. Isso é especialmente relevante no caso dos produtos Rígidos, que requerem pessoas com habilidades muito específicas, pouco disponíveis no mercado de trabalho.

Mais uma alternativa seria negociar as previsões com o Departamento de Marketing Central da empresa, buscando novos prazos para a realização dos pedidos. Todavia, essa solução seria apenas temporária, pois o problema continuaria a existir, sendo apenas postergado.

Finalmente, mais uma alternativa levantada foi a integração do grupo das Caixinhas ao resto da equipe do setor, integrando as capacidades produtivas de todos para melhor absorver as variações de demanda. Isso, contudo, requereria um arranjo físico que permitisse que os operadores trabalhassem de forma polivalente e que suas capacidades produtivas pudessem ser utilizadas nos pontos onde houvesse necessidade, eliminando assim a necessidade de contratação.

Optou-se, então, por realizar algumas dessas alternativas. Primeiramente, os responsáveis da fábrica decidiram pela transferência de trabalhadores entre setores. Dois deles viriam do setor "Produtos Rígidos em Pedido Especial, Desfile e MTO", e outro viria do setor de corte e preparação do couro. Já para as outras pessoas necessárias, optou-se por integrar o grupo das caixinhas ao resto da equipe e reorganizar o layout da fábrica, proporcionando assim a melhor utilização da capacidade produtiva do setor. Essa opção será explicada em detalhe mais a frente. O propósito deste trabalho é descrever o processo de obtenção do arranjo físico ideal para solucionar esse problema.

A alternativa de reorganizar o layout da fábrica, contudo, tem algumas implicações em termos de recursos humanos, pois provavelmente os operadores seriam levados a realizar operações diferentes das que realizam atualmente, ou então deveriam trabalhar em produtos diferentes. Primeiramente, os operadores que ainda não fossem polivalentes deveriam ser treinados para trabalhar nas áreas nas quais houvesse necessidade. Além disso, deveriam ser respeitadas as restrições médicas de certos funcionários, já que alguns deles têm seus movimentos limitados. Garantidas essas exigências, o novo arranjo físico poderia se tornar uma alternativa real.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Lean Manufacturing

O **Lean Manufacturing**, também chamado de **Produção Enxuta** ou **Sistema Toyota de Produção (STP)**, nasceu em resposta ao conceito de produção em massa da indústria automobilística de Henry Ford. Devido à falta de recursos disponíveis à Toyota ao final da Segunda Guerra Mundial, à escassez do mercado interno e à inviabilidade de aplicar a produção em massa no Japão, buscaram-se alternativas de produção. Essa busca proporcionou o surgimento da Produção Enxuta (WOMACK *et al.*, 1992).

Os objetivos do Lean Manufacturing são a produção com grande variedade em pequenas quantidades, com melhoria da qualidade e redução de custos. Para isso, ele propõe a eliminação de atividades que não agregam valor aos produtos, os chamados *Muda*. Essas atividades estão divididas em sete categorias:

- Esperas;
- Excesso de produção;
- Transporte desnecessário;
- Excesso de processamento ou processamento incorreto;
- Estoque em excesso;
- Movimentos desnecessários;
- Defeitos

Outras categorias podem vir a serem adicionadas, e variam de acordo com os autores, por exemplo *Projetos que falham em atender às necessidades dos clientes* (FRANCISCHINI *et al.*, 1996), ou *Desperdício da criatividade dos funcionários* (LIKER, 2005).

O sistema é baseado em cinco princípios básicos, comumente ilustrados na forma do “Templo do Lean” ou da “Casa do STP” (Figura 13). Para garantir sua estabilidade, cada uma das cinco partes da casa deve ser forte. O telhado representa as *metas*: melhor qualidade, custo e *lead time*, mais segurança e moral

alto dos funcionários. Em seguida, os pilares garantem a sustentação das metas, e representam o *Just in Time*⁹ e o *Jidoka*¹⁰. No centro, encontram-se as pessoas e a cultura de melhoria contínua (*Kaizen*¹¹ e ciclos de *PDCA*¹²). Finalmente, na base, encontram-se os processos estáveis e padronizados e o *heijunka*¹³. Cada uma dessas ferramentas, sozinha, não é suficiente para garantir o sucesso do STP. Deve-se enxergá-lo como um “sistema sofisticado de produção em que todas as partes contribuem para o todo” (LIKER, 2005).

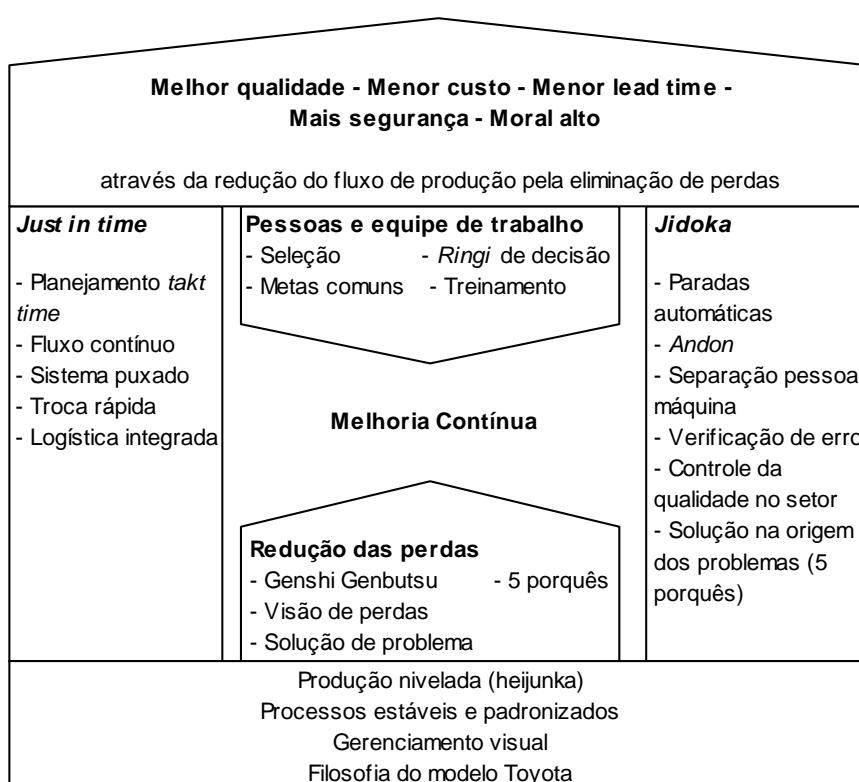


Figura 13 - O Templo do Lean.

Fonte: adaptado de LIKER, J. K., *O Modelo Toyota – 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo*, p. 51.

Além da redução de atividades que não agregam valor (*Muda*), o STP propõe outros dois conceitos importantes para o trabalho enxuto: a eliminação da

⁹ Just in Time: “Sistema de produção que produz e entrega apenas o necessário, quando necessário e na quantidade necessária” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2008).

¹⁰ Jidoka: “Fornecer às máquinas e aos operadores a habilidade de detectar quando uma condição anormal ocorreu e interromper imediatamente o trabalho” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2008).

¹¹ Kaizen: “Melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de se agregar mais valor com menos desperdício” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2008).

¹² PDCA: Plan – Do – Check – Act (Planejar – Executar – Checar – Agir)

¹³ Heijunka: “Nivelamento do tipo e da quantidade de produção durante um período fixo de tempo” (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2008).

sobrecarga de processos ou pessoas (*Muri*) e a eliminação do desnívelamento (*Mura*). Através da eliminação da sobrecarga evitam-se problemas de segurança e de qualidade, bem como a ocorrência de paradas e de defeitos. A eliminação do desnívelamento, por sua vez, evita situações nas quais há mais trabalho do que pessoas ou máquinas podem realizar, ou nas quais há falta de trabalho. O *Mura* (desnívelamento) pode ser resultado tanto de um programa de produção irregular, quanto de volumes de produção flutuantes, causados por problemas internos (tais como paralisações, falta de componentes ou defeitos).

3.1.1 *Estabilidade de processos*

Um processo estável é aquele que produz resultados coerentes ao longo do tempo. Se não existe estabilidade é porque há variabilidade dos processos. A instabilidade pode ser identificada pelas seguintes condições (LIKER, 2006):

- Alto grau de variação nas medidas de desempenho (peças produzidas, peças por hora de mão-de-obra, etc.);
- Mudança freqüente de “plano” quando ocorre um problema (repositionamento da mão-de-obra ou abertura de uma vaga quando ocorre ausência, interrupção do trabalho no meio da execução de um pedido para passar a outro, etc.);
- Não-existência de padrão ou método no trabalho;
- Lotes ou pilhas de estoque em processo não controlados;
- Fluxo inconsistente ou inexistente;
- Muitas exceções na definição do processo, entre outras.

Tais condições nunca deixarão de existir, mas num processo estável elas ocorrerão em menor grau. Deve-se observar que o fluxo e a estabilidade devem ser desenvolvidos em conjunto, e o objetivo da estabilidade é tornar os processos coerentes e claros, permitindo a eliminação das atividades aleatórias. Para isso,

deve-se reduzir a variabilidade da taxa de demanda e criar um nível básico de volume diário.

Algumas estratégias e ferramentas podem ser utilizadas para criar estabilidade. Algumas das sugeridas por LIKER (2006) são: organização do local de trabalho, troca rápida de ferramentas, exercício do círculo (observação de postos), 5S, etc. Independente da ferramenta utilizada, sempre é necessário estudar as etapas de fabricação e o modo como elas são realizadas para poder eliminar perdas.

Um conceito importante para a estabilidade é o *takt time*. Ele é baseado na periodicidade da demanda do cliente e na quantidade de tempo disponível à produção. O estabelecimento do *takt time* para cada processo é a chave para a coesão entre eles, e para que a montagem dos produtos possa ser realizada no tempo exato. Cada um dos postos de trabalho deve respeitar os respectivos *takt times* estabelecidos, permitindo assim um processo estável no qual as quantidades produzidas sejam corretas e possam ser entregues no tempo certo. Pode-se defini-lo como (MEYERS, 2005):

$$Takt\ time = \frac{\text{Tempo produtivo disponível diariamente}}{\text{Produção diária necessária}}$$

3.1.2 **Fluxo unitário de peças**

O fluxo unitário de peças, ou *one piece flow*, é o fluxo ideal de acordo com o Lean manufacturing. Ele caracteriza a situação na qual não há estoques intermediários e um produto avança do início ao fim do processo produtivo sem nunca parar, isto é, sem nenhum tipo de perda. Nele, os processos produtivos são tão bem dimensionados e coordenados que não há sobra nem falta de tempo em nenhum posto de trabalho.

Quando se trabalha com o fluxo unitário de peças, qualquer problema é imediatamente trazido à tona, pois a produção pára. Para que ela seja retomada, é necessário que o problema seja resolvido.

O fluxo unitário de peças é extremamente difícil de ser atingido, e exige um processo longo de iniciativas de melhoria. Algumas das ferramentas que podem ser

utilizadas para alcançar esse tipo de fluxo são: projeto do local de trabalho, técnicas de sistema puxado, controles visuais, kanban, rotas, FIFO, etc. (LIKER, 2006)

3.2 Processos em manufatura e Arranjo Físico

A classificação dos processos em manufatura é função, principalmente, do volume e da variedade da produção. Os objetivos de desempenho da operação também influenciam na definição do tipo de processo, tal como o objetivo custo. Segundo a literatura, os processos-tipo em manufatura são: *Processo por Projeto*, *Processo em Jobbing*, *Processo em Lotes ou Bateladas*, *Processo em Massa* e *Processo Contínuo* (SLACK, 1996). A Figura 14 ilustra os tipos de processo em função do volume e da variedade dos lotes.

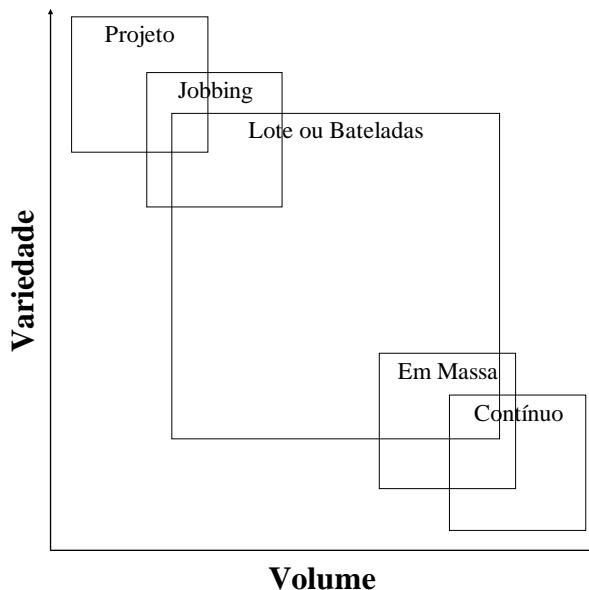


Figura 14 - Tipos de processo em operações de manufatura.

Fonte: SLACK, N. et al., *Administração da Produção*, p. 210.

Para este trabalho, os processos que mais interessam são os tipos **Processos em Jobbing** e **Processos em Lotes ou Bateladas**. Os **Processos em Jobbing** são caracterizados por alta variedade e baixos volumes de produção. Neste caso, os recursos produtivos são compartilhados entre os produtos, mas não

são utilizados da mesma forma. Cada produto tem uma necessidade específica, que deve ser atendida por profissionais especializados. O grau de repetição é baixo, mas não se tratam apenas de projetos únicos (caso do *Processo por Projetos*).

Quando os volumes de produção são maiores e a variedade é menor do que no caso explicado acima, trata-se de **Processos em Lotes ou Bateladas**. Neste caso, cada parte da operação tem períodos de repetição, definidos pelo processamento de um lote. Quanto menor o tamanho dos lotes e maior a variedade entre eles, mais próximo este tipo de processo assemelha-se ao *Jobbing*.

Segundo a literatura, para cada tipo de processo em manufatura indicam-se arranjos físicos básicos mais adequados, isto é, que melhor atendem as necessidades de cada tipo de processo. A Tabela 10 resume a relação entre tipos de processo e os arranjos físicos correspondentes.

Para este projeto, interessam o **arranjo físico celular**, o **arranjo físico por processo** e o **arranjo físico posicional**. É importante ressaltar que, na maioria dos casos, os arranjos físicos combinam elementos de mais de um tipo de arranjo-padrão, compondo assim **arranjos físicos mistos**.

Tabela 10 - Relação entre tipos de processo e tipos básicos de arranjo físico.

Tipo de Processo em Manufatura	Tipo básico de Arranjo Físico
Processo por Projeto	Arranjo Físico Posicional
Processo tipo Jobbing	Arranjo Físico por Processo
Processo tipo Lotes ou Bateladas	Arranjo Físico Celular
Processo em Massa	Arranjo Físico por Produto
Processo Contínuo	

Fonte: SLACK, N. et al. *Administração da Produção*, p. 213.

No **arranjo físico celular**, todos os recursos transformadores referentes a um recurso transformado são agrupados numa mesma célula. A célula em si pode ter um layout por processo ou por produto.

As vantagens de um arranjo físico celular é que o mesmo permite agrupar produtos para uma maior utilização das máquinas, além de proporcionar um atravessamento rápido de produtos e de melhorar a motivação graças ao trabalho

em equipe. Suas desvantagens são a possível redução nos níveis de utilização dos recursos e a necessidade de capacidade adicional.

Já no **arranjo físico funcional**, ou **por processo**, agrupam-se as operações cujo tipo de processo produtivo é similar, independentemente do produto a ser processado. Isso ocorre nos casos em que a utilização dos recursos transformadores possa se beneficiar da proximidade física. Neste tipo de arranjo físico, os produtos fluem através de um roteiro de processos, de acordo com suas necessidades específicas. Como cada produto pode necessitar processos diferentes, os roteiros podem ser numerosos. É normalmente utilizado em caso de produtos de tamanho pequeno e alta variedade e quantidade.

As vantagens deste tipo de arranjo físico são, de acordo com SLACK (1996), a alta flexibilidade de mix e produto, a robustez em caso de interrupção de etapas e a fácil supervisão de equipamentos e instalações. Como desvantagens, ou limitações, citam-se a dificuldade em controlar o fluxo como um todo, o aumento do estoque intermediário, e a baixa utilização de recursos.

Finalmente o **arranjo físico posicional**, também conhecido como arranjo físico de **posição fixa**, caracteriza-se pelo fato de os recursos transformados não se moverem, enquanto os recursos transformadores (operadores, equipamentos, etc.) movem-se ao seu redor. Normalmente, este tipo de arranjo é utilizado em casos nos quais o produto é muito grande (por exemplo, uma rodovia em construção) ou é muito delicado para ser movido (por exemplo, pacientes em cirurgia).

O arranjo físico posicional apresenta como vantagens a reduzida movimentação do material, a fácil adaptação às mudanças do produto e dos volumes de produção e a alta variedade de tarefas para a mão de obra. Suas principais limitações são a maior movimentação dos operadores e equipamentos, o alto número de equipamentos necessários e um aumento no espaço de trabalho.

3.3 Systematic Layout Planning – SLP

O Systematic Layout Planning (SLP – Planejamento Sistemático de Arranjo físico), como indica o nome, é uma metodologia de planejamento de arranjo físico. Esse método está baseado em cinco elementos fundamentais, que constituem a

“chave” para a resolução de problemas de layout: **Produto** (materiais), **Quantidade** (volumes), **Roteiro** (seqüência do processo de fabricação), **Serviços de suporte** e **Tempo** (P, Q, R, S, T). Juntamente com as atividades (ou áreas) inclusas no layout, esses elementos constituem um passo preliminar do planejamento, e embasam todos os cálculos do SLP (MUTHER, 1976).

3.3.1 As fases do SLP

O procedimento SLP é composto por quatro fases: Localização, Layout geral, Layout Detalhado e Implantação. As fases não necessariamente devem ocorrer sucessivamente. Elas podem se sobrepor, complementando assim umas às outras. As fases do SLP são:

- *Fase I: Localização.*

Corresponde à determinação da localização da área a ter seu layout arranjado.

- *Fase II: Layout geral*

Trata-se do estabelecimento do arranjo da área em termos gerais, ou seja, em blocos. Os blocos correspondem a áreas de atividade, que serão analisadas em detalhe na Fase III.

Para a execução do Layout geral, segue-se um percurso básico, conforme ilustrado na Figura 15. Tendo definido os cinco elementos básicos (P,Q,R,S,T), realizam-se análises do fluxo de materiais e das inter-relações entre outras atividades, para elaborar em seguida o diagrama de inter-relações. Após isso, as necessidades de espaço devem ser determinadas e balanceadas com o espaço disponível, obtendo assim o diagrama de inter-relações de espaços. Então, são feitas considerações sobre mudanças e determinadas as limitações práticas (custos, por exemplo), o que permite a obtenção de algumas opções de configurações de blocos. A avaliação de cada uma das opções leva à escolha da configuração geral ideal.

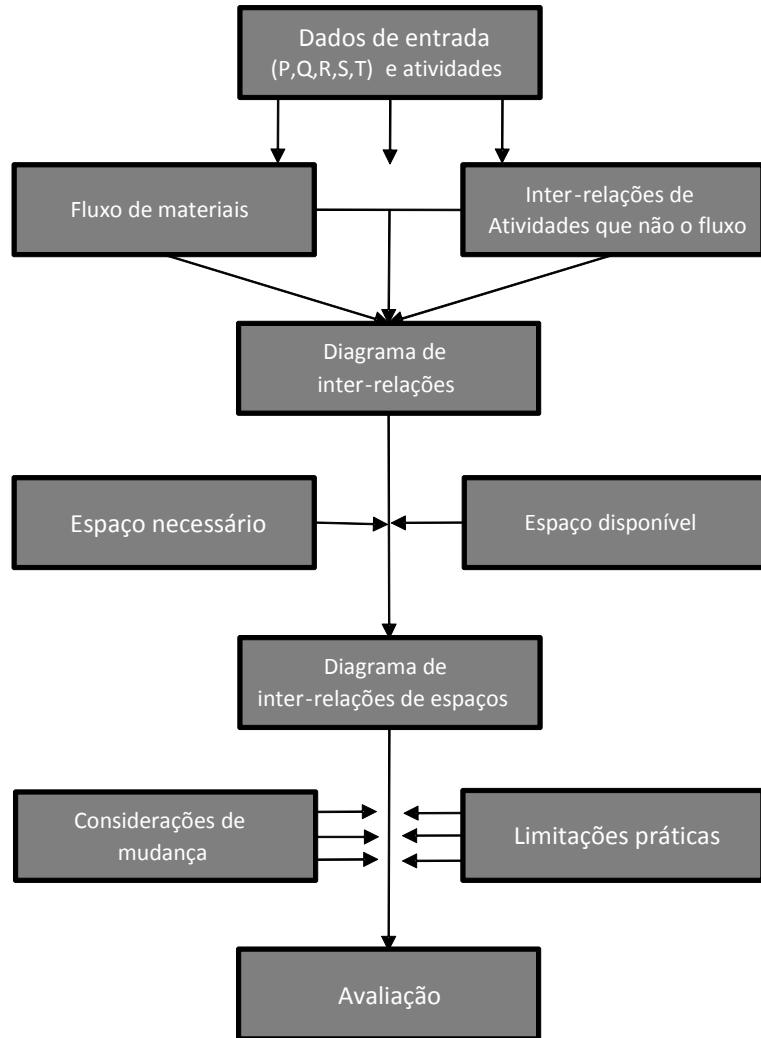


Figura 15 - Padrão de procedimentos SLP.

Fonte: MUTHER, R., *Systematic Layout Planning.*, p. 2-2.

- *Fase III: Layout detalhado*

A Fase III tem como objetivo obter a configuração detalhada de cada área de atividade do Layout geral. Sua realização passa pela mesma seqüência de procedimentos da Fase II (ver Figura 15), e deve ser repetida para cada uma das áreas de atividade. Ao final dessa fase, todas as máquinas e equipamentos terão sido arranjados.

As fases II e III não precisam ser realizadas inteiramente separadamente, pois muitas vezes é necessário levar em consideração algumas restrições específicas de cada área de atividade para poder determinar o Layout geral.

- *Fase IV: Implantação*

Trata-se da implantação física efetiva do Layout planejado.

3.3.2 **As etapas do padrão de procedimentos SLP**

A seguir serão descritas cada uma das etapas do procedimento SLP, esquematizadas na Figura 15.

Dados de entrada e atividades

Trata-se principalmente da análise de volume e de variedade de produtos. Na maioria das indústrias, os produtos seguem o padrão da curva ABC, isto é, a relação na qual 20% a 30% dos itens representam 80% a 70% da quantidade total vendida. Tal relação embasa a escolha do layout padrão a ser utilizado, pois se aconselha que, para os primeiros itens (de maior volume), seja utilizado um layout do tipo Arranjo Físico por Produto, e para os últimos, um layout do tipo por Arranjo Físico Posicional ou por Processo. A revisão bibliográfica do item 3.2 (*Processos em manufatura e Arranjo Físico*) explica claramente essa relação.

Ao construir o gráfico de produtos versus volume, no caso de curvas achatadas recomenda-se que o arranjo físico utilizado seja comum a todos os produtos. Porém, o arranjo dos recursos transformadores e a decisão de dividir ou combinar as instalações podem estar baseados em outros fatores, tais como (adaptado de MUTHER, 1976):

- Tamanho, peso, forma ou características físicas dos itens;
- Material básico dos itens;
- Processos, trajetos ou seqüência de operações;
- Equipamentos envolvidos ou o tipo da estrutura física do prédio no qual estão localizados os equipamentos;
- Qualidade ou habilidades necessárias;

- Valor ou risco de perda dos itens;
- Perigo aos funcionários ou à propriedade;
- Tipos de serviço elétricos ou auxiliares disponíveis;
- Estrutura organizacional da empresa;
- Fatores externos (aparência, impostos, revenda da propriedade, etc.).

O fluxo de materiais

O fluxo ótimo corresponde ao roteiro (R) que atende às necessidades em termos de produtos (P), quantidade (Q) e tempo (T). Nele, os materiais avançam num sentido único à medida que vão sendo processados.

Para analisar o fluxo, as seguintes perguntas devem ser feitas:

- A operação é necessária ou pode ser eliminada?
- A operação pode ser combinada a alguma outra operação?
- A seqüência, a localização ou a pessoa relativa a essa operação pode ser mudada ou arranjada de outra forma?
- O método ou o equipamento para a realização da operação pode ser melhorado?

A análise do fluxo possui dois aspectos: seqüência e intensidade. Para realizá-la, diversos métodos existem, e devem ser empregados dependendo da quantidade de produtos a ser estudada. Para um ou poucos produtos, utiliza-se o **Gráfico do Fluxo do Processo**. Já para vários produtos, pode-se utilizar a **Carta de Processos Múltiplos** ou a **Carta De-Para**. No caso de haver muitos produtos, pode-se combiná-los de acordo com grupos lógicos ou então selecionar algumas amostras de cada produto, e então analisá-los através da carta de processos múltiplos.

O **Gráfico do Fluxo do Processo** permite compreender visualmente o processo para posterior melhoria. Ele representa as etapas de fabricação de um

produto, incluindo tempos ou distâncias, e segue o padrão de símbolos da American Society of Mechanical Engineers (ASME) indicados na Tabela 11.

Tabela 11 - Símbolos da ASME para Gráficos do Fluxo do Processo.

Símbolo	Significado	Descrição
Operação		Indica ação que promove modificação do material ou contribui para a execução de um trabalho.
Transporte		Indica movimentação de material entre postos de trabalho ou entre estes e depósitos.
Inspeção		Indica que o objeto está sendo examinado quanto a qualidade, quantidade ou qualquer outra característica. Indica também verificações de informação, tais como leitura de manômetro de vapor em uma caldeira, por exemplo.
Espera		Período de tempo no qual o material não sofre modificações, ou que o operador encontra-se parado.
Armazenamento		Indica que o objeto está sendo mantido sob controle em um determinado local, de forma que sua retirada só seja possível através de autorização. Exemplos: matéria prima no pedósite, produto acabado no armazém, etc.

Fonte: MUTHER, R., *Systematic Layout Planning.*, p.4-4.

A **Carta de Processos Múltiplos**, por sua vez, é aproximadamente uma combinação de Gráficos do Fluxo do Processo, na qual todos os produtos são agrupados em uma mesma análise, em forma de tabela. Nela, as linhas representam as atividades, e as colunas, os diferentes produtos. O roteiro é então traçado de acordo com as operações, e então se podem comparar os diferentes roteiros entre os produtos. Essa Carta permite avaliar a quantidade de retornos, que deve ser baixa, e analisar a distância entre atividades onde haja uma grande intensidade de fluxo, que também deve ser baixa. A avaliação do fluxo é feita através de um sistema de pontuações, ponderado pelo volume de produtos, da seguinte maneira:

Tabela 12 - Pontuações na análise de fluxo através da Carta de Processos Múltiplos.

Pontuação	Critério
+ 2 pontos	Transferência entre uma etapa e a etapa imediatamente seguinte, no sentido do fluxo preferencial.
+ 1 ponto	Transferência no sentido do fluxo preferencial, mas saltando etapas.
- 2 pontos	Retorno à etapa imediatamente anterior.
- 1 ponto	Retorno excedente (para cada etapa saltada a mais).

Fonte: *Notas de aula da disciplina PRO2420.*

Finalmente, a **Carta De-Para** é utilizada quando os produtos são muito variados. Sua construção é feita da seguinte maneira: nas primeiras linha e coluna, listam-se as atividades ou postos de trabalho (na mesma seqüência) e, nas demais células da tabela, indicam-se os produtos (quantidade x tamanho ou peso ou volume) que realizam o fluxo da operação indicada na linha para a operação indicada na coluna. A soma dos fluxos entre cada atividade é então contabilizada e ranqueada, o que permite identificar os fluxos de acordo com sua intensidade: **A** (*Abnormally high* ou Absolutamente alta), **E** (*Especially high* ou Especialmente alta), **I** (*Important* ou Importante), **O** (*Ordinary* ou Ordinária) ou **U** (*Unimportant* ou Sem importância). Os fluxos em A correspondem a aproximadamente 40% do total de intensidade, mas apenas a 10% do número de rotas. Já os fluxos em O correspondem a 10% do total de intensidade e a cerca de 40% do total de rotas. Um gráfico similar ao da Figura 16 deve ser elaborado para ilustrar essas relações.

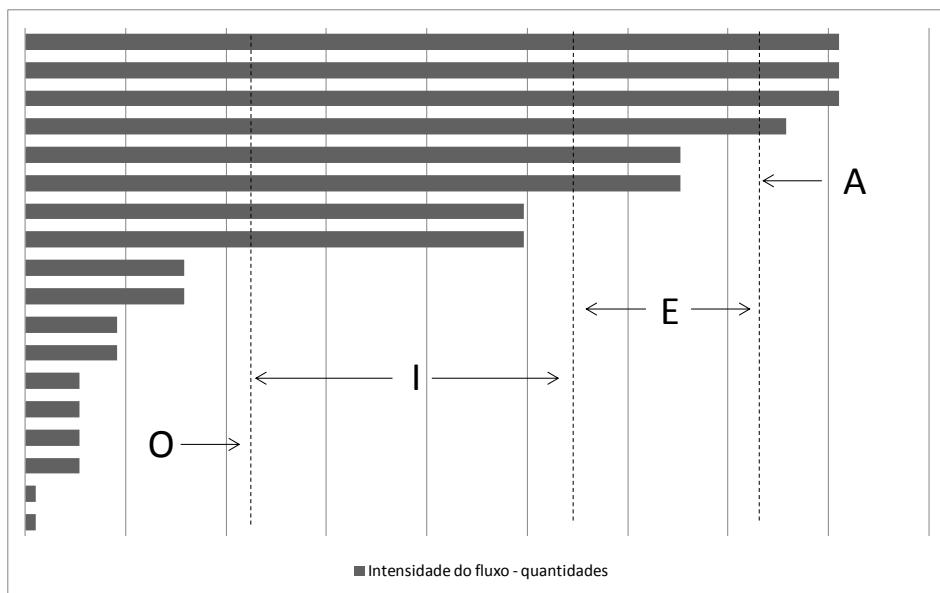


Figura 16 - Gráfico-exemplo de conversão das intensidades da Carta De-Para para a convenção de vogais.

Fonte: elaborado pela autora com base em MUTHER, R., *Systematic Layout Planning.*, p. 4-19.

As inter-relações entre atividades que não o fluxo

Usualmente, além da análise do fluxo entre as atividades, exploram-se também outros tipos de inter-relações entre elas. Esses tipos de inter-relações podem ser muito importantes em certos tipos de indústrias onde o fluxo não tem um papel significativo, tais como indústrias de jóias, de eletrônicos ou mesmo em prestadores de serviços. Contudo, a análise das inter-relações que não o fluxo também deve ser feita nos casos onde certas atividades devem (ou não) estar próximas de outras, por motivos tais como ruído, vibrações, iluminação, uso de equipamentos em comum, etc.

Para realizar esta análise, utiliza-se a **Carta de Inter-relações Preferenciais**. Essa carta consiste basicamente em uma lista de todas as atividades já consideradas anteriormente mais todas as demais áreas relevantes (portas, salas, janelas, elevadores, etc.). Cada linha dessa lista é cruzada com as demais, e critérios de proximidade são definidos para cada par, além da justificativa para cada definição. A convenção utilizada no método SLP é a escala de vogais, ilustrada na Tabela 13, e as justificativas devem ser definidas de acordo com o projeto e numeradas.

Tabela 13 - Escala de vogais para inter-relações que não o fluxo.

Valor	Significado
A	Proximidade absolutamente necessária
E	Proximidade muito importante
I	Proximidade Importante
O	Proximidade pouco importante
U	Proximidade não importante (indiferente)
X	Proximidade indesejável

Fonte: MUTHER, R., *Systematic Layout Planning.*, p. 5.3.

A Figura 17 ilustra um esquema de Carta de Inter-relações Preferenciais, com algumas das casas preenchidas. As letras representam a importância da proximidade entre as atividades e os números justificam a proximidade. Nesse caso,

o número 1 pode significar, por exemplo, “ contato pessoal”, e o número 5, “uso em comum de equipamentos”. Outras justificativas possíveis podem ser a freqüência do contato, supervisão e controle, fluxo de informações escritas, etc.

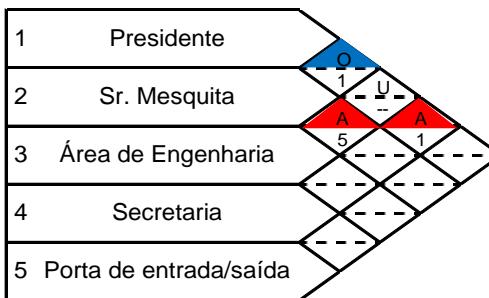


Figura 17 - Exemplo de Carta de Inter-relações Preferenciais.

Fonte: elaborado pela autora com base em MUTHER, R., *Systematic Layout Planning.*, p.5-4.

Após completar a Carta de Inter-relações preferenciais é necessário relacioná-la com o fluxo. Neste ponto, tanto o fluxo quanto as inter-relações que não o fluxo já foram classificados pela escala de vogais. Logo, esta se torna o denominador comum entre eles. Assim, para cada par de atividades relevantes, devem ser listadas as classificações quanto à intensidade de fluxo e quanto à intensidade de inter-relações outras que não o fluxo, e a respectiva pontuação (caso o peso dado ao fluxo seja o mesmo que o dado às inter-relações que não o fluxo, A = 4, E = 3, I = 2, O = 1, U = 0, X = -1). A Tabela 14 é um exemplo auto-explicativo da matriz que deve ser construída.

Tabela 14 – Exemplo de matriz que relaciona fluxo e inter-relações que não o fluxo.

Atividade		Intensidade		Total combinado
De	Para	Fluxo	Outras que não o fluxo	
1	2	A = 4	O = 1	5
1	3	X = -1	U = 0	-1
1	4	I = 2	A = 4	6
2	3	E = 3	A = 4	7

Fonte: elaborado pela autora com base em MUTHER, R., *Systematic Layout Planning.*, p.5-5.

A partir da coluna “Total combinado” dessa matriz, pode-se construir um novo gráfico similar ao da Figura 16 - Gráfico-exemplo de conversão das intensidades da Carta De-Para para a convenção de vogais. Contudo, esse novo gráfico será mais completo, pois levará em conta não só o fluxo, mas também as inter-relações que não o fluxo.

Diagrama de inter-relações

A partir das informações obtidas anteriormente, elabora-se o diagrama de inter-relações. Trata-se de uma maneira visual de enxergar a importância da proximidade geográfica entre os recursos, através de blocos que representam os recursos, e de ligações entre eles segundo a tabela de convenções a seguir:

Tabela 15 - Convenções do diagrama de Inter-relações do SLP: escala de vogais.

Nível de proximidade desejado	Símbolo
A (Absolutamente necessário)	////
E (Especialmente importante)	///
I (Importante)	//
O (Ordinário)	/
U (Sem importância)	

Fonte: MUTHER, R., *Systematic Layout Planning.*, p.6-7.

Cada par de blocos deve ser desenhado no diagrama, com o respectivo número de linhas que os conecta, de acordo com o diagrama. As relações do tipo “A” devem ser desenhadas primeiro, em seguida as relações “E”, e assim por diante. Quanto mais intensa for a relação de proximidade entre dois blocos, mais difícil será afastá-los, e cruzamentos de fluxos entre eles são desaconselhados.

Determinações espaciais

A determinação do espaço necessário é feita nesta etapa do SLP, que pode ser executada através de cinco maneiras diferentes: Cálculo, Conversão, Padrões de espaço, Layout rascunhado ou Tendência e Projeção de razões. Apenas os métodos de **Cálculo** e de **Layout Rascunhado** são interessantes para este projeto.

Em ambos os métodos é necessário enumerar, identificar e medir cada máquina ou equipamento a ser utilizado. Para o método do **Cálculo**, a partir das necessidades de carga produtiva, deve-se calcular o número necessário de máquinas. É importante levar em conta fatores como: eficiência das máquinas, eficiência do processo produtivo, tempos de setup, etc. Já no método do **Layout Rascunhado**, certas áreas de atividade críticas podem ter seus arranjos físicos rascunhados (sobrepondo-se, assim, as fases I e II do SLP).

Após ter levantado todos os dados necessários, uma ficha-resumo deve ser criada, indicando: número da atividade, nome da atividade, área necessária (m^2), características físicas diversas (espaçamento entre colunas, iluminação necessária, etc.), utilidades e serviços auxiliares (necessidade de alimentação elétrica ou hidráulica, ventilação, etc.) com as respectivas classificações de importância (A,E,I,O,U) e, finalmente, requisitos em termos de forma ou configuração da área.

Muitas vezes o espaço disponível é uma restrição importante do projeto, tão importante quanto o dinheiro para o investimento. Nesses casos, uma análise mais profunda dos possíveis espaços a serem ocupados deve ser feita, bem como uma ponderação das atividades mais importantes a serem priorizadas na alocação de espaços. MUTHER (1976) sugere ainda algumas alternativas para redução do espaço necessário, tais como: aumento das horas trabalhadas ou dos turnos, melhoria dos processos, métodos ou equipamentos produtivos, compra ao invés de fabricação de certos itens, etc.

Diagrama de inter-relações espaciais

Com o diagrama de inter-relações e as determinações espaciais em mãos, pode-se agora construir o diagrama de inter-relações espaciais. Para isso, cada atividade no diagrama deve ser convertida para o seu tamanho necessário (de acordo com os resultados das determinações espaciais) e, em seguida, posicionada corretamente de acordo com as necessidades de proximidade. Se o espaço a ser arranjado já estiver definido, podem-se posicionar as atividades diretamente sobre uma planta do mesmo.

Existem duas possibilidades para realizar o posicionamento das atividades sobre a planta: **através de desenhos**, rascunhando sobre a planta cada atividade na escala correta, ou **através de blocos de área unitária**, movendo-os sobre a planta e agrupando-os em um número equivalente para formar a área total de cada atividade.

Algumas modificações podem ser aplicadas a essas duas técnicas de posicionamento das atividades. Pode-se, por exemplo, substituir os blocos unitários por blocos que representam cada área ou baia. Outra possível modificação é desenhar as máquinas dentro do bloco que representa a respectiva atividade. Pode-se, também, combinar o método dos desenhos com o dos blocos unitários, para chegar a uma solução mais adequada e prática.

É importante ressaltar que todas as versões do diagrama de inter-relações espaciais devem ser gravadas antes de qualquer mudança. Dessa forma, após ter executado diversas versões do diagrama, elas podem ser comparadas e combinadas, originando assim versões melhoradas.

Ajustando o diagrama

Nesta etapa, os diagramas que foram construídos até então devem ser apresentados aos gerentes ou aos responsáveis da empresa para modificação e validação. É neste momento que são levadas em conta as *considerações de mudança* e as *limitações práticas*, etapas finais do diagrama SLP (Figura 15). Se,

por um lado, as *considerações de mudança* abrem espaço para discutir, desenhar e tomar decisões em relação ao arranjo físico, por outro lado, as *limitações práticas* impõem restrições a ele.

As *considerações de mudança* podem estar contidas nas seguintes categorias:

- Métodos de movimentação de materiais;
- Instalações de armazenagem;
- Condições do local ou dos arredores;
- Requisitos em termos de pessoal;
- Características do edifício;
- Utilitários e atividades auxiliares;
- Procedimentos e controles;
- Delineamento do layout detalhado das atividades.

As *limitações práticas*, por sua vez, caracterizam-se por condições do prédio ou da operação que não devem ou não podem ser modificadas. Exemplos disso são: contratos com sindicatos trabalhistas, políticas da companhia, exigência de corredores alinhados e de largura específica dentro da fábrica, etc.

Após considerar todos os ajustes necessários, cerca de duas a cinco alternativas de planos são usualmente elaboradas. Essas alternativas serão avaliadas na próxima etapa do SLP.

Avaliação

Seguindo-se as etapas precedentes do SLP encontram-se de duas a cinco alternativas satisfatórias de arranjo físico, que chamaremos simplificadamente de **planos X, Y e Z**. Cada um deles deve estar claramente especificado e desenhado, para que possam ser entendidos pelos que não participaram do processo de planejamento. Contudo, mesmo que os planos tenham sido previamente definidos,

isso não significa que eles não possam ser alterados durante o processo de avaliação.

Existem três métodos básicos para realizar a seleção entre os planos: **balanceamento de vantagens e desvantagens, análise ponderada de fatores e comparação e justificativa por custos.**

O **balanceamento de vantagens e desvantagens** é o de mais fácil realização entre os três métodos, mas também o menos preciso. Ele consiste em listar prós e contras para cada um dos planos X, Y e Z, e depois compará-los. Uma versão mais rigorosa pode ser obtida ponderando-se a importância de cada vantagem e desvantagem, através do uso da escala de vogais associada a valores numéricos, como mostra a Tabela 16.

Tabela 16 - Escala de vogais associada a valores numéricos.

Vogal	Valor numérico
A (Excelente)	4
E (Muito bom)	3
I (Bom)	2
O (Fraco)	1
U (Pobre)	0

Fonte: MUTHER, R., *Systematic Layout Planning.*, p. 10-6.

O método de **análise ponderada de fatores** é, por sua vez, o método geral mais eficaz de avaliação de arranjos físicos. Trata-se de dividir o problema em diversas partes e analisar cada uma delas separadamente. Essencialmente, o procedimento segue os seguintes passos:

1. Listar todos os fatores considerados importantes ou significativos para a escolha do melhor plano (X, Y ou Z);
2. Ponderar a importância de cada fator em relação aos demais;
3. Analisando um fator de cada vez, classificar cada um dos planos, dando-lhes notas;
4. Somar os valores totais ponderados das notas de cada plano e compará-los.

Mesmo que os critérios de seleção sejam subjetivos, este método permite uma análise precisa e flexível dos planos, pois leva em conta só o que realmente importa no arranjo físico. Contudo, deve-se estar atento para descrever claramente cada fator e para evitar possíveis repetições nos critérios. Alguns exemplos de fatores são:

- Facilidade para expansão futura;
- Adaptabilidade ou versatilidade;
- Flexibilidade do arranjo físico;
- Eficácia do fluxo de materiais;
- Eficácia da movimentação de materiais;
- Eficácia do estoque de materiais;
- Utilização do espaço;
- Eficácia da integração dos serviços de suporte;
- Prevenção de acidentes e organização;
- Condições de trabalho e satisfação dos empregados;
- Facilidade de supervisão e controle;
- Aparência, valor promocional, relações públicas ou com a comunidade;
- Qualidade do produto;
- Problemas de manutenção;
- Utilização de equipamentos;
- Utilização das condições naturais ou arredores;
- Habilidade de cumprir a capacidade ou a carga;
- Segurança contra roubos;
- Coerência com os planos a longo prazo da empresa.

Os pesos dados a cada fator (passo 2) devem ser acordados juntamente com os gerentes responsáveis, e a classificação de cada plano (passo 3) deve ser feita seguindo a escala de vogais associada a valores numéricos, como indicado na Tabela 16.

Finalmente, o método de **comparação e justificativa por custos** é o mais sólido de todos, visto que geralmente os custos são a principal base para a tomada de decisões. Este método pode ser usado para justificar uma alternativa, verificando

sua viabilidade, ou para comparar duas ou mais delas, inclusive com a situação atual. Pode-se abordar esse método de duas formas diferentes: através dos custos totais ou apenas através dos custos que seriam afetados pelo plano.

Para aplicar este método é necessário ter acesso às políticas contábeis da empresa, bem como aos indicadores financeiros utilizados por ela. Em seguida, as seguintes etapas devem ser executadas:

1. Preparar planilhas que indiquem os investimentos necessários para cada alternativa;
2. Preparar planilhas que estabeleçam estimativas de custos operacionais;
3. Realizar cálculos para justificar ou comparar gastos em cada um dos planos.

O método dos custos, contudo, não leva em conta certos elementos intangíveis que os demais métodos consideram. Logo, mais de um método pode ser usado para fornecer bases adequadas de avaliação e comparação.

Para a validação do projeto de arranjo físico é necessário incluir todas as pessoas envolvidas nas mudanças, desde os operadores da fábrica até os gerentes e diretores. O projeto, portanto, deve ser preciso e bem estruturado, e a metodologia SLP deve ser apresentada claramente. Os ganhos e riscos do projeto também devem ser abertamente mostrados, bem como os impactos para o grupo e para cada indivíduo. Após a aprovação, a fase II está completa. Vale lembrar que a fase III não necessariamente inicia-se neste ponto, pois ela pode se sobrepor à fase precedente.

3.3.3 *Detalhamento da solução*

Para o detalhamento da localização de cada máquina e equipamento dentro de cada área de atividade deve-se seguir para a fase III do SLP, que nada mais é do que uma repetição mais refinada do padrão de procedimentos descrito acima. As diferenças são que as restrições físicas são mais precisamente definidas, os dados

são mais detalhados e as políticas de movimentação de materiais, manutenção de inventário e cadenciamento da produção são especificamente determinadas.

Para definir quais áreas de atividades devem ter seu arranjo físico detalhado com prioridade mais elevada deve-se utilizar a escala de vogais, sendo a classificação “A” a mais importante e cujo arranjo físico deve ser definido com maior urgência e a classificação “U”, a de menor importância e sem nenhuma urgência de arranjo físico.

Todas as etapas do padrão de procedimentos SLP são executadas da mesma forma que durante a fase II. No caso de as etapas da fase III terem sido corretamente sobrepostas à fase II, poucos ajustes deverão ser feitos em relação aos tamanhos e às formas ocupadas por cada área de atividade.

Certas questões devem ser feitas ao final do arranjo das áreas, com o intuito de checar a validade do layout. Essas questões são, por exemplo, se o layout aumenta a produção, reduz os custos, elimina acidentes, reduz a produção de lixo, melhora as condições de trabalho, aumenta a moral dos trabalhadores, etc.

O projeto deve, finalmente, ser revisado e aprovado por todas as pessoas que ele impacta.

4 RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

Como mostrado no item 2.2.3 (*Relevância*), a configuração atual do setor não está adequada para absorver as mudanças nas previsões de demanda. Além disso, desejava-se melhorar o funcionamento do setor através da utilização dos princípios Lean. A resolução proposta neste trabalho busca reorganizar a produção do setor, tornando a produção mais flexível face a mudanças na demanda e focando especialmente os seguintes elementos do Templo do Lean: Gerenciamento visual, Fluxo contínuo e Heijunka. A Figura 18 retoma o Templo do Lean, com destaque para as áreas de enfoque do trabalho.

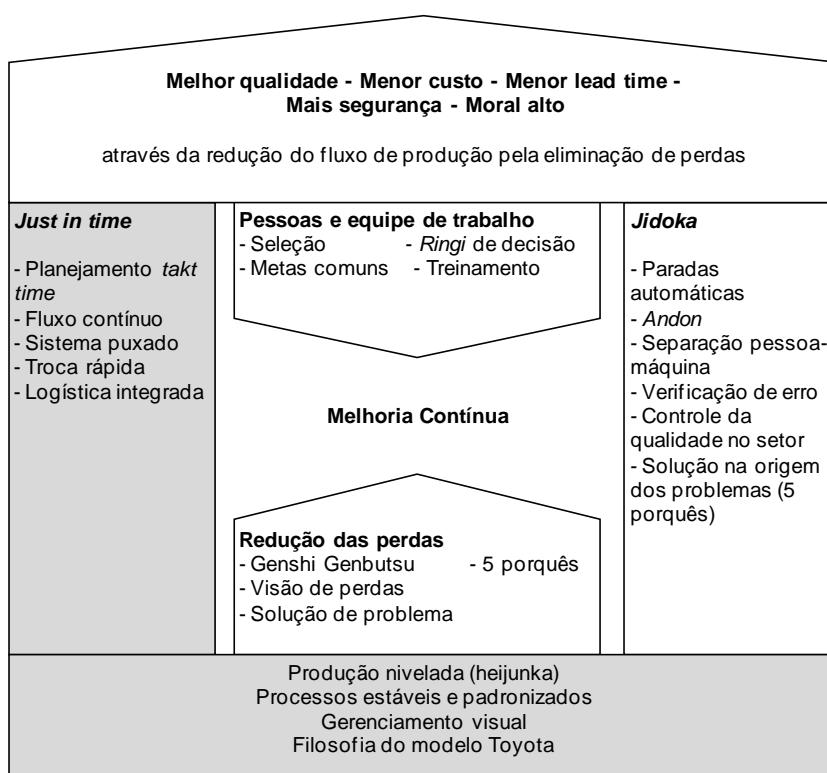


Figura 18 - Templo do Lean, com destaque para o enfoque da reorganização.

Fonte: adaptado de LIKER, J. K., *O Modelo Toyota – 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo*, p. 51.

Sabe-se que o primeiro passo para a implantação do Lean Manufacturing é a estabilização dos processos. Conforme explicado anteriormente (item 2.2 - *Problemas e relevância*), o processo produtivo do setor Rígidos não apresentava alto grau de estabilidade, devido aos atrasos na produção e na acumulação dos

estoques intermediários. Esses fatores, contudo, já estavam sendo combatidos através de diversas ações também anteriormente explicadas. Juntamente com a reorganização do arranjo físico, esperava-se obter um fluxo cada vez mais claro e coerente, de forma a chegar cada vez mais perto da estabilidade do processo produtivo como um todo.

A análise apresentada a seguir segue os passos do procedimento SLP, descrito na revisão bibliográfica deste trabalho. No que toca a fase I do método, isto é, a localização da área a ter ser layout arranjado, a mesma já está definida. Isso ocorre pois existe o interesse em rearranjar o espaço que, atualmente, está sendo ocupado pelo setor Rígidos, sem alterar o resto da configuração da fábrica. Já as demais fases do SLP serão descritas a seguir.

É importante lembrar que a fábrica “A” é um tipo de vitrine da marca para os consumidores, conforme explicado no item 1.5.1 (*As visitas*). Logo, as mudanças propostas devem sempre levar em conta esse aspecto, especialmente em termos de equipamentos utilizados, corredores de acesso e circuitos de visitas.

4.1 Dados de entrada e atividades

O processo produtivo da fábrica “A” é caracterizado por baixos volumes e grande variedade dos produtos. Além disso, a similaridade entre certas etapas produtivas de diferentes produtos faz com que algumas operações tenham períodos de repetição. Tais características, de acordo com as teorias apresentadas na revisão bibliográfica do presente trabalho, definem o processo produtivo da fábrica “A” como um misto entre *Processo tipo Jobbing* e *Processo tipo Lotes ou Bateladas*.

De acordo com a Tabela 10, aconselham-se três tipos básicos de arranjo físico para tais tipos de processo: *Arranjo Físico Posicional, por Processo ou Celular*.

Para realizar a análise dos volumes de produtos a serem fabricados, construiu-se a Tabela 17 e a Figura 19. Nelas, percebemos que os 7 primeiros produtos, que correspondem a 30% da variedade de produtos, representam mais de 70% do volume de vendas previsto¹⁴ para 2008. Nesse caso, conforme explicado no

¹⁴ Os valores de vendas foram alterados para preservar a confidencialidade dos dados da empresa.

item 3.2, o mais indicado é um **arranjo físico misto**, que possa absorver variações de demanda, favorecendo o gerenciamento visual e promovendo um fluxo contínuo.

Analizando-se as etapas de processamento dos produtos rígidos, percebemos que a maioria delas é executada de maneira muito similar para todos os produtos que passam pelas mesmas. Isso significa que, por exemplo, para todos os produtos Nervurados, a operação de nervuragem será parecida (exceto pelas diferenças de tamanho entre bagagens); o mesmo ocorre para as operações de Revestimento externo, Costura à mão, Lozinagem, Ferragem e Controle. Para essas operações, optou-se por um **Arranjo Físico por Processo**, no qual os produtos fluiriam através de áreas de atividade, de acordo com o processo a ser executado. Esse tipo de arranjo, conforme explicado no capítulo 3 deste trabalho, permite uma melhor utilização dos recursos produtivos e uma grande flexibilidade para alocar equipamentos a operadores. Essa flexibilidade ajudaria na manutenção do fluxo contínuo de trabalho.

Tabela 17 - Previsões de venda para 2008, evidenciando os 30% primeiros itens, e porcentagem de vendas acumuladas.

Produto	Previsões de venda 2008	Vendas acumuladas	% acumulada
20	1 584	1 584	18,8%
19	1 398	2 982	35,3%
13	915	3 897	46,1%
16	766	4 663	55,2%
14	539	5 201	61,6%
17	507	5 708	67,6%
22	450	6 158	72,9%
1	440	6 598	78,1%
15	387	6 985	82,7%
2	257	7 242	85,7%
3	195	7 438	88,0%
11	143	7 580	89,7%
6	130	7 711	91,3%
12	128	7 839	92,8%
10	106	7 945	94,0%
9	102	8 047	95,3%
4	99	8 145	96,4%
5	83	8 228	97,4%
21	70	8 298	98,2%
8	62	8 360	99,0%
7	60	8 419	99,7%
18	28	8 448	100,0%

Fonte: elaborado pela autora.

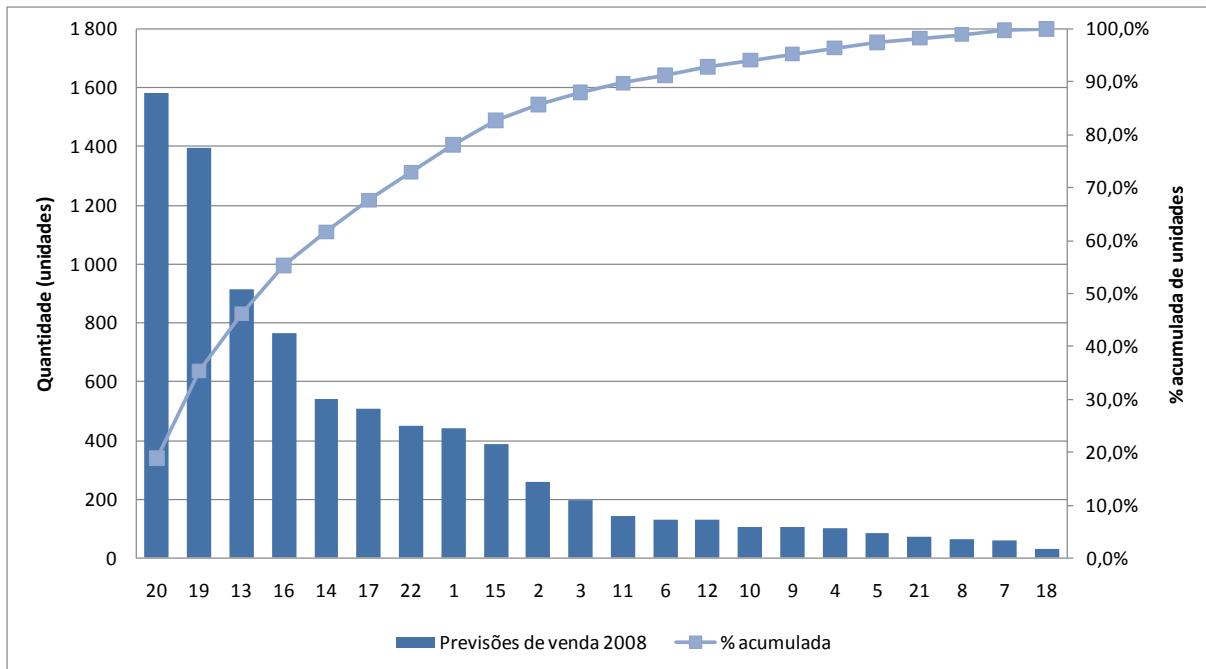


Figura 19 - Gráfico PxQ para 2008.

Fonte: elaborado pela autora.

Já no caso da operação de Revestimento Interno, o processo difere muito de acordo com o produto que está sendo produzido. Isso quer dizer que o revestimento interno de um produto da família Caixas de Jogos será muito diferente, e de execução muito mais complexa, do que um produto da família Presidentes. As únicas exceções são os produtos das famílias Cofres e Séries, que são extremamente similares em termos de revestimento interno (a única diferença é que os Cofres são revestidos em Alcantara® e os produtos Série, em Vuittonite®). Assim, para a operação de revestimento interno, o arranjo físico escolhido foi o **Celular**, que prioriza o recurso transformado.

Por fim, no caso da operação de acabamento, optou-se por incluí-la nas células de revestimento interno dos respectivos produtos, por ser de execução muito simples.

Essas alterações levaram a uma nova configuração das famílias, desta vez agrupando Cofres, Séries e Geminados. A Tabela 18 resume o tipo de arranjo físico escolhido para cada área produtiva e de secagem. Nessa proposta, as áreas onde o arranjo físico é por Processo seriam destinadas a todos os produtos, enquanto as áreas onde o arranjo físico é Celular seriam dedicadas a produtos específicos. A Figura 20 mostra a nova configuração do fluxo de produtos proposto, com uma

quebra do fluxo de acordo com a família no momento da realização da operação de revestimento interno, e com a volta ao fluxo comum para a realização da operação de Controle e embalagem.

Tabela 18 - Áreas da organização proposta.

Áreas produtivas / de secagem		Arranjo Físico
1	Estoque na entrada da linha	
2	Nervuragem	
3	Secagem para revestimento externo	
4	Revestimento externo	Processo
5	Costura à mão	
6	Secagem para lozinagem	
7	Lozinagem e Ferragem	
8	Revestimento Interno Costurados à mão	
9	Revestimento Interno Presidentes	
10	Revestimento Interno Caixas de Jogos	Celular
11	Revestimento Interno Mini Malas	
12	Revestimento Interno e Acabamento Séries, Geminados e Cofres	
13	Controle e Embalagem	
14	Estoque na saída da linha	Processo

Fonte: elaborado pela autora.

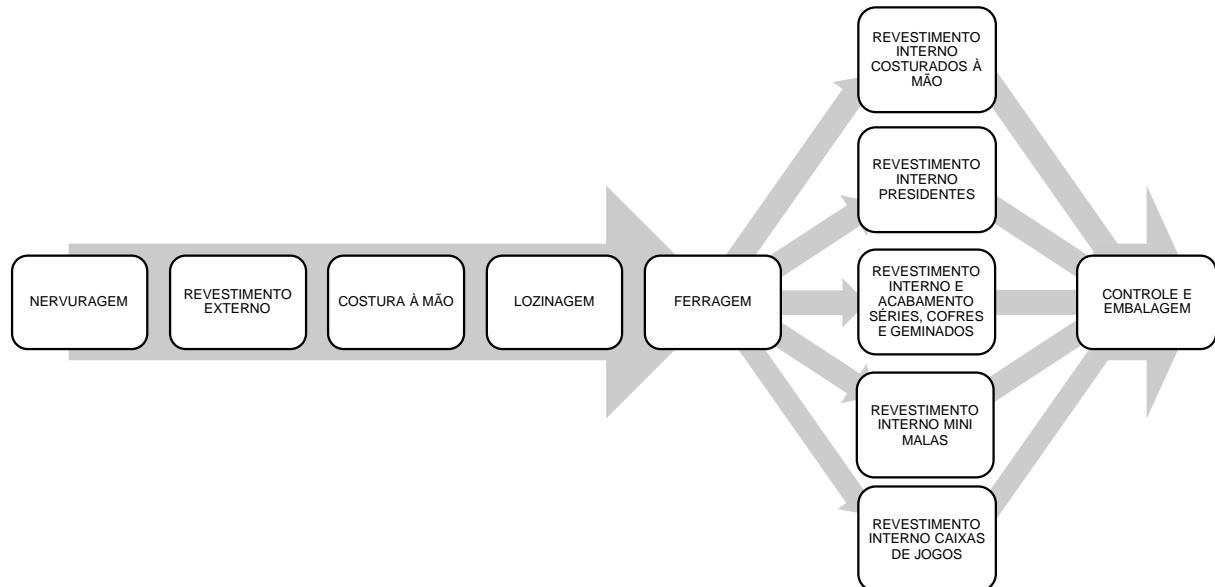


Figura 20 - Etapas de montagem dos produtos rígidos no fluxo proposto com arranjo físico misto.

Fonte: elaborado pela autora.

4.2 O fluxo de materiais

Antes de iniciar a análise do fluxo de matérias com cartas e diagramas foram feitas algumas perguntas sobre a realização das operações. Algumas observações interessantes a respeito da operação de Costura à mão foram feitas, e serão descritas no parágrafo que segue.

A operação de Costura à mão é extremamente desgastante para o operador que a realiza. Ela exige muita força e atenção durante um longo período de tempo, o que é de difícil realização para senhoras de mais de 60 anos, como é o caso na fábrica “A”. Logo, considerou-se substituir o processo manual por um processo automatizado. Contudo, as operadoras foram extremamente contrárias a essa proposição, pois mesmo ficando cansadas e com dores no final do dia, elas tinham muito orgulho do que faziam, além de achar extremamente importante mostrar aos visitantes da fábrica essa operação. Optou-se, então, por trabalhar em conjunto com o Departamento de Métodos para elaborar utensílios semi-automatizados que pudesse auxiliar nessa operação, sem que se perdesse a “magia” e a beleza do trabalho realizado. Esses utensílios não haviam sido projetados até o final do estágio que proporcionou a realização desse trabalho.

A análise do fluxo dos produtos no setor Rígidos pode agora ser iniciada. Para isso, pode-se utilizar tanto a Carta de Processos Múltiplos quanto a Carta De-Para. Ambos os métodos serão aplicados.

A análise do fluxo da situação atual realizada através da Carta de Processos Múltiplos, exposta no item 2.2.1 deste relatório, mostra que a maioria dos fluxos tem uma pontuação negativa, na situação atual. Realizando a mesma análise com as 14 áreas da organização proposta enunciadas na Tabela 18, organizadas na ordem cronológica das operações, obtém-se o seguinte diagrama:

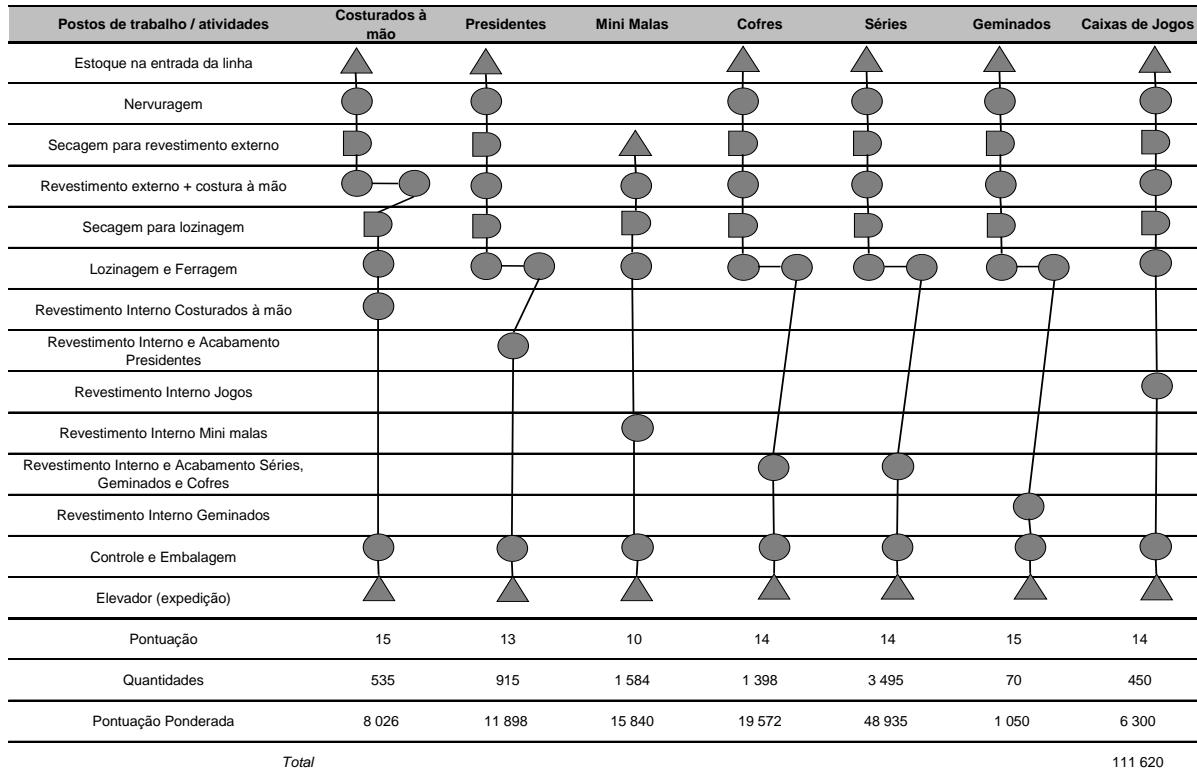


Figura 21 - Carta de Processos múltiplos da organização proposta.

Fonte: elaborado pela autora.

A figura acima evidencia que a organização com as áreas propostas apresenta um fluxo com pontuação totalmente positiva.

Como a quantidade de produtos fabricados no setor Rígidos é muito variada, pode-se também aplicar a Carta De-Para, ilustrada na Figura 22.

Código da área	Para	De												Total	
		Estoque na entrada da linha	Nervuragem	Secagem para Rev. externo	Rev. externo	Costura à mão	Secagem para lozinagem / ferragem	Lozinagem e Ferragem	Rev. Interno Costurados à mão	Rev. Interno Presidentes	Rev. Interno Jogos	Rev. Interno Mini malas	Rev. Interno e Acabamento Séries, Geminados e Cofres	Controle e Embalagem	Estoque na saída da linha
1	Estoque na entrada da linha	6863,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6863,6
2	Nervuragem	-	6863,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6863,6
3	Secagem para Rev. externo	-	-	8447,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8447,6
4	Rev. externo	-	-	-	535,04	7912,6	-	-	-	-	-	-	-	-	8447,6
5	Costura à mão	-	-	-	-	535,04	-	-	-	-	-	-	-	-	535,04
6	Secagem para lozinagem / ferragem	-	-	-	-	-	8447,6	-	-	-	-	-	-	-	8447,6
7	Lozinagem e Ferragem	-	-	-	-	-	-	535,04	915,2	450	1584	4963,4	-	-	8447,6
8	Rev. Interno Costurados à mão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	535,04	-	535,04
9	Rev. Interno Presidentes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	915,2	-	915,2
10	Rev. Interno Jogos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	450	-	450	
11	Rev. Interno Mini malas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1584	-	1584	
12	Rev. Interno e Acabamento Séries, Geminados e Cofres	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4963,4	-	4963,36	
13	Controle e Embalagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8447,6	8447,6	
14	Estoque na saída da linha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

Figura 22 - Carta De-Para com as áreas propostas.

Fonte: elaborado pela autora.

Ordenando os pares de atividades pelos valores da coluna total, obtém-se a Tabela 19. Esses valores, de acordo com o método SLP, podem ser colocados em um gráfico e ordenados segundo a escala de vogais. A Figura 23 ilustra esse procedimento.

Tabela 19 - Ranking de pontuações da Carta De-Para.

Ranking	Pontos	De			Para
1	8 447	Secagem para Rev. externo	3	4	Rev. externo
1	8 447	Secagem para lozinagem / ferragem	6	7	Lozinagem e Ferragem
1	8 447	Controle e Embalagem	13	14	Estoque na saída da linha
2	7 912	Rev. externo	4	6	Secagem para lozinagem / ferragem
3	6 863	Estoque na entrada da linha	1	2	Nervuragem
3	6 863	Nervuragem	2	3	Secagem para Rev. externo
4	4 963	Lozinagem e Ferragem	7	12	Rev. Interno e Acabamento Séries, Geminados e Cofres
4	4 963	Rev. Interno e Acabamento Séries, Geminados e Cofres	12	13	Controle e Embalagem
5	1 584	Lozinagem e Ferragem	7	11	Rev. Interno Mini malas
5	1 584	Rev. Interno Mini malas	11	13	Controle e Embalagem
6	915	Lozinagem e Ferragem	7	9	Rev. Interno Presidentes
6	915	Rev. Interno Presidentes	9	13	Controle e Embalagem
7	535	Rev. externo	4	5	Costura à mão
7	535	Costura à mão	5	6	Secagem para lozinagem / ferragem
7	535	Lozinagem e Ferragem	7	8	Rev. Interno Costurados à mão
7	535	Rev. Interno Costurados à mão	8	13	Controle e Embalagem
8	450	Lozinagem e Ferragem	7	10	Rev. Interno Jogos
8	450	Rev. Interno Jogos	10	13	Controle e Embalagem

Fonte: elaborado pela autora.

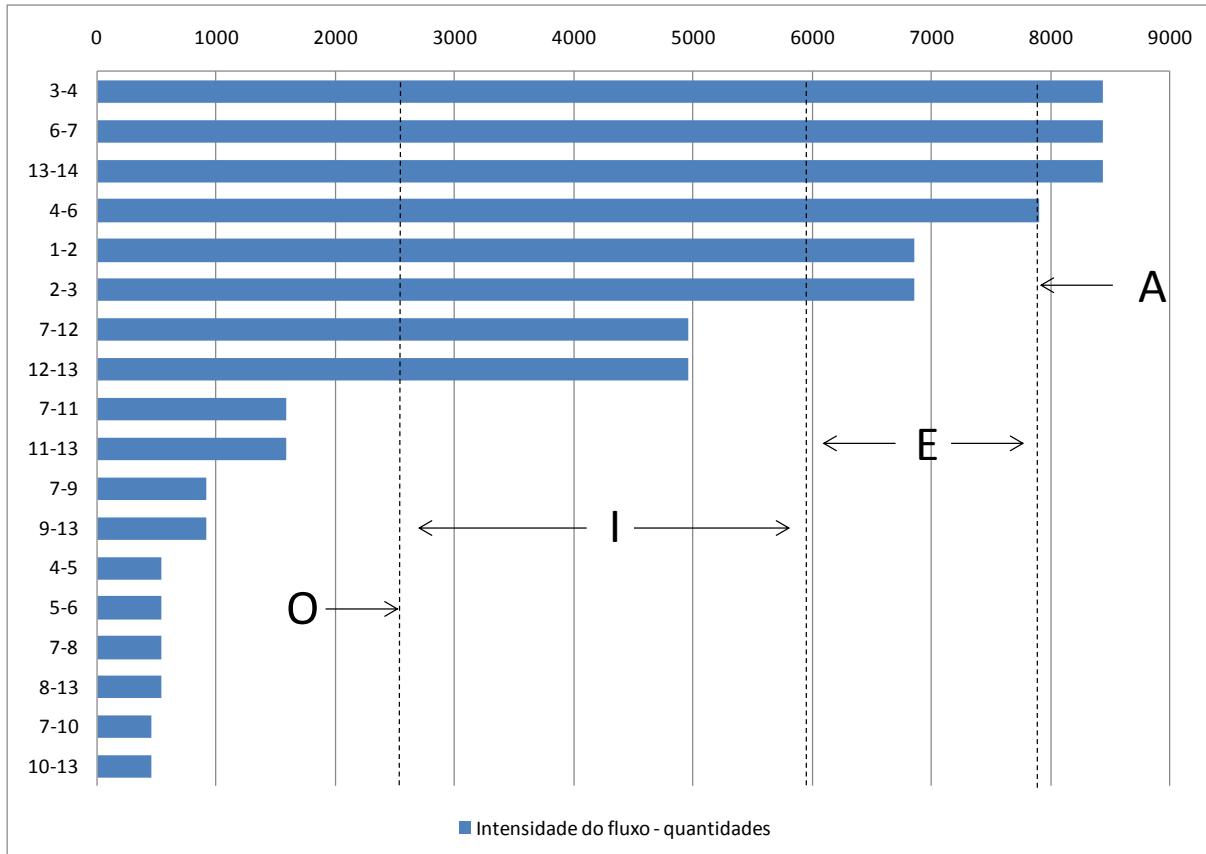


Figura 23 - Conversão das intensidades da Carta De-Para para a escala de vogais.

Fonte: elaborado pela autora.

A escala de vogais foi construída de forma que os fluxos com ligações do tipo “A” correspondessem a aproximadamente 40% do total de intensidade, e os fluxos do tipo “O”, a cerca de 10% do total.

4.3 As inter-relações entre atividades que não o fluxo

Neste projeto, por tratar-se da reorganização de apenas um setor da empresa, com localização fixa, foram consideradas apenas as seguintes exigências:

- A atividade 7 (lozinagem e ferragem) deve ser feita dentro das salas de lozinagem e ferragem, devido ao grande barulho causado por essas operações. As salas não poderiam ser movidas, devido ao grande investimento feito para suas construções;

- A atividade 1 (Estoque na entrada da linha) deveria estar localizada próxima ao elevador, por dar acesso ao estoque de Matéria Prima;
- A atividade 14 (estoque na saída da linha) deveria estar localizada próxima ao elevador, por dar acesso ao estoque de Produtos Acabados;
- A mesa do Chefe da Equipe deveria estar em posição relativamente próxima de todos os operadores para facilitar a gestão e o contato com eles;
- As atividades 5 (Costura à mão) e 8 (Rev. Interno Costurados à mão) deveriam estar próximas devido ao fato de serem realizadas pelos mesmos operadores.

Logo, para a construção da Carta de Inter-relações Preferenciais, serão adicionadas mais três áreas às 14 já existentes. Essas áreas são: **salas de lozinagem e ferragem** (número 15), **elevador** (número 16) e **mesa do Chefe de Equipe** (número 17). As justificativas, por sua vez, são:

Tabela 20 - Justificativas da Carta de Inter-relações Preferenciais.

Número	Justificativa
1	Barulho / perturbação
2	Facilidade de acesso
3	Supervisão e controle
4	Fluxo de pessoas

Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 24 ilustra a Carta pronta. Em verde, observam-se as relações de importância “I”, em laranja as de importância “E” e em vermelho a de importância “A”.

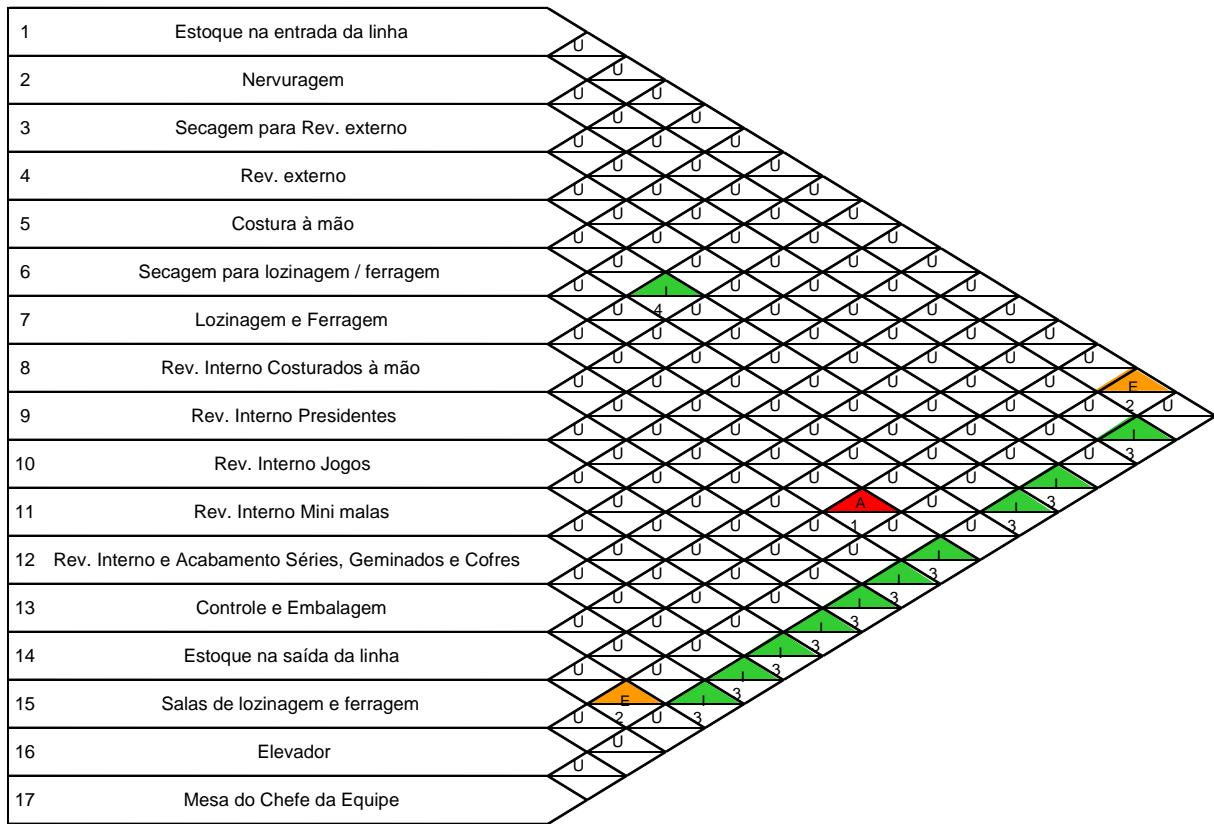


Figura 24 - Carta de Inter-relações Preferenciais.

Fonte: elaborado pela autora.

Pode-se então construir a matriz que relaciona fluxo e inter-relações outras que não o fluxo, e o gráfico com todas as intensidades de ligação entre as atividades, conforme segue:

Tabela 21 - Matriz que relaciona fluxo e inter-relações que não o fluxo.

Atividades		Intensidade		Total combinado
		Fluxo	Outras que não o fluxo	
3	4	A = 4		4
6	7	A = 4		4
13	14	A = 4		4
4	6	E = 3		3
1	2	E = 3		3
2	3	E = 3		3
7	12	I = 2		2
12	13	I = 2		2
7	11	O = 1		1
11	13	O = 1		1
7	9	O = 1		1
9	13	O = 1		1
4	5	O = 1		1
5	6	O = 1		1
7	8	O = 1		1
8	13	O = 1		1
7	10	O = 1		1
10	13	O = 1		1
7	15		A = 4	4
5	8		I = 2	2
1	16		E = 3	3
14	16		E = 3	3
2	17		I = 2	2
4	17		I = 2	2
5	17		I = 2	2
7	17		I = 2	2
8	17		I = 2	2
9	17		I = 2	2
10	17		I = 2	2
11	17		I = 2	2
12	17		I = 2	2
13	17		I = 2	2

Fonte: elaborado pela autora.

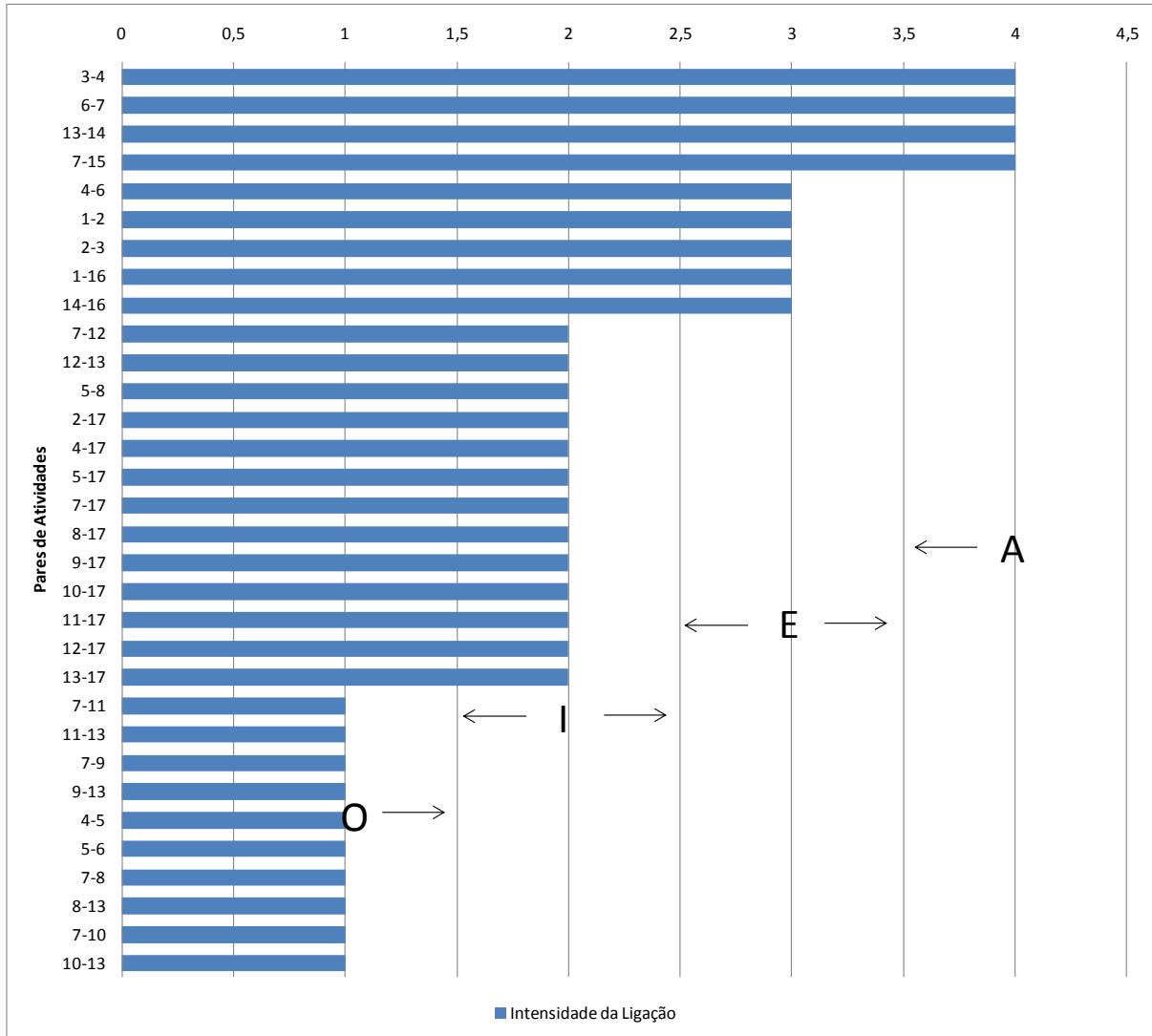


Figura 25 - Gráfico combinado das intensidades de fluxo e inter-relações que não o fluxo.

Fonte: elaborado pela autora.

4.4 Diagrama de inter-relações

A próxima etapa do método SLP consiste em desenhar o diagrama de inter-relações. Para construí-lo, a primeira etapa foi fixar a atividade 7 (Lozinagem e Ferragem) em um dos cantos do diagrama, correspondendo às salas de lozinagem e ferragem, cuja localização é fixa na planta. Então, foram desenhadas as relações de intensidade “A”, em seguida as de intensidade “E”, “I”, e finalmente “O”. O diagrama obtido foi o seguinte:

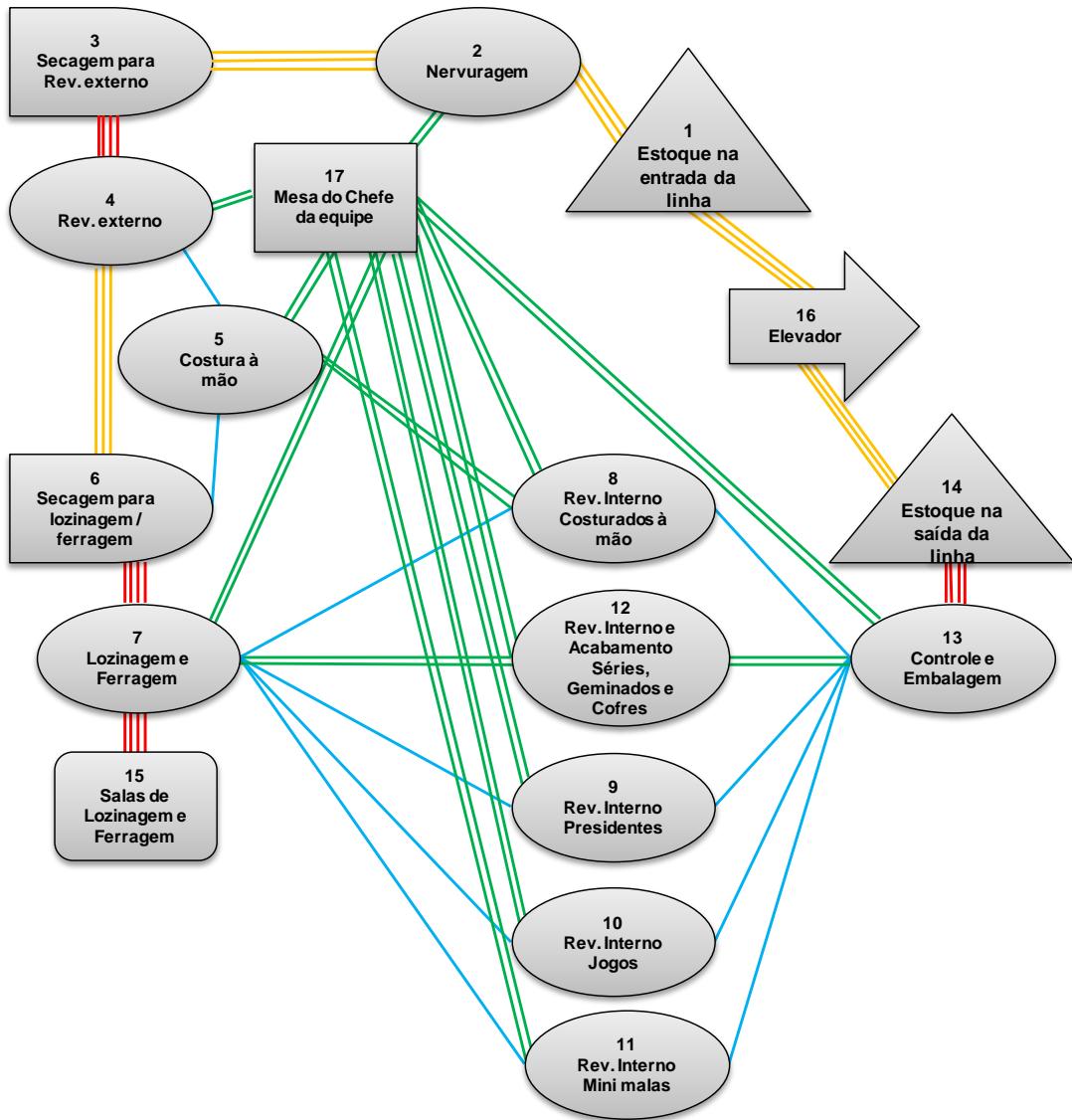


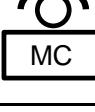
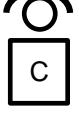
Figura 26 - Diagrama de inter-relações.

Fonte: elaborado pela autora.

4.5 Determinações espaciais

O método escolhido para determinar o espaço necessário para cada atividade foi o método do Cálculo combinado ao do Layout Rascunhado. Para isso, fez-se inicialmente o levantamento e a medição das dimensões de todos os tipos de bancadas utilizadas para a realização das atividades do setor Rígidos. A Tabela 22 traz uma lista dos equipamentos, com as respectivas dimensões.

Tabela 22 - Levantamento dos equipamentos.

Equipamento	Sigla	Esboço	Dimensões em metros (largura x comprimento) + pessoa
Mesa de trabalho	MT		$1,20 \times (0,82 + 0,80) =$ $1,20 \times 1,62$
Mesa elevatória	ME		$1,10 \times (0,80 + 0,80) =$ $1,10 \times 1,60$
Mesa baixa de apoio	MB		$1,50 \times 0,70$
Estante	E		$1,06 \times 0,64$
Mesa lateral com gavetas	MG		$1,00 \times 0,70$
Máquina de costura	MC		$1,30 \times (0,60 + 0,80) =$ $1,30 \times 1,40$
Mesa com computador	C		$0,80 \times (0,85 + 0,80) =$ $0,80 \times 1,65$
Bandeja	B		$0,95 \times 0,45$
Bandeja com andares	A		$0,80 \times 0,60$
Aparato para bandeja de cola	AC		$0,30 \times 0,30$
Carrinho para a expedição	CE		$1,00 \times 0,60$

Fonte: elaborado pela autora em conjunto com equipe da fábrica "A".

A próxima etapa foi, então, determinar as quantidades necessárias de postos de trabalho para cada atividade, partindo das previsões de demanda. Para isso, foi preciso converter as necessidades em carga (das previsões de demanda) em necessidades em tempo e, em seguida, em pessoas. O mesmo procedimento efetuado no item 2.2.3 deste trabalho foi realizado, com base nos dados do APÊNDICE A. A tabela a seguir mostra o número de postos de trabalho necessários para cada atividade (valores arredondados para cima).

Tabela 23 - Número de postos necessários por área de atividade.

Família	Nervuragem	Revestimento externo	Costura à mão	Lozinagem	Ferragem	Revestimento interno	Controle e embalagem
Costurados à mão	2	3	1		4	4	2
Séries + Cofres + Geminados						5	
Presidentes				6		3	
Caixas de Jogos						4	
Mini Malas						3	

Fonte: elaborado pela autora.

Algumas observações devem ser feitas nesse momento. Primeiramente, o arredondamento para cima faz com que os valores somados de necessidade em número de postos expostos na tabela acima (37 postos) sejam maiores do que o número de operadores disponíveis no setor (26). Isso, contudo, não é um problema, pois:

- A carga total está ajustada com a capacidade disponível total¹⁵;
- Existe a possibilidade de uma pessoa realizar mais de uma tarefa (polivalência).

Nessa situação, presume-se que os funcionários possam ser transferidos de uma área de atividade para outra conforme haja necessidade. Como nem todos os postos terão trabalho a realizar durante a integralidade do tempo, e como a

¹⁵ Conforme explicado no item 2.2.3 deste trabalho.

demanda pode variar no tempo, os funcionários poderão ser alocados às áreas onde a carga de trabalho for mais intensa naquele momento. O arranjo físico permite, assim, absorver essas variações de demanda. Porém, isso entra em conflito com as características atuais de funcionamento dos postos de trabalho, isto é, o fato de cada pessoa ter seu próprio posto de trabalho, com suas próprias ferramentas. Isso foi uma fonte de conflito no momento da apresentação do projeto à equipe, conforme será explicado mais à frente.

Observa-se, além disso, que na Tabela 23 a operação de nervuragem requer 2 operadores. Contudo, essa operação também inclui a costura das nervuras. Logo, serão consideradas no layout 3 bancadas de trabalho, sendo 2 para a nervuragem propriamente dita (uma com Mesa elevatória, para qualquer tamanho de produto, e outra com Mesa de trabalho, para os produtos de tamanho menor) e 1 para a costura das nervuras (com Máquina de costura).

Finalmente, outra observação importante refere-se às áreas destinadas aos estoques intermediários. Numa situação ideal, essas áreas deveriam ser mínimas, apenas suficientes para a garantia do *one piece flow*. Contudo, os tempos padrão de fabricação dos rígidos variam muito de um produto para outro, o que ocasiona inevitavelmente a formação de estoques intermediários. Na configuração atual, as áreas destinadas a acomodar os estoques intermediários não estavam delimitadas com clareza, o que gerava perdas de tempo, pois os operadores nunca sabiam em qual item deveriam trabalhar, nem onde encontrá-lo. Era necessário melhorar o gerenciamento visual desses estoques, de acordo com os princípios do Lean Manufacturing. Para isso, decidiu-se criar áreas específicas para eles entre cada atividade produtiva, nas quais o FIFO (First In First Out) pudesse ser garantido. Contudo, essas áreas de estocagem não poderiam ter um aspecto muito industrial, ou de “linha de produção”, tais como estantes com rolamentos ou esteiras, devido às restrições decorrentes das visitas à empresa. Optou-se por colocar esses estoques, em um primeiro momento, sobre mesas do tipo “Mesa baixa de apoio” (MB). Dessa forma, os operadores saberiam sempre onde procurar o trabalho, e o Chefe de Equipe poderia perceber rapidamente seus níveis de estoque intermediário.

Essa solução para os estoques intermediários implica em os operadores terem que colocar os produtos em fila sobre a mesa e empurrá-los para a frente a cada vez que tirassem um item da fila, garantindo assim o FIFO. As áreas de estoque teriam que ter, necessariamente, um lado de “entrada” e outro de “saída”.

Para realizar o dimensionamento dessas áreas de estocagem, o primeiro passo foi definir todas as áreas de estoque necessárias. Essas áreas são:

- Estoque na entrada da linha (já anteriormente definido);
- Estoque de secagem para revestimento externo (já anteriormente definido);
- Estoque de secagem para lozinagem (já anteriormente definido);
- Estoque para revestimento interno Costurados à mão;
- Estoque para revestimento interno Presidentes;
- Estoque para revestimento interno Caixas de jogos;
- Estoque para revestimento interno Mini Malas;
- Estoque para revestimento interno Séries, Geminados e Cofres;
- Estoque para Controle e Embalagem;
- Estoque na saída da linha (já anteriormente definido).

Então, para cada área calcularam-se as necessidades em MBs. A única área que não teria MBs seria a de “Estoque na saída da linha”, pois os produtos seriam colocados diretamente sobre carrinhos para serem levados à expedição. Para o dimensionamento das quantidades, é relevante saber que o fornecimento de Caixas (Matéria Prima) ao setor poderia ser feito, no máximo, uma vez ao dia, devido a limitações do almoxarifado. Além disso, devido aos tempos de secagem, as áreas de estoque destinadas à secagem da cola deveriam comportar o estoque de um dia inteiro. Logo, considerando um plano de produção variado, no qual todos os produtos seriam produzidos todos os dias, calcularam-se as necessidades diárias em produtos de cada tipo. Assim, cada área de estoque deveria estar dimensionada para acomodar, no máximo, a produção equivalente de um dia.

A Tabela 24 mostra as necessidades aproximadas de produção por dia. Após a obtenção desses dados, foram feitos testes no local para obter a quantidade necessária de MBs para acomodar a produção diária. Os resultados foram os mostrados na Tabela 25.

Tabela 24 - Produção diária aproximada por produto (continua).

Família	Produto	Produção diária	Total
	P 1	3	
	P 2	2	
	P 3	1	
	P 4	1	
	P 5	1	
	P 6	1	
	P 7	1	
	P 8	1	
Séries + Geminados + Cofres	P 9	1	33
	P 10	1	
	P 11	1	
	P 12	1	
	P 14	3	
	P 15	2	
	P 16	4	
	P 19	8	
	P 21	1	
Costurados à mão	P 17	3	4
	P 18	1	
Presidentes	P 13	5	5
Caixas de Jogos	P 22	3	3
Mini Malas	P 20	8	8

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 25 - Necessidades em Mesas baixas de apoio para as áreas de estoque intermediário.

Área de estoque	Necessidade em MBs
Estoque na entrada da linha	3
Estoque de secagem para revestimento externo	3
Estoque de secagem para lozinagem	3
Estoque para revestimento interno Costurados à mão	1
Estoque para revestimento interno Presidentes	1
Estoque para revestimento interno Caixas de jogos	1
Estoque para revestimento interno Mini Malas	1
Estoque para revestimento interno Séries, Geminados e Cofres	2
Estoque para Controle e Embalagem	3

Fonte: elaborado pela autora.

Finalmente, pode-se calcular o espaço necessário para cada atividade, de acordo com os equipamentos utilizados e com as áreas de estoque intermediário necessárias. Para isso, cada posto de trabalho foi analisado, e foi feito um levantamento de todos os equipamentos necessários para a realização de cada atividade. A posição relativa entre os equipamentos de cada atividade teve de ser definida neste momento, de acordo com o modo como as operações são realizadas. Por exemplo, para efetuar o Revestimento Externo, discutiu-se com os operadores e chegou-se ao consenso de que a Mesa Baixa de Apoio deveria ser localizada à direita do operador, e o Aparato para Bandeja de Cola, à esquerda. Considerações análogas foram feitas para cada posto e, assim, cada área de atividade teve seus “postos ideais” rascunhados. A Tabela 26 resume todos os equipamentos necessários, bem como apresenta os rascunhos dos equipamentos e “postos ideais” de trabalho (áreas pontilhadas).

Vale ressaltar que as atividades de lozinagem e ferragem não entram nessa tabela, pois não era de interesse da empresa modificar o arranjo físico dessas áreas. Além disso, os profissionais que realizavam essas operações trabalhavam também para o outro setor de produtos Rígidos (o que produzia produtos dos tipos Pedidos especiais, MTO e Desfile), o que dificultava o cálculo da capacidade real necessária. Outro fator que contribuiu para a não-relevância dos cálculos para essas áreas foi a possibilidade de terceirizar essas operações, alternativa que já vinha sendo utilizada com sucesso pela empresa.

Tabela 26 - Equipamentos e área total por atividade (continua).

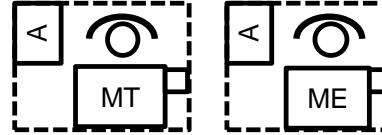
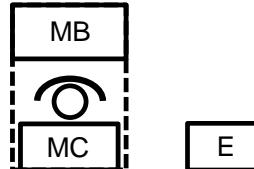
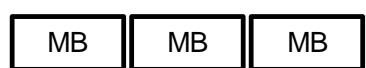
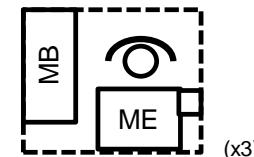
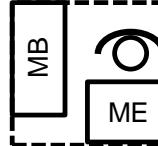
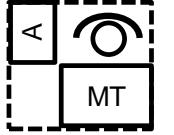
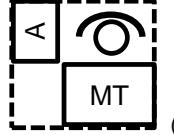
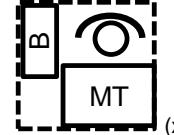
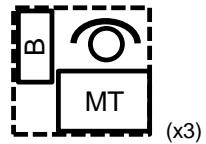
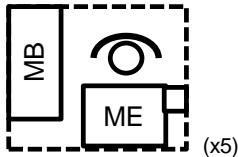
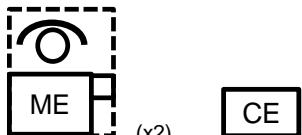
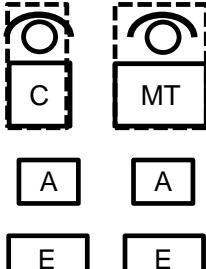
Áreas produtivas / de secagem	Equipamentos necessários		Rascunho
	Trabalho	Estocagem	
1 Estoque na entrada da linha	-	3 MB	
		1MT + 1A + 1AC	
2 Nervuragem	+ 1ME + 1A + 1AC + 1E + 1MB + 1MC	-	
3 Secagem para revestimento externo	-	3 MB	
4 Revestimento externo	3 x (1ME + 1AC + 1MB)	-	
5 Costura à mão	1 x (1ME + 1MB)	-	
6 Secagem para lozinagem	-	3 MB	
8 Revestimento Interno Costurados à mão	4 x (1MT + 1A + 1E)	1 MB	
			
9 Revestimento Interno Presidentes	3 x (1MT + 1A + 1MB)	1 MB	
			
10 Revestimento Interno Caixas de Jogos	4 x (1MT + 1B)	1 MB	
			

Tabela 26 - Equipamentos e área total por atividade (conclusão).

Áreas produtivas / de secagem	Equipamentos necessários		Rascunho
	Trabalho	Estocagem	
11 Revestimento Interno Mini Malas	3 x (1MT + 1B)	1 MB	 (x3) 
12 Revestimento Interno e Acabamento Séries, Geminados e Cofres	5 x(1ME + 1MB + 1 AC) + 2MG + 2A + 1MB + 1E	2 MB	 (x5)   
13 Controle e Embalagem	2 x (1ME + 1AC) + 2E + 1A + 1CE	3 MB	 (x2)  
14 Estoque na saída da linha	-	1 CE	
17 Mesa do Chefe de equipe	2A + 2E + 1MT + 1C	-	 

Fonte: elaborado pela autora em conjunto com equipe da fábrica "A".

O diagrama de inter-relações espaciais pode, finalmente, ser construído.

4.6 Diagrama de inter-relações espaciais, limitações práticas e considerações de mudança

A construção do diagrama de inter-relações espaciais foi feita diretamente sobre a planta do setor, visto que a área a ser arranjada já estava previamente definida. No APÊNDICE B encontra-se a planta do setor sem nenhum arranjo físico. Nessa planta, a área que foi utilizada foi a área central.

Algumas das limitações práticas e considerações de mudança foram consideradas já neste ponto, por serem extremamente relevantes para a construção do diagrama:

- As colunas (pontos em cinza na planta do APÊNDICE B) não podiam ser removidas;
- Os corredores deveriam ser o mais em linha reta possível, para facilitar a movimentação dentro da fábrica, tanto de funcionários quanto de visitantes;
- A largura dos corredores de circulação deveria ser de, no mínimo, 1,20m;
- A largura dos corredores de acesso deveria ser de, no mínimo, 0,80m.

Essas limitações, somadas às restrições dos “postos ideais”, fez com que o diagrama de inter-relações espaciais fosse determinado mais rigorosamente, sobrepondo-se as fases II e III do SLP. Assim, os postos de trabalho e os respectivos equipamentos foram desenhados dentro de cada bloco de atividade.

Para desenhar em detalhe cada área, foi preciso analisar o fluxo interno de cada uma delas. Na maioria das áreas, os postos de trabalho que as compõem são equivalentes, o que significa que a tarefa realizada é a mesma para todos os postos. Contudo, nas áreas de revestimento interno cujo produto possui acessórios internos, outro tipo de divisão de tarefas pode eventualmente acontecer: algumas pessoas podem realizar a confecção dos acessórios enquanto outros se ocupam em forrar a bagagem com eles. Analisando-se os postos, considerou-se que esse tipo de divisão de tarefas ocorreria nas áreas 8, 9, 10 e 11. A tabela a seguir mostra, para cada área de atividade, como se comporta o fluxo dentro dela.

Tabela 27 - Análise do fluxo interno das áreas de atividade.

Áreas de atividade		Análise do fluxo interno da área
1	Estoque na entrada da linha	Não há fluxo. Apenas o produto deve entrar na área por um lado e sair pelo lado oposto (FIFO).
2	Nervuragem	Área 1 → Mesa de costura da <i>charnière</i> → 2 postos de nervuragem (equivalentes) → Área 3.
3	Secagem para revestimento externo	Não há fluxo. Apenas o produto deve entrar na área por um lado e sair pelo lado oposto (FIFO).
4	Revestimento externo	Não há fluxo. O produto entra na área diretamente para algum dos 3 postos de trabalho (equivalentes), e sai diretamente para a próxima área.
5	Costura à mão	Não há fluxo. O produto entra na área diretamente para o posto de trabalho e sai diretamente para a próxima área.
6	Secagem para lozinagem	Não há fluxo. Apenas o produto deve entrar na área por um lado e sair pelo lado oposto (FIFO).
7	Lozinagem e Ferragem	Fora do escopo.
8	Revestimento Interno Costurados à mão	Área 7 → MB de estoque intermediário → Postos de trabalho → Área 13.
9	Revestimento Interno Presidentes	Área 7 → MB de estoque intermediário → Postos de trabalho → Área 13.
10	Revestimento Interno Caixas de Jogos	Área 7 → MB de estoque intermediário → Postos de trabalho → Área 13.
11	Revestimento Interno Mini Malas	Área 7 → MB de estoque intermediário → Postos de trabalho → Área 13.
12	Revestimento Interno e Acabamento Séries, Geminados e Cofres	Área 7 → 2 MBs de estoque intermediário → 5 postos de trabalho (equivalentes) → Área 13.
13	Controle e Embalagem	Áreas de Revestimento interno → 3MB's de estoque intermediário → 2 postos de trabalho (equivalentes) → Área 14.
14	Estoque na saída da linha	Não há fluxo.
17	Mesa do Chefe de Equipe	Não há fluxo.

Fonte: elaborado pela autora.

Percebe-se que, nos casos em que há fluxo dentro da área de atividade, ele é extremamente simples. Dessa forma, os blocos de atividade puderam ser posicionados sobre a planta do setor de forma que as “entradas” de fluxo de cada atividade fossem posicionadas preferencialmente próximas aos corredores de acesso às áreas precedentes. Analogamente, as “saídas” de fluxo de cada atividade foram posicionadas preferencialmente próximas aos corredores de acesso às áreas subsequentes.

Obtiveram-se, assim, duas alternativas de planos, os planos X e Y. Eles se encontram, respectivamente, nos APÊNDICES C e D.

4.7 Avaliação e detalhamento da solução

Após a elaboração das alternativas de planos X e Y, o SLP propõe que elas sejam analisadas através de algum método de comparação, para então chegar-se ao arranjo físico ideal. No caso do arranjo físico do setor de Rígidos da fábrica “A”, foi escolhido o método da **análise ponderada de fatores**, devido à sua simplicidade e eficácia.

Os fatores de comparação, bem como seus pesos, foram decididos com base nas sugestões de MUTHER (1976) e na opinião crítica do Chefe de Equipe do setor Rígidos, da Gerente de Produção e da Gerente de Qualidade e Melhoria Contínua da fábrica “A”. É importante observar que os custos dos projetos não foram avaliados. Isso ocorreu porque os investimentos necessários para a realização de qualquer um dos planos seriam irrelevantes, já que todos os equipamentos necessários já estavam disponíveis (mesas, bandejas, estantes, etc.). Além disso, não foram incorporadas novas máquinas, e todas as instalações de apoio necessárias já existiam na estrutura do prédio (fornecimento elétrico para secadores e máquinas de costura, fornecimento de ar para equipamentos pneumáticos e iluminação).

A Tabela 28 mostra os fatores de ponderação, seus respectivos pesos e classificações de cada plano. À primeira vista, ambos os planos parecem muito similares. Contudo, o plano Y acabou sendo descartado.

Tabela 28 - Avaliação comparativa entre os planos X e Y.

Fator	Peso (P)	Plano X		Plano Y	
		Nota (N)	N*P	Nota (N)	N*P
Visibilidade do fluxo de produtos através do ateliê	5	10	50	5	25
Condições de trabalho e satisfação dos empregados	4	9	28	7	28
Facilidade de circulação dos grupos de visita no ateliê	5	10	50	8	40
Facilidade de supervisão e controle	4	7	28	7	28
Eficácia do fluxo de materiais	5	10	50	10	50
Visibilidade dos estoques intermediários	4	8	32	8	32
<i>Total</i>			246		203

Fonte: elaborado pela autora em conjunto com equipes da fábrica “A”.

Uma das características que levou o plano Y a ser descartado foi a falta de visibilidade do fluxo de produtos através do ateliê. O alto peso desse fator deve-se especialmente aos grupos de visita que, de acordo com a Direção da fábrica, devem poder ter uma visão linear e contínua da produção dos artigos. Assim, o plano X responde melhor a esse requisito por apresentar um fluxo global em forma de “U”, sem muitos cruzamentos, enquanto o plano Y apresenta um fluxo global em forma de “8”, com um cruzamento cortando-o ao meio. As visitas também acabaram por influenciar negativamente as notas do plano Y no caso do fator “Facilidade de circulação dos grupos de visita no ateliê”. Isso se justifica pelo fato de os corredores no plano X serem mais lineares que no plano Y, e condizerem melhor com a disposição dos demais corredores da fábrica (dos setores ao redor do setor Rígidos).

Já em relação à satisfação dos funcionários, o plano Y recebeu uma nota baixa porque nele as mesas de estoque de secagem estão localizadas ao lado da janela, na parede direita da planta (áreas 3 e 6). Isso gerou insatisfação por parte da equipe, que não gostaria de ter a iluminação externa bloqueada por pilhas de caixas. Já no caso do plano X, isso não ocorre. Por fim, no caso dos fatores “Eficácia do

fluxo de materiais” e “Visibilidade dos estoques intermediários”, ambos os planos tiveram notas similares e satisfatórias.

Realizando-se a soma das notas ponderadas, chega-se à conclusão de que o **plano X** é o mais adequado à fábrica “A”. Como os fluxos de cada área de atividade já foram considerados na elaboração dos planos, a fase III do SLP pode ser considerada finalizada.

4.8 Apresentação do plano e reações

Para poder passar à fase IV do SLP, isto é, à implantação do plano de reorganização do arranjo físico, é necessário que o projeto seja aprovado por todas as pessoas impactadas por ele.

Na fábrica “A”, em um primeiro momento, o projeto foi validado pela direção da empresa, porém isso acabou levando mais tempo do que o previsto. Essa demora ocasionou falta de tempo para a implantação do plano antes do final do estágio.

Em um segundo momento, foi feita uma reunião de apresentação do plano aos operadores do setor. A aprovação por parte dos funcionários era de extrema importância, pois seriam eles os atores do projeto, e o comprometimento deles era essencial para seu sucesso. Contudo, durante a reunião, a maioria dos operadores reagiu contrariamente à proposição de mudança. Suas principais queixas estavam relacionadas ao fato de os postos de trabalho não serem mais fixos, devido ao fato de os operadores poderem ser transferidos de uma área de atividade para outra de acordo com as necessidades de produção. Ainda, muitos funcionários ficaram chocados com a proposição de mudança do arranjo físico e do modo de organização do setor, enquanto outros rejeitaram imediatamente a proposição. Apenas uma minoria mostrou-se solidária ao projeto, pois pode compreender as vantagens que ele traria.

Para entender essas reações é importante notar que, na fábrica “A”, a situação na qual se encontram os operadores é relativamente confortável devido a alguns motivos:

- Suas habilidades e conhecimentos são essenciais à qualidade dos produtos, e isso os torna indispensáveis ao funcionamento da produção;
- O histórico de conflitos sociais do ateliê acabou por colocá-los em uma posição de negociação vantajosa (qualquer tipo de cobrança é muito delicado, não se podendo exigir rapidez nem controlar a velocidade com a qual os operadores trabalham);
- Os direitos trabalhistas franceses os protegem contra demissões;
- Os resultados financeiros da empresa são positivos e existe a política de conceder participação nos resultados a todos os funcionários, apesar do desempenho insatisfatório da fábrica “A” dentro da empresa;
- A maioria dos funcionários tem um tempo de casa elevado e está próxima do momento de aposentar-se, o que os torna indiferente às iniciativas de melhoria contínua.

Todos esses pontos provocam nos operadores um sentimento de acomodação com a situação atual, reforçando neles a vontade de nada mudar. Como os operadores são altamente ligados a suas atividades profissionais, e com elas estão satisfeitos, eles não vêem razões para se comprometer com as mudanças propostas. O processo de conscientização da equipe de operadores a respeito das vantagens do projeto exigiu, portanto, muito esforço. Foi necessário organizar diversas reuniões com pequenos grupos de operadores e, com cada um deles, buscar soluções participativas para suas queixas. No caso da questão de ter que trocar de posto de trabalho, por exemplo, a solução encontrada foi criar uma caixa de ferramentas, nas quais cada operador colocaria seus utensílios pessoais e, assim, poderia mover-se entre os diferentes postos e realizar suas atividades sem ter que compartilhar seus instrumentos com os demais. Outras soluções análogas também tiveram de ser encontradas para que o projeto pudesse ser aceito e apoiado pela equipe.

5 CONCLUSÃO

A fábrica “A” é a mais antiga unidade de produção da empresa estudada, e produz artefatos de couro para o mercado do luxo. A empresa conta com diversas unidades produtivas, sendo a maioria delas na França, inclusive a fábrica “A”. O estágio que deu origem a este trabalho permitiu identificar problemas em relação a atrasos no atendimento da demanda de um dos setores da fábrica “A”, isto é, o setor de produtos rígidos. Para resolver esse problema, inicialmente foram estudadas as características do processo produtivo e analisados os elementos relevantes para o atraso. Exploraram-se então suas possíveis causas, sendo uma delas o balanceamento de recursos produtivos face às previsões de demanda. Para solucionar essa questão, buscaram-se na literatura teorias e métodos, e desenvolveu-se um projeto de reorganização do arranjo físico do setor, com base no método SLP (Systematic Layout Planning). Esse projeto também inclui elementos de Lean manufacturing, dado o contexto atual da fábrica, caracterizado pela implantação do sistema Lean Manufacturing em todas as unidades produtivas da empresa. Contudo, o tamanho do projeto, juntamente com a demora na aprovação do mesmo pela diretoria da fábrica, acabou por impossibilitar a implantação do arranjo físico encontrado durante o estágio.

O arranjo físico projetado neste trabalho permite que as novas características da demanda prevista sejam bem absorvidas, sem gerar atrasos nem problemas de ócio e sobrecarga da mão-de-obra. O fluxo de produção atravessa os processos de modo contínuo e, devido à criação de áreas de estoque intermediário, problemas pontuais nas etapas de fabricação podem ser facilmente percebidos, pois elas tornam-se visivelmente superlotadas. Essas áreas também permitem absorver as diferenças entre tempos de fabricação dos diferentes produtos, viabilizando assim a linha multi-produtos projetada.

Os aspectos históricos desse ateliê e o contexto trabalhista francês exercem impactos relevantes no funcionamento da produção, assim como no comportamento de seus funcionários. Em relação às possibilidades de ação da engenharia de produção, as oportunidades de melhoria são inúmeras, mas a inércia da organização e as restrições da fábrica constituem barreiras à mudança muito altas. Dessa forma, diversos pontos das teorias estudadas tiveram de ser adaptados para

que se pudesse tentar alcançar padrões de alta performance em uma fábrica artesanal. O binômio tradição/modernidade que representa a força da marca se traduz, na prática, pelo desafio de aliar o artesanato à busca pela melhoria do desempenho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLÈRES, D. **Luxo... estratégias, marketing.** 1^a edição, Rio de Janeiro: Editora FGV, 2000. 262 p.
- DE BORBA, M. **Arranjo Físico.** 1998. 41 p. Apostila de curso – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: 1998.
- FEGYVERES, A. **Implantação de células de manufatura em confecção como solução aos seus problemas produtivos.** 1996. 127p. Trabalho de Formatura – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1996.
- FRANCISCHINI, P. G., MIYAKE, D. I. **Princípios de Lean Manufacturing.** 1996. 58 p. Apresentação de suporte da disciplina de graduação PRO2421: Técnicas de gerenciamento de operações industriais – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1996.
- FRANCISCHINI, P. G., MIYAKE, D. I. Notas de aula da disciplina de graduação PRO2420: Projeto de Fábrica – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.
- GUIDE MÉTHODOLOGIQUE LEAN MANUFACTURING. Paris. Documento interno da empresa, utilizado como base para a implantação da metodologia Lean Manufacturing na fábrica “A”. 2008.
- LE JOURNAL DU NET. Paris. Jornal virtual, do qual foi extraída reportagem sobre a empresa foco deste trabalho. Disponível em <<http://www.journaldunet.com>>. Acesso em: 20 de outubro de 2008.
- LEAN INSTITUTE BRASIL. São Paulo. Apresenta conceitos e vocabulários. Disponível em <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 8 de outubro de 2008.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota – 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Porto Alegre: Bookman, 2005. 316 p.
- LIKER, J. K., MEIER, D. **O Modelo Toyota – Manual de Aplicação – Um guia prático para a implementação dos 4 Ps da Toyota.** Porto Alegre: Bookman, 2007. 432 p.

MEYERS, F. E., STEPHENS, M. P. **Manufacturing Facilities Design and Material Handling**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, Inc., 2005. 415 p.

MUTHER, R. **Systematic Layout Planning**. 2^a edição, Boston: Cahners Books, 1976. Paginação irregular.

PELEGREINO, P. L.. **Redução de lead time e aumento da capacidade na produção de rolos guias para máquina de papel**. 2007. 102 p. Trabalho de Formatura – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1996. 726 p.

WOMACK, J. P., JONES, D. T. & ROOS, D.. **A Máquina que mudou o mundo**. 2^a edição, Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1992. 342 p.

APÊNDICE A – Tempos Padrão e Demais Dados de Entrada Para os Cálculos de Carga

Tabela 29 - Tempos padrão (em horas).

Família	Produto	Nervuragem	Revestimento externo		Ferragem	Costura à mão	Revestimento interno				Total Rev. Interno	Controle e embalagem	Tempo total	
			Lozinagem	Ferragem			Preparação dos acessórios internos	Preparação dos cartões forrados	Colagem interior	Acabamento				
	P 1	0,51	0,51	1,47	0,82	0,00	0,00	0,00	0,37	0,27	0,64	0,41	4,37	
	P 2	0,43	0,45	1,35	0,81	0,00	0,00	0,00	0,58	0,26	0,84	0,33	4,20	
	P 3	0,36	0,43	1,29	0,80	0,00	0,00	0,00	0,54	0,25	0,79	0,30	3,95	
	P 4	0,33	0,39	1,23	0,78	0,00	0,00	0,00	0,49	0,23	0,72	0,26	3,72	
	P 5	0,31	0,38	1,17	0,76	0,00	0,00	0,00	0,45	0,22	0,67	0,23	3,53	
	P 6	0,31	0,38	1,18	0,60	0,00	0,00	0,00	0,42	0,14	0,56	0,31	3,34	
	P 7	0,30	0,37	1,12	0,59	0,00	0,00	0,00	0,39	0,13	0,52	0,27	3,17	
Séries	P 8	0,29	0,36	1,04	0,59	0,00	0,00	0,00	0,37	0,13	0,5	0,24	3,02	
	P 9	0,27	0,35	0,98	0,58	0,00	0,00	0,00	0,37	0,12	0,49	0,21	2,88	
	P 10	0,25	0,34	0,93	0,58	0,00	0,00	0,00	0,35	0,12	0,47	0,18	2,75	
	P 11	0,22	0,30	0,82	0,54	0,00	0,00	0,00	0,35	0,12	0,47	0,17	2,52	
	P 12	0,22	0,27	0,76	0,54	0,00	0,00	0,00	0,31	0,07	0,38	0,15	2,31	
	P 14	0,28	0,25	0,75	0,49	0,00	0,00	0,00	0,14	0,10	0,24	0,16	2,17	
	P 15	0,26	0,24	0,71	0,53	0,00	0,00	0,00	0,24	0,15	0,39	0,22	2,35	
	P 16	0,23	0,22	0,65	0,45	0,00	0,00	0,00	0,23	0,09	0,32	0,15	2,02	
	Cofres	P 19	0,23	0,22	0,65	0,45	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	1,33	0,16	3,43
	Geminados	P 21	0,36	0,43	1,29	0,80	0,00	0,00	0,00	8,66	0,15	8,81	0,30	11,98
Costurados à mão	P 17	0,23	0,71	0,00	0,26	0,38	0,60	4,78	1,75	0,00	1,75	0,20	8,90	
	P 18	0,23	0,71	0,00	0,26	0,38	0,60	3,93	2,81	0,00	2,81	0,20	9,12	
Presidentes	P 13	0,28	0,43	0,85	0,37	0,00	0,44	1,46	0,89	0,00	0,89	0,23	4,95	
Caixas de Jogos	P 22	0,73	0,87	1,14	0,57	0,00	1,82	2,98	2,73	0,00	2,73	0,28	11,12	
Mini Malas	P 20	0,00	0,20	0,00	0,17	0,00	0,00	1,50	0,24	0,00	0,24	0,15	2,27	

Fonte: registros de tempo do Departamento de Métodos da fábrica “A”.

Tabela 30 - Dados de entrada para os cálculos das necessidades em postos de trabalho.

	Valor	Descrição
A	400	Minutos / dia / pessoa ¹⁶
B	4,5	Dias trabalhados na semana ¹⁷
C	30	Horas / semana / pessoa (A*B)
D	80%	Coeficiente de eficácia ¹⁸
E	24	Horas efetivas / semana / pessoa
F	44	Semanas no ano
G	1056	Horas / ano / pessoa (E*F)

Fonte: *Guide Méthodologique Lean Manufacturing*, 2008.

O cálculo utilizado foi:

$$N_j = \sum \frac{t_i \times q_i}{G}$$

Onde:

N_j = Número de postos necessários para cada atividade j ;

t_i = Tempo padrão para realizar a atividade j no produto i (Tabela 29);

q_i = Demanda prevista para o produto i ;

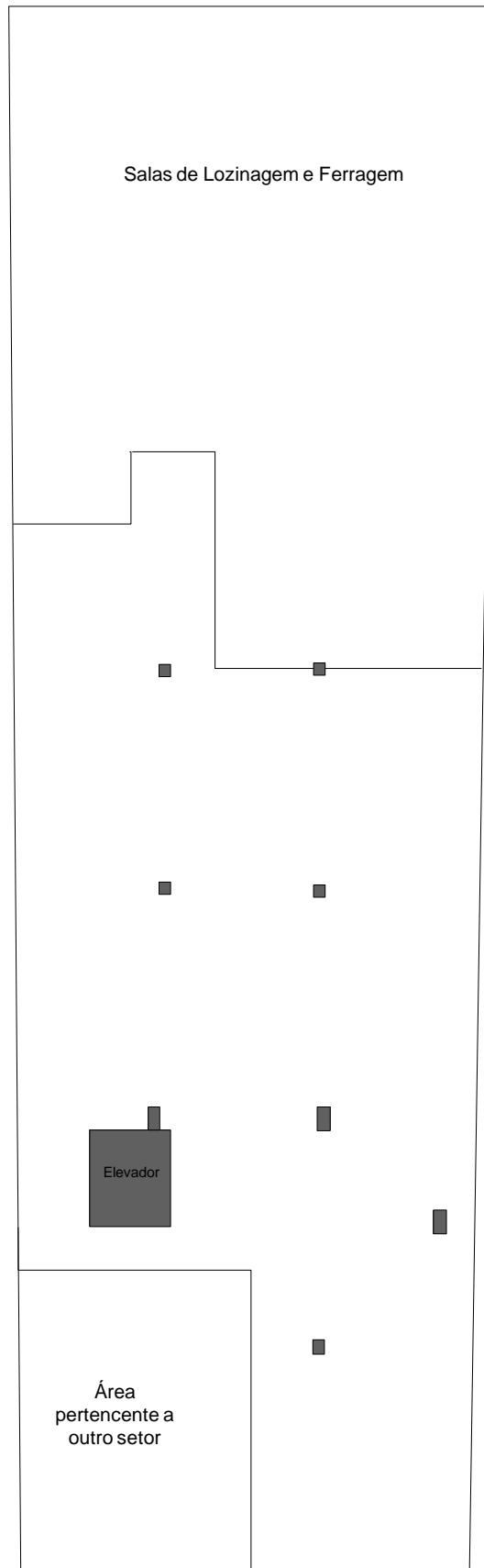
G = Horas / ano / pessoa (Tabela 30).

¹⁶ 400 minutos, em média, já descontados tempo de almoço e pausas.

¹⁷ Na fábrica “A” trabalham-se todos os dias em tempo integral, exceto sexta-feira, cujo expediente é de meio-período.

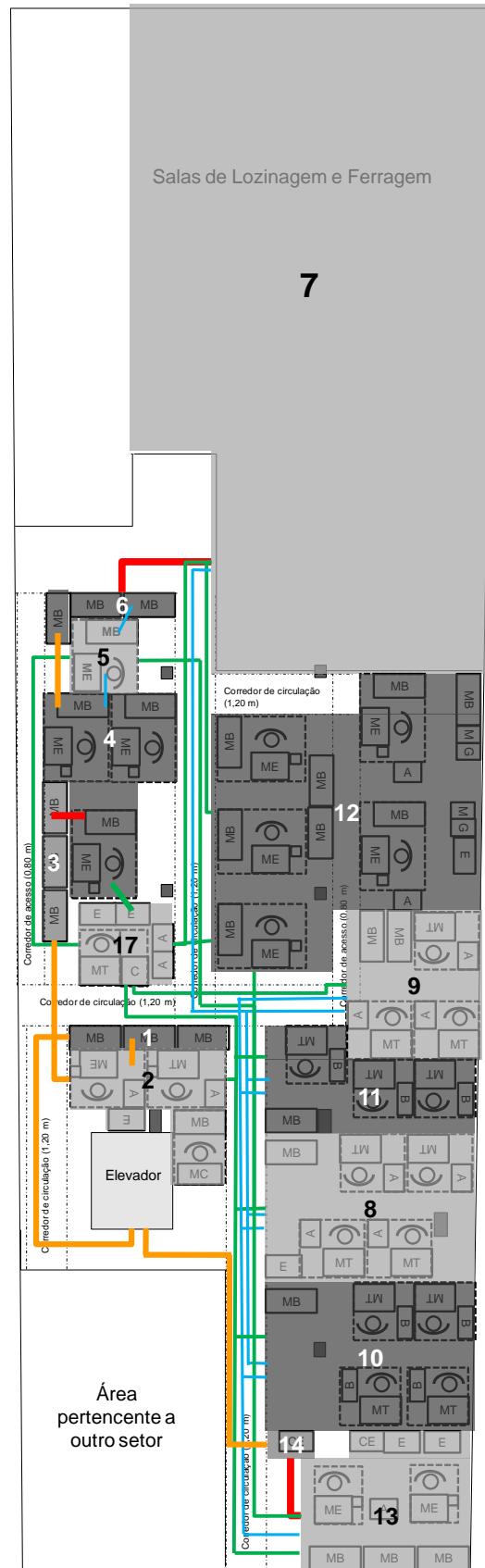
¹⁸ Para os cálculos, foi assumido que os trabalhadores trabalham com uma eficácia de 80%.

APÊNDICE B – Planta do Setor



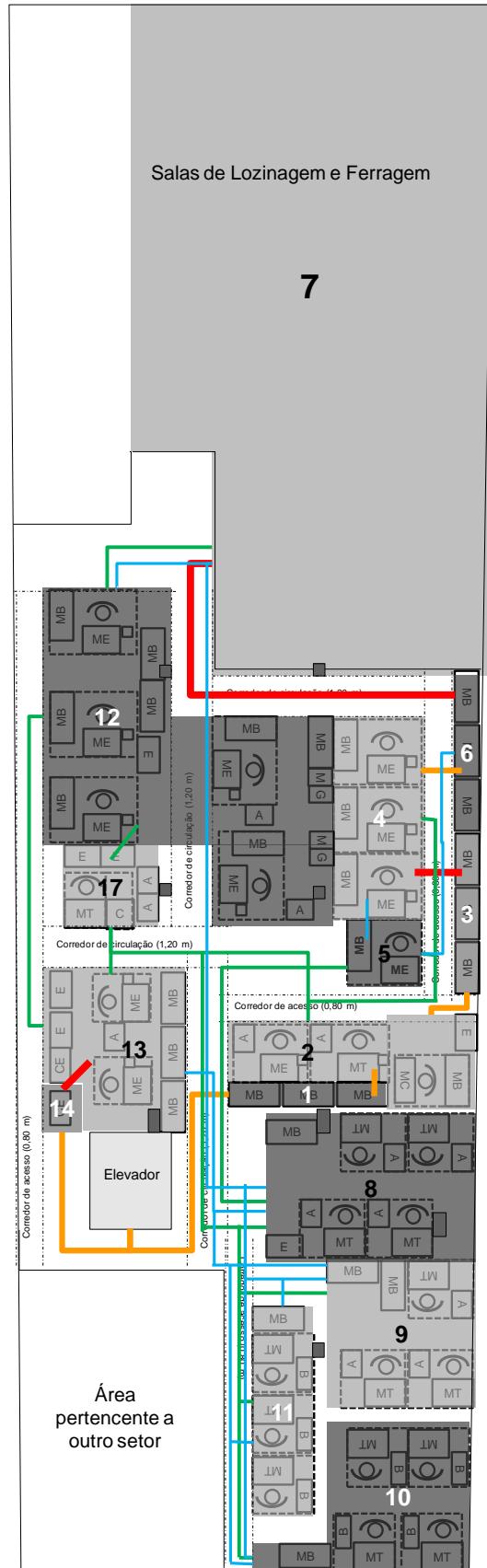
Fonte: Departamento de Métodos da fábrica "A".

APÊNDICE C – Plano X



Fonte: elaborado pela autora.

APÊNDICE D – Plano Y



Fonte: elaborado pela autora.

ANEXO A – Exemplo de Folha de Controle do BPC

Suivi du BPC BAGAGE COUSU		Semaine: _____	Jour : _____
A	Enfoncement clous		
B	Trou		
C	Positionnement (tout type)		
D	Rayure pièces métalliques		
E	Accrochage p. métalliques / cache-serrure		
F	Hauteur des cartons		
G	Découpe cuir / toile		
H	Collage / Pas de colle		
I	Taches, traces		
J	Traces de colle, traces de double-face, boules de colle		
K			
L			
M	Marquage / Chrono pas clair		
N	Manque de teinture, dépassement de teinture		
O	Fils qui sortent		
P	Ouverture / fermeture. Raison :		
Q	Espacement tranches couture		
R	Longueur charnière		
S	Autres		
T			
U			
V			
W			
X			
Y			
<small>Regles:</small> 1 retouche = 1 bâtonnage ; plusieurs retouches possibles par produit Bâtonnage en temps réel Tous les produits arrivant au contrôle sont considérés comme arrivant pour la 1ère fois			
Produits Bon du premier Coup			
Produits retouchés			
Produits écartés			
Nombre de contrôles effectués			
BPC =	■ / (■ + ■ + ■)		
Commentaires:			

Fonte: Departamento de Qualidade e Melhoria Contínua da fábrica “A”.