

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**PROPOSTA DE ARRANJO FISICO PARA UMA EMPRESA DO
RAMO ALIMENTICIO**

Thiago Luiz Picolli

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**PROPOSTA DE ARRANJO FISICO PARA UMA EMPRESA DO RAMO
ALIMENTICIO**

Área: Engenharia de Operações e Processos da Produção
Sub-área: Projeto de Fábrica e de Instalações Industriais:
organização industrial, layout/arranjo físico.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito de avaliação no curso de graduação em
Engenharia de Produção na Universidade Estadual
de Maringá – UEM.

Aluno: Thiago Luiz Picolli
Orientador: Fernanda Cavicchioli Zola

Maringá – Paraná
2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Luiz Picolli e Magali Mauro Picolli, que sempre me apoiaram e incentivaram, de todas as escolhas que fiz até aqui, eles sempre estiveram comigo .

Ninguém pode construir em teu lugar as pontes que precisarás passar para atravessar o rio da vida. Ninguém, exceto tu, só tu. Existem, por certo, atalhos sem número, e pontes, e semideuses que se oferecerão para levar-te além do rio, mas isso te custaria a tua própria pessoa – Nietzsche em Assim falou Zaratustra.

*“...Smoked my stuff and drank all my wine
Made up my mind to make a new start...”
- Led Zeppelin em Going to California*

AGRADECIMENTOS

Queria agradecer aos meus pais Luiz e Magali, pelo apoio, carinho e dedicação, me apoiando e incentivando mesmo nos meus momentos de rebeldia.

Agradeço também aos meus dois irmãos Arthur Henrique Picolli e Paloma Cristina picolli.

A minha namorada Daiane Leal Baj, que sempre esteve ao meu lado e tem sido muito compreensiva comigo, me dando apoio e carinho.

Agradeço a professora e orientadora Fernanda, que me orientou neste trabalho da melhor forma possível, foi paciente, compreensiva e profissional.

Aos professores do departamento de engenharia de produção e engenharia civil.

Agradeço aos meus amigos engenheiros, Jorge Gustavo Santana Celestino e Luiz Henrique Campantto, que foram e são grandes amigos e companheiros desde o início da graduação.

Ao meu primo e amigo Francisco José Picolli, grande amigo que me acompanho durante os dois primeiros anos de graduação.

Aos meus amigos, Raphael Hideki, Rodrigo Brambilla, Fabiana Samantha e Pablo Fassina, que desde muito tempo têm sido grandes amigos e companheiros.

RESUMO

O arranjo físico de uma planta fabril é o modo como estão dispostos os recursos utilizados pela empresa em seu processo produtivo. Ter um bom arranjo físico traz grandes benefícios à organização, tais como: organização dos recursos da empresa, fluidez no fluxo de operações, diminuição de tarefas que não agregam valor, entre outros. Neste trabalho, apresentou-se os diferentes tipos de arranjo físico existente, suas características, pontos positivos e negativos, com o objetivo de desenvolver uma proposta de arranjo físico para uma indústria do ramo alimentício. Além disso, buscou-se, junto com a proposta de reestruturação de layout, apresentar uma solução para o fluxo de produção, promovendo melhorias no ambiente de trabalho e a diminuição de tarefas que não agregam valor. Para isso foi estudado o fluxo de produção da empresa, suas operações principais e as necessidades de melhorias no modo como se executa seu processo produtivo. Como resultado deste trabalho, conseguiu-se elaborar uma proposta de reestruturação de arranjo físico, onde foi possível criar um fluxo ordenado de produção, o novo projeto também contempla a acessibilidade dentro da organização, e melhorias nos setores de apoio a indústria.

Palavras-chave: Layout; Arranjo Físico; Processo produtivo; Ergonomia.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÃO	X
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE QUADROS	XIII
LISTA DE SIGLAS	XIV
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 Objetivo geral.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2.1 GESTÃO POR PROCESSOS E OPERAÇÕES.	4
2.2 SISTEMAS PRODUTIVOS	7
2.2.1 Caracterização do processo produtivo	8
2.2.2 Projeto detalhado do processo	11
2.2.3 Análise e mapeamento de processo	11
2.3 ARRANJO FÍSICO.	12
2.3.1 Tipos de arranjos físicos.	15
2.3.1.1 Arranjo físico por processo.	17
2.3.1.2 Arranjo físico por produto.	19
2.3.1.3 Arranjo posicional.	21
2.3.1.4 Arranjo físico por célula.	23
2.3.2 Projeto e escolha de arranjo físico	25
2.3.3 Planejamento sistemático de layout (SLP).....	26
2.4 ERGONOMIA.....	31
2.4.1 Ergonomia física	32

2.4.2 Ergonomia Cognitiva	32
2.4.3 Ergonomia organizacional	33
2.4.4 Dimensionamento do posto de trabalho	33
2.4.4.1 Altura da superfície de trabalho	33
2.4.4.2 Alcance	34
2.4.4.3 Espaço para movimentações	35
2.4.4.4 Dimensionamento de folgas	36
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	37
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	37
3.2 COLETA DE DADOS	37
4. DESENVOLVIMENTO	39
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	39
4.1.2.1 Bancada de trabalho com tampo em granito	42
4.1.2.2 Bancada de trabalho com tampo em inox	42
4.1.2.3 Bancada de trabalho com tampo em inox e cuba	43
4.1.2.4 Prateleira de aço com pintura branca	44
4.1.2.5 Fogão de quatro e seis bocas	44
4.1.2.6 Misturela	45
4.1.2.7 Carrinho e inox para transporte de salgados	46
4.1.2.8 Máquina de fazer salgado	46
4.1.2.9 Balança de precisão	47
4.1.2.10 Seladora	48
4.1.2.11 Freezer horizontal	48
4.1.2.12 Refrigerador vertical	49
4.1.2.13 Câmara de congelamento	50
4.1.2.14 Container refrigerado	51
4.1.2.15 Coifa para exaustão	52
4.2 ARRANJO FÍSICO ATUAL	52
4.2.1 Considerações sobre o arranjo físico atual	54
4.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	55
4.3.1 Processo produtivo	55

4.4	PROPOSTA DE REESTRUTURAÇÃO DE ARRANJO FÍSICO	58
4.4.1	Aplicação do método SLP (Sistemática de planejamento de layout).....	58
4.5	PROPOSTA E REESTRUTURAÇÃO DE ARRANJO FÍSICO	61
5.	CONCLUSÕES.....	67
6.	REFERÊNCIAS	68

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

1. Funções e principais relacionamentos da gestão de operações _____	5
2. Processos de transformação_____	7
3. Símbolos comuns do mapeamento de processo_____	12
4. Relação dos diferentes tipos de fluxos_____	17
5. Exemplo de layout funcional_____	18
6. Arranjo físico por produto_____	20
7. Arranjo físico posicional_____	22
8. Arranjo físico por célula_____	24
9. Processo em relação ao volume_____	26
10. Volume de materiais movimentado_____	28
11. Diagrama de relacionamento das atividades_____	28
12. Diagrama de arranjo das atividades_____	29
13. Diagrama de relações de espaço_____	29
14. Ajuste do arranjo no espaço disponível para o centro de distribuição_____	30
15. Alturas recomendadas para superfície de trabalho_____	34
16. Estimativa de comprimentos do corpo em pé_____	35
17. Largura do corredor influi na velocidade do fluxo e erros cometidos_____	36
18. Bancada com tampo de granito_____	42
19. Bancada com tampo de inox_____	43
20. Bancada com cuba para higienização_____	43
21. Prateleira no depósito_____	44
22. Fogão seis bocas_____	45
23. Misturela_____	45
24. Carrinho de transporte_____	46
25. Máquina de salgados_____	47
26. Balança de precisão_____	48
27. Máquina seladora_____	48
28. Freezer Horizontal_____	49
29. Refrigerador Vertical_____	50
30. Câmara de congelamento_____	51
31. Container de estoque_____	51
32. Coifa para Exaustão_____	52
33. Arranjo físico atual_____	53

34. Fluxograma do processo produtivo_____	57
35. Diagrama de arranjo das atividades_____	60
36. Diagrama de relação de espaço_____	61
37. Planta de reestruturação de arranjo físico_____	62
38. Detalhamento corredor central_____	65
39. Detalhamento do corredor de acesso à câmara de congelamento_____	66

LISTA DE TABELAS

1. Quantidade de colaboradores por setor_____	39
2. Inventario de Máquinas Equipamentos e mobiliário_____	54
3. Principais áreas de trabalho_____	58
4. Diagrama “de – para” _____	59
5. Total de fluxo entre processos_____	59
6. Disposição das máquinas, equipamentos e mobiliário_____	63

LISTA DE QUADROS

1. Vantagens e desvantagens do arranjo físico por processos _____	19
2. Vantagens e desvantagens do arranjo físico por produto _____	21
3. Vantagens e desvantagens do arranjo físico posicional _____	22
4. Vantagens e desvantagens do arranjo físico por célula _____	24
5. Passos do planejamento do arranjo físico _____	27
6. Áreas de trabalho principais do centro de distribuição _____	27
7. Relação de máquinas, equipamentos e mobiliário _____	41
8. Diagrama de relacionamento das atividades _____	60

LISTA DE SIGLAS

PR – Paraná.

SLP – Planejamento sistemático de layout.

MP – Matéria prima.

PA – Produto acabado.

PMP – Plano mestre de produção.

1. INTRODUÇÃO

As intensas modificações que tem ocorrido no mercado, nos faz repensar a forma como devemos tratar os processos produtivos, tendo em vista que processos mais ágeis e dinâmicos representam uma confiabilidade maior no produto final. Com a atual demanda de produtos, serviços e o dinamismo com que o mercado se comporta é fundamental a preocupação com a qualidade de seus produtos e serviços. Para que essa qualidade seja percebida pelos clientes, é imprescindível manter a qualidade do processo produtivo como um todo. Desta forma, atentar-se aos fatores que determinam o arranjo físico de uma planta fabril é de fato importante para a organização, podendo até ser uma vantagem competitiva, uma vez que um arranjo físico adequado tem influências significativas no bom desempenho das atividades do processo produtivo.

Slack et al. (2013) explica que as decisões sobre o arranjo físico da organização devem ser muito bem pensadas, devido ao alto grau de importância que a mesma possui, uma vez que se o arranjo físico estiver errado pode trazer consequências desastrosas ao fluxo de operação da organização.

Segundo Corrêa e Corrêa (2012) o objetivo primordial das decisões sobre o arranjo físico é apoiar as estratégias competitivas da operação, isso implica dizer que deve existir uma correlação entre as características do arranjo físico escolhido com as estratégias competitivas adotadas pela organização. A interação homem máquina deve ser levada em consideração no dimensionamento do posto de trabalho, uma vez que essa relação pode facilitar ou dificultar o trabalho, tornando a operação mais lenta e com maiores riscos para a saúde do trabalhador (IIDA, 2005).

Compreender a relação do trabalhador com o trabalho, juntamente com o bom entendimento dos processos desempenhados pela organização, tem fundamental importância para a elaboração deste estudo.

No decorrer deste trabalho, será apresentado um estudo de caso que aspira elaborar uma proposta de reestruturação de arranjo físico que leve em consideração as atividades da empresa alinhada com as estratégias da organização.

1.1 JUSTIFICATIVA

O arranjo físico de uma instalação produtiva é a forma como está disposto os recursos transformadores responsáveis pela operação produtiva da organização. De forma simples, definir arranjo físico é deliberar sobre como e onde alocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e recursos humanos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2008).

Segundo Corrêa e Corrêa (2012, p.399) “O Arranjo físico de uma operação é a maneira segundo a qual se encontram dispostos fisicamente os recursos que ocupam espaço dentro da instalação de uma operação.” Em um sentido mais amplo, o layout, ou arranjo físico, corresponde à alocação física dos vários elementos dentro de um espaço físico delimitado.

O estudo de reestruturação de arranjo físico será realizado em uma indústria Alimentícia situada na cidade de Maringá-PR, que está no mercado desde 1998, fabricando e distribuindo salgados congelados em todo o estado Paraná.

Atualmente a empresa passa por grande dificuldade em organizar e manter um fluxo de produção devido aos problemas com espaço físico. A reestruturação do arranjo físico tem como objetivo resolver os problemas enfrentados pela empresa, tais como: movimentação excessiva de material e pessoal; sequenciamento e fluxo das operações desordenado; espaço físico mal utilizado.

Desta forma, o estudo realizado se faz muito importante para empresa, pois o intuito do trabalho é apresentar melhorias no layout, alocando de forma coerente os recursos transformadores das operações produtivas, de modo a proporcionar benefícios para a organização como: redução do tempo gasto em operações e movimentação de materiais e pessoas, agilidade no processo produtivo, uso adequado do espaço físico disponível e melhorias na qualidade do processo e do produto. Aumentando a eficiência e eficácia do processo como um todo.

1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Neste trabalho será preparada uma proposta de reestruturação de layout da empresa, tendo como objeto de estudo o setor produtivo da mesma, abrangendo desde a entrada e matéria prima, passando por todos os recursos transformadores até o armazenamento final do produto, pronto para ser distribuído.

A maior dificuldade enfrentada hoje pela empresa é o mau aproveitamento do espaço físico, no qual não se distingue o local de produção dos demais setores existentes dentro da organização e setores de apoio das operações, tais como depósitos, estoques e área de higienização. Outro problema enfrentado pela organização é a falta de organização do fluxo de processo, em que ocorre por muitas vezes o cruzamento de fluxo de um processo com outros, dificultando a organização e movimentação no chão de fábrica.

1.3 OBJETIVOS

Neste tópico será apresentado o objetivo geral e os objetivos específicos para este trabalho.

1.3.1 Objetivo geral

Elaborar uma proposta de reestruturação de layout para uma indústria do ramo alimentício.

1.3.2 Objetivos específicos

- Mapeamento de processo;
- Analisar o layout existente;
- Propor melhoria no arranjo físico.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentada a fundamentação teórica, em que discorreremos sobre gestão de processos e operações, sistemas produtivos, arranjo físico e ergonomia. Que servirão de suporte para a tomada de decisão na elaboração da proposta de reestruturação de *layout*.

2.1 GESTÃO POR PROCESSOS E OPERAÇÕES.

Segundo Corrêa e Corrêa (2012) a gestão de operações trata-se de atividades correspondentes ao planejamento e utilização dos recursos escassos, sendo eles humanos, tecnológicos, informacionais entre outros. E também da interação desses recursos com os processos de transformações que entregam produtos e serviços.

Para Corrêa e Corrêa (2012, p.377) “o sucesso de uma empresa não depende apenas de seus recursos humanos serem adequadamente recrutados, treinados, avaliados, compensados e controlados. Depende também de como são organizados”.

Segundo Carvalho e Paladini (2006) a competitividade das empresas não está somente relacionada à ideia de gestão funcional, fundamentada na concorrência direta entre setores ou colaboradores dentro da mesma organização, em que o foco principal é o desenvolvimento pontual de determinado setor dentro da organização. Esse enfoque pode levar ao comprometimento do desenvolvimento da empresa como todo, tendo em vista que uma organização necessita que seus vários setores estejam em harmonia para apresentar bons resultados. Diferente da gestão por processos, em que os processos se relacionam entre si, desde o fornecedor, fluxo de trabalho, produtos até o cliente e suas necessidades, com foco na satisfação e nos interesses do cliente a gestão por processos visa a maior eficiência e eficácia da organização como um todo.

Para Corrêa e Corrêa (2012 apud Slack; Lewis, 2002), a estrutura organizacional de uma empresa pode ser descrita como a forma com que as tarefas, recursos e atribuições estão divididas e alocadas dentre os setores da organização, neste contexto a eficiência de uma organização está diretamente relacionada à forma com que essa estrutura foi criada.

Batalha et al. (2008) apresenta uma visão simplificada definindo gestão por operação abrangendo os seguintes papéis: Gestão de demanda, planejamento do negócio, planejamento operacional e controle da produção. A figura 1 mostra as funções organizacionais e como eles se relacionam entre si.

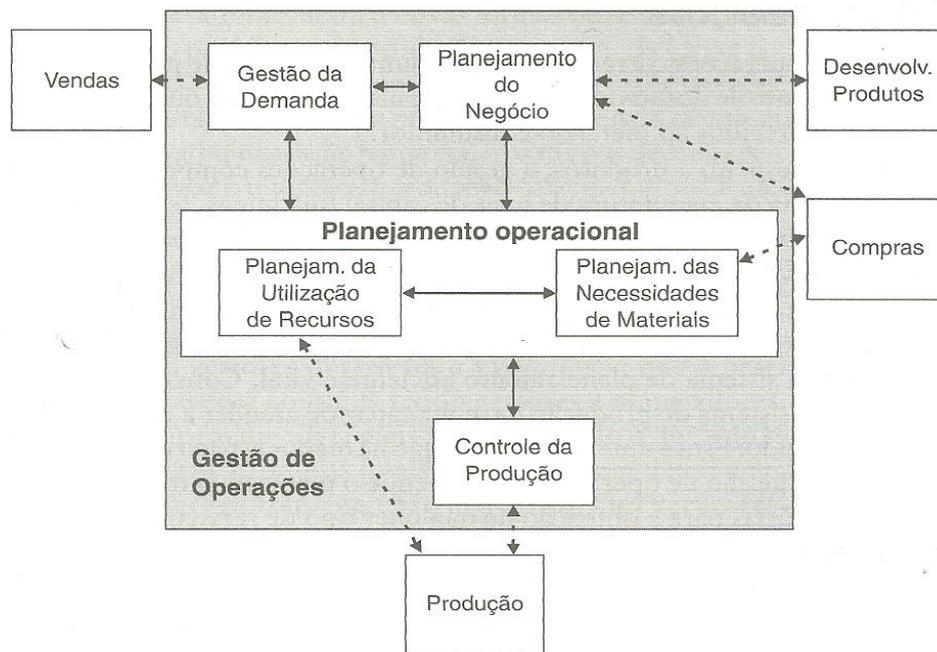


Figura 1. Funções e principais relacionamentos da gestão de operações.

Fonte: Batalha et al. (2008)

Segundo Batalha et al. (2008) a gestão de demanda assume o papel de conexão entre a produção e o mercado consumidor, a mesma está relacionada com a área comercial da organização, na maioria dos casos quem assume essa função dentro da organização é o departamento de vendas. Entre suas principais atividades, destaca-se a previsão de demanda a longo, médio e curto prazo e também a administração dos pedidos de venda. A função da gestão de demanda tem papel fundamental dentro da organização, pois é através das previsões de demanda e dos pedidos formalizados de venda, que a empresa vai saber como planejar sua produção.

Para Batalha et al. (2008), o planejamento do negócio comumente, chamado de planejamento estratégico, envolve as atividades de aceção dos recursos necessários em longo prazo, isso implica dizer que o planejamento estratégico da empresa tem como atribuição, medir e prover a partir de uma demanda prevista e das especificações técnicas do produto. Quantidade de maquinas, equipamentos, mão de obra e o espaço

físico, que são necessários para garantir as operações da empresa. Também faz parte do papel do planejamento estratégico definir quais são as peças e componentes serão executados internamente e quais serão terceirizados, seus fornecedores e o projeto de layout (alocação correta dos recursos transformadores dentro do processo) do processo produtivo. Logo podemos afirmar que o planejamento do negocio deve auxiliar a empresa em como utilizar de forma inteligente os recursos e investimentos necessários no processo produtivo.

Para Batalha et al. (2008) o planejamento operacional assume a função de planejar e controlar os recursos de produção e materiais. Em geral, ele é um planejamento de curto prazo, feito para atender as previsões de demanda imediatas ou os pedidos já formalizados por clientes. Sendo assim, o planejamento operacional é quem define como a produção vai acontecer e de que forma será produzido cada produto. Cabe ainda ao planejamento operacional, definir quando e quanto de matéria prima será comprado, o sequenciamento do processo e a manutenção dos estoques de produtos acabados e matéria prima.

Segundo Slack et al. (2013) o Plano Mestre de Produção (PMP) ou Programa Mestre de Produção (*MPS Master Production Schedule*) é um documento que mostra quais itens serão produzidos e em que quantidades, durante um período de tempo. É um programa gerado a partir da desagregação do planejamento agregado de produção, ou seja, significa que o plano agregado de uma dada família de produtos é transformado em um PMP para cada um dos itens que compõe esta família. Desta forma, o PMP é à base do planejamento da utilização da mão-de-obra e equipamentos, determinando a quantidade de materiais e capital que serão utilizados.

Segundo Batalha et al. (2008) o controle de produção é a função que compreende o processo produtivo como um todo, desde o início do processo até a entrega dos produtos. Ele é responsável por garantir que o processo se realize pela correção de falhas e anomalias do padrão estabelecido. Desta forma, o controle de produção assume o papel de avaliar e monitorar a produção, fornecendo informações para o planejamento operacional. Tais informações servem de base de dados para a verificação sobre a eficácia do planejamento e se necessário, à tomada de decisão sobre atualizar o planejamento operacional.

2.2 SISTEMAS PRODUTIVOS

Para Tubino (2007) sistema produtivo pode ser definido como a transformação de insumos (entrada) em produtos (saídas), por meio de processamento. Essas saídas podem ser produtos ou serviços.

Toda e qualquer operação tem como característica a produção de bens ou serviços, ou ate mesmo os dois, essa produção ocorre por meio de um processo de transformação, no qual usamos de recursos para processar *inputs* (entradas), mudando assim o estado ou condição de algo para criar *outputs* (saída). A figura 2 ilustra um modelo de transformação usado para descrever a natureza da produção, (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2008).

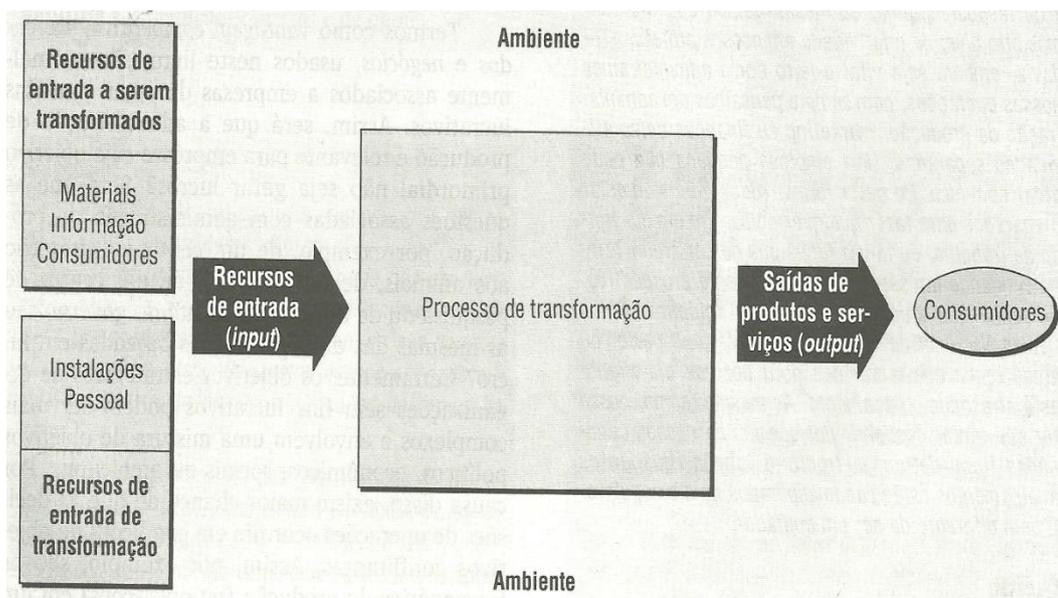


Figura 2. Processo de transformação

Fonte: Slack et al. (2008)

Segundo Slack et al. (2013, p. 9) “Todas as operações criam serviços e produtos pela transformação de *inputs* (entradas) em *outputs* (saídas), usando o processo *input – transformação – output*”.

2.2.1 Caracterização do processo produtivo

Corrêa e Corrêa (2012) apresenta uma abordagem na qual enumera alguns aspectos das unidades produtivas que se diferem umas das outras. Tais diferenças são apresentadas da seguinte maneira:

- i) **Volume de fluxo processado:** Nesta abordagem, existem processos produtivos que, por sua natureza, tem a característica de processarem grandes volumes de fluxo, como exemplo temos: Grandes fábricas, usinas sucroalcooleiras, concessionarias de transporte publico entre outros. Em contra partida, existem processos que tem por característica o atendimento a pequenos volumes de fluxo, como é o caso de costureiro de alta costura, fabricante de maquinas sob encomenda e consultórios odontológicos.
- ii) **Variedade de fluxo processado:** Nesta abordagem, existem processos produtivos que processam semente de um único tipo de fluxo, mantendo sempre o mesmo sequenciamento das etapas do processo, como exemplo: Usina de aço, linhas de metrô, fábricas de vidro plano, entre outros. Existem também processos que trabalham um uma grande variedade de fluxo, que por sua vez, exige que cada um passe por uma sequencia de etapas diferentes do processo produtivo, como exemplo: fábrica de moldes especiais, restaurante de luxo, massagista terapêutico.
- iii) **Recurso dominante:** Nesta abordagem, existem processos que tem característica de um único recurso dominante, como exemplo, temos as empresas de consultoria, cujo recurso dominante é os consultores. Dessa forma podemos dizer que o recurso humano é o recurso dominante. Outro exemplo é o caso de empresas que produzem máquinas e equipamentos, onde o recurso dominante é o tecnológico.
- iv) **Incrementos de capacidade:** Nesta abordagem, existem processos que conforme sua natureza, não tem a possibilidade de aumentar sua capacidade produtiva de forma gradual, enquanto outros possibilitam esse acréscimo da capacidade produtiva. Uma das principais problemáticas dessa abordagem são os recursos necessários para se conseguir esse aumento da capacidade,

por exemplo, empresas petrolíferas necessitam de grande investimento e muito tempo para que seja possível aumentar sua capacidade produtiva, em contra partida, empresas como escritórios conseguem aumentar sua capacidade produtiva com uma quantidade menor de recursos e em tempos menor.

- v) **Critério competitivo de vocação:** Nesta abordagem existem processos que tem grandes chances de serem mais eficazes em algum aspecto, porem com índices baixos de eficiências em outros, como é o exemplo de restaurantes de luxo, que o processo se mostra bem flexível, porem não é muito eficiente. Outro exemplo, temos restaurante do tipo bandejão, que se mostra muito eficiente, mas pouco flexível.

Já Slack et al. (2008) apresenta outra abordagem em relação à classificação dos tipos de processo produtivo, para eles a finalidade do processo de transformação está relacionada com a natureza de seus recursos transformados. Dessa forma temos os seguintes tipos de processo:

- i) **Processos de projeto:** São processos que tratam da fabricação de produtos discretos, normalmente customizados, feitos para atender uma demanda específica. Comumente, o período para a conclusão de um produto ou serviço costuma ser longo, assim como o intervalo entre um produto e outro. Uma das principais características é o baixo volume e alta variedade. Como exemplo de processo de projeto temos a construção de navios, projetos e execução na construção civil, produção de filmes entre outros. Uma particularidade desse tipo de processo é que os recursos transformadores que faz o produto, normalmente são dispostos de forma especial para cada um deles.
- ii) **Processo de *jobbing*:** Processos por *jobbing* também lida com alta variedade e baixo volume. A principal diferença entre o processo por *jobbing* e processo de projeto é que enquanto o processo de projeto tem recursos quase que exclusivamente destinados a ele, no processo de *jobbing* cada produto deve dividir os recursos de operações com diferentes outros produtos. Muito embora os produtos desse processo necessitem do mesmo tipo de atenção,

eles se diferenciam pelas suas características e necessidade específica. Como exemplo de processo por jobbing, temos: restauradores de moveis, alfaiates que trabalham por encomenda e a gráfica que imprime ingressos para um evento social.

- iii) Processo por lotes ou bateladas:** Em processos por lotes, cada vez que um processo em lotes ocorre, mais de uma unidade desse produto é fabricada, desta forma, podemos dizer que existe repetição, pelo menos enquanto o lote estiver sendo processado. O processo por lote pode ser de poucos itens de produto, neste caso o mesmo possui baixo volume, e pode não ocorrer à repetição do mesmo, ou então o processo pode ter lotes demasiadamente grandes, sendo assim, teremos um alto volume e repetitividade do processo.

- iv) Processos de produção em massa:** Processos de produção em massa são caracterizados pelo fato de produzirem bens em alto volume e com baixa variedade. Em geral os produtos de produção em massa tem alto grau de padronização e ocorre na maioria das vezes em grande escala. Esse tipo de processo pode ser facilmente notado em indústrias de produção de larga escala, como é o caso das fabricas de automóveis, que apesar de ter uma ampla linha de modelos, cores e acabamento, tem um como característica a padronização das peças, equipamentos e recursos transformadores, podendo assim ser classificada como uma produção em massa.

- v) Processos contínuos:** Os processos contínuos são muitas vezes confundidos com os processos de produção em massa, pois possuem características semelhantes, como o fato de operarem em grandes volumes e variedade baixa do mix de produto. Porém, os processos contínuos tende a atuar por um tempo muito maior do que o de produção em massa, em alguns casos ocorre o fluxo ininterrupto dos processos de transformação, como é o caso das indústrias petroquímicas, no qual o produto tem uma tecnologia pouco flexível. De modo geral os processos contínuos possuem alto grau de padronização do processo produtivo e baixa flexibilidade, sendo assim, o produto e o processo é completamente dependente um do outro. Este tipo de processo muitas das vezes necessita de um alto investimento para suas

instalações e manutenção, como é o caso das indústrias cervejeiras, química e de alimento em grande escala.

2.2.2 Projeto detalhado do processo

Segundo Slack et al. (2013) para elaborar um projeto detalhado de um processo são imprescindíveis a identificação das atividades necessárias para atender os objetivos do processo, logo deve se decidir qual o sequenciamento das atividades do processo e quem será responsável por executá-las.

Corrêa e Corrêa (2012) diz que processos são projetados com o objetivo de atender as especificações de suas operações, a fim de atender novas unidades produtivas, novos produtos, novas tecnologias e novos mercados. No entanto, estes processos a serem projetados não devem ser engessados, precisam ser repensados e melhorados à medida que não apresentam bons níveis de desempenho e resultado.

Para Slack et al. (2008) o projeto de processo e o projeto de produto devem ser tratados simultaneamente, uma vez que eles evidentemente estão inter-relacionados entre si. Desta forma, com pequenas mudanças e ajustes no projeto de produtos ou serviços podem ter melhores resultados na forma como a produção vai executá-los.

2.2.3 Análise e mapeamento de processo

Para Slack et al. (2013) o mapeamento do processo tem como objetivo descrever como as atividades relacionam-se entre si. Existem muitas técnicas que podem ser utilizadas para mapeamento de processos, no entanto a mais comum é a análise de processo. Essa técnica de análise de processo procura identificar os diferentes tipos de operações que ocorrem durante o processo e explicam o fluxo de materiais, pessoas e informações dentro da organização.

Segundo Corrêa e Corrêa (2012, p. 330) a “análise de fluxo de processos é uma ferramenta para avaliar uma operação em termos da sequência de passos desde os recursos os recursos de entrada no sistema até as saídas com objetivo de definir ou melhorar seu projeto”.

Uma das mais relevantes ferramentas para análise de processo é o fluxograma de processo. O fluxograma de processo pode ser definido como uma representação gráfica de todas as operações pela qual o produto será submetido. Essa representação gráfica do processo tem como característica a identificação visual de como as operações ocorrem, tornando o entendimento do processo mais fácil como um todo, qual o papel das partes envolvidas, os potenciais problemas a serem enfrentados e as oportunidades de melhoria, (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

De acordo com Slack et al. (2013) são utilizados símbolos para classificar os diferentes tipos de atividades dentro do processo, muito embora não exista um conjunto universal de símbolos, alguns são comumente utilizados. Os símbolos que são mais utilizados para descrever o mapeamento de processo são apresentados na figura 3.

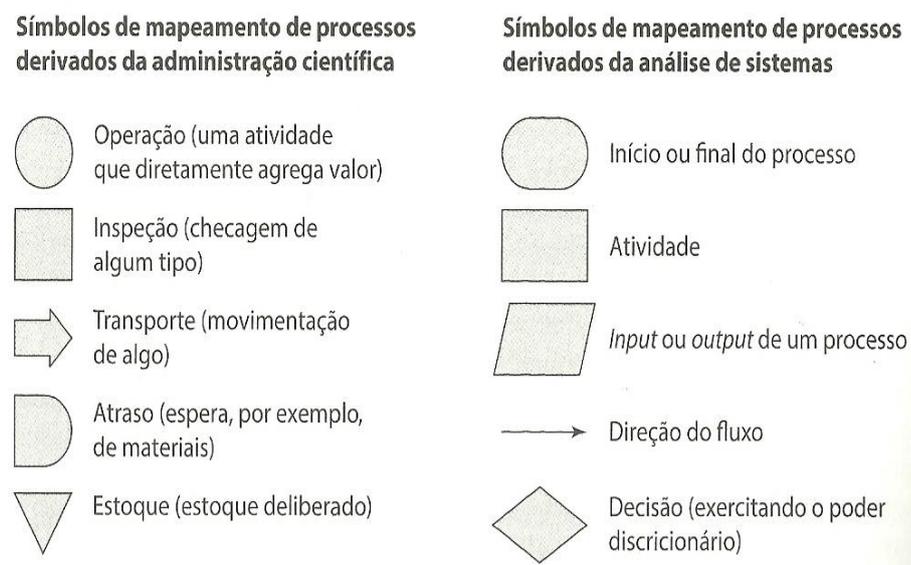


Figura 3. Símbolos comuns do mapeamento de processo

Fonte: Slack et al. (2013)

2.3 ARRANJO FÍSICO.

Para Slack et al. (2008, p. 200) “o arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com o posicionamento físico dos recursos de transformação”.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012) arranjo físico é a maneira na qual encontrar-se alocada todos os recursos que compõem o ambiente físico dentro da instalação de uma operação. Peinado e Graeml (2007 apud MOREIRA, 1998) complementam dizendo que planejar o arranjo físico implica decidir sobre a maneira como estarão dispostos os centros de trabalho dentro da organização.

Cury (2000, p.386) apresenta a seguinte definição de arranjo físico:

“Corresponde ao arranjo dos diversos postos de trabalho nos espaços existentes na organização, envolvendo, além da preocupação de melhor adaptar as pessoas ao ambiente de trabalho, segundo a natureza da atividade desempenha, a arrumação dos moveis, maquinas, equipamentos e matérias-primas.”

Para Corrêa e Corrêa (2012) o estudo de arranjo físico é de grande importância na organização dos recursos, condições de trabalho, e fluxo de pessoas, produtos e insumos. A escolha de um arranjo físico deve ser muito bem pensada, um projeto mal realizado pode ocasionar atrasos, insatisfação do cliente, não conformidade com as operações e processos decorrentes da atividade. Já um bom estudo de layout se faz capaz de melhorar o desempenho competitivo da organização, favorece a customização das operações, minimiza custos com espaço físico inadequado, equipamentos e operações que não agregam valor aos processos.

De acordo com Slack et al. (2013) as decisões sobre o arranjo físico da organização devem ser muito bem pensadas, devido ao alto grau de importância que a mesma possui, se o arranjo físico estiver errado pode trazer consequências desastrosas ao fluxo de operação da organização.

Para Corrêa e Corrêa (2012) uma boa execução das operações dentro de uma organização está relacionada ao arranjo físico utilizado pela mesma, isso implica dizer que o arranjo físico da organização deve estar em conformidade com as estratégias definidas pela organização referentes à sua operação e processo. É evidente também que o arranjo físico inadequado dentro de uma organização pode afetar a eficiência das operações, por sua vez um projeto de arranjo físico adequado traz benefícios para a boa condição de trabalho e operação da organização, eliminando atividades que não

agregam valor e maximizando as operações que de fato são necessárias para o bom funcionamento da organização ou setor na qual estão alocadas.

De acordo com Slack et al. (2013) os objetivos de qualquer arranjo físico estão ligados aos objetivos estratégicos das operações e a natureza delas, entretanto existem alguns objetivos gerais que são relevantes a todas as operações, bem como:

- I. **Segurança inerente.** Todos os processos que podem apresentar perigo tanto para mão de obra quanto para clientes, devem ter acesso liberado somente a pessoal autorizado.
- II. **Extensão do fluxo.** O fluxo de materiais, informações ou clientes deve estar apropriado à operação.
- III. **Clareza de fluxo.** Todo fluxo de materiais e clientes deve ser sinalizado de forma clara evidente para funcionários e clientes.
- IV. **Conforto para os funcionários.** Os funcionários devem ser localizados longe das partes barulhentas ou desagradáveis da operação.
- V. **Coordenação gerencial.** Supervisão e comunicação devem ser facilitadas pela localização dos funcionários e dispositivos de comunicação.
- VI. **Acessibilidade.** Todas as máquinas, instalações e equipamentos devem apresentar um nível de acessibilidade suficiente para limpeza e manutenção adequadas.
- VII. **Uso do espaço.** Todos os arranjos físicos devem permitir uso adequado do espaço disponível da operação.
- VIII. **Flexibilidade em longo prazo.** Os arranjos físicos precisam ser alterados periodicamente. Um bom arranjo físico terá sido concebido com possíveis necessidades futuras da operação em mente.

(SLACK; JONES; JOHNSTON, 2013, p.117-118).

Já para Peinado e Graef (2007) o arranjo físico define como a empresa vai operar. O layout, como também é conhecido, é a parte mais visível de qualquer organização. Segundo o autor, o arranjo deve, sobretudo, propor bem estar a quem nele trabalha. Hoje em dia é comum que arquitetos e decoradores participem da elaboração

dos arranjos físicos industriais, uma vez que a demanda por conforto e bem estar, está diretamente associada ao ambiente de trabalho.

Segundo Cury (2000) os principais procedimentos adotados para reestruturação de layout são: estudo do local, estudos das divisões e equipamentos e estudo do ambiente. Para isso é preciso o levantamento da estrutura existente, definição de qual a mudança desejada, quais operações serão executadas e quais deixaram de ser e qual o objetivo que se deseja alcançar com a reestruturação.

Corrêa e Corrêa (2012) as deliberações sobre como o arranjo físico deve ser feito não são exclusivas da fase de projeto, devido à importância do arranjo físico adequado, as decisões sobre ele devem ser repensadas durante a sua utilização, uma vez que está associada ao dinamismo das operações e mudanças de estratégias da organização, assim, se faz necessário repensar o arranjo físico sempre que:

- A. Um novo recurso consumidor de espaço é acrescentado ou retirado ou se decide pela modificação de sua localização;
 - B. Há uma expansão ou redução de área de instalação;
 - C. Ocorre uma mudança relevante de procedimentos ou de fluxos físicos;
 - D. Ocorre uma mudança substancial dos *mix* relativos de produtos que afetem substancialmente os fluxos;
 - E. Ocorre uma mudança substancial na estratégia competitiva da operação (por exemplo, a operação enfatizando menos a produção de produtos com custo baixo, passando a enfatizar customização).
- (CorreA, H. Correa, C 2012, p. 399).

2.3.1 Tipos de arranjos físicos.

Para Corrêa e Corrêa (2012, p. 400) “há, basicamente, três tipos básicos de arranjo físico que tem características bastante específicas e apresentam diferentes potenciais de contribuir e até alavancarem diferentes desempenhos em distintos critérios de desempenho”. São os chamados arranjos clássicos:

- Arranjo por processo;
- Arranjo por produto;
- Arranjo posicional.

Em contra partida Slack et al. (2008) afirmam que existem quatro tipos básicos de arranjo. O tipo de arranjo físico é a forma geral do arranjo de recursos produtivos da operação. Sendo eles definidos como:

- Arranjo físico Posicional;
- Arranjo Físico por processo;
- Arranjo físico celular;
- Arranjo físico por produto.

Para Slack et al. (2008) o tipo de arranjo físico tem relação direta com o tipo de processo que nele ocorre, conforme a figura 4 mostra como está relacionado os diferentes tipos de arranjos com o tipo de processo.

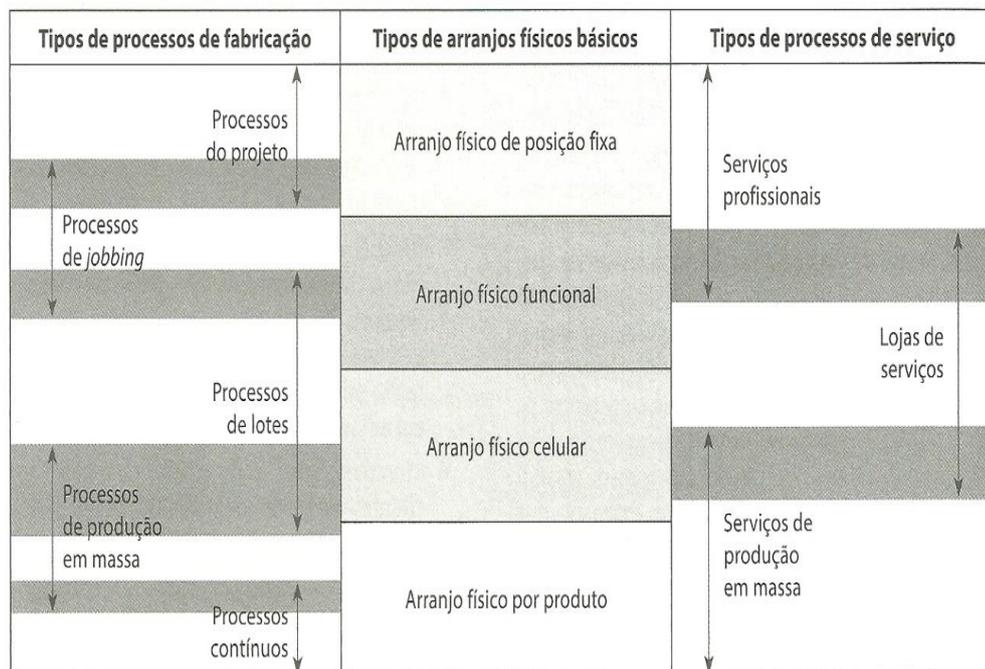


Figura 4. Relação dos diferentes tipos de processo

Fonte: Slack et al. (2013)

Para este trabalho apresentaremos os tipos de processos de fabricação e os diferentes tipos básicos de arranjo físico. Os tipos de processos de serviços não serão apresentados, pois não abrange o objetivo geral deste estudo.

2.3.1.1 Arranjo físico por processo.

Segundo Slack et al. (2013) o arranjo físico por processo tem como característica principal, o agrupamento de recursos ou processos similares. Isso significa na prática que os produtos e informações que compõem o processo, percorrerão a planta fabril de processo em processo, de acordo com a natureza de suas operações.

O arranjo físico por processo ou funcional, como também é conhecido, tem como principal característica a alocação dos recursos e equipamentos de forma organizada e setorial, no qual os recursos que apresentam a mesma função ou processo estão agrupados próximos um do outro. Exemplificando, em um arranjo físico de uma planta fabril, que possui como equipamento de um dos seus processos o torno, o mesmo se encontra no setor de tornearia e está alocado de forma a satisfazer as peculiaridades das operações na qual pertence o processo. Já as furadeiras, estão agrupadas em outro setor, setor de furadeiras, e assim por diante. Esse tipo arranjo físico é em geral muito utilizado quando a uma variação substancial dos fluxos que ocorrem nos setores da organização, o grande desafio da implantação desse tipo de layout é conseguir alocar os recursos necessários para satisfazer todas as operações, dentro da área definida em cada setor e diminuir a distância dos setores que possuem um fluxo maior entre si, (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Slack et al. (2008, p. 203) apresenta a seguinte definição de arranjo físico por processo. “O arranjo físico por processo é assim chamado porque as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo na operação dominam a decisão sobre o arranjo físico”. Para Peinado e Graeml (2007) o arranjo físico por processo agrupa, em um mesmo local (setor), todos os processos e equipamentos de mesma natureza e com a mesma função. Como exemplo de organizações que utilizam desse tipo de arranjo físico, temos hospitais, serviços, serviços de confecção de ferramentaria lojas varejistas, supermercados, industrial metal mecânica. A figura 5 mostra um exemplo arranjo físico funcional de uma biblioteca.

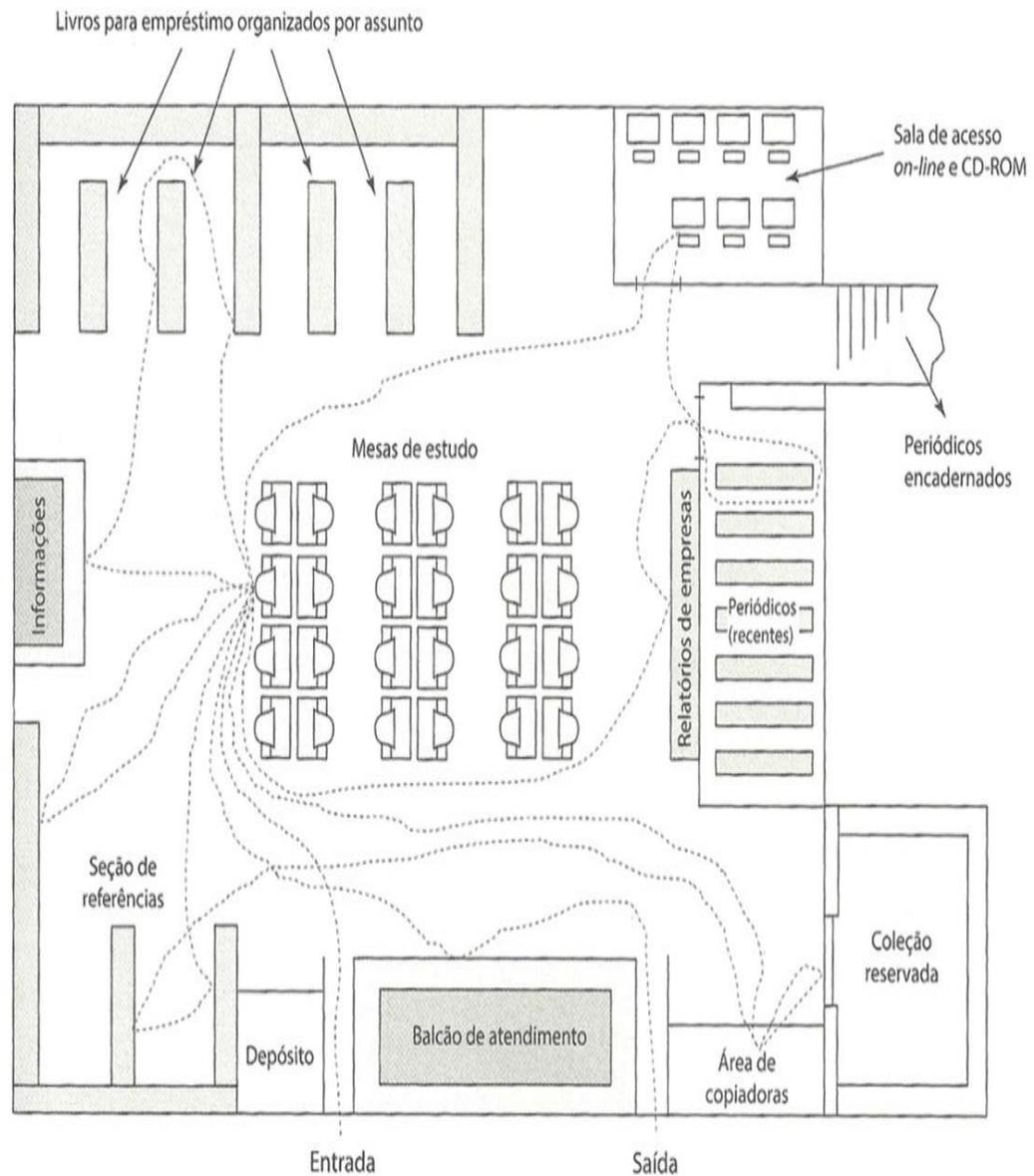


Figura 5. Exemplo de layout funcional, biblioteca.

Fonte: Slack et al. (2013)

Para Peinado e Graeml (2007), todo arranjo físico possui vantagens e desvantagens, isso varia de acordo com o tipo de produto que se pretende produzir. O quadro 1 mostra as vantagens e desvantagens desse tipo de arranjo físico.

Quadro 1. Vantagens e desvantagens do arranjo físico por processos.

Vantagens	Desvantagens
Grande flexibilidade para atender a mudanças de mercado.	Apresenta um fluxo longo dentro da fábrica.
Atende a produtos diversificados em quantidades variáveis ao mesmo tempo:	Diluição menor de custo fixo em função de menor expectativa de produção.
Menor investimento para instalação do parque industrial,	Dificuldade de balanceamento.
Maior margem do produto	Exige mão-de-obra qualificada.
	Maior necessidade de preparo e <i>setup</i> de máquinas.

Fonte: Adaptado Peinado e Graeml (2007)

2.3.1.2 Arranjo físico por produto.

Segundo Corrêa e Corrêa (2012, p. 404) “Chama-se por produto, porque a lógica usada para arranjar a posição relativa dos recursos é a sequencia de etapas do processo de agregação de valor.” Pode se dizer então que nesse tipo de layout o processo de produção é de forma contínua.

[...] os equipamentos são dispostos ao longo de uma linha, segundo a sequência das operações, levando o material ou a matéria prima, partindo de uma extremidade, a se movimentar lentamente ao longo desses equipamentos, sendo trabalhando sucessivamente até a ultimação do produto, na outra extremidade da linha, segundo Cury (2000, p. 395).

Para Slack et al. (2008) o arranjo físico por produto dispõem os recursos transformadores em função dos recursos transformados. Desta forma cada item do processo percorre o chão de fábrica de acordo com a série de atividades do processo requerido. Segundo Peinado e Graeml (2007) neste tipo de arranjo os recursos estão dispostos de acordo com a sua sequência de operação, evitando caminhos alternativos. Assim o produto percorre um caminho dentro do chão de fábrica previamente determinado, esse tipo de arranjo permite ter um fluxo rápido na fabricação. A figura 6 mostra um exemplo de arranjo físico por produto.

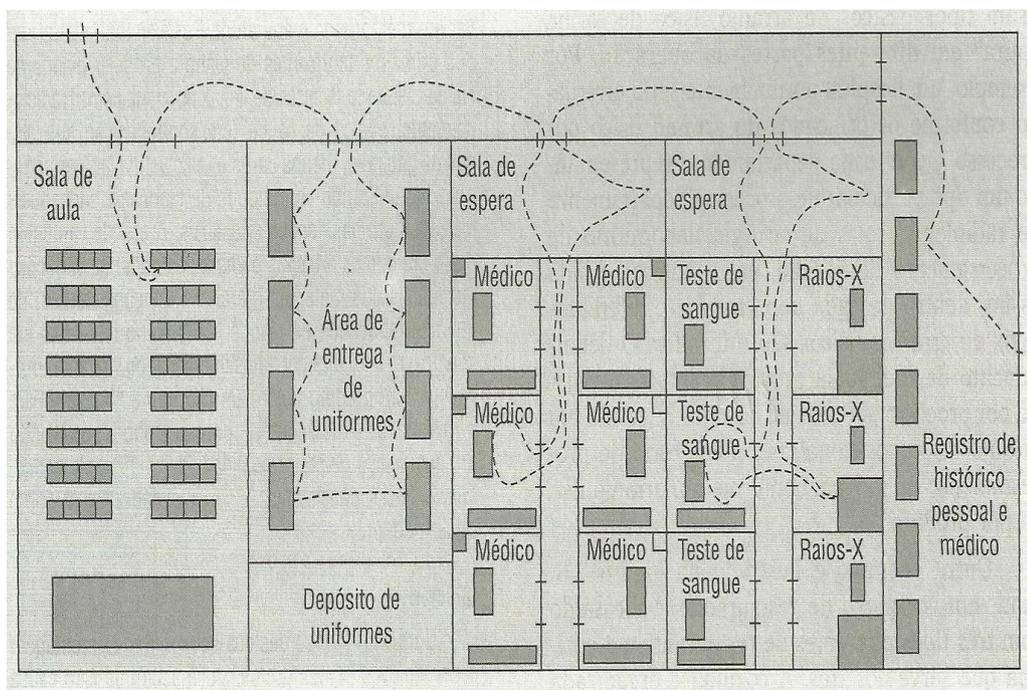


Figura 6. Arranjo físico por produto

Fonte: Slack et al. (2013)

O arranjo físico por produto se apresenta viável quando a empresa processa grande fluxos de um, ou poucos produtos, que tem características similares em seu processo, e oferecem conexão entre as diferentes etapas de um processo agregador de valor, essa conexão é facilmente encontrada em linhas de montagem. Exemplos desse tipo de arranjo são facilmente visíveis em: linhas de montagem de veículos, aparelhos eletrônicos, impressoras, televisores, papéis, são inúmeros os exemplos desse tipo de arranjo, (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Quadro 2. Vantagens e desvantagens do arranjo físico por produto.

Vantagens	Desvantagens
Possibilidade de produção em massa com grande produtividade.	Alto investimento em máquinas.
Carga de máquina e consumo de material constante ao longo da linha de produção.	Costuma gerar tédio nos operadores.
Controle de produtividade mais fácil.	Falta de flexibilidade da própria linha.
	Fragilidade a paralisações e subordinação aos gargalos.

Fonte: Adaptado Peinado e Graeml (2007)

2.3.1.3 Arranjo posicional.

O arranjo físico posicional se caracteriza pelo objeto, material ou pessoa, a ser processado ficar parado em relação ao processo, isso significa dizer, que, o produto final não se movimenta e fica a cargo dos operadores o deslocamento até o produto e a movimentação dos recursos necessários para a produção do produto (CURY, 2000).

Para Slack et al. (2013) o arranjo físico posicional, ou de posição fixa, como também é conhecido, tem como característica a movimentação dos recursos transformadores até os recursos transformados. O motivo para o arranjo físico ser dessa maneira, é que o produto é demasiadamente grande, ou possui alguma limitação, não podendo percorrer o processo produtivo como nos outros tipos de arranjo físico, logo os componentes, materiais, informações e clientes tem de se deslocar até o local onde ocorrem as operações.

Segundo Corrêa e Corrêa (2012) este tipo de arranjo físico, geralmente apresenta baixa eficiência, isso se dá pela dificuldade que se têm, em manusear o produto. As empresas que possuem operações que necessitam deste tipo de arranjo físico acabam terceirizando etapas do processo de agregação de valor a empresas especializadas, a fim de reduzir o custo do processo e diminuir o tempo de produção. Em geral essas empresas trabalham em sua maioria com produtos únicos e exclusivos, ou com produção em pequenas quantidades. A Figura 7 mostra um exemplo de arranjo físico posicional.



Figura 7. Exemplo de arranjo físico posicional

Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/1228014>

Quadro 3. Vantagens e desvantagens do arranjo físico posicional.

Vantagens	Desvantagens
Não há movimentação do produto.	Complexidade na supervisão e controle de mão-de-obra, de matérias primas, ferramentas etc.
Quando se tratar de um projeto de montagem ou construção, como por exemplo, a construção de uma ponte ou a fabricação de um navio, é possível utilizar técnicas de programação e controle.	Necessidade de áreas externas próximas à produção para sub-montagens guarda de materiais e ferramentas. Muitas vezes, é necessário construir abrigos para os funcionários, da construção civil.
Existe a possibilidade de terceirização de todo o projeto, ou de parte dele, em prazos devidamente fixados.	Produção em pequena escala e com baixo grau de padronização.

Fonte: Adaptado Peinado e Graeml (2007)

2.3.1.4 Arranjo físico por célula.

Para Slack et al. (2008) o arranjo físico por célula é aquele em que os recursos transformados passam por uma pré-seleção antes de entrar no processo produtivo, para só então movimentar-se para uma parte específica da produção onde os recursos transformadores necessários se encontram. Neste tipo de arranjo físico por célula, temos a possibilidade de, dentro da célula de produção, elaborar um layout por processo ou por produto, de acordo com as especificações do processo.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012) o arranjo físico por célula, tem como finalidade aumentar a eficiência do processo. Deste modo, ele busca unificar a vantagem do arranjo físico por processo com as vantagens do arranjo físico por produto.

Para Peinado e Graeml (2007, p. 225). “O material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários, porém o deslocamento ocorre em linha. Alguns gerentes de produção se referem ao arranjo celular como mini linhas de produção”.

A figura 8 ilustra um exemplo de arranjo celular de um processo produtivo. Já o quadro 4 apresenta as vantagens e desvantagens desse tipo de arranjo físico.

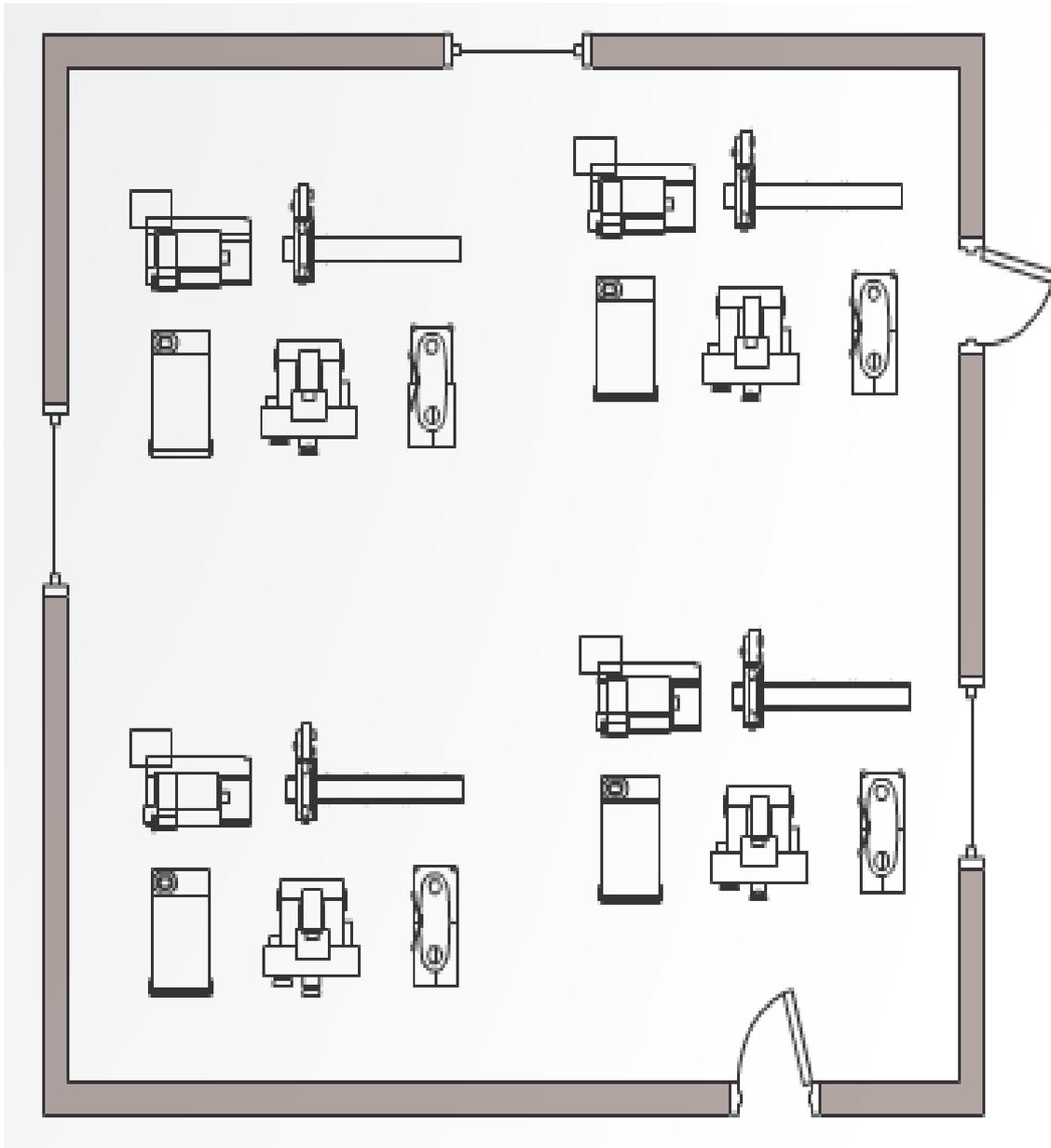


Figura 8. Arranjo físico por células.

Fonte: Corrêa e Corrêa (2012)

Quadro 4. Vantagens e desvantagens do arranjo físico por célula.

Vantagens	Desvantagens
Aumento da flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto.	Específico para uma família de produtos.
Diminuição do transporte de material.	Dificuldade em elaborar o arranjo.
Diminuição dos estoques.	
Maior satisfação no trabalho.	

Fonte: Adaptado Peinado e Graeml (2007)

2.3.2 Projeto e escolha de arranjo físico

De acordo Slack et al. (2008) para que se possa elaborar um arranjo físico, primeiro deve-se decidir que tipo de arranjo escolher. Isso significa que, para projetar uma planta fabril tem de conhecer sua natureza, características e objetivos. Feito isso, o próximo passo é decidir o projeto detalhado do arranjo.

Segundo Corrêa e Corrêa (2012, p. 399) “Um bom projeto de arranjo físico pode visar tanto eliminar atividades que não agregam valor, como enfatizar atividades que agregam”. Para Slack et al. (2013) a decisão de qual tipo de arranjo físico escolher está relacionada com as vantagens e desvantagens de cada tipo de arranjo físico. Entretanto as características das operações tem relevante importância na decisão do tipo de arranjo físico.

Slack et al. (2008) diz que um projeto de arranjo físico de entregar as seguintes informações:

- Localização física de todas as instalações, equipamentos, máquinas e recursos humanos que constituem o processo;
- O espaço a ser alocado em cada setor de trabalho;
- As tarefas que serão executas em cada centro de trabalho.

De acordo com Slack et al. (2008) a decisão de qual tipo de arranjo físico adotar está relacionada às características de volume e variedade de operação. No entanto afirma que o tipo de operação influencia diretamente na escolha do tipo de arranjo físico. A figura 9 mostra a posição do processo em relação ao volume processado.

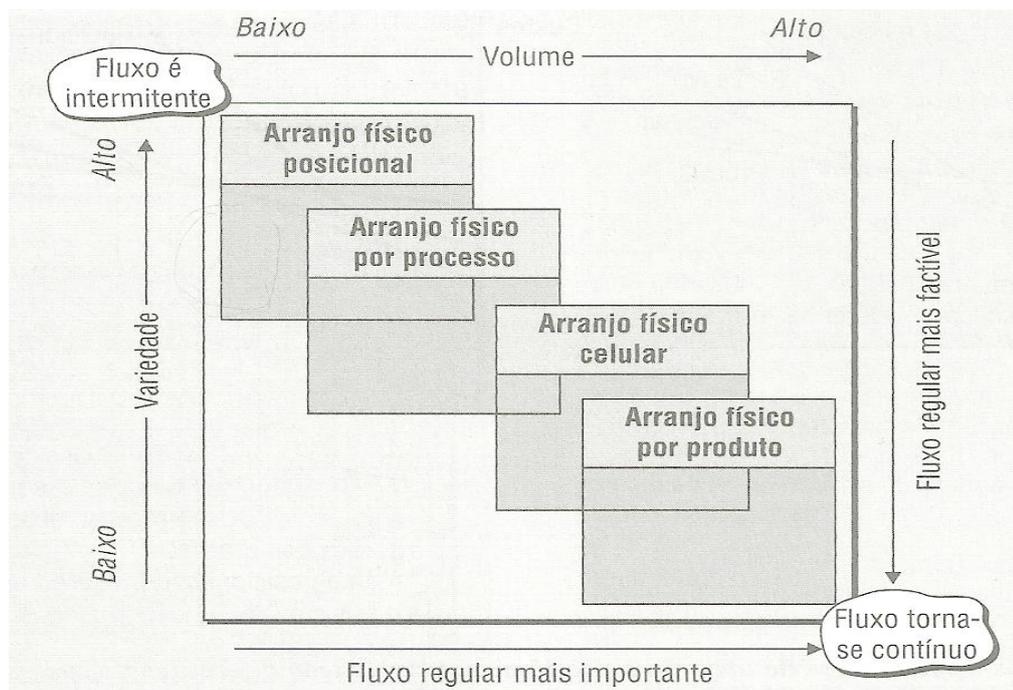


Figura 9. Posição do processo em relação ao volume.

Fonte: Slack et al. (2008)

2.3.3 Planejamento sistemático de layout (SLP)

Nos anos 50, MUTHER (1961) propôs um método para elaboração projeto de layout funcional que se tornou bastante popular, chamado método, Systematic Planning Layout SLP, (Sistemática de Planejamento de Layout), (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Ainda segundo o autor, o método SLP, não contempla tendências modernas, como o arranjo físico celular, porém, é muito útil em determinadas situações, como por exemplo, quando se desejar desenhar um layout que contemple operações que processam clientes.

Para Corrêa e Corrêa (2012) o desenvolvimento do SLP ocorre em cinco passos, conforme mostra o Quadro 5.:

Quadro 5. Passos de planejamento de arranjo físico.

Passo	Descrição	Ferramenta de apoio
Primeiro passo.	Análise de fluxos de produtos ou recursos.	Diagrama de fluxo ou de-para.
Segundo passo.	Identificação e inclusão de fatores qualitativos.	Diagrama de racionamento de atividades
Terceiro passo.	Avaliação dos dados e arranjo de áreas de trabalho.	Diagrama de Relação de espaço
Quarto passo	Determinação do plano de arranjo de espaço	Diagrama de relação de espaço.
Quinto passo	Ajuste do Arranjo no espaço disponível.	Planta do local.

Fonte: Adaptado Corrêa e Corrêa (2012)

Corrêa e Corrêa (2012) ainda nos trás o sequenciamento desses passos com uma abordagem de um exemplo pratico, na qual usa o passo a passo mostrado no quadro 5 para a definição de um arranjo físico de um centro de distribuição. Este exemplo tem a problemática na qual, cinco atividades devem ser alocadas em determinado espaço físico, cada uma das atividades tem requisitos de espaço conforme mostra o quadro 6.

Quadro 6. Áreas de trabalho principais do centro de distribuição.

Atividade	Espaço requerido (m²)
Programação de materiais	100
Embalagem	150
Supervisor de materiais	50
Recebimento e despacho	300
Armazém	600

Fonte: Adaptado Corrêa e Corrêa (2012)

Segundo Corrêa e Corrêa (2012), em seu exemplo praticam apresenta:

Primeiro passo – diagrama de fluxo ou carta de para. Neste passo, os fluxos de materiais de e para os vários departamentos são plotados em diagrama de – para. Conforme mostra a figura 10a, já na figura 10b, temos o calculo dos totais de fluxo em ambas as direções.

A partir de então, com base nos fluxos, se estabelece as prioridades para proximidade dos departamentos, levando em conta os critérios de Muther (1961). Apresentado da seguinte forma:

- A – Proximidade absolutamente necessária, valor 4;
- E – Proximidade especialmente necessária, valor 3;
- I – Proximidade importante, valor 2;
- O – Proximidade regular, valor 1;
- U – Proximidade não importante, valor 0;
- X – Proximidade indesejável, valor 1.

a. Diagrama de - para						
De	Para	Embalagem	Recebimento/ despacho	Armazém	Totais	
Embalagem		0	400	0	400	
Recebimento/despacho		0	0	2.000	2.000	
Armazém		400	1.600	0	2.000	
Totais		400	2.000	2.000		

b. Total de fluxo entre		
Pares de setores	Fluxo	Prioridade de proximidade
Embalagem e recebimento/despacho	400	E
Embalagem e armazém	400	E
Armazém e recebimento/despacho	3.600	A

Figura 10. Volume de materiais movimentados.

Fonte: Corrêa e Corrêa (2012).

Para Corrêa e Corrêa (2012) a próxima etapa é análise dos fatores qualitativos. **Segundo passo** – Análise e inclusão de fatores qualitativos. Leva em conta uma avaliação de prioridades entre os setores, isso ocorre utilizando um diagrama de relacionamento de atividades, conforme mostra a figura 11.

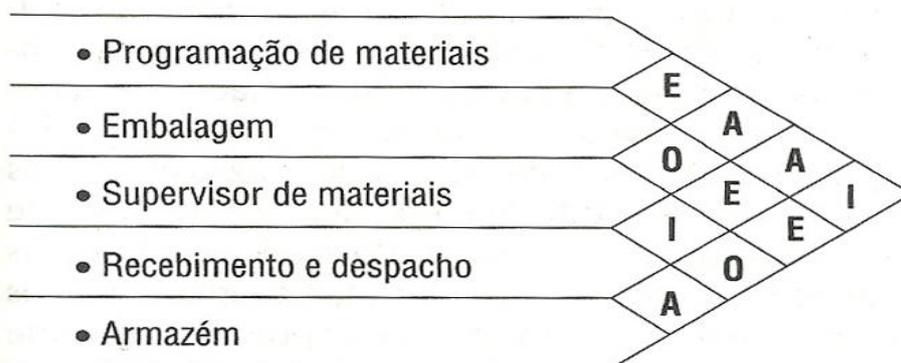


Figura 11. Diagrama de relacionamento das atividades.

Fonte: Corrêa e Corrêa (2012).

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012).

Terceiro passo – Avaliação dos dados e arranjo das áreas de trabalho. Nesta etapa, é elaborado um diagrama de arranjo das atividades, isto é, graficamente, representa-se a relação entre os setores com uma linha de ligação entre um setor e outro, está ligação segue a logica do critério de Muther, ou seja. Uma ligação feita entre um setor e outro através de uma linha, implica em uma relação de proximidade de valor 1, duas linhas, proximidade de valor 2, e assim por diante. A figura 12 mostra como ocorre essa ligação para o exemplo demonstrado.

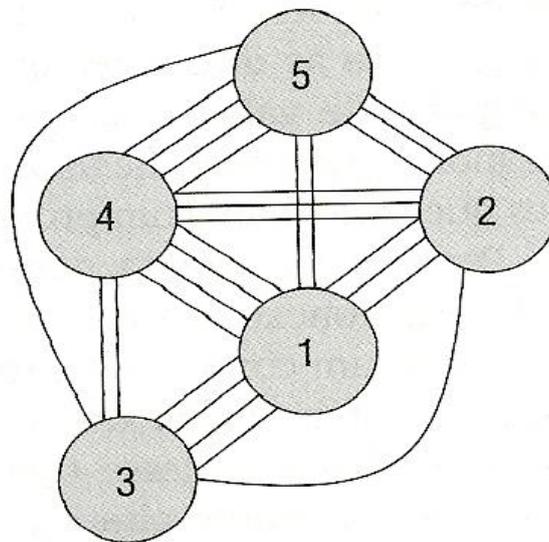


Figura 12. Diagrama de arranjo de atividades.

Fonte: Corrêa e Corrêa (2012).

Para Corrêa e Corrêa (2012) o **quarto passo** – Determinação de um plano de arranjo de espaços. Este passo é muito semelhante ao passo anterior, com a diferença, que, agora é plotado as áreas juntamente com o diagrama, este diagrama deve manter uma proporção entre os setores conforme área necessária para cada setor. A figura 13 mostra está representação.

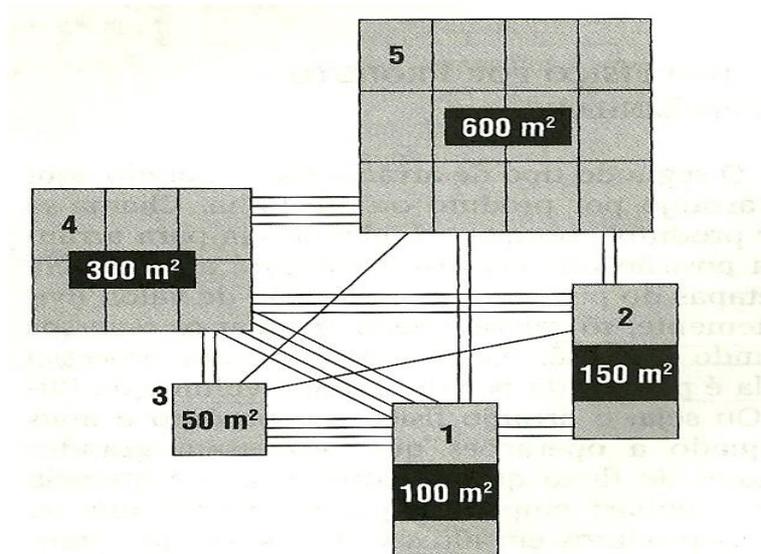


Figura 13. Diagrama de relações de espaço.
Fonte: Corrêa e Corrêa (2012).

Conforme Corrêa e Corrêa (2012) a última etapa do SLP, o **quinto passo** – Ajuste do Arranjo no espaço disponível. A partir das análises anteriores, tenta-se alocar da melhor maneira possível os setores, respeitando suas áreas e prioridades de proximidade, na área disponível, conforme mostra a figura 14.

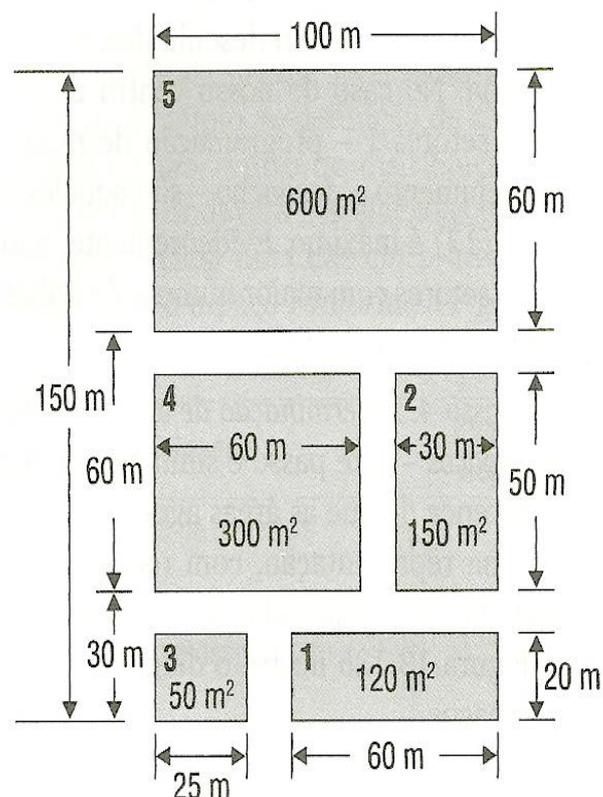


Figura 14. Ajuste do arranjo no espaço disponível para o centro de distribuição.
Fonte: Corrêa e Corrêa (2012).

2.4 ERGONOMIA

Para Iida (2005) a ergonomia é a área de estudo que trata da relação de trabalho ao homem, sendo esse compreendido de uma forma ampla como toda a interação do homem com a atividade produtiva, ou seja, isso envolve o ambiente físico em que se encontram os aspectos organizacionais da atividade produtiva bem como a relação homem e máquina. Desta forma, a ergonomia tem uma visão abrangente das atividades de planejamento, projeto e execução, que podem ocorrer antes do trabalho ser realizado, ou durante a execução do trabalho.

Para Falzon (2007) a ergonomia é definida como a transformação, adaptação e concepção das situações e dispositivos que compõem o ambiente de trabalho, esta transformação são relativas ao conhecimento científicos do homem.

De acordo com Barnes (1977) os estudos em ergonomia deram inicio durante a segunda guerra mundial, onde profissionais de diversas áreas, tais como: engenheiros, fisiólogos e psicólogos, altamente capacitados, trabalharam para resolver problemas de operações militares que envolvem a relação homem-máquina.

Falzon (2007) afirma que existe um duplo objetivo na ergonomia. De um lado temos o objetivo focado nas organizações e no seu desempenho. Que pode ser observada sobre o ponto de vista da eficiência, produtividade, confiabilidade, qualidade e durabilidade. De outro lado temos o foco centrado nas pessoas, que está de relacionado a outros aspectos, tais como a segurança, saúde, conforto, facilidade de uso, satisfação, interesse do trabalho e prazer no trabalho.

Para Peinado e Graeml (2007) o objetivo da ergonomia é e reduzir os efeitos nocivos do trabalho, a fadiga, estresse, erros e acidentes de trabalho, melhorando a satisfação e saúde do trabalhador, de tal maneira o estudo ergonômico tem fundamental importância nos fatores quem influem o desempenho das atividades de um processo produtivo.

Segundo Corrêa e Corrêa (2012) o trabalho deve sempre ajustar-se ao homem, de toda a forma admissível, sempre levando em consideração suas características e limitações referentes à anatomia, fisiologia e psicologia do indivíduo.

De forma geral, o estudo ergonômico inicia-se com a caracterização do trabalho, suas atividades essenciais e peculiaridades. Para só então projetar a forma de trabalho, visando preservar a saúde do trabalhador e o bom proveito das atividades do processo produtivo. Sendo assim, a adaptação sempre ocorre do trabalho para o homem. (IIDA, 2005).

De acordo com Iida (2005) comumente os ergonomistas que realizam as atividades de planejamento, projeto e avaliação de postos de trabalho, produtos e ambientes, trabalham em domínios especializados, abordando características específicas, tais como:

2.4.1 Ergonomia física

De acordo com Iida (2005) trata das características físicas e anatômicas do ser humano, antropometria, fisiologia e biomecânica, neste campo de estudo os tópicos relevantes incluem a postura de trabalho, manuseio movimentação de matérias, movimentos repetitivos e outros distúrbios físicos relacionados ao trabalho.

2.4.2 Ergonomia Cognitiva

De acordo com Iida (2005) a ergonomia cognitiva está relacionada com um conjunto de processos mentais específicos, entre eles a percepção, atenção, cognição, controle motor e armazenamento e recuperação de memória. A ergonomia cognitiva aspira analisar a relação que esses processos têm na interação do ser humano e outros elementos dentro de um sistema produtivo. Algumas áreas específicas são: carga mental de trabalho, vigilância, tomada de decisão, execução de atividades, erro humano, interação humano-maquina e treinamento.

2.4.3 Ergonomia organizacional

Segundo Iida (2005), a ergonomia organizacional almeja a melhoria dos sistemas existentes na organização, incluindo a estrutura, as políticas e processos da organização. Algumas das áreas específicas são: trabalho em turnos, programação de trabalho, satisfação no trabalho, teoria motivacional, supervisão, trabalha em equipe, trabalho à distância e ética.

2.4.4 Dimensionamento do posto de trabalho

Segundo Iida (2005) o dimensionamento correto do posto de trabalho é fundamental para o bom desempenho do colaborador que ocupara o posto de trabalho. É natural que um indivíduo passe horas de seu dia trabalhando em pé ou sentado, um mau dimensionamento do posto de trabalho para esse individuo, pode submetê-lo a desconforto e sofrimento por muito tempo.

Para Iida (2005) o posto de trabalho deve ser dimensionado de tal forma, que, a maioria dos indivíduos atuante no posto de trabalho esteja confortável. Para garantir que o dimensionamento abranja o maior numero de colaboradores é fundamental que fatores como: Postura do corpo, movimentos corporais, alcance dos movimentos, dimensões de maquinas e equipamentos sejam levados em consideração. De maneira geral, as mais importantes dimensões para a adaptação do posto de trabalho aos seus usuários são:

- Altura da superfície de trabalho;
- Alcance normal e máximo das mãos;
- Espaço para movimentação;
- Dimensionamento de folgas.

2.4.4.1 Altura da superfície de trabalho

Segundo Iida (2005) a altura ideal para a superfície de trabalho, fica na altura dos cotovelos, para trabalhos leves, essas superfícies pode ser rebaixada em 5 cm, e em

até 25 cm para trabalhos pesados. A Figura 15 mostra a relação de alturas recomendadas para a superfície de trabalho.

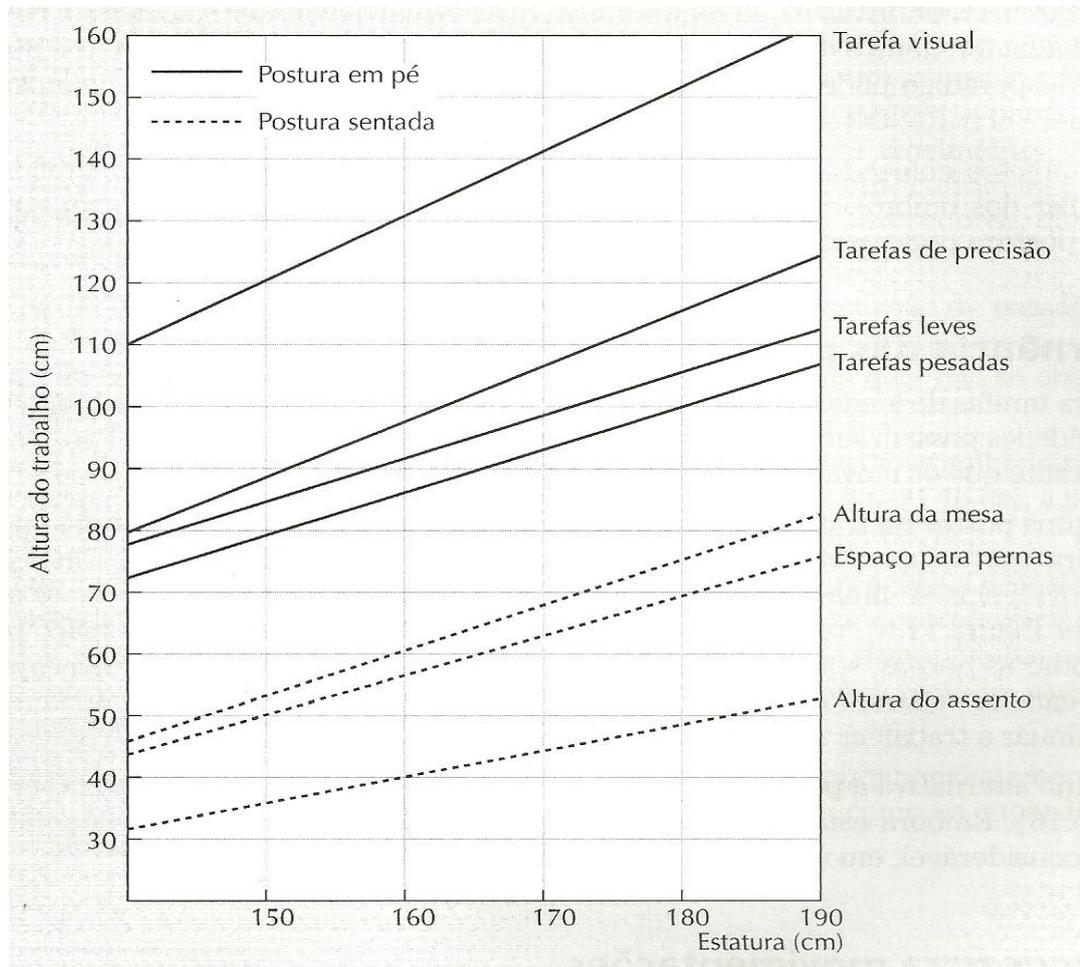


Figura 15. Alturas recomendadas para superfície de trabalho

Fonte: Iida (2005)

2.4.4.2 Alcance

Para Iida (2005) O alcance máximo das mãos para condições de trabalho confortável, pode ser traçado com os braços estendidos, sem flexionar o dorso. Muito embora o alcance real seja maior quando se inclina o corpo para frente, essa postura não é recomendada para o trabalhador..

Iida (2005) afirma ainda que. Tarefas que demandam de atenção visual devem ser alocadas à frente do indivíduo e dentro da área normal de trabalho. Logo, as tarefas corriqueiras podem ser situadas dentro da área de alcance máximo do indivíduo, nunca

fora deste traçado. Os objetos colocados fora da área de alcance máximo exige maior esforço muscular do trabalhador, podendo causar alguma lesão ou desconforto.

2.4.4.3 Espaço para movimentações

Segundo Iida (2005) um posto de trabalho com espaço restrito, em geral, exige uma movimentação mais precisa do colaborador, que tente a causar mais estresse no colaborador e aumentam as chances de erro. A figura 17 mostra a relação da largura do corredor com a velocidade do fluxo e as chances de erro. Logo, o dimensionamento do posto de trabalho deve um espaço lateral para movimentação corporal, recomenda-se deixar um espaço livre de 5 cm de cada lado na altura da cintura e de 10 cm para cada lado na altura dos ombros, essas tolerâncias devem ser acrescidas as medidas antropométricas ilustradas na figura 16.

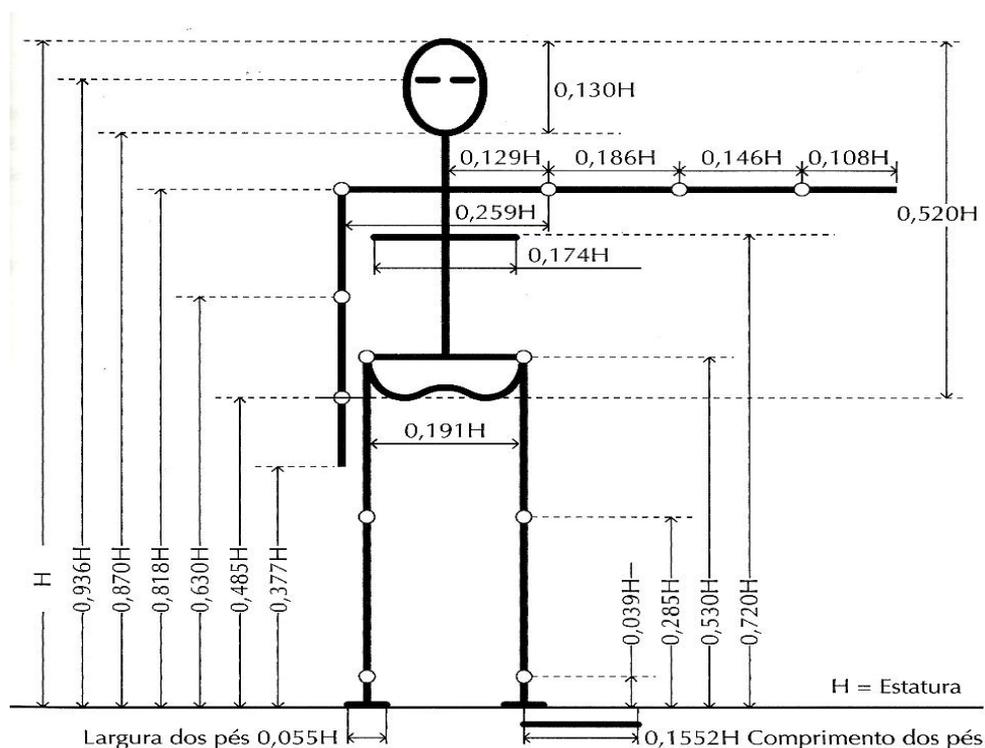


Figura 16. Estimativas de comprimentos de partes do corpo em pé.

Fonte: Iida (2005)

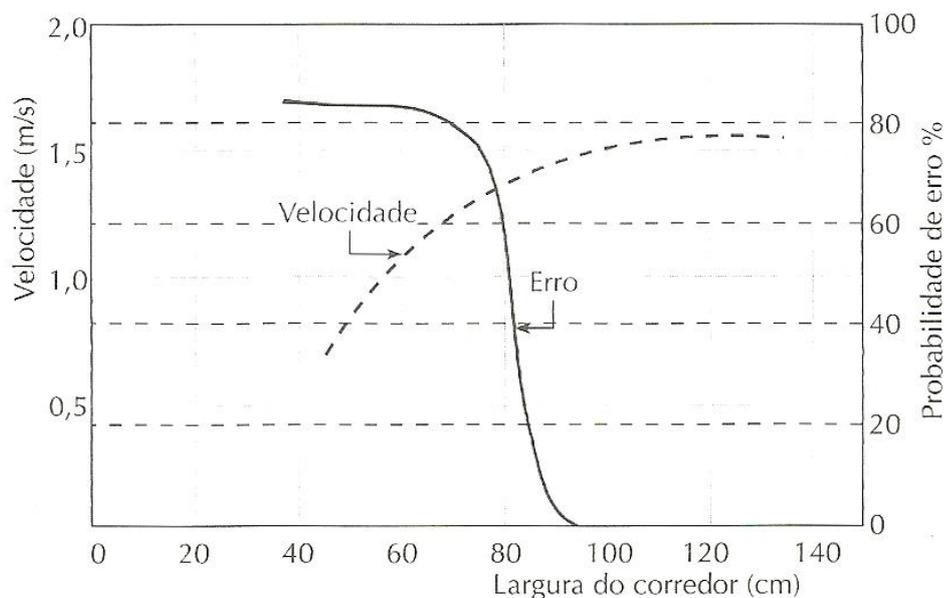


Figura 17. A largura do corredor influi na velocidade do fluxo e erros cometidos.
Fonte: Iida (2005)

2.4.4.4 Dimensionamento de folgas

Segundo Iida (2005) é necessário também dimensionar folgas em locais de trânsito, como corredores, passagens e escada. Recomenda-se que a largura para corredores seja de no mínimo 90 cm para movimentação em um sentido, já quando se tem movimentação em dois sentidos, a dimensão recomendada para o corredor é de 140 cm, estas dimensões permite boa mobilidade para o indivíduo, inclusive permite a circulação de cadeiras de roda.

Ainda segundo o autor. Para corredores, deve-se sempre levar em consideração a medida dos equipamentos ferramentas que serão movimentadas e acrescentar algumas folgas em relação às medidas do equipamento, sendo de 15 centímetros de folga para cada lado do equipamento.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Segundo Kauark et al. (2010), a pesquisa tem por objetivo a busca por respostas de indagações propostas, Sendo a pesquisa científica a busca por soluções ou respostas que satisfaçam alguém. Já para Lakatos e Marconi (1991), pesquisa científica pode ser definida como um conjunto de técnicas e procedimentos sistemáticos, que tem como objetivo encontrar soluções para problemas propostos.

A importância de conhecer o tipo de pesquisa se dá pela necessidade de definir e escolher os instrumentos e procedimentos a serem utilizados na investigação proposta (KAUARK et al. 2010).

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa aplicada, de caráter exploratório e em forma de um estudo de caso, uma vez que busca gerar conhecimento para aplicação prática, visando à solução de problemas, com a finalidade de se aprofundar nos conhecimentos necessários para a aplicação prática.

3.2 COLETA DE DADOS

A estrutura para o qual este trabalho foi elaborado tem como objetivo compreender quais os requisitos, necessário para a elaboração de um novo arranjo físico na organização, sendo eles a caracterização da empresa, levantamento de arranjo físico existente (espaço físico, máquinas, equipamentos e disposição física dos mesmos), análise e descrição do processo atual, proposta de reestruturação de arranjo. A seguir se tem a sequência de atividades metodológicas que foram executadas.

Primeiramente foi realizada a caracterização da empresa, que teve papel importante para o desenvolvimento desse trabalho. Através de entrevista com o proprietário e colaboradores da empresa, pôde-se definir qual o ramo de atividade da empresa, seu mix de produto, a quantidade de colaboradores que fazem parte da organização e suas funções. Ainda sobre as características da empresa, foram feitas medições do espaço físico onde a empresa está operando, inventário dos equipamentos

que possui a quantidade de equipamentos e mobiliário e coletado dados de suas dimensões.

Para coletar as dimensões da edificação, seus componentes, máquinas e equipamentos, foi utilizada a trena, instrumento próprio para realizar este tipo de coleta de dados. Também foram feitas imagens do ambiente físico da empresa, das máquinas e mobiliário, utilizando câmera fotográfica digital.

Depois de feito o inventário e todas as medições necessárias, foi elaborado um projeto do arranjo físico atual, representando como estão dispostos as máquinas e equipamentos dentro do arranjo físico atual, para isso foi utilizado o *Software AutoCad*. Está se fez importante no trabalho, pois através da representação gráfica pôde-se visualizar como se encontra disposto os recursos que a empresa necessita.

Para analisar o processo produtivo da organização, foram feitas várias visitas, no período do dia 1º de outubro de 2015 até o dia quatro de novembro de 2015, na empresa a fim de observar e questionar sobre como ocorre o processo de produção da empresa. Essa etapa foi constituída por meio de observação indireta do processo e discussão com o proprietário da organização e seus colaboradores.

Para compreender melhor como ocorre o fluxo de processo da organização, após os levantamentos acima citados, foi elaborado um fluxograma, como ferramenta de representação gráfica do processo.

Por fim, munidos de todos os dados coletados, dimensões do espaço físico da empresa, inventários das máquinas e equipamentos, e com a descrição do fluxo de processo da empresa bem definido, elaborou-se uma proposta de reestruturação do arranjo físico atual. Como ferramenta de apoio para tomada de decisão, utilizou-se o método SPL, que consiste em definir uma relação de proximidade entre os setores de consumo da indústria.

Para o dimensionamento dos corredores e alturas de bancadas de trabalho, utilizou-se de dados ergonômicos para a elaboração e ajuste final do arranjo físico.

4. DESENVOLVIMENTO

Nesse capítulo iremos apresentado o estudo de caso, análise e resultados.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa de alimentos, objeto de estudo deste trabalho, foi criada em 1998, com o objetivo de produzir alimentos congelados. A empresa trabalha com a comercialização dos produtos em atacado, desprezando assim a fatia de mercado do varejo, tendo como clientes, principalmente, padarias, restaurantes, bares, mercearias, supermercados e Buffet de festas.

Em seu mix de produtos, temos os seguintes produtos.

- Coxinha de carne;
- Coxinha de Frango;
- Quibe;
- Rissoles de carne;
- Rissoles de frango;
- Enrolado de salsichas.

A estrutura organizacional da empresa, segundo qual os colaboradores estão alocados é definida pelos setores: administrativo; entregas; embalagem; produção. Além desses, temos setores como o estoque e depósito de matéria prima. Atualmente a empresa conta com 13 funcionários em seu quadro de colaboradores. Na tabela 1 mostra como os colaboradores estão distribuídos dentro da organização.

Tabela 1. Quantidade de colaboradores por setor.

Setor	Quantidade de funcionários
Administrativo	01
Entregas	02
Embalagem	02
Produção	08

Fonte: Autor.

Além dos setores citados na tabela 1. Dentro da organização encontram-se alguns setores de apoio, estes são de vital importância para empresa, porém não existe um entendimento de setores pelos colaboradores dentro da organização, isso ocorre, pois eles estão dentro do espaço físico da produção e não possuem nenhuma delimitação física entre eles. Estes setores de apoio são: higienização e preparo.

A empresa Salgado & Cia possui uma área construída de aproximadamente 272 m² de pátio e área construída de 142 m², e está localizada na cidade de Maringá – Paraná. A jornada de trabalho da fábrica é de 8h diárias, das 8h às 18h, com 1h30 de almoço, de segunda-feira à sexta-feira.

4.1.1 Inventário

Para que a empresa possa executar todas as operações necessárias do seu processo produtivo, se faz necessário o uso de equipamentos, máquinas e mobiliários específicos. As máquinas e equipamentos que a empresa possui estão arranjados no quadro 7.

Quadro 7. Máquinas equipamentos e mobiliário da empresa.

Item	Descrição	Setor
01	Bancada de trabalho com tampo em granito.	Produção; Preparo.
02	Bancada de trabalho com tampo em inox.	Embalagem; Deposito.
03	Bancada de inox com cuba	Higienização
04	Prateleira de aço, com pintura branca.	Produção; Deposito; Embalagem.
05	Fogão de quatro bocas.	Preparo
06	Fogão de seis bocas.	Preparo
07	Misturela	Preparo
08	Carrinho para transporte de salgados.	Produção; Câmara de congelamento; Embalagens.
09	Máquina de fazer salgado.	Produção.
10	Balança de precisão.	Deposito.
11	Máquina seladora.	Embalagem.
12	Freezer horizontal	Produção; Deposito.
13	Refrigerador vertical.	Deposito.
14	Câmara de congelamento.	Embalagem.
15	Container refrigerado.	Estoque.
16	Coifa em aço para exaustão de calor	Preparo

Fonte: Autor.

4.1.2 Descrição das máquinas, equipamentos e mobiliário.

Fez-se um levantamento dos equipamentos, máquinas e mobiliário do setor produtivo da empresa. Para fazer esse levantamento, se fez necessário visitar a empresa, e com o uso de trena métrica de sete metros, foram feitas medições de todos os equipamentos, máquinas e mobiliário que a empresa possui.

4.1.2.1 Bancada de trabalho com tampo em granito

A bancada de trabalho com tampo em granito é utilizada para a manipulação dos salgados dentro do setor da produção e para o preparo do recheio, no setor de preparo. Esta bancada possui tampo em granito e estrutura de aço com pintura branca e prateleira inferior. Este móvel tem altura de 90 cm, e possui dimensões variadas, conforme local e operação que necessitam deste tipo de móvel. A figura 18 ilustra a bancada utilizada na empresa.



Figura 18. Bancada com tampo de granito.

Fonte: Autor

4.1.2.2 Bancada de trabalho com tampo em inox

A bancada de trabalho com tampo em aço inox é utilizada para a embalagem dos salgados no setor de embalagem e para pesagem no depósito. Esta bancada possui tampo em aço inox e estrutura de aço inox. Este móvel tem altura de 90 cm, e possui dimensões variadas, conforme local e operação que necessitam deste tipo de móvel. A figura 19 ilustra a bancada utilizada no setor de embalagem.



Figura 19. Bancada com tampo de aço inox.

Fonte: Autor

4.1.2.3 Bancada de trabalho com tampo em inox e cuba

A bancada de trabalho com tampo em aço inox e cuba é utilizada para a higienização e lavagem dos utensílios utilizados no processo de produção, este tipo de móvel fica no setor de higienização. Esta bancada possui tampo em aço inox e estrutura de aço inox, cuba em aço inox para lavagem e prateleira inferior. Este móvel tem altura de 90 cm, e possui dimensões variadas. A figura 20 ilustra a bancada utilizada para higienização.



Figura 20. Bancada com cuba para higienização.

Fonte: Autor

4.1.2.4 Prateleira de aço com pintura branca

A prateleira em aço com pintura branca é utilizada pela empresa para armazenar produtos no depósito e utensílios na produção. Esta prateleira é feita de estrutura em aço e revestida com pintura branca. Este móvel tem altura de 170 cm, e possui dimensões variadas. A figura 21 ilustra a prateleira utilizada no depósito.



Figura 21. Prateleira no depósito.

Fonte: Autor

4.1.2.5 Fogão de quatro e seis bocas

A empresa possui dois fogões para o preparo, um de quatro bocas e outro de seis bocas, ambos estão alocados no setor de preparo. Este fogão é feito de aço e tem altura de 88 cm. A figura 22 ilustra o fogão de seis bocas utilizado no preparo.



Figura 23. Fogão seis bocas.

Fonte: Autor

4.1.2.6 Misturela

A misturela é uma máquina utilizada para fazer o cozimento da massa para salgados e alguns recheios, a mesma está alocada no setor de preparo. Este equipamento é feito de aço, com pintura branca, possui uma bacia de aço, onde são colocados os condimentos e misturados, por meio de um bater acoplado a máquina, enquanto isso ocorre, um “queimador” embaixo da bacia de aço faz o cozimento da mistura. A figura 23 ilustra a máquina.



Figura 23. Misturela.

Fonte: Autor

4.1.2.7 Carrinho e inox para transporte de salgados

O carrinho para transporte de salgados é utilizado dentro da produção, nele são colocados bandejas com salgados e forma de “gaveta”, durante após empanar o salgado, após, ele é levado para a câmara de congelamento. Este equipamento é feito de aço inox e possui diversos compartimentos para acomodar as bandejas, possui também rodos de nylon para movimentação dentro do da produção. A figura 24 ilustra o carrinho com salgados dentro da câmara fria.



Figura 24. Carrinho de transporte.

Fonte: Autor

4.1.2.8 Máquina de fazer salgado

A máquina de salgados é utilizada pela empresa dentro da produção. No processo de fabricação do salgado o colaborador coloca a massa e o recheio na máquina, e ela confecciona o produto conforme o tipo de salgado, o modelo do salgado é dado por um molde acoplado na boca de saída da maquina, sendo assim, toda vez que

o processo muda o tipo de salgado que é fabricado, se faz necessário à troca do molde. Esta máquina é feita de aço inox e possui um molde de saída do salgado, este molde é feito de nylon, após o salgado passar pelo molde ele cai em uma esteira onde o salgado é retirado da máquina. A figura 25 ilustra a máquina utilizada pela empresa.



Figura 25. Máquina de salgado.

Fonte: Autor

4.1.2.9 Balança de precisão

A balança de precisão é um equipamento que a empresa utiliza para fazer a pesagem das receitas dos salgados, o mesmo está alocado no setor do depósito, pois é onde se encontra a matéria prima para a fabricação do salgado. A figura 26 ilustra a balança de precisão.



Figura 26. Balança de precisão.

Fonte: Autor

4.1.2.10 Seladora

A seladora é um maquinário que a empresa utiliza para fechar as embalagens após o processo de embalagem dos salgadinhos, este equipamento está alocado dentro do setor de embalagens. A figura 27 ilustra a máquina seladora.



Figura 27. Máquina seladora.

Fonte: Autor

4.1.2.11 Freezer horizontal

O freezer horizontal é uma máquina utilizada para armazenar produtos a uma temperatura negativa, a temperatura de trabalho está entre -15°C a -10°C , esta máquina

está alocada nos setores da produção e do depósito. A figura 28 ilustra a o freezer horizontal.



Figura 28. Freezer horizontal.

Fonte: Autor

4.1.2.12 Refrigerador vertical

O refrigerador vertical é uma máquina utilizada para armazenar produtos de matéria prima, a temperatura de trabalho está entre 2c° a 5°, está máquina está alocada dentro do depósito de matéria prima. A figura 29 ilustra refrigerador vertical.



Figura 29. Refrigerador vertical.

Fonte: Autor

4.1.2.13 Câmara de congelamento

A câmara de congelamento é utilizada pela empresa para congelar os salgados produzidos, toda a produção de salgados passa pelo congelamento antes de ser embalada, a temperatura de trabalho da câmara de congelamento está entre -20°C a -18°C . Esta máquina está alocada entre o setor de produção e o setor de embalagem. A figura 30 ilustra a câmara de congelamento da empresa.



Figura 30. Câmara de congelamento.

Fonte: Autor

4.1.2.14 Container refrigerado

O container refrigerado é utilizado pela empresa para armazenar a produção de produtos prontos, após os salgados serem embalados e contados, é dada a entrada no produto pronto no estoque, dentro no container, a temperatura de trabalho do container está entre -15°C a -10°C . A figura 31 ilustra o container utilizado pela empresa.



Figura 31. Container de estoque.

Fonte: Autor

4.1.2.15 Coifa para exaustão

A coifa para exaustão de calor é utilizada pela empresa no processo de preparo de massas e recheio, esta máquina é responsável por tirar o calor e resíduos de gordura do ambiente. A figura 32 ilustra a coifa de exaustão.



Figura 32. Coifa para exaustão.
Fonte: Autor

4.2 ARRANJO FÍSICO ATUAL.

A seguir será apresentado o projeto de arranjo físico atual da empresa de salgados. Para desenhar o layout atual da empresa, foram feitas medições do espaço físico existente e observação direta de como os recursos transformadores estão dispostos dentro da edificação.

Após coleta de dados foi elaborado o projeto de arranjo físico existente. Para isso, utilizamos o *software Autocad*, com ajuda dessa ferramenta podemos representar graficamente como estão dispostos os recursos da empresa no layout atual. A figura 33 mostra como é o arranjo físico existente.

A tabela 2 apresenta as quantidades e dimensões das máquinas, mobiliário e equipamento que a empresa possui.

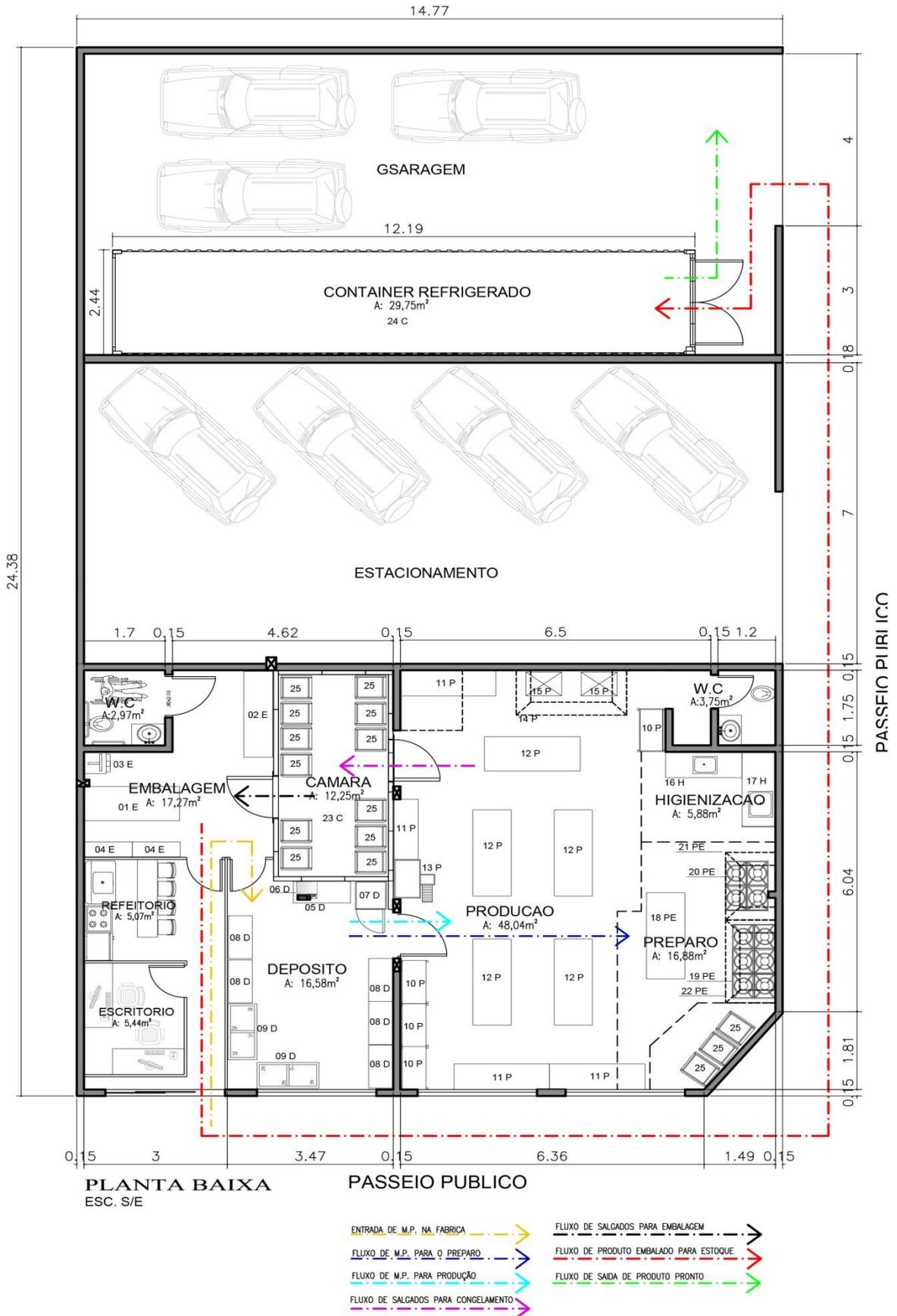


Figura 33. Arranjo físico atual.

Fonte: Autor

Tabela 2. Inventário de máquinas equipamentos e mobiliário.

Cód.	Descrição	Quantidade	Dimensões (m)		
			Altura	Largura	Comprimento
Setor de embalagem.					
01E	Bancada de inox.	01	0,90	0,80	2,00
02E	Bancada de inox.	01	0,90	0,60	2,00
03E	Seladora.	01	0,88	0,45	0,50
04E	Prateleira de aço branco.	02	1,80	0,40	1,00
Setor de depósito					
05D	Bancada de inox.	01	0,90	0,60	1,50
06D	Balança de precisão.	01	0,20	0,35	0,45
07D	Refrigerador vertical.	01	1,87	0,68	0,65
08D	Prateleira de aço branco.	05	1,80	0,40	1,00
09D	Freezer horizontal.	02	0,89	0,65	1,30
Setor de produção					
10P	Prateleira de aço branco.	04	1,80	0,40	1,00
11P	Bancada de granito.	04	0,90	0,60	2,00
12P	Bancada de granito.	05	0,90	0,80	2,00
13P	Máquina de salgado.	01	1,40	0,85	1,03
14P	Coifa de exaustão.	01	0,60	1,00	2,30
15P	Misturela	02	1,30	0,55	0,75
Setor de higienização					
16H	Bancada de inox com cuba	01	0,90	0,60	1,60
17H	Bancada de inox com cuba	01	0,90	0,70	1,75
Setor de preparo					
18PE	Bancada de granito	01	0,90	0,80	2,00
19PE	Fogão 06 bocas	01	0,85	0,88	1,75
20PE	Fogão 04 bocas	01	0,85	0,88	1,20
21PE	Coifa de exaustão	01	0,60	1,10	1,60
22PE	Coifa de exaustão	01	0,60	1,10	1,95
Câmara fria/Container					
23C	Câmara fria	01	2,25	4,90	2,50
24C	Container	01	2,80	2,44	12,19
Transporte de materiais					
25	Carrinho de transporte	15	1,85	0,58	0,65

Fonte: Autor

4.2.1 Considerações sobre o arranjo físico atual.

Como podemos ver na figura 33. O arranjo físico atual apresenta um fluxo desordenado de produção. O corredor de acesso da empresa, por onde entram os funcionários é o mesmo por onde entra a matéria prima da empresa, e por onde saem à produção de salgados embalados, que são levados para o estoque. Além disso, para levar o salgado embalado para o estoque de produtos prontos, o colaborador tem que

sair da empresa e transitar pelo passeio público até onde está alocado o container refrigerado.

Para que a matéria prima chegue ao depósito, o colaborador tem que transitar pelo setor embalagem, novamente cruzando o fluxo de produção com o setor. Neste momento o colaborador ainda tem que transitar com a matéria prima passando pelo refeitório da empresa.

Outro ponto negativo do arranjo físico da empresa, é que o setor de higienização está no mesmo espaço físico que a produção. E também há uns dos banheiros da empresa dentro do setor produtivo e o outro dentro do setor de embalagens.

4.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

Para que se possa elaborar um projeto de arranjo físico industrial, é fundamental conhecer o processo produtivo da empresa. A seguir foi descrito como ocorre o processo de produção da indústria de alimentos, objeto de estudo deste trabalho.

4.3.1 Processo produtivo

Os ingredientes da receita são separados e pesados dentro do depósito de matéria prima, nessa etapa do processo o colaborador responsável pelo preparo das receitas, faz a leitura da receita do salgado, separa os ingredientes necessários para a receita, faz a pesagem, coloca os ingredientes em um recipiente plástico e envia para o setor do preparo ou do setor da produção, conforme o tipo de ingrediente e o local de uso.

No setor de preparo, os colaboradores responsáveis pelo setor, preparam a massa de salgado, utilizando o fogão e a misturela, neste setor também ocorre o preparo do recheio do salgado, após isso, o recheio e a massa ficam no setor, em repouso, aguardando o resfriamento da mistura, só após isso eles são enviados para o setor de produção.

No setor da produção, os colaboradores preparam separam a quantidade de massa e recheio por lotes de produção, feito isso, dois colaboradores inserem na máquina de fabricar salgado, a massa e o recheio. Nessa etapa do processo, a máquina

de fabricar salgado faz boa parte do serviço, pois o salgado já sai pré-produzido da máquina, onde outro colaborador retira o salgado da esteira acoplada a máquina. Conforme o colaborador retira o salgado da esteira, ele distribui esse salgado sobre as bancadas de manipulação, para que os demais colaboradores executem o processo de empanar o salgado em uma mistura de leite com farinha de rosca.

Conforme os salgados ficam prontos após o processo de serem empanados, outro colaborador vai retirando os salgados prontos das mesas e colocando no carinho de transporte para que posteriormente seja levado para a câmara de congelamento.

Ao final da produção de um dia inteiro, todos os salgados produzidos são colocados dentro da câmara de congelamento, onde o salgado pousa 24 horas para que ocorra o congelamento por inteiro. Este processo ocorre por que o salgado não pode ser embalado se não estiver devidamente congelado.

No setor de embalagem, os colaboradores separam e embalam os salgados conforme modelo e sabor. Nesse processo, os salgados embalados, sempre são da produção do dia anterior.

Após os salgados estarem devidamente embalados, eles são levados para container refrigerado, onde ficam estocados até serem vendidos. Dentro do container, os salgados são colocados em caixas plásticas e alocados conforme lote de produção, os salgados mais novos, são colocados no final da fila de entregas. Isso ocorre para que haja manutenção do estoque, uma vez que, apenas de ter um prazo de validade, ainda são considerados produtos perecíveis.

A figura 34 mostra o fluxograma de processo produtivo da empresa.

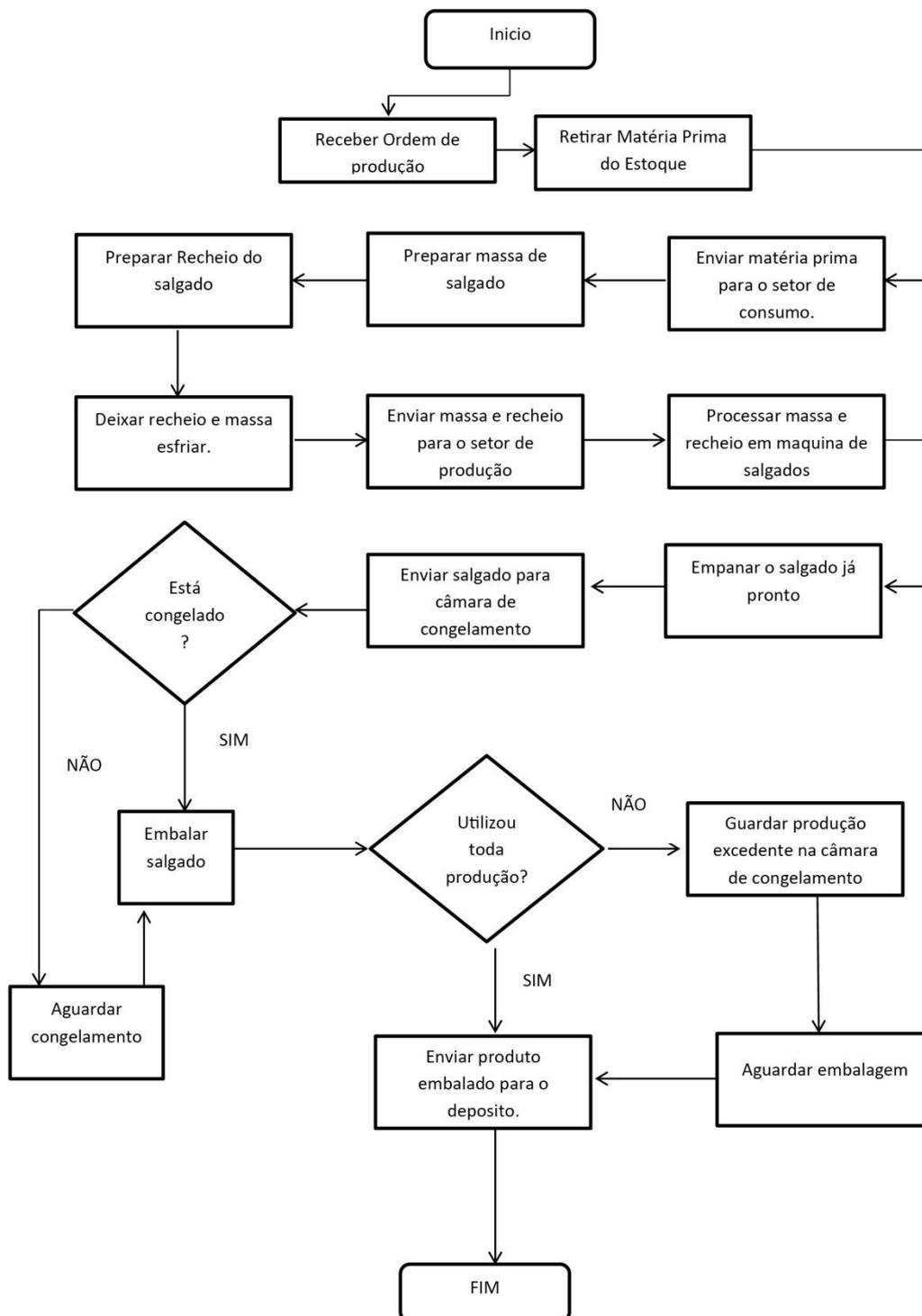


Figura 34. Fluxograma do processo produtivo.

Fonte: Autor

4.4 PROPOSTA DE REESTRUTURAÇÃO DE ARRANJO FÍSICO

Para elaborar a proposta de reestruturação de layout, além de considerar o fluxo de operação do processo da indústria em estudo e as dimensões das máquinas, equipamentos e mobiliário, é necessário definir uma relação de proximidade dos setores onde ocorre o processo. Logo se faz verdade dizer que, cada setor é fornecedor e cliente de outro setor dentro da empresa. Para definir uma relação de proximidade entre os setores da empresa, utilizou-se o método SLP, *Systematic Planning Layout* (sistemática de planejamento de layout). A seguir será apresentada a aplicação prática desse método.

4.4.1 Aplicação do método SLP (Sistemática de planejamento de layout)

Para que possamos desenvolver o método SLP, precisam-se definir quais os principais áreas de trabalho da empresa e o espaço requerido por cada uma delas. Para a estimativa de espaço físico requerido, utilizaram-se os mesmos valores de espaço por setor que a empresa utiliza atualmente. A tabela 3 trás a relação de área de trabalho por espaço físico requerido.

Tabela 3. Principais áreas de trabalho

Item	Área de trabalho	Espaço requerido (m ²)
01	Deposito	16,58
02	Produção	48,04
03	Preparo	16,88
04	Embalagem	17,27
05	Estoque de produto acabado	29,75

Fonte: Autor

Para a análise do fluxo de movimentação de materiais, utilizou-se o diagrama “De-para” onde os fluxos de materiais de para os vários setores da indústria são explicitados e analisados. Para compor esse diagrama, foram relacionadas às principais áreas de trabalho da empresa e a movimentação de materiais apresentada. Os dados referentes às quantias de materiais utilizados apresentados no diagrama são dados de consumo semanais. A quantia de materiais enviados de um setor para o outro, foram calculadas de acordo com leituras de movimentação feitas nos próprios setores, e a unidade utilizada no diagrama é quilograma (Kg). A tabela 4 apresenta o diagrama “de-para” da indústria.

Tabela 4. Diagrama “de – para”

Diagrama de - para

De	Para	Deposito	Produção	Preparo	Embalagem	Estoque	Totais
Deposito		-	856,25kg	2213,87kg	-	-	3070,12kg
Produção		-	-	-	2535,3kg	-	2535,3 kg
Preparo		-	1679,05kg	-	-	-	1679,05kg
Embalagem		-	-	-	-	2535,3kg	2535,3 kg
Estoque		-	-	-	-	-	-
Totais			2535,3 kg	2213,87kg	2535,3kg	2535,3kg	

Fonte: Autor

A tabela 5 mostra o relacionamento entre os processos.

Tabela 5. Total de fluxo entre processos

Total de fluxo		
Área de trabalho	Fluxo	Prioridade de proximidade
Deposito e produção	856,25kg	I
Deposito e preparo	2213,87kg	E
Produção e embalagem	2535,3kg	A
Preparo e produção	1679,05kg	E
Embalagem e estoque	2535,3kg	A

Fonte: Autor

Após a elaboração do diagrama “de-para”. Foi possível realizar um diagrama de relacionamento de atividades. Apresentado no quadro 7. Onde foram deliberadas quais operações devem ter proximidades e quais não devem, para isso utilizou-se algumas siglas que definem o grau de proximidade entre as principais áreas de trabalho da empresa, conforme é apresentado abaixo:

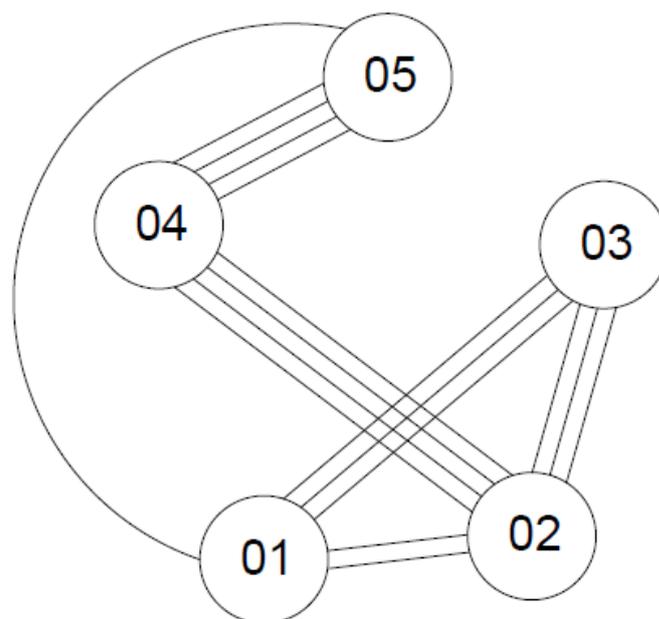
- A – Muito importante;
- E – Importante;
- I – Normal;
- O – Desejável;
- U – Sem importância;
- X – Indesejável.

Quadro 8. Diagrama de relacionamento das atividades

		Deposito	Produção	Preparo	Embalagem	Estoque P.A
Nº	Atividade	1	2	3	4	5
1	Deposito	X	I	E	O	U
2	Produção		X	E	A	O
3	Preparo			X	O	O
4	Embalagem				X	A
5	Estoque P.A					X

Fonte: Autor

A figura 35 mostra o diagrama de arranjo das atividades, conforme especificado no diagrama de relacionamento das atividades.

**Figura 35. Diagrama de arranjo das atividades.**

Fonte: Autor

A figura 36 mostra o diagrama de relações de espaços.

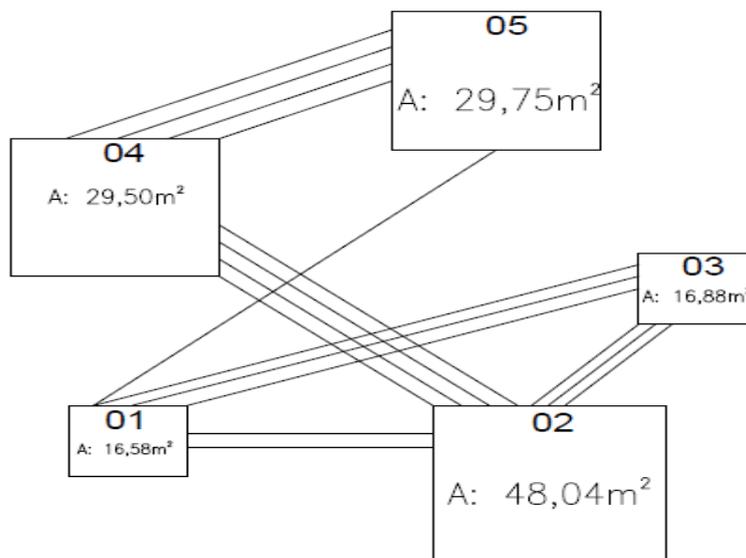


Figura 36. Diagrama de diagrama de relações de espaço.
Fonte: Autor

4.5 PROPOSTA E REESTRUTURAÇÃO DE ARRANJO FÍSICO

Após a elaboração do diagrama de relações de espaço, apresentado na figura 36. É possível saber quais setores devem ficar próximos um do outro. E então se pôde elaborar um projeto de reestruturação de layout. Alocando de forma coerente os recursos transformadores dentro do espaço físico disponível na empresa em estudo. Para isso foi realizado uma planta *layout*, utilizando o *software* Autocad. Para a realização desta planta *layout* utilizou-se as mesmas medidas de espaço da edificação na qual a empresa está e as dimensões das máquinas, equipamentos e mobiliário que foram coletadas e utilizadas para a realização da planta do arranjo físico atual.

O tipo de arranjo físico utilizado para a elaboração da proposta é o arranjo físico funcional, apesar de o processo produtivo seguir a sequencia logica das etapas do processo de agregação de valor. Os recursos transformadores da empresa estão alocados conforme atividade do processo de agregação de valor. Este tipo de arranjo físico é o mais adequado para esta empresa, pois as operações da empresa processam um volume significativo de produtos com as mesmas características de processo, porém, os recursos transformados seguem até os recursos transformadores de acordo com as especificações do processo. A figura 37 ilustra a proposta de reestruturação de layout.

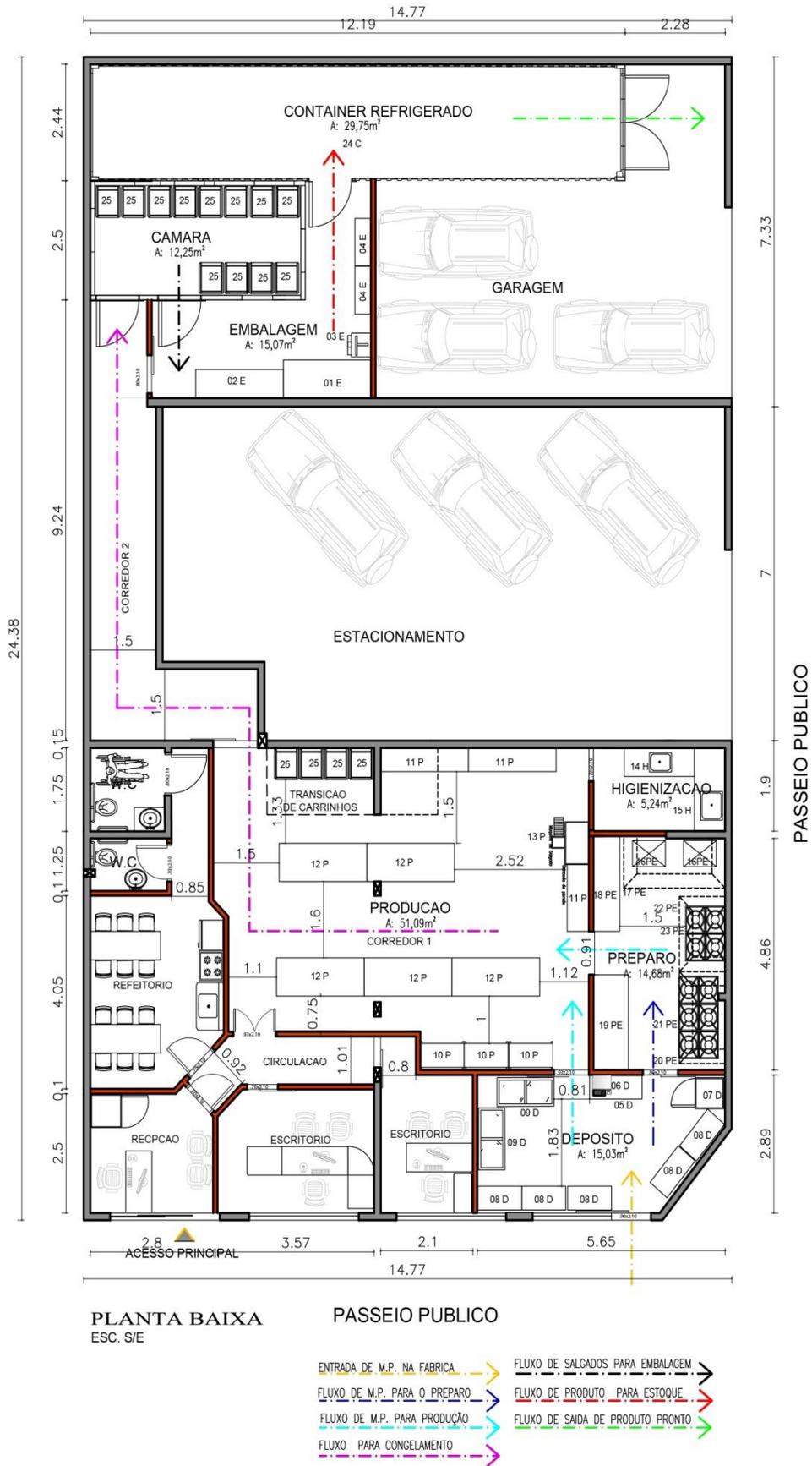


Figura 37. Planta de reestruturação de arranjo físico.

Fonte: Autor

A tabela 6. Mostra como estão dispostos os recursos transformadores da empresa no novo arranjo físico proposto, bem como as quantidades e dimensões. O código apresentado na tabela é o mesmo do projeto apresentado na figura 37.

Tabela 6. Disposição das máquinas equipamentos e mobiliário.

Cód.	Descrição	Quantidade	Dimensões (m)		
			Altura	Largura	Comprimento
Setor de embalagem.					
01E	Bancada de inox.	01	0,90	0,80	2,00
02E	Bancada de inox.	01	0,90	0,60	2,00
03E	Seladora.	01	0,88	0,45	0,50
04E	Prateleira de aço branco.	02	1,80	0,40	1,00
Setor de depósito					
05D	Bancada de inox.	01	0,90	0,60	1,50
06D	Balança de precisão.	01	0,20	0,35	0,45
07D	Refrigerador vertical.	01	1,87	0,68	0,65
08D	Prateleira de aço branco.	05	1,80	0,40	1,00
09D	Freezer horizontal.	02	0,89	0,65	1,30
Setor de produção					
10P	Prateleira de aço branco.	03	1,80	0,40	1,00
11P	Bancada de granito.	03	0,90	0,60	2,00
12P	Bancada de granito.	05	0,90	0,80	2,00
13P	Máquina de salgado.	01	1,40	0,85	1,03
Setor de higienização					
14H	Bancada de inox com cuba	01	0,90	0,60	1,60
15H	Bancada de inox com cuba	01	0,90	0,70	1,75
Setor de preparo					
16PE	Misturela	02	1,30	0,55	0,75
17PE	Coifa de exaustão.	01	0,60	1,00	2,30
18PE	Bancada de granito	01	0,90	0,60	2,00
19PE	Bancada de granito	01	0,90	0,80	2,00
20PE	Fogão 06 bocas	01	0,85	0,88	1,75
21PE	Fogão 04 bocas	01	0,85	0,88	1,20
22PE	Coifa de exaustão	01	0,60	1,10	1,60
23PE	Coifa de exaustão	01	0,60	1,10	1,95
Câmara fria/Container					
24C	Câmara fria	01	2,25	4,90	2,50
25C	Container	01	2,80	2,44	12,19
Transporte de materiais					
26	Carrinho de transporte	15	1,85	0,58	0,65

Fonte: Autor

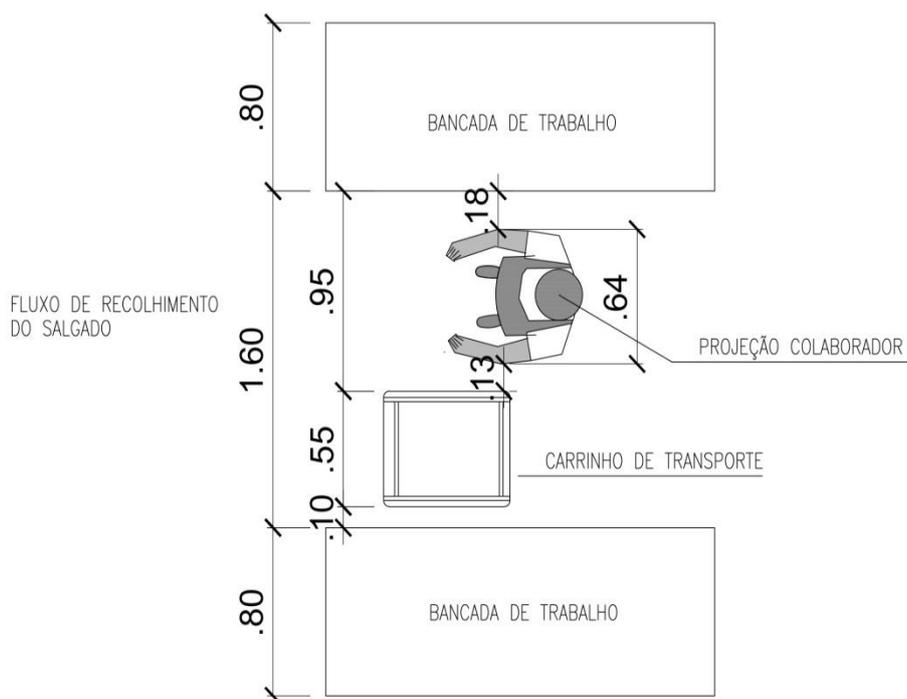
Na elaboração do projeto de reestruturação do arranjo físico apresentado na figura 37, redimensionou o espaço físico da empresa, a fim de ganhar maior conforto na movimentação de materiais e criar um fluxo mais ordenado de produção. No novo arranjo físico conseguiu-se solucionar o problema de fluxo cruzado, onde antes, para chegar com a matéria prima no estoque, tinha que passar pelo setor de embalagem cruzando o fluxo com a saída de produto embalado, que saía do setor de embalagem para o estoque de produto acabado.

Outro ponto positivo do novo projeto, é que, o colaborador não precisa mais sair do espaço físico da empresa e transitar pelo passeio publico para dar entrada do produto no estoque. Para resolver esse problema, foi criado um corredor dentro do pátio da empresa, para o escoamento da produção até a câmara de congelamento e posteriormente para o container de estoque. Apesar do diagrama “de-para” apresentar um vínculo de proximidade alta entre o setor de produção e embalagem, optou-se por alocar a câmara de congelamento junto ao setor de embalagem, ao lado do estoque de produto pronto, pois, o transporte de salgados até a câmara de congelamento é feito por meio de carrinhos, já o transporte do produto embalado até o container é feito manualmente, essa proximidade entre o setor de embalagem e o container de estoque, tem como finalidade trazer conforto e comodidade ao colaborador.

Para o fluxo de matéria prima dentro da empresa, o deposito está alocado de forma que, ele tem uma entrada de materiais independente, para o recebimento da matéria prima que vem dos fornecedores, também no setor do deposito, foi criado duas portas de saída, uma para o setor de preparo e outra para o setor de produção, que são os dois principais setores de consumo de matéria prima dentro da organização. O setor de preparo foi fechado, com divisórias, para concentrar o calor gerado pelos fogões, facilitando assim a climatização do setor de produção.

No setor de produção, a máquina de fabricar salgados, foi alocada próximo ao setor de preparo, de onde vem às massas e recheios para a fabricação de salgados, da forma que foi arranjado o layout da produção. As massas e recheios que vem do setor de preparo são processados na máquina de fabricar salgado e em seguida distribuídos nas bancadas de manipulação. Para facilitar o escoamento da produção, foi criado um corredor central, por ele que os salgados são distribuídos para serem empanados, e

também é através desse corredor central que são recolhidos os salgados prontos para serem congelados. O dimensionamento desse corredor central é apresentado na figura 38, para o dimensionamento do corredor, levou-se em consideração o tamanho do carrinho de transportes e a circulação de um colaborador, com acréscimo de folga 10 cm entre o carrinho e a bancada e entre o carrinho e o colaborador.

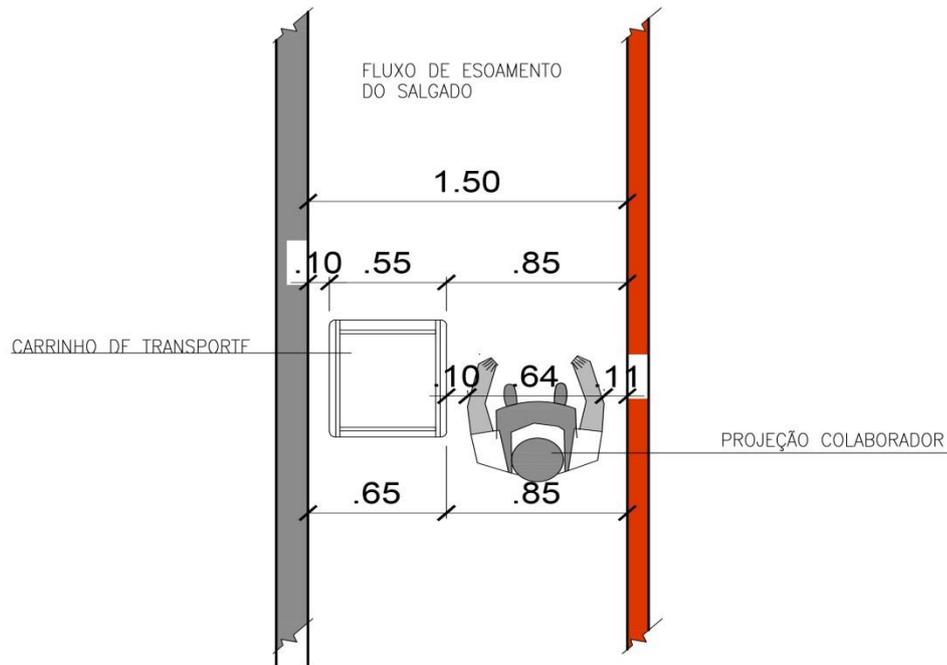


DETALHAMENTO CORREDOR 1

Figura 38. Detalhamento do corredor central.

Fonte: Autor

Devido a distancia entre o setor de produção e a câmara de congelamento, criou-se uma área de transição para os carrinhos de transporte, onde eles ficam enquanto não são levados para a câmara de congelamento. Para transportar o carrinho de salgados até a câmara de congelamento, é preciso transitar por um corredor, a figura 39 ilustra o dimensionamento feito para o corredor de circulação. O dimensionamento desse corredor segue os mesmos critérios adotados para o dimensionamento do corredor central.



DETALHAMENTO CORREDOR 2

Figura 39. Detalhamento do corredor de acesso a câmara de congelamento.

Fonte: Autor

Na elaboração do projeto de reestruturação de layout, o setor de higienização foi fechado com divisórias, e mantido junto ao setor de produção. Isso porque esse setor gera uma quantidade de água considerável no chão durante sua operação, a decisão de manter esse setor em um ambiente fechado se fez necessária para evitar acidentes dos demais colaboradores dos outros setores. Conforme mostra a figura 37.

Para o projeto do novo arranjo físico, foram feitas mudanças no ambiente administrativo, refeitório e banheiros. No ambiente administrativo, criou-se uma recepção para atendimento dos clientes e mais um escritório auxiliar. Para o refeitório, foi necessário criar um espaço maior, com uma mesa a mais para acomodação dos colaboradores durante o almoço, outra mudança importante para esse ambiente, é que, ele não tem vínculo nenhum com qualquer atividade de produção, enquanto no arranjo atual, o fluxo de materiais e pessoas passava por ele para entrarem ou saírem da produção. Já os banheiros da empresa, foram alocados junto ao refeitório, e não dentro do setor produtivo, como é no arranjo físico existente. A figura 37 ilustra como esses ambientes estão dispostos dentro do arranjo físico novo.

5. CONCLUSÕES

A proposta de reestruturação de arranjo físico apresentada visa atender aos objetivos, pois muitos aspectos analisados e comparando ao arranjo físico atual apresentam melhorias significativas.

Como principal melhoria apresentada no novo arranjo físico, tem-se a melhoria do fluxo de processo da empresa, o arranjo proposto, apresenta uma solução viável para os problemas que a empresa enfrenta, como, o fluxo cruzado de operações, a movimentação excessiva, principalmente para transitar com o produto acabado para o estoque. O dimensionamento dos corredores também trará conforto e comodidade aos colaboradores para executarem suas tarefas, já que o dimensionamento correto permite a circulação de pessoas e equipamentos com segurança. Outro benefício importante do novo projeto é o redimensionamento dos setores de apoio, como o refeitório, escritórios e banheiros. No projeto do arranjo físico novo, estes ambientes estão isolados dos setores produtivos, evitando contaminação e fluxo cruzados com atividades que não agregam valor.

A reestruturação do arranjo físico da organização também trará melhorias nas entradas e saídas dos recursos transformados da empresa, já que os setores da empresa foram separados, demarcados e dimensionados para que haja fluidez e rapidez das operações. Também apresenta melhorias significativas no setor de produção da empresa, em relação ao projeto atual do arranjo físico, a nova proposta visa o fluxo ordenado de produção, com a alocação da máquina de salgados na saída do setor de preparo, e posteriormente a distribuição dos salgados nas bancadas de manipulação e a criação do corredor central para o recolhimento da produção. Desta forma a produção segue a ordem de agregação de valor do produto, evitando que uma operação atrapalhe a outra.

Conclui-se que a proposta de arranjo físico apresentada é um projeto viável, pois corrigirá os problemas que a empresa vem apresentando e foram citados no início deste trabalho, como a movimentação excessiva de materiais e pessoas, sequenciamento e fluxo das operações desordenado e a má utilização do espaço físico.

6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Luís César G. de. **Organização, Sistemas e métodos:** e as tecnologias de gestão organizacional. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2012. 405 p.

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos:** Projeto e Medida do Trabalho. São Paulo: Blucher, 1977. 635 p.

BATALHA, Mário Otávio et al (Org.). **Introdução a Engenharia de Produção.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 312 p.

CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade:** Teoria e casos. Rio de Janeiro: Campus, 2005. 304 p.

CORREA, Henrique L.; CORREA, Carlos A.. **Administração de produção e operações:** Manufatura e serviços: Uma abordagem estratégica. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2012. 680 p.

CURY, Antônio. **Organização e métodos:** uma visão holística. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2000. 589 p.

FALZON, Pierre. **Ergonomia.** São Paulo: Blucher, 2007. 640 p.

IIDA, Itiro. **Ergonomia:** Projeto e Produção. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2005. 614 p.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia de Pesquisa:** Um Guia Prático. Bahia: Via Litterarum, 2010. 86 p.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. **Metodologia Científica.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1991. 243 p.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção:** Operações Industriais e de Serviço. Curitiba: Unicenp, 2007. 750 p.

SLACK, Nigel; JONES, Alistair Brandon; JOHNSTON, Robert. **Princípios de Administração da Produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2013. p. 307.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 747 p.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2007. 109 p.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196