

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GABRIEL DURANTE RODRIGUES

**ARRANJO FÍSICO E MELHORIAS PRODUTIVAS: UM ESTUDO DE
CASO NA PRODUÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE GINÁSTICA**

MARÍLIA

2016

GABRIEL DURANTE RODRIGUES

ARRANJO FÍSICO E MELHORIAS PRODUTIVAS: UM ESTUDO DE CASO NA
PRODUÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE GINÁSTICA

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:
Prof. Dr. Edson Detregiachi Filho

MARÍLIA

2016

Rodrigues, Gabriel Durante

Arranjo Físico e Melhorias Produtivas: Um Estudo de Caso na Produção de Equipamentos de Ginástica / Gabriel Durante Rodrigues; orientador: Edson Detregiachi Filho. Marília, SP: [s.n.], 2016.

62 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília –UNIVEM, Marília, 2016.

1. Arranjo Físico 2. Produtividade 3. Fluxo de Produção 4. Qualidade

CDD: 658.23



FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
Mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM
Curso de Engenharia de Produção.

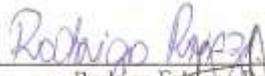
Gabriel Durante Rodrigues - 47205-0

TÍTULO "Arranjo Físico e Melhorias Produtivas: Um Estudo de Caso na
Produção de Equipamentos de Ginástica."

Banca examinadora do Trabalho de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia
de Produção da UNIVEM, F.E.E.S.R, para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de
Produção.

Nota: 10,0

ORIENTADOR: 
Edson Detregiachi Filho

1º EXAMINADOR: 
Rodrigo Fabiano Ravazi

2º EXAMINADOR: 
Geraldo Cesar Meneghelli

Marília, 30 de novembro de 2016

A Deus, pela oportunidade da vida, me possibilitando a cada dia labutar pelos sonhos e realizações que Ele reserva para mim;

Aos amigos pelo companheirismo;

À minha família, por todo amor e apoio incondicionais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, Todo-Poderoso, que em tudo me sustentou até aqui. A Seu Filho Jesus Cristo, próprio Deus, autor e consumidor da minha fé, razão do meu existir, o único caminho, a verdade e a própria vida. E ao doce e amado Espírito Santo, melhor amigo, legítimo companheiro, condutor e consolador.

À minha família, que ofereceu todo o apoio necessário durante essa trajetória. Em especial, aos meus pais João Carlos e Ercília, a meu irmão Daniel Durante Rodrigues, e ao estimado primo Eliseu Rodrigues Pais de Camargo, pelo suporte, estímulo e essenciais contribuições no decurso dessa jornada.

Aos amigos, pelo apreço e carinho sempre demonstrados.

Aos professores da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, em especial, a meu prezado orientador, Prof. Dr. Edson Detregiachi Filho, por todo apoio e pelas excelentes orientações e lições aplicadas.

Agradeço também a empresa a qual me concedeu a grande oportunidade da realização do presente trabalho.

RODRIGUES, Gabriel Durante. **Arranjo Físico e Melhorias Produtivas: Um Estudo de Caso na Produção de Equipamentos de Ginástica**. 2016. 62 f. Trabalho de Curso. (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

RESUMO

A inadequação dos arranjos físicos nas Unidades Produtivas compromete a produtividade e a qualidade dos produtos. Um arranjo físico bem determinado e adequado é de grande importância, estabelecendo o posicionamento de todos os recursos, áreas e indivíduos no interior de uma empresa, tendo relação direta com seu fluxo de produção. Esse trabalho tem como objetivo definir e analisar o atual arranjo físico de determinada empresa do ramo fabril, elencando alguns defeitos e possíveis aperfeiçoamentos, utilizando algumas ferramentas e métodos da Engenharia. Por meio desse projeto pretende-se demonstrar melhorias utilizando essas ferramentas conforme as particularidades e necessidades específicas da empresa, sobretudo com a apresentação de proposta de novo arranjo físico aperfeiçoado. A metodologia utilizada é caracterizada por um estudo caso, com pesquisa qualitativa e quantitativa, para verificação da viabilidade de projeto de melhorias, levando em consideração a prática realizada por meio de coleta de dados e embasamento em referencial teórico completo. Quanto à relevância deste trabalho, destaca-se a busca do aumento de produtividade e qualidade dos produtos. Como expectativa de resultados elenca-se a diminuição de fluxos e distâncias percorridas durante o processo, bem como, melhorias da qualidade no processo produtivo.

Palavras-chave: Arranjo Físico. Produtividade. Fluxo de Produção. Qualidade.

RODRIGUES, Gabriel Durante. **Arranjo Físico e Melhorias Produtivas: Um Estudo de Caso na Produção de Equipamentos de Ginástica**. 2016. 62 f. Trabalho de Curso. (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

ABSTRACT

The inadequacy of the physical arrangements in Production Units compromises the productivity and quality of products. A well established and proper physical arrangement is of great importance, establishing the position of all the resources, areas and individuals within a company, having direct relation to production flow. This study objective aims to define and analyze the current physical arrangement of manufacturing department from a particular company, listing some defects and possible improvements, using some tools and methods of engineering. Through this project we intend to demonstrate improvements using these tools as the particularities and specific needs of the company, especially with the introduction of new improved physical arrangement proposal. The methodology used is characterized by a case study with a qualitative and quantitative research to verify the viability of the improvement project, taking into account the practice carried out through data collection and in complete theoretical embasament. As for the relevance of this work, stands out the search for increased productivity and product quality. As expected results it considers to decrease flows and distances during the process, as well as quality improvements in the production process.

Keywords: Physical arrangement. Productivity. Production flow. Quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tipos de processos em operações de manufatura	16
Figura 2 – Símbolos para diagrama de fluxo de processo	28
Figura 3 – Diagrama de Ishikawa (Causa-Efeito)	32
Figura 4 – Esteira elétrica.....	35
Figura 5 – Área de produção das esteiras	37
Figura 6 – Fase intermediária do processo produtivo.....	38
Figura 7 – Arranjo físico atual.....	39
Figura 8 – Fluxo de produção atual	40
Figura 9 – Mapa de processo produtivo atual.....	44
Figura 10 – Proposta de novo arranjo físico.....	47
Figura 11 – Proposta de novo fluxo de produção	48
Figura 12 – Demonstração de células produtivas	49
Figura 13 – Novo mapa de processo produtivo: Proposta.....	51
Figura 14 – Fluxograma do processo	54
Figura 15 – Diagrama de causa-efeito da produção	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação entre os tipos básicos de arranjo físico e processos	22
Tabela 2 – Vantagens e desvantagens de cada tipo de arranjo físico	25
Tabela 3 – Comparativo de atividades do mapa atual x novo mapa	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5S: *Seiri* (utilização), *Seiton* (organização), *Seiso* (limpeza), *Shitsuke* (disciplina)
Seiketsu (higiene)

5W2H: *What* (o que), *Who* (quem), *When* (quando), *Where* (onde), *Why* (por que),
How (como), *How much* (quanto)

HP: *Horse-power*

PDCA: *Plan-Do-Check-Adjust* – (Planejar-Desenvolver-Checar-Ajustar)

TPM: *Total Productive Maintenance* – (Manutenção Produtiva Total)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Delimitação do Tema.....	13
1.2 Objetivo	13
1.3 Objetivos Específicos	14
1.4 Justificativa.....	14
1.5 Metodologia.....	14
1.6 Estrutura do Trabalho	15
2 REVISÃO TEÓRICA	16
2.1 Processos Produtivos	16
2.1.1 Processos De Projeto	17
2.1.2 Processos Por Jobbing	17
2.1.3 Processos Em Lotes ou Bateladas	18
2.1.4 Processos Em Massa.....	18
2.1.5 Processos Contínuos	19
2.2 Arranjo Físico	19
2.2.1 Objetivos e Importância do Arranjo Físico	20
2.2.2 Tipos de Arranjo Físico	22
2.2.3 Arranjo Físico Posicional	23
2.2.4 Arranjo Físico por Processo ou Funcional	23
2.2.5 Arranjo Físico por Produto ou em Linha.....	24
2.2.6 Arranjo Físico Celular	24
2.2.7 Arranjos Físicos Mistos	25
2.3 Arranjo Físico e Produtividade.....	26
2.4 Mapeamento de Processo	27
2.4.1 Diagrama de Fluxo de Processo	28
2.5 Movimentação de Materiais	29
2.6 Ferramentas da Qualidade no Processo Produtivo	29
2.6.1 Fluxograma.....	30

2.6.2 Brainstorming	30
2.6.3 Diagrama de causa-efeito	31
2.6.4 Kaizen.....	32
3 ESTUDO DE CASO	34
3.1 Histórico da Empresa.....	34
3.2 Descrição de Produtos	35
3.3 Descrição do Processo Produtivo	36
3.4 Área Física e Fluxo de Produção Atual	38
3.5 Mapa de Processo Produtivo Atual	43
3.6 Diagnósticos	45
3.7 Proposta de Novo Arranjo Físico e Fluxo de Produção	46
3.8 Novo Mapa de Processo Produtivo	50
3.9 Atividades que Agregam ou Não Agregam Valor.....	52
3.10 Melhorias da Qualidade no Processo Produtivo.....	53
3.10.1 Fluxograma.....	53
3.10.2 Brainstorming	54
3.10.3 Diagrama de causa-efeito	55
3.10.4 Kaizen.....	56
4 RESULTADOS ESPERADOS	57
5 CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

A concepção de um arranjo físico, teoricamente, tem como significado o planejamento e a determinação da localização de todos os materiais e recursos, quais sejam, maquinários, estações de trabalho, áreas de atendimento ao cliente, corredores, locais de armazenamento, sanitários, área de alimentação, repartições internas, salas de escritório, etc. (GAITHER; FRAZIER, 2012).

Este trabalho apresenta parte das atividades realizadas em uma pequena empresa do ramo fabril, com foco na observação da realidade atual da área produtiva, diagnosticando oportunidades de melhorias, embasadas na revisão teórica desenvolvida nesse projeto, contendo referências quanto às áreas de arranjo físico e demais correlatas.

Por fim, objetiva-se propor um novo arranjo físico aperfeiçoado que proporcione variadas melhorias à empresa, com foco na redução de distâncias percorridas durante o processo, levando em consideração apenas alguns dos produtos principais produzidos. Dessa forma, é possível gerar benefícios às áreas produtivas e, conseqüentemente, à saúde financeira da empresa.

1.1 Delimitação do Tema

Muitas vezes as atividades empresariais são iniciadas, ou expandidas, sem a organização adequada do arranjo físico, comprometendo sua produtividade e até mesmo a qualidade do processo. Um arranjo físico reajustado possibilita a redução de distâncias entre postos de trabalho, elimina gastos desnecessários, desperdícios, falhas de estoque e promove alteração de localizações. Tudo isso representa economia, otimização de produção e aumento de produtividade à empresa beneficiada.

1.2 Objetivo

O objetivo desse trabalho é analisar o atual arranjo físico da empresa, elencando defeitos e possíveis aperfeiçoamentos, utilizando certas ferramentas e métodos da Engenharia, apresentando, ao final, proposta demonstrando um reformulado e otimizado arranjo físico benéfico à empresa, conforme suas particularidades e necessidades específicas.

1.3 Objetivos Específicos

Este trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- Análise de arranjo físico atual;
- Observação específica e diagnóstico da área produtiva;
- Projeto de novo arranjo físico aperfeiçoado;
- Melhorias da qualidade.

1.4 Justificativa

O arranjo físico é um tema de grande relevância para a Engenharia de Produção, bem assim como para o ambiente fabril. Ele influencia diretamente em diversos fatores produtivos, como: quantidade de produtos produzidos, fluxos de produção, distâncias percorridas, agilidade e forma de realização de operações.

Com algumas melhorias propostas pretende-se posicionar todos os recursos da melhor maneira possível, de acordo com as características e necessidades da empresa, para otimização do processo e melhor eficiência da produção, obtendo inclusive maior segurança processual e um melhor ambiente de trabalho, uma vez que a empresa atualmente apresenta produtividade abaixo do esperado.

1.5 Metodologia

A pesquisa realizada é caracterizada como combinada, qualitativa e quantitativa. Qualitativa, pois procura demonstrar o conhecimento da natureza de determinado problema, e quantitativa, já que as intervenções propostas conseguem ser quantificadas. Portanto, aplica-se como estratégia o desenvolvimento de um estudo de caso.

A metodologia presente é iniciada por uma etapa de revisão bibliográfica, sendo que apresenta uma descrição detalhada e leitura sistemática. Em sequência, há uma etapa definida como estudo de caso, levando em consideração a prática realizada através de coleta de dados e execução com base nas informações descritas anteriormente.

O estudo de caso é definido por Goode e Hatt (1973) como um profundo estudo com evidente e destacado objeto, para obtenção e formação de um conhecimento amplo e aprofundado, diferentemente de outros meios investigativos, que podem apresentar características que não atendam às execuções necessárias ou tornem o estudo com maior grau de dificuldade, em grande parte das vezes impossibilitando a realização do mesmo.

De acordo com Martins (2000), o estudo de caso é baseado, sobretudo, no estudo de campo. Há determinadas técnicas para coleta de dados, entre as quais é possível apontar a análise participativa, com observação e acompanhamento, verificação e detalhamento de acontecimentos.

1.6 Estrutura do Trabalho

Este trabalho é segmentado em cinco diferentes capítulos, contendo diversos tópicos.

O Capítulo 1 é formado por sua introdução, apresentando: tema, objetivo, objetivos específicos, justificativa e metodologia.

O Capítulo 2 engloba uma revisão bibliográfica dos conceitos elementares ligados ao assunto proposto, relacionando, especialmente: processos produtivos, arranjo físico, movimentação de materiais e ferramentas da qualidade no processo produtivo.

O Capítulo 3 expõe o estudo de caso, descrevendo a empresa estudada e elencando tanto as informações obtidas por meio da coleta de dados, que demonstrarão seu estado atual, quanto propostas de melhorias, em consideração ao que já fora abordado.

O Capítulo 4 apresenta sucintamente os resultados esperados, mediante dados e propostas apresentados anteriormente.

No Capítulo 5 as conclusões do trabalho são apresentadas, ressaltando a sua importância, sendo efetuado seu encerramento.

Ao final é exposta uma lista abrangendo as devidas referências com os autores citados no transcorrer desse trabalho.

2 REVISÃO TEÓRICA

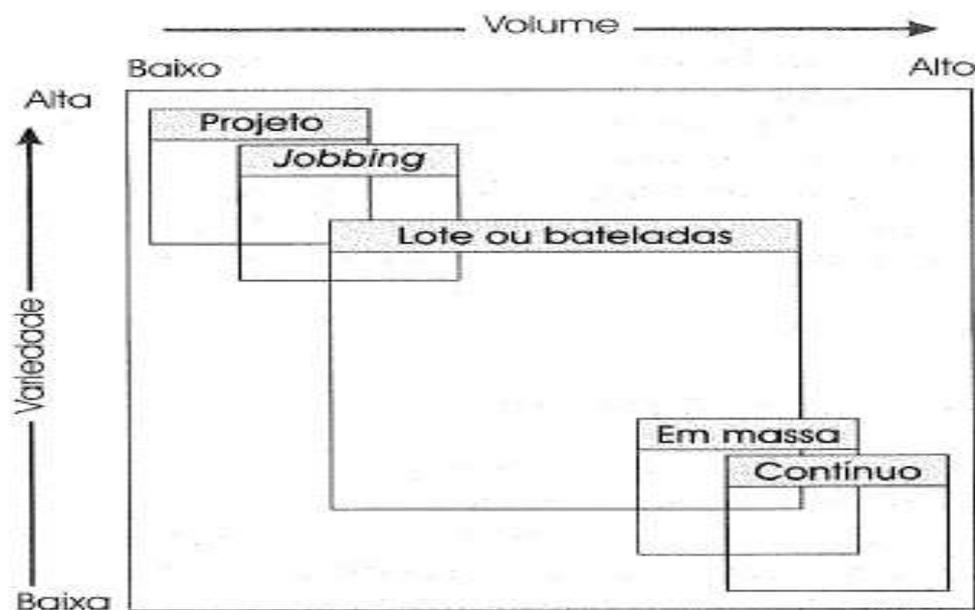
2.1 Processos Produtivos

Previamente à definição do arranjo físico adequado, devemos considerar uma fase anterior: a de definição do apropriado tipo de processo produtivo ou processo de produção, responsável pela organização das atividades das operações.

Slack *et al.* (2006, p. 104) têm por definição que “a posição de uma operação no *continuum* volume-variedade (...), também determina a abordagem geral para gerenciar o processo de transformação”; sendo que essas abordagens gerais são denominadas tipos de processos.

Conforme apresenta a Figura 1, os processos produtivos são divididos e classificados (levando em consideração a disposição dada por volume crescente e variedade decrescente), como: projeto; *jobbing*; lote ou batelada; produção em massa; e contínuo (SLACK *et al.*, 1996).

Figura 1 – Tipos de processos em operações de manufatura



Fonte: Slack (2006, p. 105)

Serão demonstradas, na sequência, considerações e características de acordo com cada divisão e classificação dos respectivos processos de produção, os quais foram apresentados acima.

2.1.1 Processos De Projeto

Slack *et al.* (2009) discorrem que esses tipos de processo, comumente relacionam-se a um alto custo de processamento. Lidam com produtos discretos, normalmente customizados. O seu desenvolvimento geralmente abrange um lapso temporal, ou seja, um tempo apontado como elevado para realização de serviços ou produtos. Por isso, têm como característica o baixo volume conciliado à alta variedade produtiva. Exemplos de processos de projetos: a fabricação de navios, produção de filmes, perfuração de poços de petróleo, a instalação de sistemas computacionais, etc.

Fusco e Sacomano (2007, p. 72) também definem esses processos como sendo “os que lidam com produtos discretos, usualmente bastante customizados.” Caracterizam esse tipo de processo como sendo de baixo volume e alta variedade, e com extenso período de tempo necessário para fabricação de cada produto.

Então, compreende-se como sendo um processo caracteristicamente empregado por organizações que trabalham com pedidos ou encomendas, tendo baixo volume produzido se comparado à variedade ofertada de produtos. A essência desse determinado processo é conter início e fim de cada trabalho bem estabelecidos e definidos, porém a produção não possui um padrão específico, podendo sofrer modificações durante o processo (SLACK *et al.*, 2009).

2.1.2 Processos Por Jobbing

Para Slack *et al.* (2006), esses processos também conglomeram grande variedade com baixos volumes produzidos. Porém, enquanto os processos de projeto apresentam recursos voltados em geral com exclusividade a ele, nos processos por *jobbing* os produtos precisam compartilhar os recursos operacionais com diversos outros. Exemplos básicos destes processos são: restauradores de móveis, mestres ferramenteiros, gráficas de eventos, etc.

Corrêa e Corrêa (2009) nomeiam estes tipos de processos como processos por tarefa, por conta do desenvolvimento do projeto em pequenos lotes e do trabalho com a variedade de produtos. É importante salientar, que os autores associam o *jobbing* à categoria de arranjo físico por processo ou funcional, que será mais bem detalhada no decorrer do trabalho.

Os processos por *jobbing* quando comparados aos processos de projeto evidenciam uma igualdade, pois apresentam um nível de repetição baixo. Porém, há também certas diferenças, pois nos processos por *jobbing* o número de produtos feitos é relativamente maior

e geralmente são itens menores, enquanto nos processos por projeto acontece justamente o oposto (SLACK *et al.*, 1996).

2.1.3 Processos Em Lotes ou Bateladas

Segundo Slack *et al.* (2006), os processos em lotes ou bateladas assemelham-se muito aos de *jobbing*, porém não possuem tanta variedade. Quando um processo em lote concretiza a fabricação de um determinado produto, os períodos se repetem, e por conseguinte pode ocorrer uma produção repetitiva ou essencialmente variável, com a possibilidade da produção de um lote de produtos totalmente novos, divergindo do processo de *jobbing*. Então, esse processo pode possuir uma gama mais alta de níveis de volume e variedade de produtos, em comparação aos demais tipos de processos.

Exemplos de processos em lotes compreendem manufatura de máquinas-ferramenta, a produção de alguns alimentos congelados especiais, a manufatura da maior parte das peças de conjuntos montados em massa, como automóveis e a produção da maior parte das roupas (SLACK, Nigel. *et al.*, 2006, p. 106).

Os processos em lotes, conhecidos também como *batch*, são similares aos processos por tarefa ou de *jobbing*, pois devem possuir arranjo físico com boa flexibilidade, sendo que o arranjo físico mais condizente, neste caso, é o do tipo funcional. Requer a especialização dos colaboradores e dedicação com relação ao uso dos equipamentos. Indústrias de embalagem e de alimentos são exemplos de utilização dos processos em lotes (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

2.1.4 Processos Em Massa

Slack *et al.* (2006, p. 106) definem os processos em massa como sendo “os que produzem bens em alto volume e variedade relativamente estreita, isto é, em termos dos aspectos fundamentais do projeto do produto”. Em sua essência pode ser considerada como uma operação em massa, pois o meio básico produtivo não será afetado se houver variantes em seu produto.

Já, de acordo com Corrêa e Corrêa (2009), esse tipo é nomeado como processos em linha. Sua utilização é fundamentada na necessidade de uma produção destinada a altos volumes, com uso de estações de trabalho organizadas de forma a cumprir o fluxo produtivo. Linhas de montagem de veículos, eletrodomésticos, brinquedos, etc. são alguns exemplos básicos.

2.1.5 Processos Contínuos

De acordo com a compreensão de Corrêa e Corrêa (2009), os processos contínuos, chamados de processos em fluxo contínuo, têm estações de trabalho organizadas conforme a ordem de etapas do processo produtivo requerido por cada determinado produto, assim como ocorre no processamento de materiais em massa. Segundo eles, este modelo tem como perfil a busca de baixos níveis de estoque, bem assim como a utilização de maquinários automatizados, via de regra com trabalho ininterrupto.

Processos contínuos situam-se um passo dos processos de produção em massa, pelo fato de operarem em volumes ainda maiores e em geral terem variedade ainda mais baixa. Normalmente operam por períodos de tempo muito mais longos. Às vezes são literalmente contínuos no sentido de que os produtos são inseparáveis, sendo produzidos em um fluxo ininterrupto (SLACK, Nigel. *et al.*, 2006, p. 106-107).

Segundo menciona Zaccarelli (1979), os processos contínuos são subdivididos em: contínuo puro (com produção em sequência única); contínuo com montagem e desmontagem (constituído por numerosas sucessões de produção contínua); e contínuo com diferenciação final (produtos finais comumente apresentam variações).

Podem ser citados como exemplos de processos contínuos: siderúrgicas, refinarias petroquímicas, etc. (SLACK *et al.*, 2009).

Após definido o devido tipo de processo produtivo que deve ser empregado, deve-se estabelecer também qual o tipo de arranjo físico adequado para a empresa.

2.2 Arranjo Físico

Chiavenato (1991) considera o arranjo físico como a distribuição de forma racional dos recursos produtivos (máquinas e equipamentos em geral) de uma empresa, levando em consideração a forma como devem estar dispostos. Caracteriza-o, como prévio planejamento da área física a ser ocupada e utilizada na produção.

A definição do arranjo físico é dada a partir da decisão do posicionamento dos recursos, como: instalações, maquinário, equipamentos em geral e colaboradores. Sendo, que estes devem estar posicionados da melhor forma possível. O *layout* liga-se à aparência, maneira e forma como todos os materiais e informações fluem através das operações produtivas (SLACK *et al.*, 2009).

Para Gurgel (1996, p. 19):

O arranjo físico da empresa industrial é a técnica de converter os elementos complexos e inter-relacionados da organização da manufatura e as facilidades físicas em uma estrutura capaz de atingir os objetivos da empresa pela otimização entre a geração de custo e a geração de lucros.

É possível expor o arranjo físico por meio de um desenho, plano, ou mesmo um esquema, isto é, definir um modelo de maquete vindo de uma concepção de uma planta. O arranjo físico compreende adaptação ou escolha de um local, correta distribuição ou expansão do mesmo, além de fluxo de indivíduos, materiais e maquinários (VIANA, 2002).

De acordo com Serrão e Dalcol (2002), o posicionamento relativo dos recursos produtivos (indivíduos, equipamentos e materiais) caracteriza o chamado arranjo físico ou *layout*. E para que se evite perda de tempo, ociosidade de equipamento e interrupção no trabalho de máquinas e trabalhadores, os recursos devem estar dispostos de forma lógica e com combinação de maneira ótima, em se tratando de disposição física, contribuindo para a produção de bens e serviços.

O arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com a localização física dos recursos de transformação. Colocado de forma simples, definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. O arranjo físico é uma das características mais evidentes de uma operação produtiva porque determina sua “forma” e aparência. É aquilo que a maioria de nós notaria em primeiro lugar quando entrasse pela primeira vez em uma unidade de operação. Também determina a maneira segundo a qual os recursos transformados – matérias, informações e clientes – fluem através da operação (SLACK, Nigel. *et al.*, 2006, p. 160).

2.2.1 Objetivos e Importância do Arranjo Físico

Um arranjo físico bem elaborado possibilita a obtenção de maior produtividade, com fluxos bem definidos, transporte de materiais feito de forma ótima e segura, sem que haja perdas de tempo com fluxos demasiadamente grandes ou movimentações desnecessárias.

Relativo aos objetivos de um arranjo físico desejável, Cury (2000) cita:

Otimizar as condições de trabalho do pessoal nas diversas unidades organizacionais; racionalizar os fluxos de fabricação ou de tramitação de processos; racionalizar a disposição física dos postos de trabalho, aproveitando todo o espaço útil disponível; minimizar a movimentação de pessoas, produtos, materiais e documentos dentro da ambiência organizacional (CURY, Antônio, 2000, p. 386).

É possível citar também, que o arranjo físico tem como objetivo auxiliar de forma positiva na rentabilidade da empresa, possibilitando desde a melhora da qualidade de produto, até o aumento da satisfação dos colaboradores da empresa durante o processo de trabalho

realizado. Possibilita também uma significativa redução de custos, com a utilização efetiva e eficiente dos espaços, materiais e recursos disponíveis.

Segundo Borba (1998), para alcance de seus objetivos, o arranjo físico deve ter princípios, como:

- **Integração:** todos os elementos (direta e indiretamente ligados à produção) necessitam ser integrados;
- **Mínima distância:** diminuição de distâncias, livrando-se de esforço inútil;
- **Obediência ao fluxo de produção:** fluxos de produção precisam corresponder às exigências de operação, evitando intersecções e retornos inadequados, além de congestionamentos;
- **Racionalização de espaço:** o ambiente deve ser utilizado da melhor maneira possível;
- **Satisfação do trabalhador:** promoção da satisfação dos colaboradores, por meio de um espaço com aspecto bem definido e organizado;
- **Segurança:** prevenção contra acidentes;
- **Flexibilidade:** o projeto geralmente precisa ser flexível, adaptável a possíveis mudanças e novas condições futuras.

Peinado e Graeml (2007, p. 201-202) descrevem que os princípios básicos de arranjos físicos são:

- **Segurança:** todos os processos que podem representar perigo para funcionários ou clientes não devem ser acessíveis a pessoas não autorizadas. Saídas de incêndio devem ser claramente sinalizadas e estarem sempre desimpedidas;
- **Economia de movimentos:** deve-se procurar minimizar as distâncias percorridas pelos recursos transformados. A extensão do fluxo deve ser a menor possível;
- **Flexibilidade de longo prazo:** deve ser possível mudar o arranjo físico, sempre que as necessidades da operação também mudarem;
- **Princípio da progressividade:** o arranjo físico deve ter um sentido definido a ser percorrido, devendo-se evitar retornos ou caminhos aleatórios;
- **Uso do espaço:** deve-se fazer uso adequado do espaço disponível para a operação levando-se em conta a possibilidade de ocupação vertical, também da área da operação.

Para Chiavenato (1991), o arranjo físico apresenta ampla relação com planejamento do espaço físico utilizado, por isso, ele destaca alguns objetivos daquele, como: a integração de maquinários, colaboradores e materiais, fazendo com que se obtenha uma produção mais eficiente; a ocupação e utilização de espaços com eficiência; a redução nos transportes e movimentações de materiais; a potencialização das condições no ambiente de trabalho.

É importante considerar o fato da necessidade do estudo quanto ao arranjo físico para os locais produtivos, seja relacionado à inauguração de uma nova fábrica ou nova unidade de serviços, ou mesmo quanto à reformulação de indústrias já em funcionamento. Isso reforça a dimensão da importância do arranjo físico para a indústria.

Pela importância que pode ser dada ao arranjo físico, levando em consideração seus objetivos demonstrados, assim como benefícios ou malefícios (no caso de um arranjo físico com problemas), cada empresa precisa ter como incumbência estudar e selecionar qual melhor tipo se encaixa em seu perfil, dado que existem distintos tipos de arranjo físico.

2.2.2 Tipos de Arranjo Físico

O arranjo físico, atualmente, é dividido em quatro tipos básicos, sendo: por produto, por processo, celular ou posicional.

Vale ressaltar que há possibilidade de utilização de mais de um tipo de arranjo físico em um único planejamento produtivo, o que gera o chamado arranjo físico misto, representando um quinto modelo possível.

A Tabela 1 demonstra os tipos básicos efetivos de arranjo físico, e quais as possibilidades de utilização em determinados tipos de processo.

Tabela 1 – Relação entre os tipos básicos de arranjo físico e processos

<i>Tipos de processo de manufatura</i>	<i>Tipos básicos de arranjo físico</i>	<i>Tipos de processo de serviço</i>
Processo por projeto	Arranjo físico posicional	Serviços profissionais
Processo tipo jobbing		
Processo tipo batch	Arranjo físico por processo	Loja de serviços
Processo em massa	Arranjo físico celular	Serviços de massa
Processo contínuo	Arranjo físico por produto	

Fonte: Slack (2006, p. 163)

2.2.3 Arranjo Físico Posicional

Segundo Slack *et al.* (2006) no arranjo físico posicional, ou de posição fixa, os recursos transformadores movimentam-se em meio aos recursos transformados, isto é, quem admite o processamento permanece parado, completamente inerte, enquanto as pessoas, equipamentos e etc. se movem em seu entorno, conforme as realizações necessárias no decorrer do processo. Isto ocorre, quando geralmente o produto ou elemento do serviço são demasiadamente grandes ou extremamente frágeis para que sejam movimentados durante o processo. Exemplos: estaleiro, construção de uma rodovia, manutenção de computador de grande porte, etc.

Peinado e Graeml (2007) apontam basicamente os mesmos fatos, seguindo na mesma linha de entendimento, onde citam que este arranjo é empregado quando a grandeza do produto ou a natureza do trabalho não viabilizam diferente forma de arranjo. Neste tipo, o material transformado tende a conservar-se estacionário em uma posição fixa, enquanto os recursos transformadores se deslocam a sua volta e realizam as devidas atividades.

2.2.4 Arranjo Físico por Processo ou Funcional

Quanto à definição do arranjo físico por processo, Moreira (2001) descreve como sendo o arranjo que possui características de ligação das práticas e maquinários de mesmo tipo e com mesmas utilidades em uma única área. Além disso, os procedimentos e montagens que apresentem similaridades acabam sendo dispostos e destinados ao mesmo ambiente dentro da organização.

Neste tipo de arranjo, a produção não acompanha fundamentalmente a mesma ordem de operação, sobretudo tendo os produtos como não necessariamente uniformes. O encargo produtivo dos equipamentos é considerado como causa determinante no posicionamento físico (ROCHA, 1995).

Corrêa e Corrêa (2009) citam que a lógica do arranjo físico por processo ou funcional é de agrupamento de recursos com as mesmas funções ou processos similares. Geralmente, é utilizado quando as movimentações e os fluxos são bastante variados e ocorrem alternadamente e de forma intermitente. A sua utilização acontece, por exemplo, em ferramentarias, supermercados, hospitais, etc.

2.2.5 Arranjo Físico por Produto ou em Linha

É relatado por Corrêa e Corrêa (2009) que este tipo de arranjo físico recebe o nome “por produto”, pois tem como lógica para arranjar o posicionamento dos recursos, a ordem de estágios do processo de associação de valor. O arranjo físico por produto é apropriado para operações que desenvolvem amplos volumes de fluxo, por organizações que produzem apenas um único produto ou um limitado número de produtos em elevados volumes ou ainda que sirva a grandes quantidades de clientes em suas etapas de atendimento. São muitos os exemplos de utilização, como: linhas de montagem de veículos, aparelhos eletrônicos e eletroeletrônicos, indústrias de processo, químicas, petroquímicas, de aço, de papel, etc.

O arranjo físico por produto pode também ser chamado de arranjo físico em linha (ou em fluxo), pelo fato de cada produto, elemento informante ou cliente ter um roteiro delimitado, com uma ordem de atividades demandada, consonante à ordem em que os processos ficaram arranjados fisicamente. Possui um fluxo de produtos, dados ou consumidores extremamente bem definidos e previstos, tornando-se um arranjo de fácil controle (SLACK *et al.*, 2009).

2.2.6 Arranjo Físico Celular

Segundo Slack *et al.* (2006), o arranjo físico celular é o que movimenta recursos transformados e pré-selecionados, rumo a uma parte característica do trabalho operacional ou célula, onde estão os recursos de transformação. Essa célula pode ser organizada de acordo com um arranjo físico por processo ou por produto. São exemplos de uso do arranjo físico celular: hospital (tendo como exemplo, especificamente, uma maternidade), empresas manufatureiras (de peças para computador, por exemplo), etc.

Para Corrêa e Corrêa (2009, p. 415):

O arranjo físico celular tenta aumentar as eficiências do geralmente ineficiente arranjo físico funcional, tentando, entretanto, não perder muito de sua desejável flexibilidade. Baseado num conceito às vezes chamado de tecnologia de grupo, recursos não similares são agrupados de forma que com suficiência consigam processar um grupo de itens que requeiram similares etapas de processamento.

Black (1991) cita que a disposição dos equipamentos nesse determinado arranjo tem como propósito resultar em flexibilidade à produção. Segundo ele, o arranjo do tipo celular destina-se à produção de diversas famílias ou grupos de produtos.

Uma vez discutidos os fundamentais tipos de arranjo físico, por meio da Tabela 2 é possível analisar vantagens e desvantagens relacionadas a cada um deles.

Tabela 2 – Vantagens e desvantagens de cada tipo de arranjo físico

	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
Posicional	Flexibilidade de <i>mix</i> e produto muito alta Produto ou cliente não movido ou perturbado Alta variedade de tarefas para a mão-de-obra	Custos unitários muito altos Programação de espaço ou atividades pode ser complexa Pode significar muita movimentação de equipamentos e mão-de-obra
Processo	Alta flexibilidade de <i>mix</i> e produto Relativamente robusto em caso de interrupção de etapas Supervisão de equipamento e instalações relativamente fácil	Baixa utilização de recursos Pode ter alto estoque em processo ou filas de clientes Fluxo complexo pode ser difícil de controlar
Celular	Pode dar um bom compromisso entre custo e flexibilidade para operações com variedade relativamente alta Atravessamento rápido Trabalho em grupo pode resultar em melhor motivação	Pode ser caro reconfigurar o arranjo físico atual Pode requerer capacidade adicional Pode reduzir níveis de utilização de recursos
Produto	Baixos custos unitários para altos volumes Dá oportunidade para especialização de equipamento Movimentação de clientes e materiais conveniente	Pode ter baixa flexibilidade de <i>mix</i> Não muito robusto contra interrupções Trabalho pode ser repetitivo

Fonte: Slack (2006, p. 173)

2.2.7 Arranjos Físicos Mistos

Finalizados os tipos fundamentais ou básicos de arranjo físico é possível citar outro modelo, o arranjo físico misto, o qual é empregado quando há um estudo existente e, com isso, constata-se que o aproveitamento dos benefícios dos diferentes tipos de arranjo físico juntos poderão resultar em vantagens para a organização maiores do que uso de apenas um tipo de arranjo. Em geral, as empresas dão preferência para a combinação entre os arranjos por processo, celular e por produto (PEINADO; GRAEML, 2007).

Na concepção de Slack *et al.* (2006, p. 167), “muitas operações ou projetam arranjos físicos mistos, que combinam elementos de alguns ou todos os tipos básico de arranjo físico ou, alternativamente, usam tipos básicos de arranjo físico de forma ‘pura’”. Como exemplos: um complexo de restaurantes, ou mesmo um hospital com departamentos de radiologia, laboratórios, salas de cirurgia, podendo fazer uso de diversos tipos de arranjo.

Como visto precedentemente, o arranjo físico, de várias formas, pode ser relacionado à produtividade, o que será mais bem explorado a seguir.

2.3 Arranjo Físico e Produtividade

O arranjo físico de produção empresarial/industrial apresenta diversos objetivos, dentre eles: obtenção ou manutenção do melhor fluxo de trabalho possível para a empresa; alocação de recursos e materiais de trabalho; diminuição de desperdícios; controle e economia de custos. Assim, este é fator predominante nos resultados de produtividade.

Moreira (1994, p. 2) cita que “a produtividade liga-se à eficácia de um sistema produtivo, entendendo-se a eficácia a melhor ou pior utilização dos recursos produtivos”.

Possuindo relação direta com o rendimento da empresa, um arranjo físico feito de forma equivocada pode resultar em uma baixa produtividade para a empresa, assim como um arranjo físico bem realizado ou mesmo otimizado possivelmente resultará em alta produtividade.

O arranjo físico, quando elaborado de modo eficaz, viabiliza uma adequada correspondência entre os departamentos e áreas funcionais. Tanto as despesas de movimentação de materiais, os períodos de produção total, quanto a produtividade dos colaboradores são influenciados direta e indiretamente com isso (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

Também, para Gaither e Frazier (2012) os arranjos físicos estão diretamente relacionados a uma notória potencialização na produtividade dos colaboradores, maquinários e área de produção, ou seja, praticamente em toda organização de modo geral. Têm objetivo de diminuir custos como os de processamento, movimentação e armazenagem de materiais.

Segundo Olivério (1985), para o desenvolvimento de uma atualização ou uma melhora em um arranjo físico que já está em uso, torna-se necessária uma análise, compatível com alguns preceitos norteadores e básicos. Uma vez que se considera que o arranjo físico é definido como um estudo sistemático que busca uma conciliação ótima entre as instalações das unidades produtivas, isto, relativo ao interior e a uma disponibilidade de área. Por isso, inicialmente deve-se encontrar e relacionar possíveis problemas, deficiências e transgressões a estes princípios e, após isso, procurar as devidas correções, que deverão ocorrer através da elaboração de um novo projeto relativo à situação e estruturação do espaço físico, visando à eliminação de falhas e perdas ou desperdícios, aumentando assim a produtividade.

Borba (1998) ainda afirma que com um bom arranjo físico é possível alcançar resultados notáveis na redução de custos operacionais, aumento de produtividade e eficiência. Na inserção de uma nova empresa é considerado imprescindível, e também nas já montadas e operando, com alteração no processo de produção ou fluxos do serviço, inclusão de novos produtos ou serviços, necessidade de redução de custos ou a expansão de uma seção, ocasionando a indispensabilidade de modificações no arranjo.

Ainda com relação à produtividade, Martins e Laugeni (2005) evidenciam que apurar a produtividade também se relaciona com trabalhar o contentamento dos clientes, a redução de desperdícios, de estoques de matéria-prima e produtos em processo ou acabados e, por conseguinte, a melhoria da qualidade no processo e no produto final.

2.4 Mapeamento de Processo

O mapeamento de processo envolve a exposição de processos, elencando as atividades realizadas durante a produção. Há algumas técnicas que são aplicadas, sendo que especificam as atividades do processo produtivo, fornecendo os fluxos de materiais, indivíduos e/ou informações presentes no processo. Dessa forma, também, possibilitando a identificação de atividades que agregam e das que não agregam valor à organização (SLACK *et al.*, 2009).

Correia, Leal e Almeida (2002, p.4) afirmam que o mapeamento de processo “precisa mostrar nitidamente as relações entre as atividades, o pessoal, as informações e os objetos envolvidos num determinado fluxo de trabalho”. Citam ainda, que este método “é bastante reconhecido pelo importante papel que pode desempenhar, ao ajudar a entender as dimensões estruturais do fluxo de trabalho”.

De acordo com Rother e Shook (2003), o mapeamento do processo é um instrumento que concede uma visão geral do processo produtivo, englobando atividades que agregam ou não agregam valor à organização, sendo que as últimas normalmente geram prejuízos à empresa.

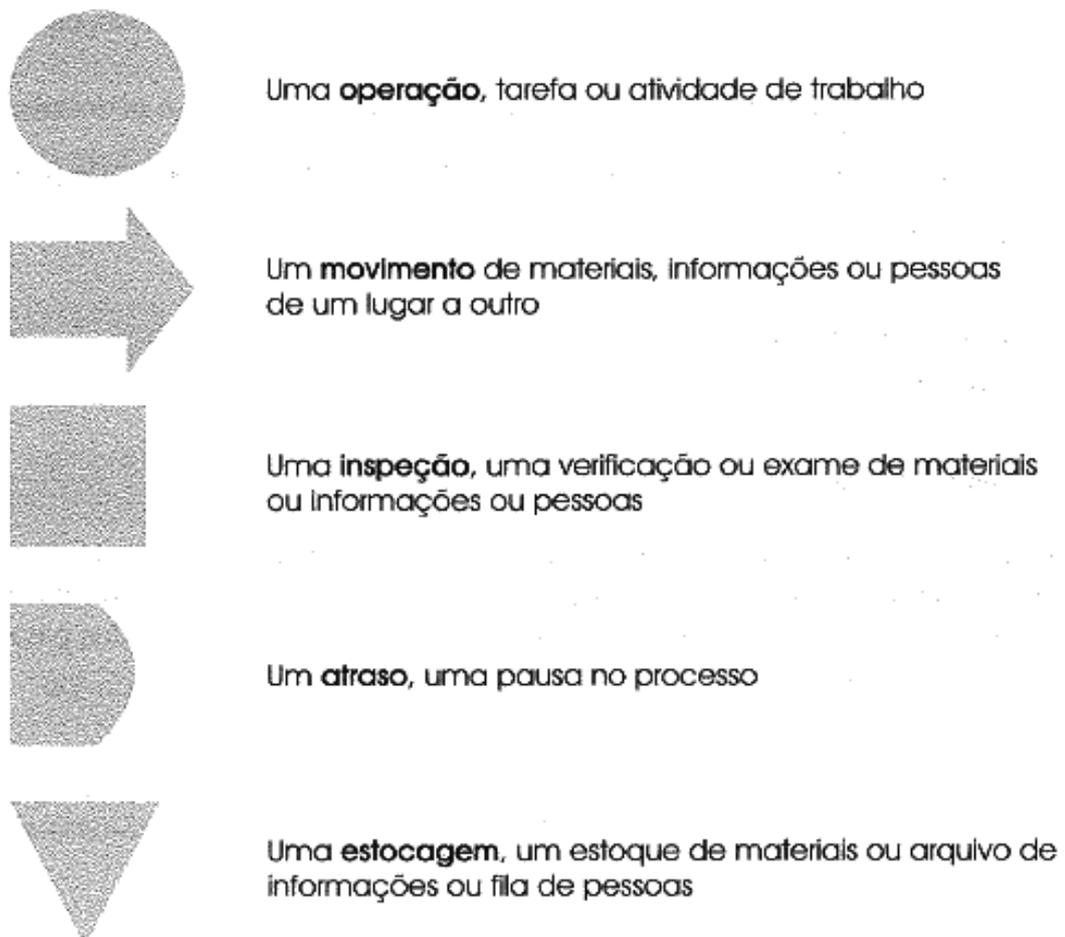
Ainda segundo Corrêa e Corrêa (2009), o mapeamento dos fluxos de processos, mais especificamente, é de grande importância para análise de operações, uma vez que apresenta a sequência passo a passo dos processos, abrangendo recursos desde a entrada até a conclusão das operações. Por isso, este é capaz de auxiliar no apontamento de possíveis problemas, sobre os quais poderão ser aplicados aperfeiçoamentos pontuais ou mesmo simplificações, de acordo com o necessário.

2.4.1 Diagrama de Fluxo de Processo

O diagrama de fluxo de processo é o mais utilizado na documentação de processos em gestão de produção. Este diagrama propicia um maior detalhamento do projeto, bem como sua avaliação, sendo necessário o uso de variados símbolos para identificação de atividades (SLACK *et al.*, 2006).

Os símbolos comuns utilizados no diagrama de fluxo de processo são demonstrados na Figura 2.

Figura 2 – Símbolos para diagrama de fluxo de processo



Fonte: Slack (2006, p. 128)

Ressalta-se também a possibilidade quanto à utilização combinada de simbologia dessas atividades, ou seja, dois símbolos podem ser juntamente utilizados. Isso ocorre em momentos nos quais as atividades são realizadas em localidade idêntica, ou também, concomitantemente, constituindo uma só atividade.

2.5 Movimentação de Materiais

Na concepção de Ballou (1993, p.172), a movimentação de materiais consiste basicamente em:

Transportar pequenas quantidades de bens por distâncias relativamente pequenas, quando comparadas com as distâncias na movimentação de longo curso executada pelas companhias transportadoras. É atividade executada em depósitos, fábricas e lojas, assim como no transbordo entre modais de transporte.

Chiavenato (1991) define a movimentação de materiais de uma empresa como todo fluxo de bens dentro de uma organização. Segundo ele, essa movimentação é absolutamente fundamental à produção, e objetiva o suprimento das seções produtivas e o asseguramento de sequência do processo de produção.

O fluxo invariavelmente tem por obrigação possibilitar que os materiais se movimentem de maneira progressiva no decorrer do processo, sem que haja retornos, descaminhos e cruzamentos desnecessários, obedecendo a mais adequada sequência de movimentação possível, de acordo com as específicas necessidades e também volume dos movimentos (MUTHER, 1986).

Relacionando arranjo físico com a movimentação de materiais, Shingo (2007) evidencia que um arranjo aprimorado resulta em uma produção mais eficiente, pois tende a reduzir as movimentações.

Ainda, Slack *et al.* (2009) citam que tanto movimentações excessivas ou em demasia relacionadas a um determinado processo, quanto movimentações de estoque em processos, não agregam valor à empresa.

A qualidade também é fator importante para um processo produtivo adequado e eficaz, por isso, algumas ferramentas serão exploradas de forma mais detalhada no tópico seguinte.

2.6 Ferramentas da Qualidade no Processo Produtivo

Slack *et al.* (2009, p. 40) afirmam que: “qualidade é a conformidade, coerente com as expectativas do consumidor; em outras palavras significa ‘fazer certo as coisas’, mas as coisas que a produção precisa fazer certo variarão de acordo com o tipo de operação.”

Segundo Corrêa e Corrêa (2009), com a criação de sete ferramentas da qualidade para empresas por Kaoru Ishikawa, um bom percentual das adversidades relacionadas à qualidade pôde ser solucionado. Empregadas nas tomadas de decisão para solução de

problemas, tais ferramentas são: diagramas de processo (ou fluxograma de processo), análise de Pareto, diagrama de Ishikawa (ou de causa-efeito), diagrama de correlação, histogramas, carta de controle de processos e folha de verificação.

Porém, atualmente existem também outros métodos e ferramentas da qualidade, como: o 5W2H, ciclo PDCA, *brainstorming*, o *kaizen*, etc.

Em sequência serão demonstradas e definidas algumas das ferramentas mencionadas.

2.6.1 Fluxograma

Oliveira (1995) define fluxograma como sendo uma reprodução gráfica de certo processo, com diversas fases constituintes.

Corrêa e Corrêa (2009) citam o fluxograma de processo como considerável ferramenta para que aconteça uma melhor verificação e análise dos processos de uma organização.

Slack *et al.* (2006, p. 466) mencionam quanto ao propósito do fluxograma:

Garantir que todos os diferentes estágios nos processos de fluxo estão incluídos no processo de melhoramento e que todos esses estágios em alguma forma de sequência lógica. O ato de registrar cada estágio do processo rapidamente faz aflorar fluxos pobremente organizados. A técnica também pode tornar claras oportunidades de melhoramentos e esclarecer a mecânica interna ou a forma de trabalhar de uma operação (...), o fluxograma destaca áreas problemas onde não existe nenhum procedimento para lidar com um conjunto particular de circunstâncias.

Diversos tipos de símbolos podem ser utilizados para representação gráfica do fluxograma, em substituição de grandes frases ou textos, facilitando a idealização do porte e natureza do processo em questão, de acordo com Oliveira (1995).

2.6.2 Brainstorming

Silva (1996) define *brainstorming* como sendo uma ferramenta de extrema importância para as empresas. Por meio de sua aplicação, ela proporciona o surgimento de novas ideias e possibilidades de melhoramentos, impactando positivamente as organizações, com relação à solução de seus problemas.

Ainda com relação ao *brainstorming*, Oliveira (1995) o define como sendo um processo atribuído à concepção de ideias e sugestões inovadoras. O autor expõe que essa ferramenta tem objetivo de isentar o formalismo entre os colaboradores participantes, para que, com isso, dê maior espaço à criatividade, em busca da solução de problemas específicos abordados.

Buscando progressivamente o aperfeiçoamento, o *brainstorming* necessita ser medido frequentemente. A execução da equipe determinada pode ser avaliada por meio de gráficos, sendo explorados alguns fatores chave, como propõe ainda Oliveira (1995):

- **Fluência:** Está relacionado com a quantidade de ideias geradas;
- **Flexibilidade:** Demonstra quão completas e englobantes são as ideias;
- **Originalidade:** Relaciona-se diretamente com a aplicação do que as ideias trazem e o quanto inovadoras elas são;
- **Percepção:** Está relacionada com a ultrapassagem das limitações da visão crítica de cada um dos membros da equipe determinada, buscando ir além do que é evidente;
- **Impulsividade:** É um fator que poderá ser tão somente alcançado. Ocorre assim que membros da equipe se sentem confortáveis para refletir e praticar ações, sem receio de represálias ou punições.

2.6.3 Diagrama de causa-efeito

Com relação ao diagrama de Ishikawa, também conhecido com diagrama de causa-efeito, Corrêa e Corrêa (2009) apontam que é semelhante a uma “espinha de peixe”, onde o efeito não almejado é colocado de maneira isolada às potenciais causas que o geram.

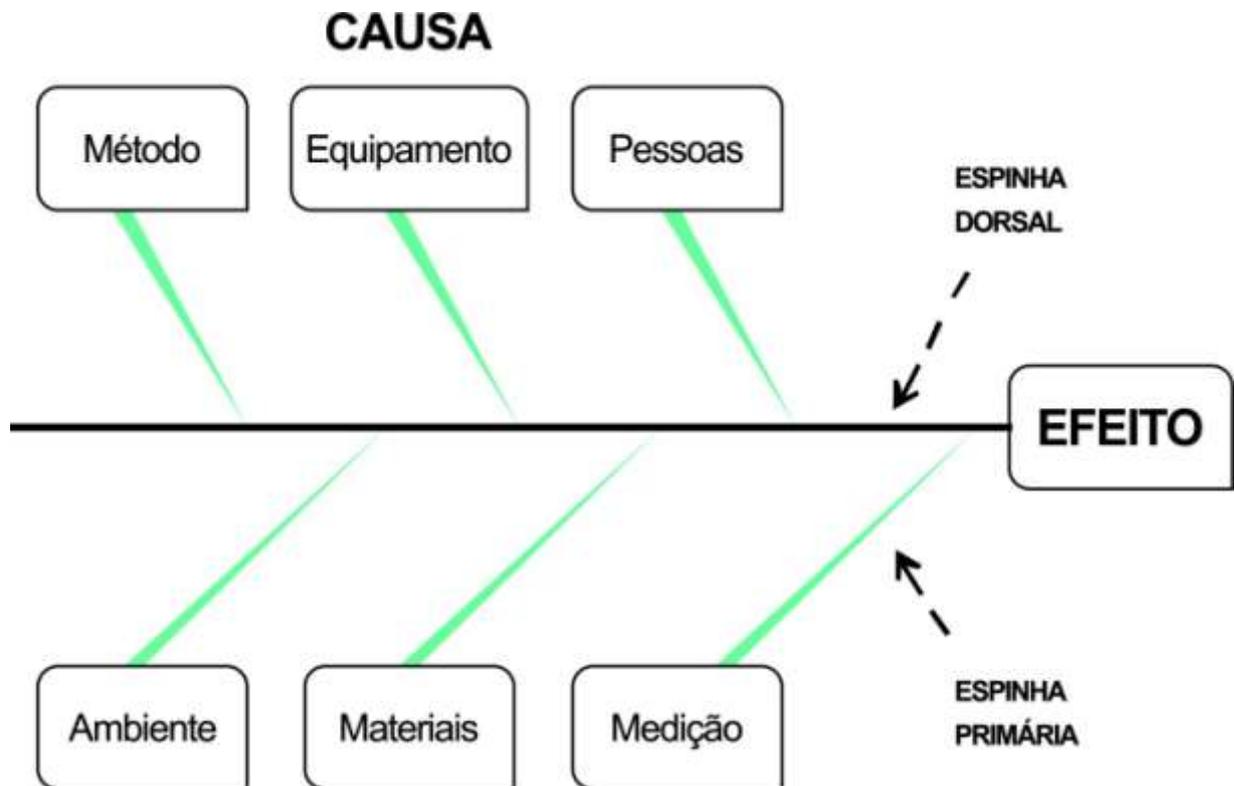
Oliveira (1995) define o diagrama de causa-efeito como sendo uma reprodução gráfica, com objetivo de organizar informações, proporcionando assim o diagnóstico das potenciais causas de certo problema ou efeito.

Reforçando os conceitos sobre o diagrama de causa-efeito, Slack *et al.* (2006, p. 468) mencionam:

Método particularmente efetivo de ajudar a pesquisar as raízes de problemas. Eles fazem isso levantando as mesmas questões: o que, onde, como e por que (...). Eles também podem ser usados para identificar áreas onde são necessários mais dados.

A Figura 3 demonstra um modelo de diagrama de causa-efeito.

Figura 3 – Diagrama de Ishikawa (Causa-Efeito)



Fonte: Próprio Autor

2.6.4 Kaizen

Segundo Martins e Laugeni (2005), o *kaizen* é relacionado ao conceito de melhoria contínua, seja no trabalho, no lar ou mesmo na vida social. Inclusive, por definição o termo *kaizen* é constituído a partir de “*kai*”, que quer dizer “modificar”, e “*zen*”, com significado de “para melhor”. É compreendido como uma transição para melhor e na continuidade, com a prática de atos permanentes de mudança, ou seja, durante todos os dias devem ser praticadas mudanças com alguma espécie de melhoria como resultado. O *kaizen* é uma técnica bem ampla, sendo que de forma organizacional e gerencial pode englobar diversas outras técnicas, como a melhoria contínua da qualidade, metodologia 5S, TPM, *kanban*, orientação aos consumidores, etc.

Atividades de *kaizen* podem ser conduzidas numa variedade de maneiras e com uma variedade de objetivos, mas o aspecto essencial é que são orientadas para times de trabalho que, através de intenso envolvimento pessoal, sugerem, analisam, propõem e, (...) implementam melhoramentos de forma contínua em aspectos como: processos; fluxos de trabalho; arranjo físico; método e divisão do trabalho; equipamentos e instalações, entre outros (CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A, 2009, p. 223).

Ainda quanto ao *kaizen*, Sharma e Moody (2003) elucidam que sua execução ocorre em eventos de breve duração e com compromisso de remate gerando grandes proveitos. Definem o Evento *kaizen* como sendo uma filosofia de trabalho com realização de melhorias com prontidão, repentinas e contínuas, tendo necessidade de clareza em seus objetivos e ocorrendo como um processo em grupo. Citam ainda que essa filosofia é embasada por meio de realizações de curto prazo, com rapidez e pouco investimento, sobretudo aproveitando recursos já disponíveis, e apresentando por fim imediatos resultados.

3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso apresentado tem finalidade de definir e ajustar o arranjo físico da empresa, de modo que este receba uma proposta de melhoria, tornando-se mais eficiente, de acordo com as necessidades e condições da empresa, com foco específico, despendendo do menor investimento possível, preferencialmente a custo zero ou praticamente zero.

Com o estudo das distâncias percorridas durante o processo de produção, desperta-se a necessidade quanto à realização de uma proposta, visando à diminuição das distâncias juntamente à potencialização do fluxo de produção. Há pretensão de comprovar melhorias e promover uma produção mais ágil e organizada, obtendo assim uma maior produtividade.

E por fim, os progressos são complementados por meio de observações quanto a possíveis melhorias da qualidade na empresa, resultando em maior conformidade e eficiência nos processos. Isso é possível por meio da utilização de ferramentas da qualidade.

3.1 Histórico da Empresa

Esse trabalho foi efetuado em uma empresa atuante no ramo de *Fitness*, localizada no interior paulista, mais especificamente uma fábrica de equipamentos de ginástica, indústria de bens de consumo duráveis, que se dedica ao desenvolvimento, fabricação e comercialização de seus produtos, fornecendo inclusive diretamente ao consumidor final.

No ano de 1998, iniciaram-se as atividades da empresa, em seu primeiro prédio, extremamente pequeno e pouco estruturado.

Com volume produtivo modesto e foco na produção de esteiras para ginástica, a empresa ao poucos obteve sucesso e conseguiu ampliar sua variedade produtiva, com novas esteiras lançadas no início do século XXI.

Algum tempo depois, com possibilidade de investimento maior, ousou com a ampliação da variedade de produtos fabricados, mudando-se no ano de 2008 para seu atual prédio, que se encontra mais próximo da rodovia, onde pôde ter uma melhor acomodação para atender uma boa visão de logística, proporcionando um encurtamento e melhor fluxo para chegada de matéria-prima e envio de produtos acabados.

A empresa segue com sua missão fabricar equipamentos para seu segmento, de forma a atender as necessidades do mercado sempre da melhor maneira possível, oferecendo produtos que atendem academias, condomínios, hotéis, centros de treinamento esportivo, clubes e a todos que buscam resultados a fim de um bom condicionamento físico, manutenção

de uma vida saudável e prática de exercícios físicos em geral. Tem atuação no mercado nacional, sendo que seus produtos podem ser vendidos e destinados a todo território brasileiro.

A empresa possui atualmente cinco colaboradores direcionados à área de produção, considerando quatro atuantes em produção/montagem e um supervisor de produção, o qual também tem função de orientação e suporte na produção.

Descrito o histórico da empresa, em sequência serão apresentados os produtos manufaturados pela mesma.

3.2 Descrição de Produtos

Os produtos fabricados atualmente são: esteiras elétricas, *bikes* e elípticos. Sendo eles subdivididos em dois grupos de acordo com características de composição externa, utilização, área reservada para estoque e método de fabricação, sendo estes dois últimos os principais. Assim, os grupos são: “grupo das esteiras” e “grupo das *bikes* e elípticos”.

O grupo das esteiras é considerado como o principal, levando em conta a quantidade de demanda e lucratividade gerada, segundo a própria empresa, inclusive por possuir os produtos de maior valor e aceitação, se comparados aos demais. Possui dois diferentes modelos, sendo minimamente diferenciados por alguns detalhes sobretudo estéticos, como diferenças de *design* e acabamentos. A Figura 4 demonstra um dos exemplares desse grupo.

Figura 4 – Esteira elétrica



Fonte: Próprio Autor

Ambos os modelos de esteira fabricados são elétricos, impulsionados por motores de dois HP de potência, com corrente alternada, potentes e seguros. Este grupo especificamente será alvo da abordagem do trabalho, levando em consideração a necessidade de aumento produtivo apontado pela própria empresa e da importância do mesmo para a organização.

O grupo das *bikes* e elípticos é considerado como secundário pela empresa, sendo que apresenta um inferior número de pedidos e menores valores em geral, se comparados ao grupo anteriormente citado. Possui dois diferentes modelos de *bikes* e apenas um modelo de aparelho elíptico.

A seguir, será apresentado o processo produtivo do grupo alvo abordado pelo trabalho.

3.3 Descrição do Processo Produtivo

Neste estudo de caso, visando obter os melhores resultados possíveis e atingir os objetivos preestabelecidos, será apontado apenas um dos grupos para a condução do trabalho, sendo ele o grupo das esteiras, assim como previamente citado no item anterior, para o qual há grande necessidade de alterações e maior possibilidade de melhorias e rentabilidade para a organização.

O processo de produção das esteiras é de certa forma considerado simples e repetitivo, realizado de acordo com os pedidos demandados, e segundo citações de Slack *et al.* (2006) e Corrêa e Corrêa (2009) é possível defini-lo como um processo produtivo em lotes ou bateladas, levando em consideração também a variedade e volumes de produção medianos. O processo como um todo será mais bem descrito no decorrer do estudo de caso, durante a demonstração do fluxo de produção e com a realização do mapa de processo produtivo e suas devidas considerações.

É possível visualizar a área produtiva, especificamente o local de produção das esteiras, demonstrado pela Figura 5. No momento retratado se iniciava o processo, com o carregamento do corpo do produto (chassi e braços) até os suportes de montagem. Observa-se um suporte já ocupado com o corpo do produto para continuação do processo. Também, uma unidade no solo já finalizada, além de parte das áreas de estoque ao redor da imagem.

Figura 5 – Área de produção das esteiras



Fonte: Próprio Autor

O processo de produção das esteiras na empresa ocorre de maneira bem simples. Sobretudo são feitas manualmente e com auxílio e utilização de ferramentas básicas, como: parafusadeiras, furadeiras e serras tico tico manuais, chaves combinadas, etc. Além disso, são utilizadas estruturas rústicas para apoio durante a produção, nomeadas de suportes de montagem.

Os suportes de montagem, conhecidos como cavaletes, são estruturas metálicas que servem como suporte para peças e principalmente para apoio sob a estrutura da esteira, onde a mesma fica elevada com relação ao solo para a realização das atividades necessárias de produção durante quase todo processo. Os quatro suportes disponíveis podem ser mais bem visualizados por meio da Figura 6, na qual todos se encontram ocupados, em fase intermediária do processo, especificamente no período de aplicação de acabamentos.

Figura 6 – Fase intermediária do processo produtivo



Fonte: Próprio Autor

Sequencialmente, será demonstrada a área física da empresa, com definição e apresentação de planta baixa, e também o fluxo de produção, com descrição completa do presente processo produtivo.

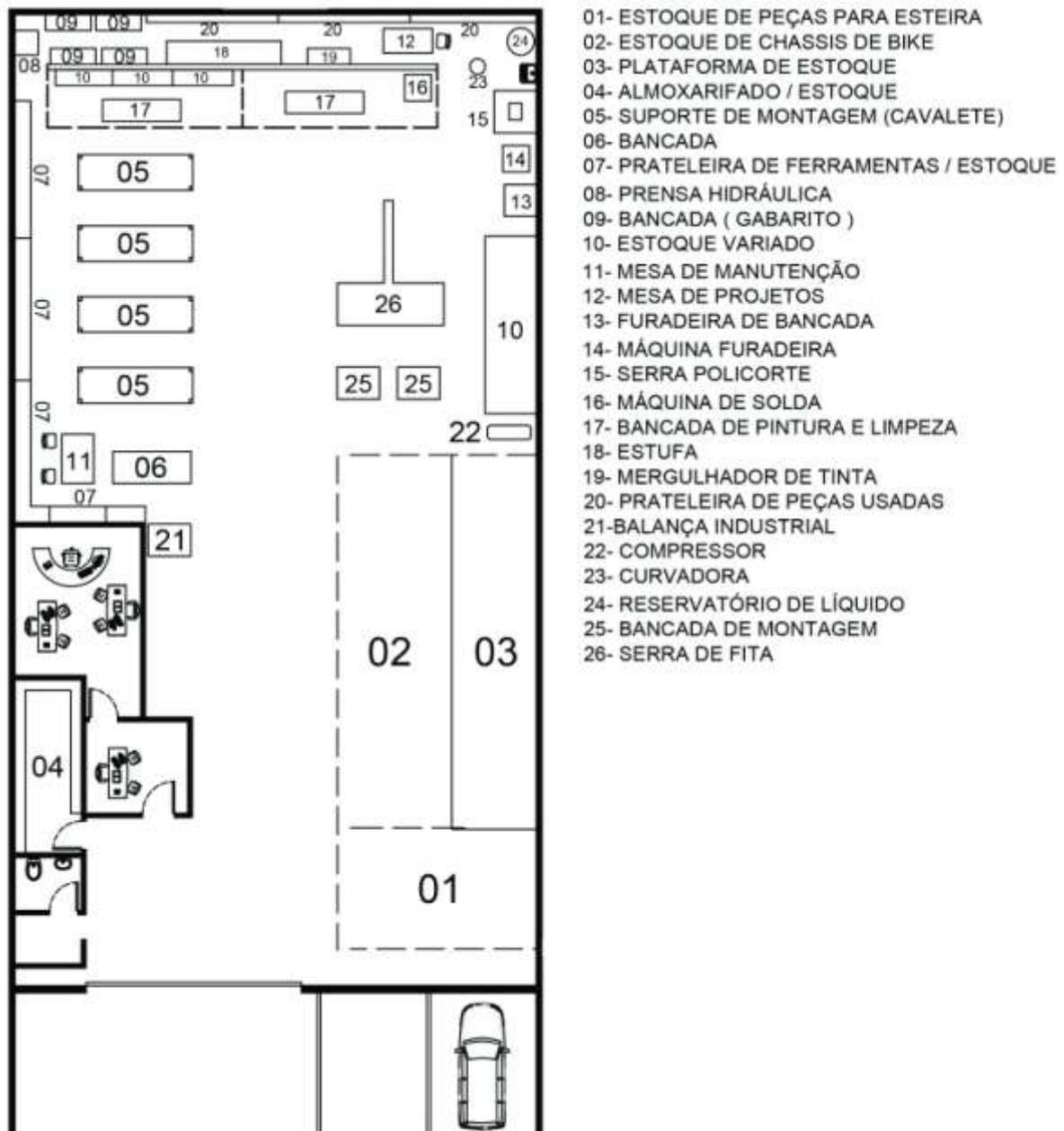
3.4 Área Física e Fluxo de Produção Atual

Atualmente não há possibilidade de definição do arranjo quanto a um tipo específico, conforme especificado no referencial teórico abordado, pois se encontra mal arranjado, não se enquadrando especificamente em nenhum dos tipos existentes. Aliás, salienta-se que não é realizado nenhum tipo de modificação para melhorias já há alguns anos, segundo informações cedidas pela própria empresa.

O arranjo físico atual da empresa é dividido de acordo com suas instalações físicas e espaço para realização de atividades, contendo: cozinha, banheiro, almoxarifado, sala de recepção, escritório, área de produção e estacionamento próprio.

Para a demonstração do arranjo físico foi elaborado o desenho da planta baixa da empresa, conforme explana Viana (2002), por meio do *software* AutoCAD, como mostra a Figura 7, assim, tornando possível uma visualização mais satisfatória, apresentando todos os recursos e divisões (conforme já citado acima) por meio de figuras numeradas e nomeadas em legenda ao lado, sendo eles dimensionados com medidas reais, com escala 1:100, coletadas *in loco* na organização onde o estudo foi realizado.

Figura 7 – Arranjo físico atual

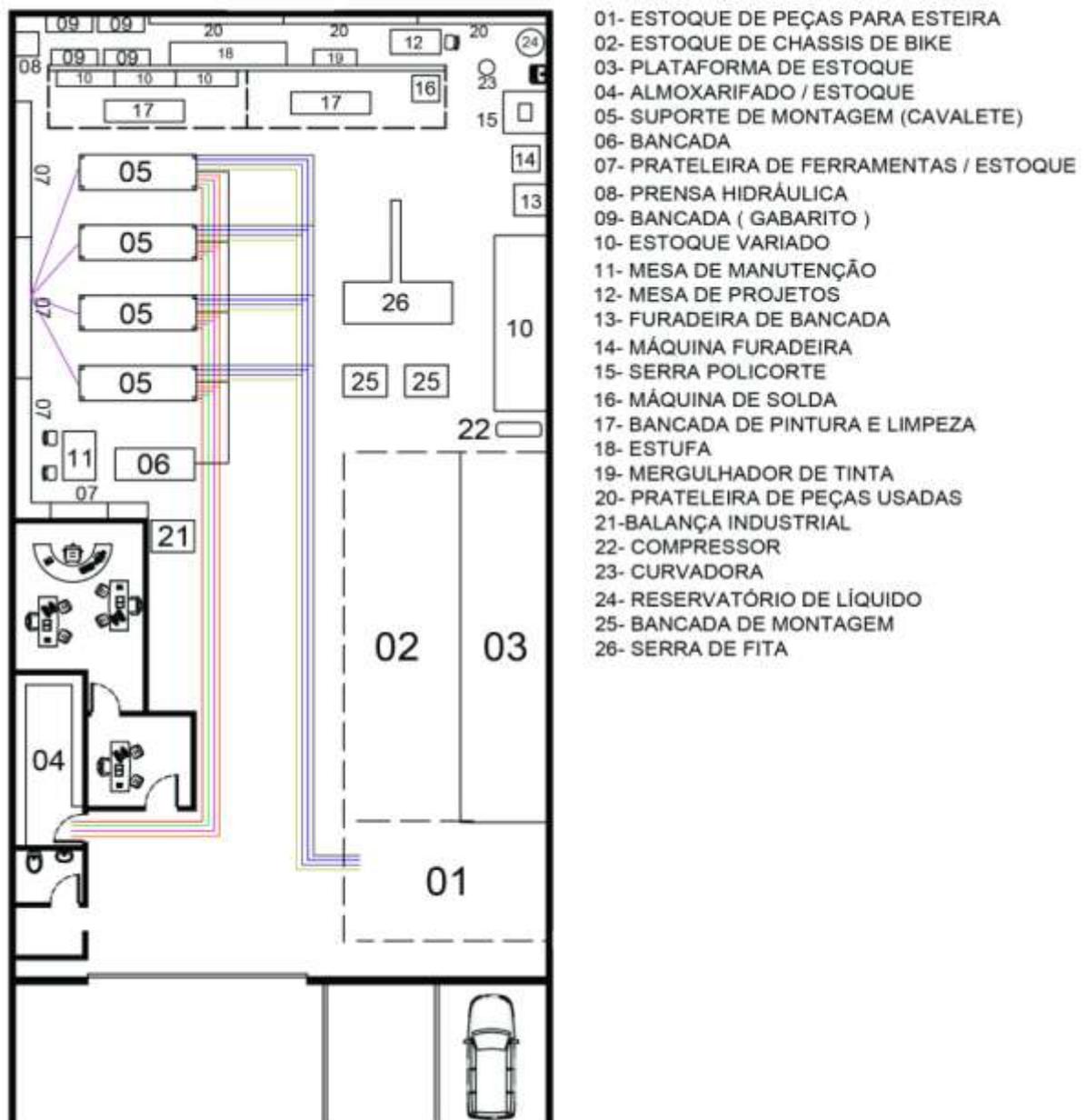


Fonte: Próprio Autor

Após a elaboração do arranjo físico, expõe-se o trajeto de movimentações de materiais no interior do prédio, imprescindível à produção segundo Chiavenato (1991).

Essas movimentações de materiais ocorrem no interior do prédio durante o processo de produção, com distâncias definidas e consideravelmente pequenas, como cita Ballou (1993), caracterizando o fluxo de produção. O fluxo de produção atual e completo das esteiras pode ser mais bem visualizado por meio da Figura 8, elaborada por meio do *software* AutoCAD, com escala 1:100.

Figura 8 – Fluxo de produção atual



Como é possível visualizar na Figura 8, as linhas coloridas demarcam cada uma das movimentações feitas pelos colaboradores, apresentando diversos fluxos, extensos neste caso.

Essas mesmas linhas representam as movimentações necessárias para a produção de cada esteira, levando em consideração o uso da capacidade máxima produtiva de quatro esteiras sendo montadas concomitantemente, tanto por conta dos recursos, quanto pela mão de obra disponíveis.

O processo produtivo das esteiras, apesar dos dois modelos distintos, é absolutamente semelhante, inclusive por conta da matéria-prima situar-se no mesmo local ou nas imediações.

Detalhadamente e ainda levando em consideração a Figura 8, o processo produtivo das esteiras inicia-se na sala de almoxarifado e estoque, ilustrada pelo “elemento de numeração 04”, de onde os próprios montadores (que também são responsáveis por realizar os transportes de toda matéria-prima para montagem, nesse caso manual e individualmente) levam o conjunto das chamadas pequenas peças até os quatro suportes de montagem (representados pelos “elementos de numeração 05”), contendo amortecedores, parafusos, botões, peças de fixação diversas, por exemplo.

Como observação, vale destacar que cada funcionário produz individualmente uma unidade de esteira, utilizando um suporte de montagem determinado, do início até o fim do processo, que em muitas das vezes não ocorre em perfeita sincronia. Neste caso e em algumas outras situações de extrema necessidade, o funcionário tem a possibilidade de receber alguns auxílios, sobretudo do supervisor de produção.

Na sequência do processo, os colaboradores se dirigem à área de estoque destinada à matéria-prima (peças para esteira), demonstrado pelo “elemento de numeração 01”, com os funcionários da área transportando manualmente e em dupla, o corpo do produto, formado pelo chassi e braços, rumo aos suportes de montagem, até que estejam ocupados e essa matéria-prima da base das esteiras bem posicionada sobre eles.

Em seguida, os *decks*, chapas estruturais constituídas de madeira, são coletados na área de estoque de peças para esteira e levados até os suportes onde são instalados. Após isso, ocorre o transporte dos roletes e lona, localizados em sua específica bancada representada pelo “elemento de numeração 06”, sendo levados até os cavaletes de montagem, onde ocorre a instalação.

A seguir, os colaboradores se dirigem novamente à sala almoxarifado e estoque, onde coletam peças da parte elétrica das esteiras e levam até os suportes para as devidas instalações, sendo elas: motor elétrico, inversor, cabos e chicotes. Após o término da

instalação, ocorre uma importante etapa de inspeção, realizada pelos próprios montadores para checagem das instalações elétricas e verificação quanto ao funcionamento adequado, havendo raros casos inconformes que apresentem necessidade de substituição das peças. O processo apenas tem prosseguimento após essa devida verificação.

Estando tudo dentro dos parâmetros esperados, o processo tem sequência com coleta das peças de acabamento, localizadas nas prateleiras de estoque e ferramentas (estas, utilizadas no decorrer do processo), demonstradas pelos “elementos de numeração 07”, sendo transportadas até os suportes de montagem, onde são instaladas.

Em sequência, as carenagens do motor e traseira são retiradas na área de estoque de peças para esteira e transportadas até os suportes onde são montadas. Logo após, cada uma das esteiras é retirada junto aos suportes de montagem, geralmente por uma dupla de funcionários, sendo baixadas e colocadas no solo ao lado e à frente dos próprios suportes para prosseguimento do processo, já próximo das fases finais.

Os *tabeliers*, estruturas dos painéis das esteiras constituídas de plástico altamente resistente e de grande dureza, são coletados na área de estoque de peças para esteira e transportados para instalação.

Logo em seguida, os colaboradores se dirigem novamente à sala almoxarifado e estoque para a coleta dos painéis eletrônicos, transportando-os até o local das esteiras em finalização de montagem para suas correspondentes instalações. Em sequência, os colaboradores retornam mais uma vez à sala almoxarifado para buscar diversos adesivos para arremate estético, que depois de transportados seguem para o processo de adesivação, também conhecido como adesivagem.

Por último é feita uma inspeção final, completa, com checagem dos itens e testes de funcionamento para cada uma das esteiras, também efetuados pelos próprios funcionários colaboradores da área de produção. Caso haja alguma falha, é acionado o auxílio da equipe de manutenção para solução. As esteiras finalizadas e aprovadas, consideradas como produto acabado, ficam armazenadas enfileiradas, aguardando envio ao consumidor, que ocorre com grande frequência, variando de acordo com a quantidade produzida (lotes) e distintos compradores que demandaram os produtos.

A seguir, o mapeamento de processo produtivo será demonstrado, para a concepção de uma visão geral e organizada do próprio processo, bem assim como suas atividades, segundo citam Rother e Shook (2003), e também seus detalhes e exposição de resultados, que podem ser obtidos por meio de sua elaboração.

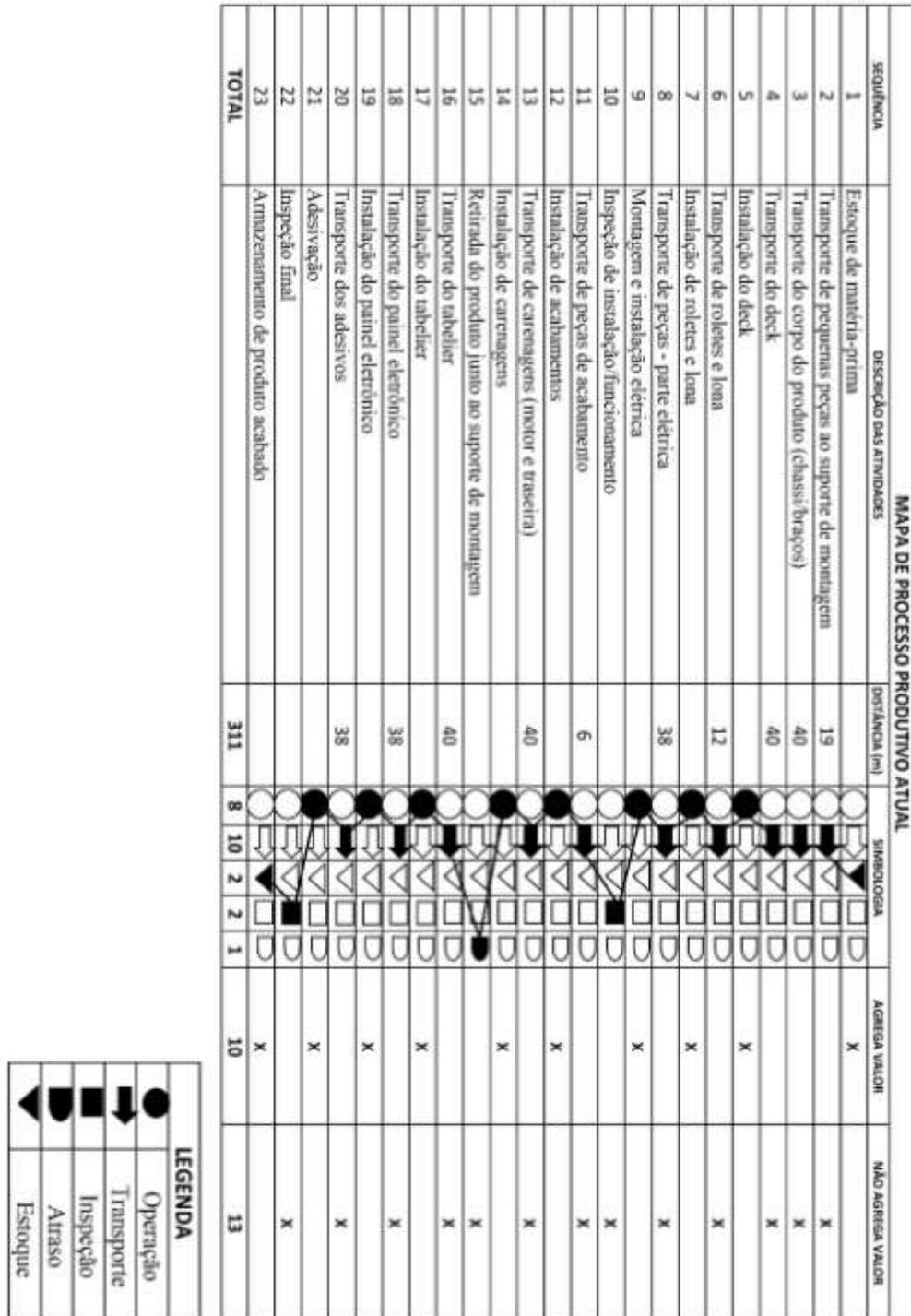
3.5 Mapa de Processo Produtivo Atual

Uma das formas de exemplificação com demonstração completa do processo é o mapeamento do processo produtivo, contendo diagramas de fluxo de processo, conforme mencionam Slack *et al.* (2006).

Um mapa do processo atual foi devidamente confeccionado, relacionando e pontuando as operações realizadas no processo estudado, com a distância percorrida pelos colaboradores juntamente com os materiais movimentados, dada em metros, e com medição feita com base em simulação de valores dos fluxos presentes no fluxo de produção, já demonstrado anteriormente, com uso do *software* AutoCAD. São apontadas também quantas e quais das atividades agregam ou não agregam valor dentro do processo.

O mapa de processo produtivo atual é representado pela Figura 9.

Figura 9 – Mapa de processo produtivo atual



Fonte: Próprio Autor

Por meio do mapa de processo atual apresentado na Figura 9, verifica-se a distância total percorrida para fabricação de cada unidade de esteira, tendo o valor final de 311 metros, em um total de vinte e três atividades, sendo dez delas atividades de transporte.

É importante salientar que todos os valores representam a distância aproximada seja de apenas ida, ou ida e volta do fluxo, de acordo com as necessidades e forma de realização de cada atividade do processo. Distância essa trilhada e simulada em *software*. Salienta-se que foram realizadas medições com um ponto médio de distância no caso dos quatro suportes de montagem, para referência do valor total percorrido.

Os transportes do corpo do produto (atividade 3), *deck* (atividade 4), carenagens (atividade 13), e *tabelier* (atividade 16), evidenciaram os maiores índices, com valor de quarenta metros percorridos por atividade. Porém, outras três atividades, sendo elas o transporte de peças da parte elétrica (atividade 8), painel eletrônico (atividade 18) e adesivos (atividade 20), resultaram em um valor de trinta e oito metros percorridos em cada uma delas.

Pode-se também verificar a existência de treze atividades que não agregam valor ao produto dentro do processo. Apesar de serem sobressalentes ao número de atividades que agregam valor, diversas delas podem ser consideradas necessárias ao processo produtivo em questão.

3.6 Diagnósticos

Para início de diagnóstico, levando em consideração todo conteúdo já exposto, é importante citar as dificuldades encontradas para cumprimento de prazos de finalização de produção, segundo informações da própria empresa. Atualmente, sobretudo, a produção não tem conseguido suprir a demanda exigida, havendo perda de vendas ou prorrogação de prazos para entrega, demonstrando assim a necessidade de melhorias no processo, o que refletiria no aumento de produtividade e eficiência produtiva.

Uma das melhores alternativas para esse aumento de produtividade pode se dar por meio de um projeto de arranjo físico, uma vez que estão diretamente relacionados, segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), Gaither e Frazier (2012), e Borba (1998). Dessa forma, viabilizando melhorias relacionadas à produtividade e potencializando resultados dos colaboradores, maquinários, ferramentas, etc., poderão ser observados resultados notórios quanto à redução de custos e também aumento de eficiência produtiva, além da geração de melhorias da qualidade, através da utilização de ferramentas.

A obtenção de um arranjo físico estruturado e otimizado, segundo Cury (2000), privilegia as condições de trabalho na empresa e, principalmente, auxilia na redução de movimentações, muitas vezes desnecessárias e errôneas.

Para isso, é necessário o estudo do processo, sendo apresentadas melhorias quanto ao fluxo de produção, com ênfase na redução da quantidade de movimentações e distâncias de seus fluxos.

Quanto ao mapeamento do processo de produção das esteiras, levando em conta as necessidades, pretensões e características da empresa, o foco do uso dessa ferramenta é dado sobre as movimentações e seus respectivos valores, buscando defini-los com ênfase em suas diminuições, de acordo com a compatibilidade do processo.

Vale ressaltar que essas movimentações quando mal realizadas ocasionam excesso de fluxos, com distâncias inadequadas, o que gera ainda mais desgaste para a empresa, tornando o processo mais complexo e custoso, entretanto podendo ser aprimoradas, de forma que, levando-se em consideração a desnecessidade e a desagregação de valor, faz-se necessário eliminá-las ou reduzi-las.

Tomando por base tais informações, constatada a necessidade do aumento de eficiência, qualidade, e principalmente de produtividade, obtidas por meio da observação de um arranjo físico atual mal definido e estruturado, pouco organizado, apresentando fluxos produtivos demasiadamente extensos, constatados através de análise do fluxo de produção e mapa de processo produtivo, inicia-se a projeção de melhorias, a partir da apresentação de uma proposta com novo arranjo físico aperfeiçoado e fluxo de produção aprimorado.

3.7 Proposta de Novo Arranjo Físico e Fluxo de Produção

O novo arranjo físico proposto tem por definição a movimentação de recursos rumo ao local de transformação, dado por uma célula, conforme apresentam Slack *et al.* (2006), que privilegiará o atravessamento rápido de recursos, além da boa flexibilidade de produção, necessários à empresa estudada.

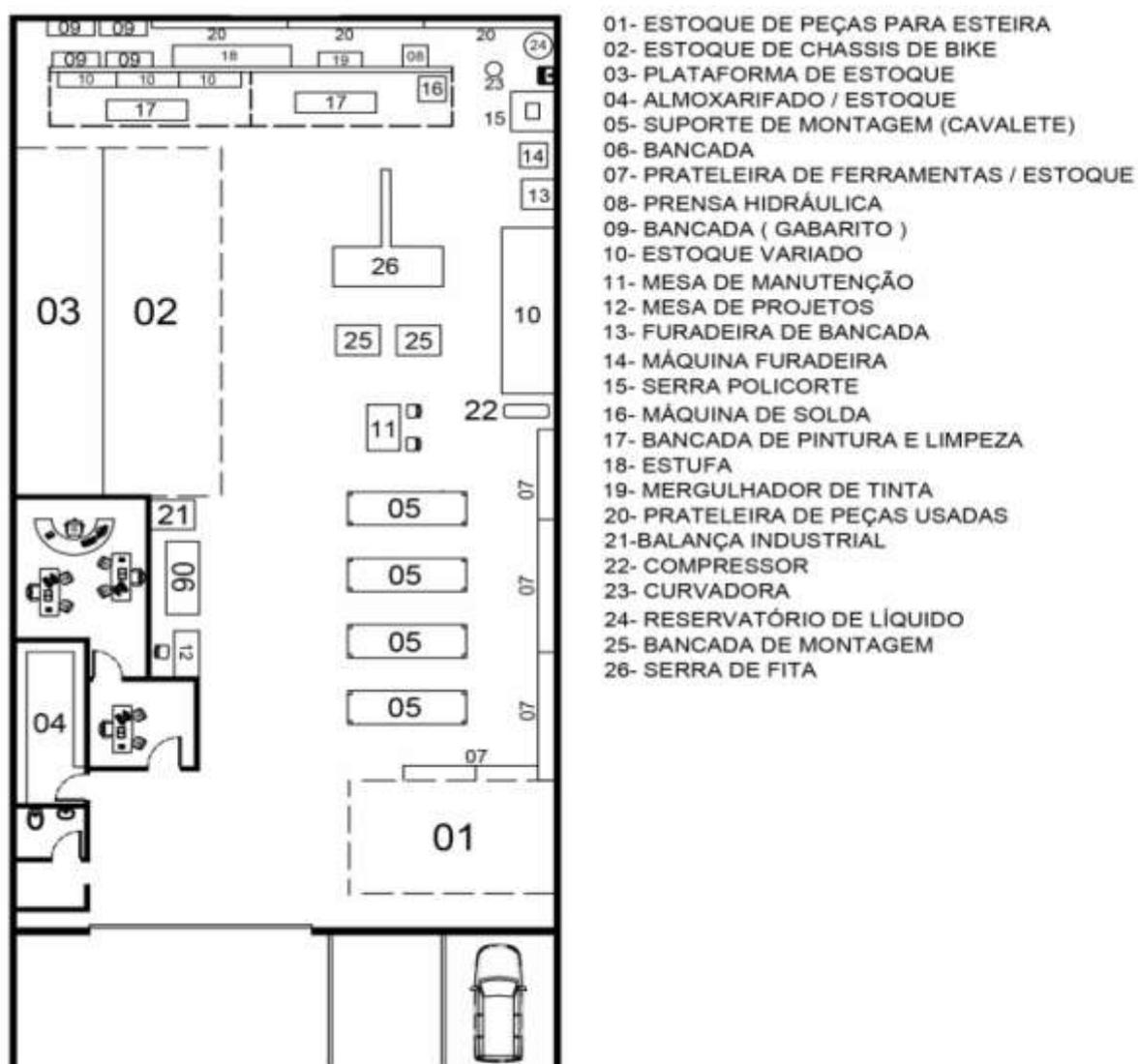
Essa forma de arranjo foi também proposta com intuito de aumento de eficiência do processo, ampliando a flexibilidade necessária, levando em consideração a necessidade da produção dada por grupos de itens, de acordo com Black (1991), e baseando-se também em agrupamento de recursos, como referenciam Corrêa e Corrêa (2009).

O processo produtivo permanece definido como fabricação em lotes ou bateladas, levando em consideração a forma de vendas e a não modificação na variedade de produtos.

A proposta de novo arranjo físico foi realizada de forma a beneficiar todas as áreas da empresa, inclusive o grupo secundário das *bikes* e *elípticos*, porém com enfoque no grupo principal, o grupo das esteiras, visando diversas melhorias possíveis e necessárias, de acordo

com as considerações iniciais já relatadas. Foi elaborado o desenho da proposta da nova planta baixa da empresa, com escala 1:100, utilizando o *software* AutoCAD, podendo ser visualizada por meio da Figura 10.

Figura 10 – Proposta de novo arranjo físico



Fonte: Próprio Autor

Nota-se na proposta apresentada na Figura 10 que, comparativamente ao arranjo físico atual, foram reajustadas as áreas de produção, com objetivo de integração e de agrupamento de recursos, conforme necessário. Observa-se que foram reposicionadas áreas de estoque “02”, “03”, “06” e “07” de forma a beneficiar os processos produtivos, estando mais agrupadas aos locais de onde a matéria-prima é transportada para transformação. E nesse sentido, os quatro suportes de montagem “05” também foram reposicionadas, estando mais

perto das áreas de estoque utilizadas durante o processo, também próximos ao portão da empresa, o que facilitará o envio das esteiras finalizadas, ou seja, do produto acabado. Foram dadas novas posições para a mesa de projetos e também à prensa hidráulica, beneficiando movimentações.

O novo fluxo de produção das esteiras pode ser visualizado por meio da Figura 11.

Figura 11 – Proposta de novo fluxo de produção



Fonte: Próprio Autor

Nota-se que o novo fluxo de produção é dado através de um arranjo físico celular, conforme abordam Slack *et al.* (2006), com específica organização. É importante ressaltar que

essa proposta elaborada foi realizada mais uma vez por meio do *software* AutoCAD, com escala 1:100.

Os novos fluxos, representados pelas linhas coloridas, demarcam cada uma das movimentações feitas pelos colaboradores, apresentando fluxos bem menos extensos se comparados aos percorridos no estado vigente.

Quanto a alterações da quantidade de fluxos, obteve-se a redução de dois deles no total, mantendo-se os demais. Anteriormente se davam entre os suportes de montagem “05” e a sala de almoxarifado e estoque “04”. Essa parte será mais bem detalhada no transcórrer desse trabalho, por meio da elaboração do novo mapeamento produtivo.

Uma demonstração ilustrativa da disposição do arranjo físico em células pode ser mais bem visualizada por meio da Figura 12, realizada com escala 1:100.

Figura 12 – Demonstração de células produtivas



Fonte: Próprio Autor

Observa-se que a área de produção efetivamente encontra-se destacada de duas diferentes formas. A seção próxima à entrada, com destaque em rosa, representa a área da célula do grupo das esteiras. Já, a seção na parte posterior, com destaque em azul simboliza a célula do grupo das *bikes* e elípticos. As demais partes não destacadas representam áreas e recursos de uso comum e não utilizados continuamente nos processos produtivos, ou seja, de utilização esporádica, além de outras áreas não pertencentes à produção da empresa.

A seguir, será realizado um novo mapeamento de processo produtivo, por meio de proposta, visando melhorias no processo para empresa, relacionado também às informações obtidas nas propostas de arranjo físico e fluxo de produção feitos anteriormente.

3.8 Novo Mapa de Processo Produtivo

A proposta de novo mapa do processo produtivo também foi confeccionada, considerando e pontuando as operações realizadas nos processos estudados, levando em consideração as possibilidades de diminuição da quantidade de atividades e distâncias percorridas pelos colaboradores juntamente com os materiais movimentados, dadas em metros, e com medição feita com base em simulação de valores, semelhantemente à anterior, realizada no mapa do processo atual. Fez-se uso mais uma vez do *software* AutoCAD.

Como proposta de modificações: o transporte de adesivos que era realizado ao fim do processo atual torna-se simplificado nesse novo processo, acontecendo juntamente com o transporte de pequenas peças, uma vez que são armazenados no mesmo local, tornando-se parte da “atividade 2”; também, o transporte do painel eletrônico que ocorria separadamente, demandando uma grande distância apenas para sua realização, no novo processo ocorre juntamente com o transporte de peças da parte elétrica, sendo parte da “atividade 8”.

O novo mapa de processo produtivo baseado na proposta realizada é representado pela Figura 13.

Figura 13 – Novo mapa de processo produtivo: Proposta

NOVO MAPA DE PROCESSO PRODUTIVO - PROPOSTA									
SEQUENCIA	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	DISTÂNCIA (m)	SIMBOLOGIA				AGREGA VALOR	NÃO AGREGA VALOR	
1	Estoque de matéria-prima		○	□	□	□	X		
2	Transporte de pequenas peças e adesivos ao suporte de montagem	12	○	→	□	□		X	
3	Transporte do corpo do produto (chassi/travessões)	18	○	→	□	□		X	
4	Transporte do deck	18	○	→	□	□		X	
5	Instalação do deck		○	→	□	□	X		
6	Transporte de roletes e lona	8	○	→	□	□		X	
7	Instalação de roletes e lona		○	→	□	□	X		
8	Transporte de peças (parte elétrica) e painel eletrônico	24	○	→	□	□		X	
9	Montagem e instalação elétrica		○	→	□	□	X		
10	Inspeção de instalação funcionamento		○	→	□	□		X	
11	Transporte de peças de acabamento	6	○	→	□	□		X	
12	Instalação de acabamentos		○	→	□	□	X		
13	Transporte de carenagens (motor e traseira)	18	○	→	□	□		X	
14	Instalação de carenagens		○	→	□	□	X		
15	Retirada do produto junto ao suporte de montagem		○	→	□	□		X	
16	Transporte do tabelier	18	○	→	□	□		X	
17	Instalação do tabelier		○	→	□	□	X		
18	Instalação do painel eletrônico		○	→	□	□	X		
19	Adesivação		○	→	□	□	X		
20	Inspeção final		○	→	□	□		X	
21	Armazenamento de produto acabado		○	→	□	□	X		
TOTAL		122	8	8	2	2	1	10	11

LEGENDA	
●	Operação
→	Transporte
■	Inspeção
▷	Atraso
◁	Estoque

Fonte: Próprio Autor

Verificando o novo mapa de processo produtivo acima, nota-se a distância total percorrida para fabricação de cada unidade de esteira com o valor final de 122 metros, contabilizando uma diferença de 189 metros percorridos a menos se comparada ao mapa de processo produtivo atual, que apresenta 311 metros de distância total. Ou seja, representa uma

redução de aproximadamente 60,77% da distância total percorrida, por meio da proposta elaborada, proporcionando ganhos, em especial de produtividade, com uma maior eficiência produtiva e aumento da satisfação dos trabalhadores, possibilitando a ampliação da produção por conta disso.

Além disso, apresenta um total de vinte e uma atividades, sendo oito delas atividades de transporte, com numeração equivalente e idêntica ao número de atividades de operação, diferentemente do que se apresenta no mapa original, onde o número total de transportes (dez) é superior ao de operações (oito).

Em sequência, o tema abordado serão as atividades que agregam e as que não agregam valor, efetuando análise comparada.

3.9 Atividades que Agregam ou Não Agregam Valor

O mapeamento de processo realizado tornou possível a identificação de atividades que agregam ou não agregam valor ao produto e ao processo em geral, assim como evidenciam Slack *et al.* (2009). Com isso, há possibilidade de identificar possíveis desperdícios gerados à empresa por conta do que não agrega valor, de acordo com o que citam Rother e Shook (2003).

Por meio da elaboração do atual mapa de processo produtivo e do novo mapa de processo produtivo proposto, houve a possibilidade da comparação dos dados de atividades que agregam e das que não agregam valor em ambos, demonstrando a melhoria apresentada no novo mapa. O comparativo das atividades é dado pela Tabela 3.

Tabela 3 – Comparativo de atividades do mapa atual x novo mapa

Comparativo - Mapa Atual x Novo Mapa (Proposta)				
	Atual		Proposto	
	Agrega valor	Não agrega valor	Agrega valor	Não agrega valor
Quantidade	10	13	10	11
Total de Atividades	23		21	

Fonte: Próprio Autor

Observa-se que o mapa atual apresenta dez atividades que agregam valor e treze que não agregam, totalizando 23 atividades. Já o mapa futuro proposto, permanece com as dez atividades que agregam valor, porém apresenta onze atividades que não agregam valor, totalizando 21 atividades. Assim, a proposta apresenta redução de duas das atividades no total por meio do agrupamento de atividades, sendo ambas pertencentes ao grupo das que não agregam valor ao produto final, beneficiando o processo e, por conseguinte, a empresa.

Dando seguimento ao trabalho, a questão de melhorias da qualidade no processo produtivo abordado será exposta a seguir.

3.10 Melhorias da Qualidade no Processo Produtivo

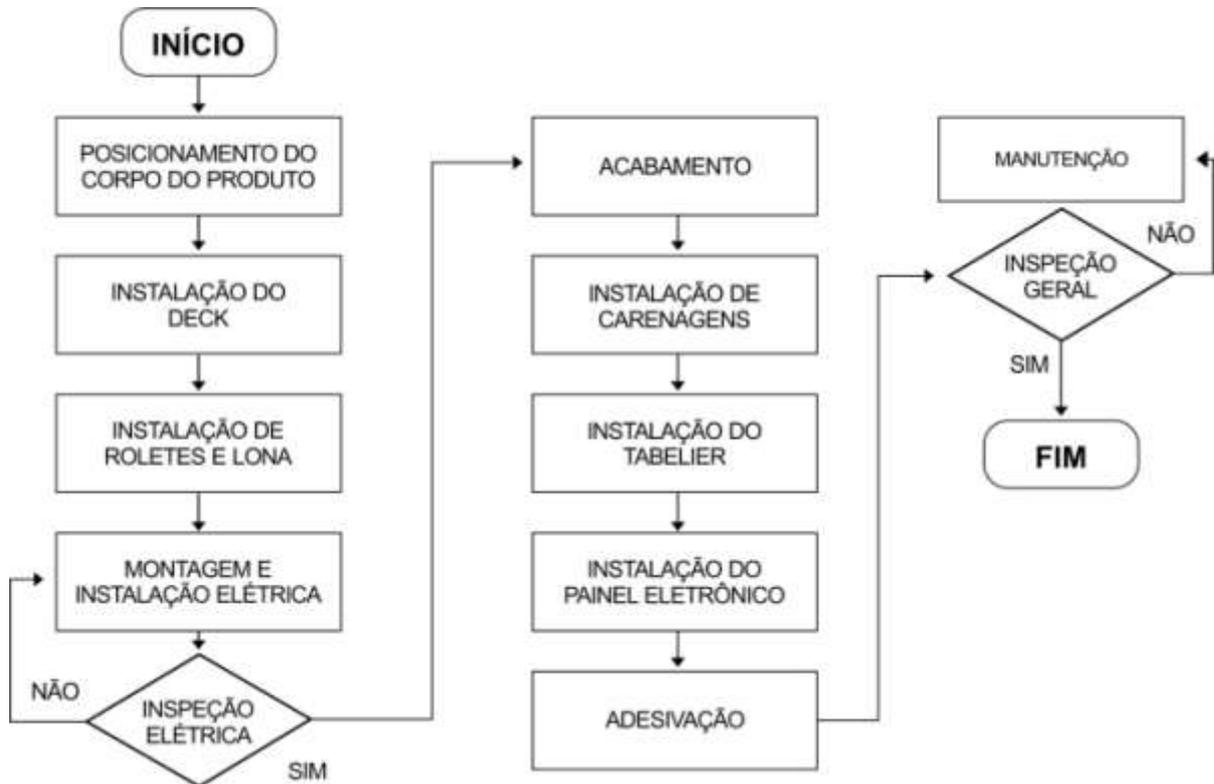
Com objetivo de obter melhorias da qualidade no processo produtivo da empresa, ressaltando que o foco do trabalho é apenas o grupo principal (das esteiras), foram utilizadas algumas ferramentas, sendo elas: fluxograma, *brainstorming*, diagrama de causa-efeito e *kaizen*. De acordo com Corrêa e Corrêa (2009), uma boa quantidade das adversidades relativas à qualidade pode ser solucionada com o emprego dessas ferramentas. Acredita-se que, com isso, haja um aumento considerável na qualidade da produção da organização em questão.

A primeira ferramenta demonstrada é o fluxograma, que será apresentado com mais detalhes na sequência do trabalho.

3.10.1 Fluxograma

Utilizando a representação gráfica do processo, com seus diversos símbolos, assim como explicita Oliveira (1995), tornou-se possível a obtenção do fluxograma do processo de produção de esteiras (representado pela Figura 14), com propósito de registro de cada estágio realizado no decorrer do processo produtivo, para uma melhor sistematização e aumento de possibilidades de melhorias futuras, conforme citação de Slack *et al.* (2006).

Figura 14 – Fluxograma do processo



Fonte: Próprio Autor

É importante ressaltar que todo processo demonstrado pelo fluxograma, já se encontra descrito anteriormente, de forma ordenada e detalhadamente no tópico 3.4 (Área Física e Fluxo de Produção Atual).

3.10.2 Brainstorming

Visando o surgimento de novas ideias e auxílio em melhorias, recorrendo-se ao referencial teórico desse trabalho, sugere-se o uso da ferramenta de qualidade *brainstorming*, em busca de adicionais impactos positivos à empresa, de acordo com o que cita Silva (1996), e também Oliveira (1995). Essa ferramenta pode ser utilizada no processo produtivo, com objetivo de solução de problemas.

Com a nova posição da mesa de projetos mais próxima à área de produção, onde se situam os projetos dos produtos fabricados pela empresa, o *brainstorming* introduz a possibilidade da concepção de novos métodos e produtos, conforme sugere Borba (1998) quanto às empresas já operando, pois segundo Oliveira (1995), ainda, essa ferramenta de certa forma rompe com o formalismo e aumenta o espaço para criatividade.

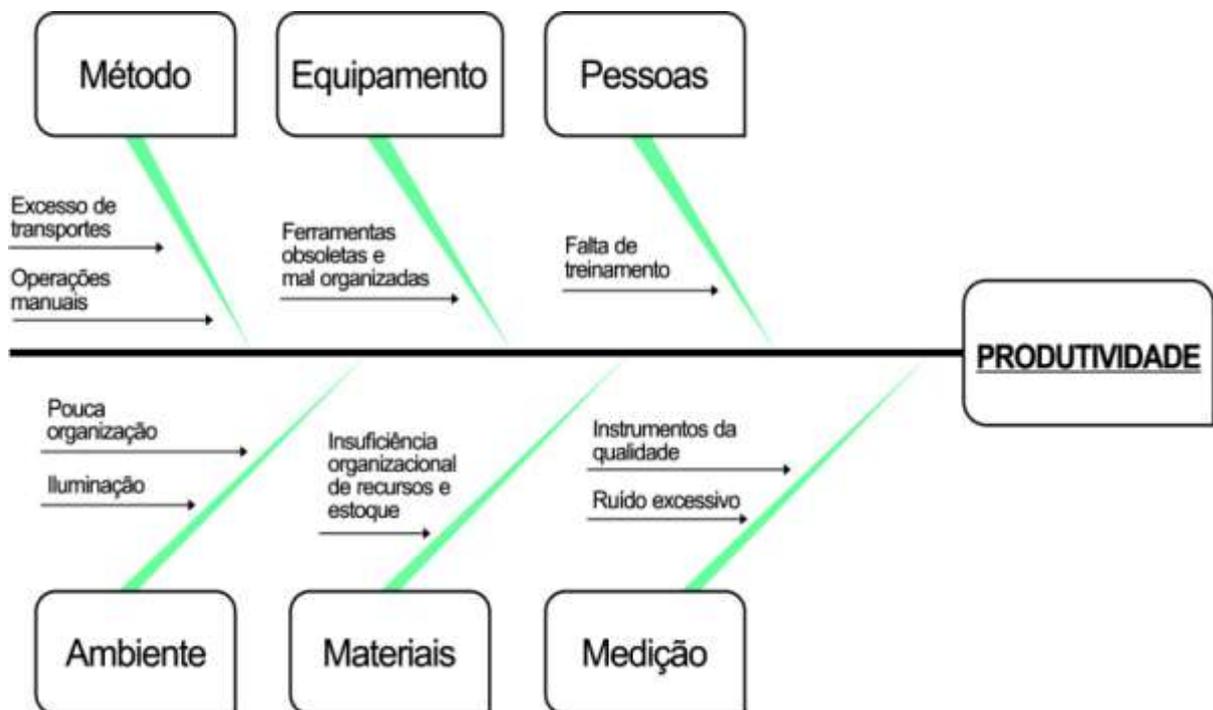
Além disso, propõe-se a aplicação de *brainstorming* frequente entre os membros e supervisor da área de produção, sobretudo levando em consideração as condições do processo produtivo. Dessa forma, possibilita-se o surgimento de contribuições e ideias, o que conseqüentemente auxilia na identificação de eventuais problemas, possibilitando assim uma busca mais breve de sua solução, o que pode ser complementado por meio da utilização do diagrama de causa-efeito, que será demonstrado a seguir.

3.10.3 Diagrama de causa-efeito

O diagrama de causa-efeito ou diagrama de Ishikawa tem sua realização objetivada em organizar as informações, proporcionando desta forma o diagnóstico das potenciais causas do problema ou efeito, baseado nas informações de Oliveira (1995) e Corrêa e Corrêa (2009).

A Figura 15 demonstra o diagrama de causa-efeito da produção realizado como proposta para a empresa estudada.

Figura 15 – Diagrama de causa-efeito da produção



Fonte: Próprio Autor

O emprego dessa ferramenta de qualidade, relativo ainda à produtividade da empresa demonstrou mais uma vez que a baixa produtividade encontra-se no processo.

Quanto ao método, a causa primária apontada é o excesso de transportes de materiais, e a secundária são operações em geral manuais, com baixa eficiência, sem grande auxílio de recursos de tecnologia.

Em relação aos equipamentos utilizados no processo pode-se apontar o uso de ferramentas obsoletas e com insuficiência de sua organização.

No quesito pessoas ou mão de obra, aponta-se a falta de treinamento para os colaboradores da área de produção, os quais atuam baseados unicamente em suas próprias experiências e recebem poucas orientações se comparado a um treinamento completo e adequado.

Sobre o ambiente de trabalho é possível citar mais uma vez a pouca organização de recursos (causa primária) e também a precária iluminação (causa secundária), sendo inadequada, de forma a poder influenciar negativamente, prejudicando o rendimento dos colaboradores e, por conseguinte a eficiência produtiva.

No quesito materiais ou matéria-prima, aborda-se a insuficiência organizacional de recursos e estoque em geral.

E por último, com relação à medição, aponta-se a falta de instrumentos da qualidade nos processos atuais, sendo causa primária, além do ruído excessivo causado por ferramentas e instrumentos utilizados, como furadeiras e principalmente compressor de ar industrial presente na empresa, sendo essa uma causa secundária.

Resumindo, todas essas causas citadas apontam o efeito da baixa produtividade na empresa. A solução de cada uma das causas auxiliaria no almejado avanço de produtividade.

3.10.4 Kaizen

Após a realização dessas propostas de mudanças com objetivo de melhorias, sugere-se também a implantação da filosofia *kaizen* na empresa, como fase final em busca de melhorias contínuas, principalmente relacionadas à qualidade, assim como elucidam Martins e Laugeni (2005).

A partir da implantação dessa filosofia, os pontos analisados no decorrer do trabalho, como a área física e seus recursos, o processo produtivo e método de produção, os fluxos de trabalho, poderão continuar obtendo melhorias diárias e contínuas, de acordo com o que citam Corrêa e Corrêa (2009), e também Sharma e Moody (2003), por meio do maior envolvimento dos colaboradores em busca de atingir objetivos, com brevidade e baixo investimento, proporcionando aumento da qualidade em todo processo produtivo.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Por meio do estudo realizado neste trabalho, que resultou nas propostas de melhorias apresentadas, pode-se elencar e comprovar benefícios à empresa, conforme suas particularidades e necessidades específicas, como já citado anteriormente, possibilitando, assim, sua implementação.

As melhorias propostas são formuladas com base na análise da situação atual da empresa, baseadas na coleta de dados que originaram o estudo de caso, motivadas por conta da atual baixa produtividade, desorganização e ineficiência produtiva.

Afirmações e embasamentos teóricos (contidos no Capítulo 2) justificam as propostas apresentadas, bem assim como os diagnósticos e resultados obtidos por meio das ferramentas utilizadas em estudo de caso.

Considerando o que Serrão e Dalcol (2002) citam quanto ao arranjo físico, a proposta foi realizada de modo que são respeitados a combinação e o posicionamento dos recursos produtivos, com otimização de espaço, obtendo melhorias relativas à flexibilidade, economia de movimento, segurança, etc., assim como idealizam Peinado e Graeml (2007).

Os novos fluxos de produção obtidos por meio de simulação, expostos em figura de proposta de planta baixa e contidos no novo mapa de processo produtivo confirmam as melhorias demonstradas por meio das alterações realizadas, demonstrando a redução da distância percorrida na movimentação de materiais (matéria-prima).

Por fim, com as propostas de utilização das ferramentas da qualidade, pretende-se auxiliar na análise produtiva, elencar causas potenciais de problemas, e ampliar a excelência das operações, conforme citam Slack *et al.* (2009).

Assim sendo, espera-se que por meio de todas as verificações realizadas e propostas efetuadas, obtenha-se ganhos quanto à produtividade e qualidade, beneficiando à empresa e, por conseguinte, seus clientes, por meio dos aperfeiçoamentos trabalhados nesse estudo.

5 CONCLUSÕES

Inicialmente, é de grande importância salientar o cumprimento tanto dos objetivos gerais, quanto dos objetivos específicos almejados em princípio, por meio da elaboração e finalização deste trabalho, de modo a ratificar o conteúdo teórico exposto (revisão teórica), utilizado como referência e embasamento para diagnósticos, propostas de melhorias, readequações, e sugestões desenvolvidas com o decorrer do estudo de caso.

A análise do vigente arranjo físico da empresa, que por conta de sua formatação inapropriada e desorganização não possibilita ser definido e enquadrado em nenhum dos específicos tipos existentes, origina-se a partir da consideração do tipo de processo de produção da empresa, orientado pelas vendas da organização, e segundo referencia Slack *et al.* (2006) pode ser definido como em lotes ou bateladas.

Por meio da análise dos processos de produção abordados foram explorados os recursos empregados nos processos produtivos, bem como o fluxo de produção demonstrado passo a passo no mapa de processo produtivo atual, o qual foi desenvolvido de acordo com o que é apresentado nos tópicos “2.4” (Mapeamento de Processo) e “2.4.1” (Diagrama de Fluxo de Processo). Desse modo, houve possibilidade da análise geral, incluindo as distâncias percorridas e atividades que agregam ou não agregam valor, demonstradas por meio de diagnóstico.

Com base no que é citado por alguns dos autores, dentre eles Borba (1998) e Peinado e Graeml (2007), os espaços foram organizados de modo que haja flexibilidade e melhor uso de espaço possível, dentro das condições e expectativas da empresa, com integração produtiva e economia de movimentos, beneficiando essa organização e aumentando consideravelmente a satisfação do trabalhador. Dessa forma, obteve-se a proposta de novo arranjo físico aperfeiçoado, definido como sendo do tipo arranjo físico celular. Vale ressaltar que houve manutenção na forma de processo produtivo da empresa, definido anteriormente como sendo em lotes ou bateladas.

Os novos fluxos de produção aferidos por meio de simulação em *software* também foram obtidos e demonstrados, e com isso a proposta de novo mapa de processo produtivo pôde ser realizada, com relação e pontuação das operações realizadas no processo estudado.

Com a verificação desse novo mapa, o novo valor de distância total percorrida para fabricação de cada unidade de esteira (pertencente ao grupo alvo do estudo) foi obtido, apresentando uma redução de 189 metros, o que representa aproximadamente 60,77% da

distância total. Ou seja, a nova distância necessária para percurso, 122 metros, representa cerca de 39,23% da distância total percorrida no processo vigente.

Dessa forma, entende-se que as propostas elaboradas proporcionam ganhos de produtividade, eficiência e satisfação dos colaboradores. A partir disso, deduz-se que a ampliação da produção torna-se possível.

Ressalta-se também que por meio do mapeamento de processo, a identificação de atividades que agregam ou não agregam valor ao produto e à organização tornou-se possível, sendo que a proposta apresenta redução de duas das atividades no total, sendo ambas pertencentes ao grupo das que não agregam valor ao produto final, o que se considera propício.

Por fim, foram utilizadas algumas ferramentas da qualidade no processo produtivo, sendo elas: fluxograma, *brainstorming*, diagrama de causa-efeito e *kaizen*. Ressaltando que, de acordo com Corrêa e Corrêa (2009), grande parte das adversidades relativas à qualidade pode ser solucionada com o emprego dessas ferramentas.

Conclui-se que as propostas desenvolvidas nesse trabalho podem promover melhorias ao processo de produção da empresa, relacionadas à produtividade, eficiência e qualidade. Desse modo, entende-se que o trabalho elaborado proporciona verificação e confirmação quanto ao “tópico 1.4”, justificativa do tema definido, resultando em relevância para a Engenharia de Produção, bem assim como para o ambiente fabril em geral, através da atuação do engenheiro de produção.

Vale salientar a importante contribuição da Engenharia de Produção também para micro e pequenas empresas, proporcionando em diversas ocasiões maior rentabilidade e consolidação de mercado, por meio da aplicação de conhecimentos, técnicas e ferramentas, que abrangem a formação de um engenheiro de produção. O trabalho deste profissional obtém excelentes resultados em diversas áreas dessas empresas, sobretudo por meio de modificações com aprimoramentos nos processos, favorecendo o progresso econômico da região em que estão situadas, e até mesmo para o país como um todo. Empresas estas que podem ser consideradas como parte da base econômica do Brasil, principalmente por promoverem um grande número de empregos à população brasileira.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: Transportes, Administração de Materiais e Distribuição Física**. São Paulo: Atlas: 1993.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas Sul Ltda., 1991.

BORBA, M. **Arranjo físico**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina. Apostila do curso de Engenharia de Produção, 1998.

CHIAVENATO, Idalberto. **Iniciação à Administração de Materiais**. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e Serviços: uma abordagem estratégica**. 2. Ed., 4. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009

CORREIA, Kwami Samora Alfama; LEAL, Fabiano; ALMEIDA, Dagoberto Alves de. **Mapeamento de processo: uma abordagem para análise de processo de negócio**. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, out. 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR10_0451.pdf> Acesso em: 15 jun. 2016.

CURY, Antônio. **Organização e Métodos: Uma visão holística**. 7ª Ed. São Paulo: Atlas, 2000. 589 p.

FUSCO, José Paulo Alves; SACOMANO, José Benedito. **Operações e Gestão Estratégica da Produção**. São Paulo: Arte & Ciência, 2007.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. 8. Ed. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2012.

GOODE, W; HATT, P. **Métodos em Pesquisa Social**. São Paulo: Nacional, 1973.

GURGEL, Floriano do Amaral. **Administração dos fluxos de materiais e de produtos**. São Paulo: Atlas, 1996. 206 p.

KRAJEWSKI, Lee J.; RITZMAN, Larry P.; MALHOTRA, Manoj K. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 615 p.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Manual para elaboração de monografias e dissertações**. São Paulo: Atlas, 2000.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 2. ed. rev., aum. e atual – São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 2001.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Os benefícios da produtividade industrial**. São Paulo: Pioneira, 1994. 108 p.

MUTHER, Richard. **Planejamento do Layout: Sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blucher, 1986.

OLIVEIRA, Sidney Teylor de. **Ferramentas Para o Aprimoramento da Qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1995.

OLIVÉRIO, José Luiz. **Projeto de Fábrica: Produtos, Processos e Instalações Industriais**. São Paulo: IBLC, 1985.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: operações industriais e serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

ROCHA, Duílio. **Fundamentos Técnicos da Produção**. São Paulo: Makron Books, 1995.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SERRÃO, Rogério O.B.; DALCOL, Paulo R.T. **Estratégias, Conceitos e Métodos de Arranjo Físico Industrial**. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Apostila de curso de Engenharia Industrial, 2002.

SHARMA, A; MOODY, P. E. **A Máquina Perfeita**: Como vencer na nova economia produzindo com menos recursos. Trad. Maria Lúcia G. Leite Rosa. 1.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003. 255 p.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção**: Do ponto de vista da Engenharia de Produção. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

SILVA, João Martins. **O Ambiente da Qualidade na Prática - 5S**. 3. Ed. Belo Horizonte: Littera Maciel Ltda., 1996.

SLACK, Nigel. *et al.* **Administração da Produção**. 1. Ed. 10. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2006.

SLACK, Nigel. *et al.* **Administração da Produção**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, Nigel. *et al.* **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

VIANA, João José. **Administração de Materiais**: Um Enfoque Prático. São Paulo: Atlas, 2002.

ZACCARELLI, Sérgio Baptista. **Programação e Controle da Produção**. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 1979. 292 p.