

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GUILHERME PALOMBO RAGONESI

**AVALIAÇÃO DAS MELHORIAS DE UMA PROPOSTA DE
MUDANÇA DE LAYOUT DE UMA INDÚSTRIA DE FILTRO DE
ÁGUA POR GRAVIDADE**

TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO

Medianeira

2017

GUILHERME PALOMBO RAGONESI

**AVALIAÇÃO DAS MELHORIAS DE UMA PROPOSTA DE
MUDANÇA DE LAYOUT DE UMA INDÚSTRIA DE FILTRO DE
ÁGUA POR GRAVIDADE
TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à disciplina de TCC2.

Orientador: Prof. Me. Neron Alípio Cortes Berghauser

Medianeira

2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS MEDIANEIRA

Diretoria de Graduação
Coordenação de Engenharia de Produção
Curso de Graduação em Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DAS MELHORIAS DE UMA PROPOSTA DE MUDANÇA DE LAYOUT DE UMA INDÚSTRIA DE FILTRO DE ÁGUA POR GRAVIDADE

Por

GUILHERME PALOMBO RAGONESI

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 13h30min do dia 19 de junho de 2017 como requisito parcial para aprovação na disciplina de TCC2, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinado. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o projeto para realização de trabalho de diplomação **aprovado**.

Prof. Me. Neron A. C. Berghauser
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Fabio Orssato
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Me. Cidmar Ortiz dos Santos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, namorada e irmão
sempre presente nas minhas historias
e base forte da minha vida

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder força e garra necessária para superar os obstáculos nessa longa jornada.

Agradeço aos meus pais por construir uma base sólida e a todo apoio que me deram.

Agradeço a minha namorada por sempre estar ao meu lado mesmo nos momentos mais difíceis, auxiliando-me incondicionalmente.

Agradeço ao meu irmão, que executa com a perfeição a função que o nome diz.

Agradeço ao restante dos meus familiares pela união, apoio e força em todos os momentos.

Agradeço aos meus amigos que me ajudaram a construir uma segunda família.

Agradecimento especial ao meu orientador pela sabedoria e conhecimento além de uma grande amizade.

Agradeço aos demais mestres que contribuíram com o meu crescimento pessoal e profissional.

Doubt thou the stars are fire
Doubt that the sun doth move
Doubt truth to be a liar
But never doubt I love.

Shakespeare William, Hamlet

RESUMO

RAGONESI, GUILHERME P. **PROPOSTAS E AVALIAÇÃO DAS MELHORIAS DE UMA PROPOSTA DE MUDANÇA DE LAYOUT DE UMA INDÚSTRIA DE FILTRO DE ÁGUA POR GRAVIDADE.** 2016. MONOGRAFIA (BACHAREL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO) - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ.

O setor de filtro de águas vem sofrendo profundas transformações, nos últimos anos o mercado de filtros busca por produtos inovadores com algum diferencial como tratamento ultravioleta, infravermelho, temperatura da água e *design*. Porém, com a crise energética que o país enfrenta, as pessoas estão procurando meios de economizarem, nesse contexto a busca por produtos mais simples que não utilizam energia elétrica estão sendo mais valorizadas. Com a crescente procura pelos filtros de água por gravidade, as indústrias têm se preocupado em melhorar a sua produção para atender a demanda e satisfazer seus clientes. Esse estudo propôs uma melhoria de arranjo físico de acordo com a área disponível, tendo como objetivo avaliar as melhorias causadas por esse rearranjo e promover melhorias numa indústria de filtros de água por gravidade, no interior do estado de São Paulo. A empresa teve uma melhoria organizacional em seu estoque, além de uma profunda alteração no espaço físico, com o intuito de otimizar a movimentação de materiais e sua produção. Com o levantamento dos dados da empresa, identificação dos problemas e nova cultura organizacional, a fábrica aumentou sua capacidade produtiva e a qualidade de vida dos funcionários, sem ter grandes gastos. É importante salientar também, que as melhorias devem ser contínuas e que a empresa deve sempre melhorar seus produtos e processos, e assim conquistar cada vez mais o mercado.

Palavras-chave: Arranjo físico, injetora, Engenharia de Produção.

ABSTRACT

RAGONESI, Guilherme P. Proposals and EVALUATION OF IMPROVEMENTS OF A LAYOUT CHANGE PROPOSAL FROM A GRAVITY WATER FILTER INDUSTRY.2016. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

The water filter market has suffered deep transformations. Lately it has looked for innovative products with a differential as UV, IR, water temperature change treatments and design. However, with the energetic crises, which strikes the country, people are searching for economic alternatives. In this context, the quest for simpler products that does not demand electric energy have been valued. As the increasing demand for gravity water filters, the industrial sector has concerned about improving its production to reach the demand and satisfy its clients. This study proposes an improvement in the physical arrangement according with the available area, aiming to evaluate the amelioration caused by this rearrangement and to promote improvements in gravity water filter industry in the countryside of Sao Paulo State. The enterprise had improved the organization in the stock management, beside a deep modification in the physical space, intending to optimize the flow of raw material and its production. By the company data survey, problem identification and improvement proposal, it is expected an increase on production and better employees' life quality. It is also important to emphasize that the improvements must be continuous and the enterprise must always enhance its products and processes, and thus, conquer more space market.

Keywords: Physical arrangement, injector, production engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação das quatro funções da administração.	15
Figura 2 - Layout por posição fixa.	23
Figura 3 - Layout funcional.	24
Figura 4 - Exemplo de rearranjo funcional para arranjo físico celular.	25
Figura 5 - Tipos de fluxos para organização do layout linear.	25
Figura 6 - Layout misto.	26
Figura 7 - Esquema para escolha do arranjo pelo volume e variedade.	27
Figura 8 - Selecionado um tipo de arranjo físico.	27
Figura 9 - Filtro da família 1 com reservatório.	33
Figura 10 - Filtro da família 1 sem reservatório.	34
Figura 11 - Filtro da família 2 com reservatório.	34
Figura 12 - Filtro da família 2 sem reservatório.	35
Figura 13 - Filtro da família 3 com reservatório.	35
Figura 14 - Filtro da família 3 sem reservatório.	36
Figura 15 - Filtro da família 4.	36
Figura 16 - Fluxograma da montagem das famílias 1 e 2.	38
Figura 17 - Fluxograma montagem primária.	39
Figura 18 - Fluxograma montagem família 4.	40
Figura 19 – Arranjo físico antigo.	52
Figura 20 – Arranjo físico atual.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Conversão do tempo sexagesimal para centesimal.....	19
Tabela 2- Coeficiente Z de distribuição normal	21
Tabela 3- Coeficiente D2 para o número de cronometragens iniciais	21
Tabela 4 - Tempo cronometrado da pré montagem.	46
Tabela 5 - Cálculo do número de cronometragens necessários para definir o tempo padrão.	46
Tabela 6 - Tempo cronometrado da família 1.....	47
Tabela 7 - Cálculo do número de cronometragens necessários para definir o tempo padrão.	47
Tabela 8 - Tempo cronometrado da família 2.....	48
Tabela 9 - Cálculo do número de cronometragens necessários para definir o tempo padrão.	48
Tabela 10 - – Tempo cronometrado da montagem primária da família 3.	49
Tabela 11 - Cálculo do número de cronometragens necessários para definir o tempo padrão.	49
Tabela 12 - Tempo cronometrado da família 4.....	50
Tabela 13 - Cálculo do número de cronometragens necessários para definir o tempo padrão.	50
Tabela 14 - Gargalos da produção.....	59
Tabela 15 - Capacidade produtiva mensal.....	59
Tabela 16 - Comparação da produção entre os dois arranjos físicos.	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens dos tipos de arranjo físico.	28
Quadro 2 - Quadro de figuras das matérias primas e insumos.	41
Quadro 3 - Imagens em 3D do arranjo físico antigo.....	53
Quadro 4 - Imagens em 3D do novo arranjo físico.....	577

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 MOTIVAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DO TRABALHO.....	12
1.2 OBJETIVO GERAL.....	12
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 GESTÃO DA PRODUÇÃO	14
2.1.1 Organizações	14
2.1.2 Administração.....	15
2.1.3 Atividades das Organizações	16
2.1.3.1 Atividades mercadológicas.....	16
2.1.3.2 Atividades contábeis.....	16
2.1.3.3 Atividades gestão de pessoas.....	17
2.1.3.4 Atividades logísticas	17
2.1.3.5 Atividades de produção	17
2.2 EFICIÊNCIA	18
2.3 EFICÁCIA.....	18
2.4 PRODUTIVIDADE.....	18
2.5 ESTUDO DE TEMPOS, MOVIMENTOS E MÉTODOS.....	18
2.5.1 Equipamentos para o Estudo de Tempos	19
2.5.2 Determinação do Tempo Cronometrado	20
2.5.3 Determinação do Número de Ciclos.....	20
2.6 ARRANJO FÍSICO	21
2.6.1 Tipos de Arranjos Físicos	22
2.6.1.1 Arranjo físico posicional.....	22
2.6.1.2 Arranjo físico por processo.....	23
2.6.1.3 Arranjo físico celular	24
2.6.1.4 Arranjo físico por produto	25
2.6.1.5 Arranjos físicos mistos.....	26
2.6.1.6 Selecionando um arranjo físico	27
2.7 CAPACIDADE PRODUTIVA	28
3 MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	30
3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS	30

3.3 PADRONIZAÇÃO DAS ATIVIDADE	31
3.4 LEVANTAMENTO DE DADOS	31
3.5 ANÁLISE COMPARATIVA	32
4 Resultados e discussões.....	33
4.1 Descrição do produto	33
4.1.1 Família 1.....	33
4.1.2 Família 2.....	34
4.1.3 Família 3.....	35
4.1.4 Família 4.....	36
4.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	36
4.3 DESCRIÇÃO DAS MATÉRIAS PRIMAS.....	41
4.4 CRONOANÁLISE E DEFINIÇÃO DE TEMPO PADRÃO	45
4.4.1 Tempo padrão da pré montagem	45
4.4.2 Tempo padrão da família 1	46
4.4.3 Tempo padrão da família 2.....	47
4.4.4 Tempo padrão da família 3.....	49
4.4.5 Tempo padrão da família 4.....	50
4.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS ARRANJOS FÍSICOS	51
4.5.1 Arranjo físico antigo.....	51
4.5.2 Arranjo físico atual.....	54
4.6 CAPACIDADE PRODUTIVA	58
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES.....	61
REFERÊNCIAS.....	62

1 INTRODUÇÃO

A água é o principal elemento para a sobrevivência humana, desde que a humanidade começou a se desenvolver já havia preocupações com a purificação e boa degustação desse elemento. Muitas doenças surgiram pelo consumo de água não tratada o que levou ao desenvolvimento de métodos de tratamento, como a fervura e a utilização de carvão e areia.

Posteriormente, o cloro foi descoberto como um excelente germicida e a sua utilização passou a diminuir os índices de morte por febre, cólera, disenteria entre outras.

Atualmente os filtros de água passaram por muitas mudanças e utilizam filtros e purificadores para eliminar o cloro excessivo da água. Existem várias tecnologias para fazer o tratamento da água como infravermelho longo, magnetismo e energia ultravioleta. Assim como existem diversos tipos de filtros relacionados ao seu design, funcionalidade e até mesmo temperatura da água.

O Brasil está passando por uma crise energética profunda devido à falta de investimentos no setor e o grande aumento do consumo de energia elétrica, exigindo novas soluções do governo, como as bandeiras tarifárias. Nesse cenário, vem ocorrendo uma maior procura por produtos que não utilizem energia elétrica, o que passa a valorizar itens como os filtros de água por gravidade.

Assim as indústrias de filtro de água por gravidade viram uma grande oportunidade de alavancarem suas vendas, entretanto, para tal houve uma necessidade de melhorarem a sua produção. Para tornar a sua produção mais eficaz e obter vantagens competitivas, os empresários do setor passaram a realizar mudanças na estrutura física, para ter um controle dos estoques e uma dinâmica maior em sua produção, além da redução dos desperdícios para assim atender melhor a sua demanda.

O desenvolvimento de um arranjo físico tem a finalidade de melhorar a disposição do ambiente, facilitar as movimentações dos processos e funcionários. (MUTHER,1986).

A transformação de um layout mal desenvolvido em um layout bem planejado e adequado a área disponível, pode gerar custos elevados para uma

empresa, porém com as melhorias realizadas o retorno dos investimentos são rapidamente recuperados, trazendo excelentes resultados para o sucesso da empresa no mercado.

1.1 MOTIVAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DO TRABALHO

Segundo Zaccarelli (1990), para facilitar a organização do espaço, é preciso estudar e conhecer o ambiente para se coletar dados corretos e informações detalhadas sobre o processo. Para propor qualquer melhoria é necessário antes realizar um estudo do ambiente da empresa, do comportamento das pessoas, levantamento dos problemas, além de identificar o arranjo físico e o mercado que a organização está inserida.

A empresa onde o estudo será aplicado tem um grande volume de vendas, porém a sua produção não está suprindo a demanda. Como medida provisória foi alocado uma segunda estrutura, contudo a movimentação dos funcionários está prejudicada pelo estoque desorganizado e excessivo. Desta forma a ideia principal é conseguir um novo local e organiza-lo, para que os funcionários tenham uma melhor movimentação e não seja necessário o transporte da matriz para a segunda localidade.

Corrêa e Corrêa (2012), consideram que com o ambiente global, a crescente demanda de insumos e o aumento da competitividade de mercado, fazem com que seja preciso que as organizações se renovem melhorando suas linhas produtivas e criando novos produtos para alcançarem melhores resultados. Ao final do projeto, foi possível fazer uma análise de melhorias e comparação entre o layout atual e o proposto, e assim avaliou-se a eficácia deste projeto.

1.2 OBJETIVO GERAL

Avaliar as melhorias causadas pela mudança de arranjo físico de uma fábrica de filtro de água por gravidade, melhorando o fluxo produtivo.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Levantar dados sobre o funcionamento da fábrica
- b) Identificar melhorias e gargalos
- c) Definir novo layout
- d) Demonstrar os ganhos com o novo layout

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GESTÃO DA PRODUÇÃO

Chiavenato (1991), define a administração da produção como a área administrativa que gerencia os recursos materiais e físicos de uma organização. Slack *et al.*(2002), atribuem ao gerente de produção a responsabilidade da gestão da produção por meio de atividades e decisões.

Segundo Peinado e Graeml (2007), o tema gestão da produção é muito abrangente e não deve ser visto isoladamente, preservando seu significado. Afirmam ainda que existem três importantes conceitos relacionados ao tema, que seriam organizações, administração e atividades das organizações

2.1.1 Organizações

A sociedade moderna é composta de organizações, tudo que é necessário a vida humana é produzida em organizações, principalmente produtos manufaturados. As empresas são organizações de caráter social pois são constituídas de pessoas trabalhando em conjunto (CHIAVENATO, 1991). A organização pode ser definida como duas ou mais pessoas trabalhando juntas, para alcançar um ou mais objetivos em comum (STONER; FREEMAN, 1985).

De acordo com Peinado e Graeml (2007), as organizações se dividem em três setores, que são:

Setor primário: Organizações de exploração de recursos naturais (agropecuária, pesca e extrativismo mineral).

Setor secundário: Organização de produção ou montagem. Nesse tipo de organização ocorre a transformação de um produto, ou seja, matéria-prima transformada em produto acabado em uma fábrica, ou componentes montados em produtos numa montadora.

Setor terciário: As organizações de serviços podem prestar serviços para empresas manufatureiras, para empresas do setor primário ou diretamente para o consumidor.

2.1.2 Administração

Administração pode ser definida como a utilização mais eficiente e eficaz dos recursos da organização por meio dos processos de planejar, organizar, liderar e controlar afim de alcançar seus objetivos estabelecidos (STONER; FREEMAN,1985; CHIAVENATO, 2000).

Peinado e Graeml (2007), afirmam que os processos de planejar, organizar, liderar e controlar formam um ciclo das atividades administrativas, como apresentado na Figura 1.

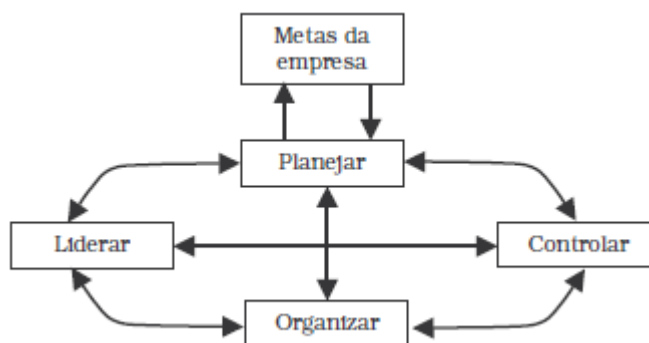


Figura 1 - Relação das quatro funções da administração.
Fonte: Peinado e Graeml (2007).

a) Planejar: Chiavenato (1991), descreve o planejamento como uma ferramenta de análise do futuro da empresa, determina-se o melhor objetivo e quais maneiras de alcançá-los. Peinado e Graeml (2007), frisam a importância do planejamento em qualquer nível ou grau da organização para o alcance do sucesso.

b) Organizar: Representa a segunda atividade da produção, inicia-se após o término do planejamento. Tem a função de sistematizar os recursos e trabalhos da organização afim de alcançar os objetivos traçados (PEINADO; GRAEML, 2007).

c) Liderar: Responsável, mediador, motivador e imparcial, são algumas características que um líder deve ter. O líder deve participar e seguir o planejamento, organizar seus recursos humanos e físicos e deve controlar para que não haja desvios e assim toda a organização possa cumprir seus objetivos e alcançar suas metas (PEINADO; GRAEML, 2007).

d) Controlar: Conforme Peinado e Graeml (2007), o líder deve ser responsável pelo controle do acompanhamento dos objetivos traçados e quando houver desencaminho destes, o líder deve voltar ao planejamento inicial e focar nos objetivos traçados. Chiavenato (1991), manifesta a importância de medir e corrigir o desempenho para o alcance de seus objetivos planejados.

2.1.3 Atividades das Organizações

2.1.3.1 Atividades mercadológicas

Para Peinado e Graeml (2007), atividades ditas mercadológicas são aquelas que envolvem a imagem da organização, vista tanto pelos clientes externos quanto pelo seu público interno. O marketing pode ser relacionado com a área mercadológica de diversas formas, como o cumprimento de demandas e a inter-relação da compra e venda de produtos (CHIAVENATO, 1991). Marketing é uma atividade social e gerencial que é realizada para análise do mercado a fim de obter novos produtos (KOTLER 1998).

2.1.3.2 Atividades contábeis

O contador tem a responsabilidade de produzir informações úteis para a tomada de decisão, avaliação de desempenho, apuração dos impostos e análise de investimentos (PEINADO E GRAEML, 2007). As atividades contábeis representam a área que estabelece critérios para compras de

matérias primas e avalia os custos dos bens ou serviços produzidos pela organização (CHIAVENATO, 1991).

2.1.3.3 Atividades gestão de pessoas

Os recursos humanos de uma organização são responsáveis pelo recrutamento e seleção de pessoal, além de treinamentos, segurança e pagamentos (CHIAVENATO, 1991)

2.1.3.4 Atividades logísticas

De acordo com Peinado e Graeml (2007), as atividades logísticas são relacionadas aos materiais físicos de uma organização, são de sua responsabilidade o controle de estoque, a compra de material, a venda de produtos acabados, ou seja, toda a cadeia de suprimentos da organização.

2.1.3.5 Atividades de produção

Peinado e Graeml (2007), ressaltam que as atividades de produção podem ser vistas em qualquer tipo de organização, e que são ligadas diretamente a transformação de materiais em bens tangíveis. Atividades de produção são responsáveis por atender os clientes por meio da produção (SLACK, 2002).

2.2 EFICIÊNCIA

Segundo Correa e Correa (2012), eficiência é uma análise de quanto economicamente os recursos empresariais são utilizados para obter um nível de satisfação dos clientes. A eficiência está relacionada com os meios, métodos e processos que são utilizados para realizar os processos da melhor maneira possível (CHIAVENATO, 1991).

2.3 EFICÁCIA

Eficácia é o alcance dos objetivos de uma organização, relaciona-se com os objetivos e as metas a serem alcançadas, é o mais importante nessa análise (CHIAVENATO, 1991). Para Slack (2002), é o cumprimento das necessidades dos clientes garantindo sua satisfação.

2.4 PRODUTIVIDADE

Para Chiavenato (1991), a produtividade tem relação direta com a eficiência, quanto mais eficiente for um processo mais produtivo ele será. Aumentar a produção significa produzir mais produtos acabados com os mesmos recursos no mesmo tempo sem perder sua qualidade. O aumento de produtividade pode ocorrer por diversos fatores: novas tecnologias, mecanização, treinamento e melhor organização do trabalho.

2.5 ESTUDO DE TEMPOS, MOVIMENTOS E MÉTODOS

O estudo dos tempos, movimentos e métodos teve seu início na

década de 30, e seus precursores foram Frederick Taylor e o casal Gilbreth, tem como objetivo uma análise de todas as operações que compreendem uma determinada tarefa, buscando identificar e descartar movimentos desnecessários, atingindo assim as metas de modo mais eficiente (PEINADO; GRAEML, 2007).

O estudo de tempos e métodos é sistemático e visa quatro objetivos: desenvolver o melhor método, padronizar, determinar o tempo gasto e orientar o trabalhador nesse método (BARNES, 1977).

Peinado e Graeml (2007), relacionam tempos, movimentos e métodos com três definições empresariais: a engenharia de métodos, compreendida como a atividade voltada para o desenvolvimento do método de menor movimentação e melhor locação de material para qualquer processo; projeto de trabalho estuda o relacionamento interpessoal na posição de trabalho; e Ergonomia, relacionamento da posição de trabalho com o homem.

2.5.1 Equipamentos para o Estudo de Tempos

Cronômetro de hora centesimal: para executar a cronoanálise de uma dada tarefa o mais indicado é o uso do cronômetro de hora centesimal. Toda via pode se utilizar cronômetros mais comuns, desde que seja realizada a conversão do tempo medido para o sistema centesimal, já que cronômetros comuns utilizam o sistema sexagesimal. Assim os tempos medidos precisam ser transformados para o sistema centesimal antes de serem utilizados nos cálculos, conforme a Tabela 1:(PEINADO; GRAEML 2007).

Tabela 1- Conversão do tempo sexagesimal para centesimal

Tempo medido com cronômetro comum	Tempo transformado para o sistema centesimal	Cálculo
1 minuto e 10 segundos	1,17 minutos	$1 + 10/60 = 1,17$
1 minuto e 20 segundos	1,33 minutos	$1 + 20/60 = 1,33$
1 minuto e 30 segundos	1,50 minutos	$1 + 30/60 = 1,50$
1 hora, 47 min e 15 seg.	1,83 horas	$1 + 47/60 + 15/360 = 1,83$

Fonte: Peinado e Graeml (2007).

a) Filmadora: o uso desse equipamento na cronoanálise apresenta como vantagem o registro dos movimentos do operador, que permite futuramente uma análise destes movimentos (PEINADO; GRAEML, 2007).

b) Prancheta: como o analista muitas vezes trabalha em pé, se faz necessário uma prancheta para que ele possa apoiar as suas anotações e seu cronometro (BARNES, 1977).

2.5.2 Determinação do Tempo Cronometrado

A especialização das tarefas é o primeiro passo a ser realizado, o processo produtivo deve ser dividido, geralmente por posições de trabalhos. As funções do operador externas a sua posição de trabalho, devem ser medidas separadamente (PEINADO; GRAEML, 2007).

2.5.3 Determinação do Número de Ciclos

O tempo cronometrado em determinada operação sempre terá uma variabilidade de ciclos, por esse motivo devem ser feitas diversas observações (BARNES, 1977).

Peinado e Graeml (2007), determinam o número de ciclos a serem cronometrados a partir da Equação 1.

$$N = \left(\frac{Z \times R}{Er \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

Onde:

N= número de ciclos a serem cronometrados

Z= coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada

R= amplitude da amostra

Er= erro relativo da medida

d_2 = coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente

\bar{x} =Média dos valores das observações

Barnes (1977), afirma que o projetista define o nível de confiança e o erro relativo a serem usados, mas que um estudo de tempos geralmente deve ter 95% de nível de confiança e um erro relativo de 5 %.

Os coeficientes Z e D2 usuais estão representados na Tabela 2 e 3:

Tabela 2- Coeficiente Z de distribuição normal

Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,7	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fonte:Barnes (1977).

Tabela 3- Coeficiente D2 para o número de cronometragens iniciais

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D ₂	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,97	3,078

Fonte:Barnes (1977).

2.6 ARRANJO FÍSICO

Slack et al. (2002), definem arranjo físico de uma operação produtiva como a preocupação com a localização física dos recursos de transformação. De forma simples, definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e o pessoal da produção.

Arranjo físico é o planejamento do espaço a ser ocupado, também pode se referir à localização dos órgãos ligados a empresa (CHIAVENATO, 1991).

Stevenson (2001), considera que o arranjo físico é a configuração de departamentos, centros de trabalho e instalações e equipamentos, com ênfase especial na movimentação otimizada, através do sistema, dos elementos aos quais se aplica o trabalho.

Para Peinado e Graeml (2007), o arranjo físico é a parte mais visível

de uma organização e seu estudo é muito importante quando se tem um elevado custo operacional, necessidade de expansão da capacidade produtiva, introdução a novas linhas de produtos e melhorias no ambiente de trabalho. Esses estudos devem levar em consideração a segurança, economia de movimentos, o uso do espaço, princípio da progressividade e flexibilidade de prazos.

2.6.1 Tipos de Arranjos Físicos

Existem diferentes tipos de arranjos físicos. Slack et al. (2002), dividem o arranjo físico em cinco tipos básicos, sendo o quinto uma mistura de dois ou mais arranjos.

2.6.1.1 Arranjo físico posicional

No arranjo físico de posição fixa, quem sofre o processamento fica parado enquanto os recursos transformadores movem-se a medida do necessário. Esse tipo de arranjo geralmente é aplicado a produtos de grandes dimensões (muito grande) ou muito delicado, como exemplos: construção de uma rodovia, cirurgia de coração, estaleiro e manutenção de computador de grande porte (SLACK et al. 2002). Na Figura 2, é possível observar um exemplo de arranjo físico de posição fixa.

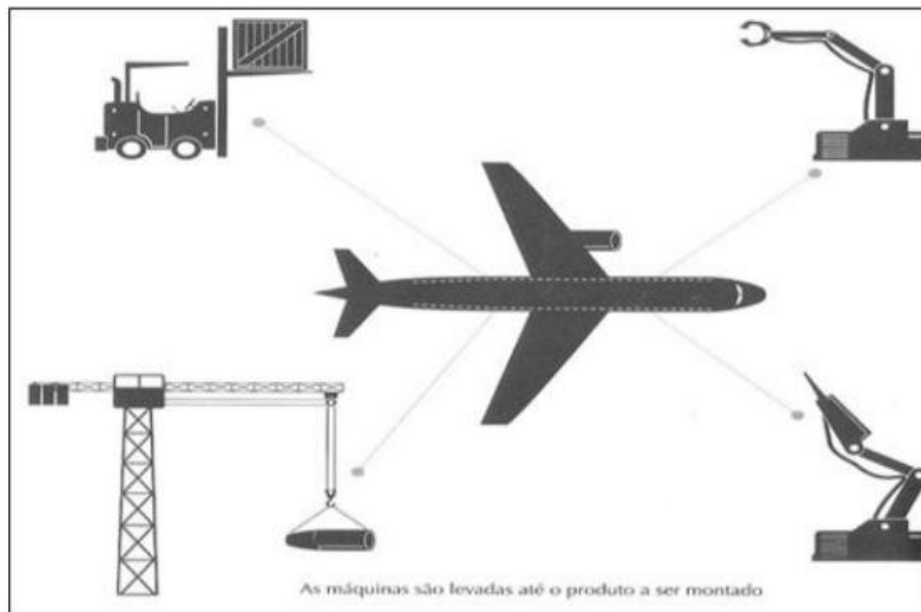


Figura 2 - Layout por posição fixa.

Fonte: Martins (2005)

Pode-se observar que, conforme Martins (2005), o produto da indústria fica centralizado e os maquinários, operadores e matérias-primas ficam entorno do produto, esse layout é utilizado para grandes produtos.

2.6.1.2 Arranjo físico por processo

Arranjo físico por processo é utilizado quando se pretende estudar o processo de produção de um ou mais produtos. É dividido por seções, onde o fluxo de produção segue da matéria prima até o produto acabado (CHIAVENATO, 1991). Na Figura 3 está representado um *layout* funcional



Figura 3 - Layout funcional.
 Fonte: Adaptado de Brown (2005)

Segundo Corrêa e Corrêa (2002), esse layout se destaca pela flexibilidade, onde é possível produzir diferentes produtos com as mesmas máquinas e utilizar diferentes máquinas para produzir um único produto, atendendo assim um mercado de baixo custo de construção.

2.6.1.3 Arranjo físico celular

Para Peinado e Graeml (2007), o arranjo físico celular é a união do arranjo físico por produto e do arranjo físico por processo. Se baseia em construir pequenas células dentro de uma unidade fabril, para que cada célula seja independente, ou seja, capaz de produzir o produto inteiro sem depender de outra célula. Na Figura 4, está representado um exemplo do rearranjo de uma fábrica de acordo com o arranjo físico celular:

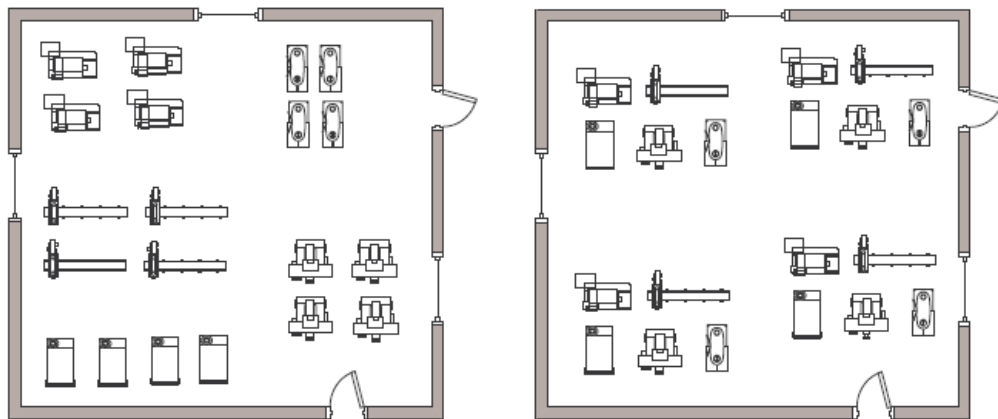


Figura 4 - Exemplo de rearranjo funcional para arranjo físico celular.
Fonte: Peimaldo e Graeml (2007)

O layout celular aumenta a velocidade e eficiência da produção sem perder a alta flexibilidade no tamanho do lote, esse layout proporciona menores distancias percorridas agregando vantagem competitiva (MARTINS, 2005).

2.6.1.4 Arranjo físico por produto

O arranjo físico por produto é uma sequência linear, é a menor distância da entrada da matéria prima até a saída do produto acabado. É o arranjo físico que é utilizado para fazer análises das operações realizadas sobre um determinado produto (CHIAVENATO, 1991). Pode-se observar na Figura 5, alguns tipos de fluxos organizacionais do *layout* linear conforme Tompkins et al. (2013).

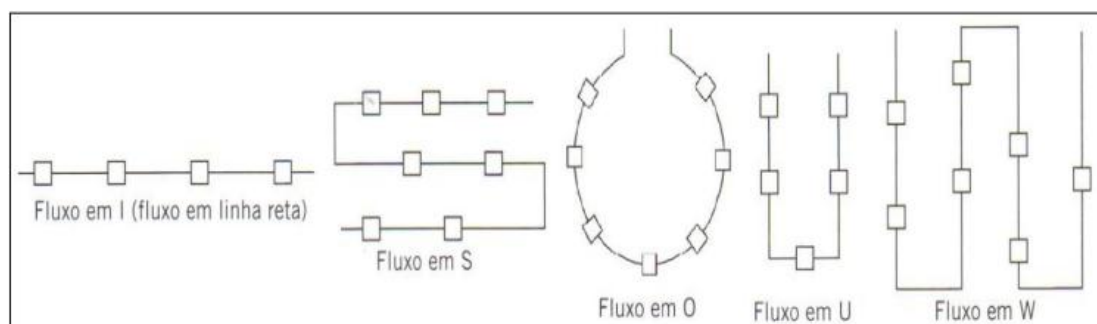


Figura 5 -Tipos de fluxos para organização do layout linear.
Fonte: Adaptado de Tompkins et al. (2013).

Esse layout é muito utilizado quando há pouca variedade de produtos, porém com um alto volume de produção, é um processo com pouca flexibilidade (SLACK, 2009).

2.6.1.5 Arranjos físicos mistos

O arranjo físico misto é a combinação de dois ou mais arranjos físicos, ou ainda quando se utiliza diferentes tipos de arranjo em diferentes partes da operação (SLACK et al. 2002). Na Figura 6, está exemplificado um *layout* misto.

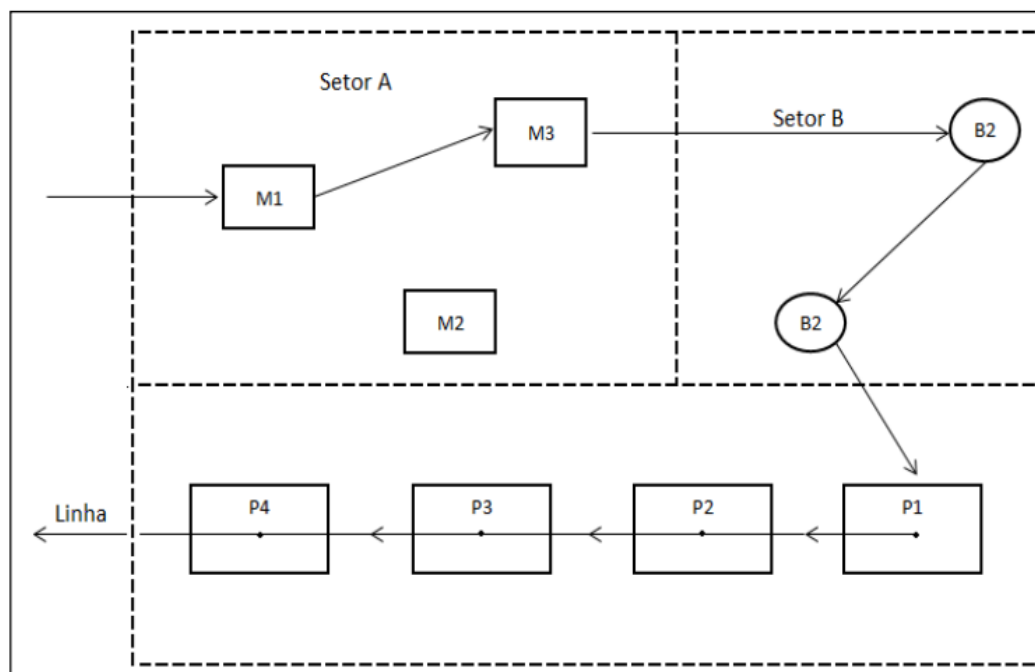


Figura 6 - Layout misto.
Fonte: Martins (2005)

Conforme Slack et al (2009), os layout mistos são os mais vistos na prática, por que os empresários procuram adaptar o processo conforme suas necessidades.

2.6.1.6 Selecionando um arranjo físico

Para se escolher um arranjo físico é necessário saber o volume e a variedade dos produtos, além de um bom entendimento das vantagens e desvantagens de cada tipo de arranjo. Nas Figuras 7 e 8, é demonstrado como escolher o arranjo pelo volume e variedade, entretanto, nota-se que pode ocorrer a sobreposição de arranjos. Nesse caso, o responsável deve tomar a decisão de qual arranjo é o mais adequado para ser utilizado.

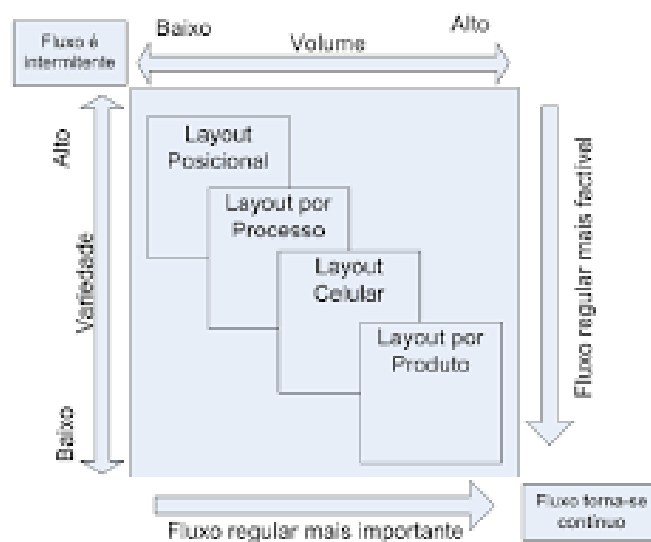


Figura 7 - Esquema para escolha do arranjo pelo volume e variedade.
Fonte: Slack (2009)

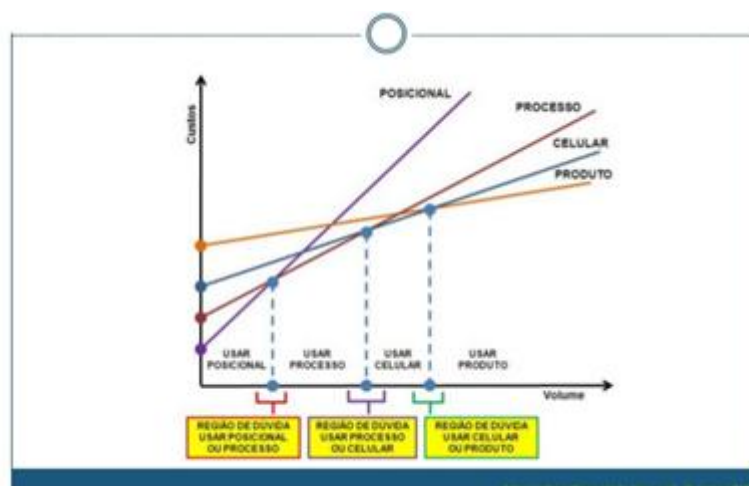


Figura 8 - Selecionado um tipo de arranjo físico.
Fonte: Slack (2009)

No Quadro 1, estão demonstrada as vantagens e desvantagens de cada tipo de arranjo físico.

Arranjo Físico	Vantagens	Desvantagens
Posicional	Alta flexibilidade, o produto permanece fixo, apresenta alta variedade de atividades para a mão de obra e menor movimentação de material.	Elevados custos, complexa programação do espaço, baixo volume de produção, grande movimentação de pessoas e equipamentos.
Funcional	Flexibilidade alta, robusto no caso de interrupções e de fácil supervisão.	Reduzida utilização dos recursos, elevado estoque em processo, fluxo complexo, maior dificuldade para controlar e baixa produtividade.
Produto	Custos unitários baixos, elevados volumes de produção, movimentação apropriada de pessoas e materiais e simples controle de produção.	Baixa flexibilidade, trabalho pode ser repetitivo, investimento inicial elevado.
Celular	Equilibrado com relação ao custo e flexibilidade, com elevada variedade, o produto percorre a linha rapidamente e o trabalho em equipe traz melhores resultados para o processo.	Torna-se caro se reconfigurado do arranjo atual e pode reduzir a utilização de recursos.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens dos tipos de arranjo físico.
Fonte: Adaptado de Slack et al. (2009)

2.7 CAPACIDADE PRODUTIVA

Para Gaither e Frasier (2001), é quantidade máxima de produção real que uma indústria pode manter dentro de sua estrutura organizacional, levando em consideração período de inatividade e disponibilidade de materiais a serem transformados.

A cronometragem tem o objetivo de estabelecer o tempo padrão por operação. Os dados gerados permitem identificar as etapas que mais demoram, fazer um balanço de linha e determinar a capacidade produtiva de acordo com a etapa de maior tempo. (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Para determinar as tolerâncias deve ser levar em conta que não é possível que um colaborador trabalhe o dia todo, este deve ter duas tolerâncias, a primeira por fadiga e a segunda por necessidades pessoais (BARNES 1977; MARTINS E LAUGENI, 2005). Para a tolerância de necessidades pessoais Barnes (1977) e Martins e Laugeni (2005), consideram suficiente o tempo de 10min e 25 min, aproximadamente 5% de uma jornada de 8 horas diárias. Já na questão de fadiga, a tolerância pode variar de 10% a 50% de acordo com a execução do trabalho. Para as indústrias em que o trabalho e o ambiente são considerados normais, este índice pode variar entre 15% e 20% do tempo (BARNES 1977; MARTINS E LAUGENI, 2005).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O presente estudo foi desenvolvido em uma fábrica de filtro de água por gravidade, localizada em uma cidade no interior de São Paulo. A fábrica é considerada de pequeno porte segundo os critérios de avaliação do SEBRAE (2006) e conta com 14 funcionários. A empresa atua principalmente no mercado nordeste brasileiro e no estado de São Paulo.

Com a iminente crise energética brasileira e a necessidade de economizar recursos, a demanda da indústria cresceu de maneira significativa. Pois seus produtos não utilizam energia elétrica e se sobressaem em termos de efetividade de suas funções.

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

Segundo Gil (2010), o objetivo de pesquisa científica é solucionar problemas através de um objeto de investigação, ensino, pesquisa e aplicação. Conforme a classificação de Marconi e Lakatos (2010), a metodologia pode ser de acordo com a sua natureza, abordagem, objetivos e procedimentos. Portanto para definir os critérios utilizados nesse estudo, foi necessário um planejamento de acordo com os objetivos e visando um aumento da capacidade produtiva em 30 %, além de uma melhoria no planejamento e controle da produção traçados pela gerência.

A empresa possuía dois barracões com linhas de montagens e grande estoque em ambos, e um caminhão que realiza o transporte de matéria prima diariamente. Nesse estudo foram realizadas as pesquisas qualitativas e quantitativas. A pesquisa qualitativa pode ser definida como o entendimento da situação, relacionando o objeto estudado com o ambiente do estudo sem a necessidade de obter números ou dados (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010). Na indústria estudada foi feito um levantamento das atividades

organizacionais e um acompanhamento das operações, para facilitar o entendimento da sua funcionalidade. Gil (1994), apresenta a pesquisa quantitativa como todo elemento que pode ser transformado em valores numéricos. Foi realizado um estudo de tempos e métodos, para entender qual a melhor metodologia que compreende os melhores tempos na organização e assim descobrir possíveis gargalos e problemas de padronização. Assim, a classificação da abordagem desse estudo será mista, pois englobará dados quantitativos e qualitativos. Para isso, foi realizado um acompanhamento diário das funções dos trabalhadores e do funcionamento da indústria

3.3 PADRONIZAÇÃO DAS ATIVIDADE

Nesta etapa do trabalho primeiramente, foi necessário definir um POP (procedimento operacional padrão), devido ao fato de que os funcionários não realizavam a produção da mesma forma.

3.4 LEVANTAMENTO DE DADOS

A coleta de dados foi essencial para a estruturação da pesquisa e para o desenvolvimento de hipóteses, que servem para analisar os arranjos sugeridos. Com a estruturação da pesquisa e o conhecimento do funcionamento da organização, é possível optar por melhorias mais adequadas. Para Marconi e Lakatos (2010), o início de qualquer pesquisa é a coleta de informações baseadas na teoria, para aplicar conceitos comprovados na resolução do problema.

Outro método importante é o levantamento de campo com observação do ambiente que, conforme Marconi e Lakatos (2010) e Gil (2008), consiste em questionamentos diretos e obtenção de informações vitais da empresa como posições de trabalho, ferramentas e dificuldades do dia a dia. Para adquirir tal conhecimento, foi feito um acompanhamento diário das

atividades, entrevistas, avaliação das plantas coletando dados necessários para a análise final.

Após realizado o levantamento de dados, será possível fazer a identificação das características da empresa e do arranjo que ela utiliza. E de acordo com as informações coletadas classificar o layout mais adequado para o tipo de sistema avaliado. Após a coleta detalhada de informações e a definição do arranjo físico, o objetivo será encontrar oportunidades de melhorias, para aumentar a eficiência e a produtividade da empresa eliminando desperdícios.

3.5 ANÁLISE COMPARATIVA

Ao final do projeto, foi feita uma análise comparativa entre as vendas e a produção, realizada com base em dados históricos fornecidos pela empresa, com a nova capacidade produtiva e vendas no período de março a janeiro de 2017.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DESCRIÇÃO DO PRODUTO

O portfólio da empresa é bastante variado e compreende filtros de inox, barro e polímero de diversas cores e tamanhos, que podem possuir ou não um reservatório.

Na sequência estão alguns exemplos de produtos fabricados pela empresa. Para o melhor entendimento dos processos produtivos, esses produtos serão separados em grupos denominados famílias.

4.1.1 Família 1

Esses produtos estão dispostos em seis cores, preto, branco, amarelo, azul, verde e vermelho e possuem uma particularidade, o reservatório possui um desenho denominado *hotstamping*, fixado por termoformagem. Os produtos Amazon eram produzidos no barracão secundário e podem ser observados nas Figuras 9 e 10.



Figura 9 - Filtro da família 1 com reservatório.
Fonte: Portfólio da empresa (2016).



**Figura 10 - Filtro da família 1 sem reservatório.
Fonte: Portfólio da empresa (2016).**

4.1.2 Família 2

A família 2 possuem a maior variabilidade de produtos, e estão disponíveis nas cores preto, branco, amarelo, vermelho, azul e verde, eles podem possuir pinturas ou adesivos. Os produtos dessa família estão representados nas Figuras 11 e 12.



**Figura 11 - Filtro da família 2 com reservatório.
Fonte: Portfólio da empresa (2016).**



Figura 12 - Filtro da família 2 sem reservatório.
Fonte: Portfólio da empresa (2016).

4.1.3 Família 3

A família 3, assim como as outras, podem ser vendidas com ou sem reservatório, como representados nas Figuras 13 e 14. As cores disponíveis para essa família, preto e branco, são relacionadas as suas torneiras, pingadeiras e ao reservatório.

Essa família passa por um processo produtivo a mais que as outras famílias, que consiste na montagem da sua carenagem.



Figura 13 - Filtro da família 3 com reservatório.
Fonte: Portfólio da empresa (2016).



Figura 14 - Filtro da família 3 sem reservatório.
Fonte: O autor (2017).

4.1.4 Família 4

Esses produtos, representado na Figura 15, possuem variabilidade apenas em seus tamanhos, a empresa produz oito filtros diferentes desta família. O processo produtivo desse produto era realizado no barracão secundário.



Figura 15 - Filtro da família 4.
Fonte: O autor (2017).

4.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

A descrição do processo produtivo pode ser observada nos fluxogramas representados nas Figuras 16, 17 e 18.

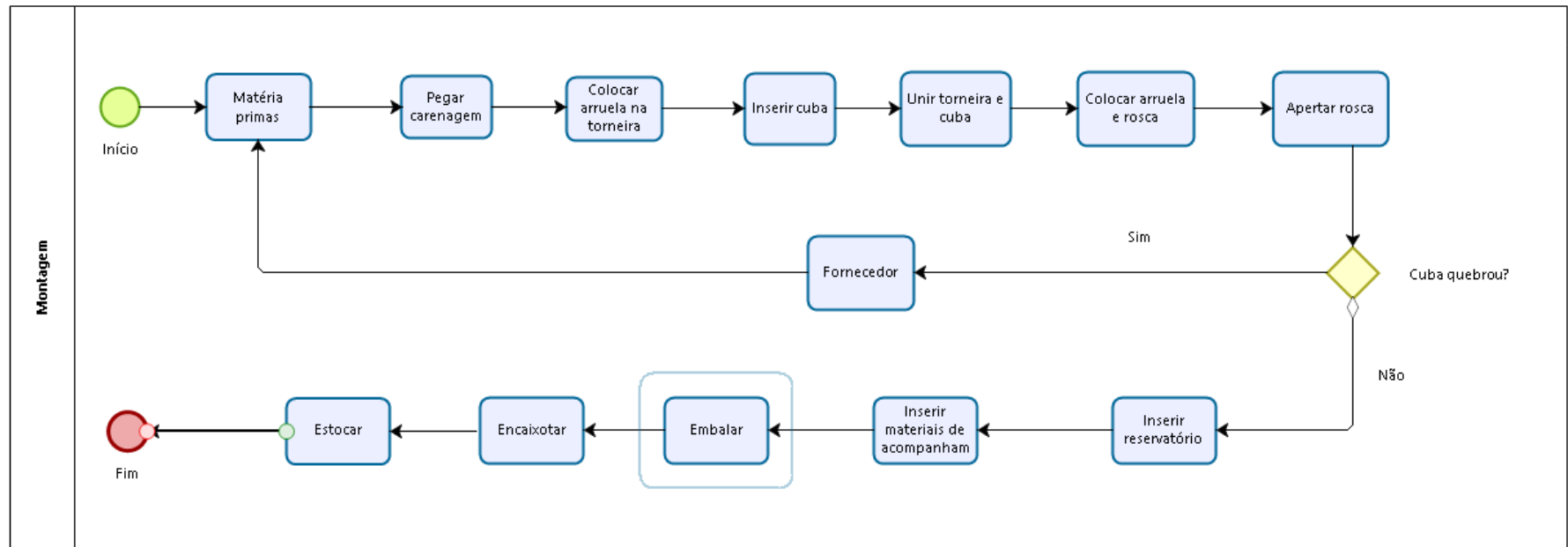


Figura 16 - Fluxograma da montagem das famílias 1 e 2.
Fonte: O autor (2017).

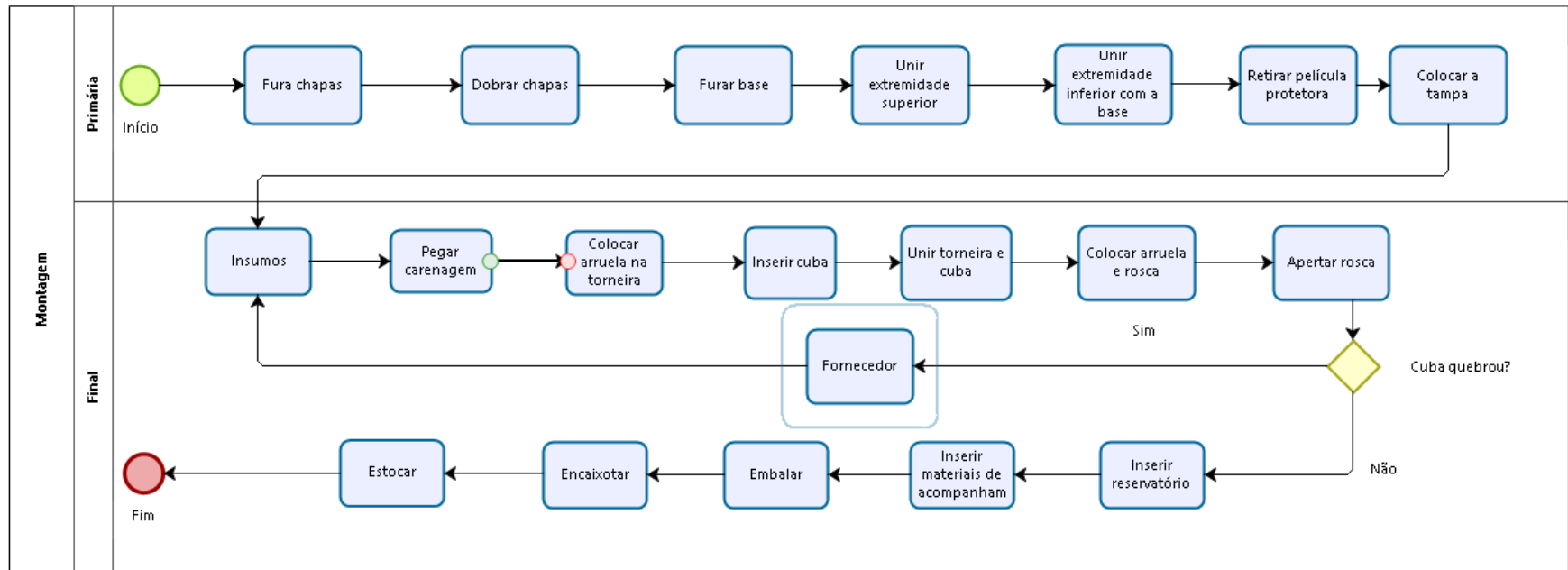


Figura 17 - Fluxograma montagem primária.
Fonte: O autor (2017).

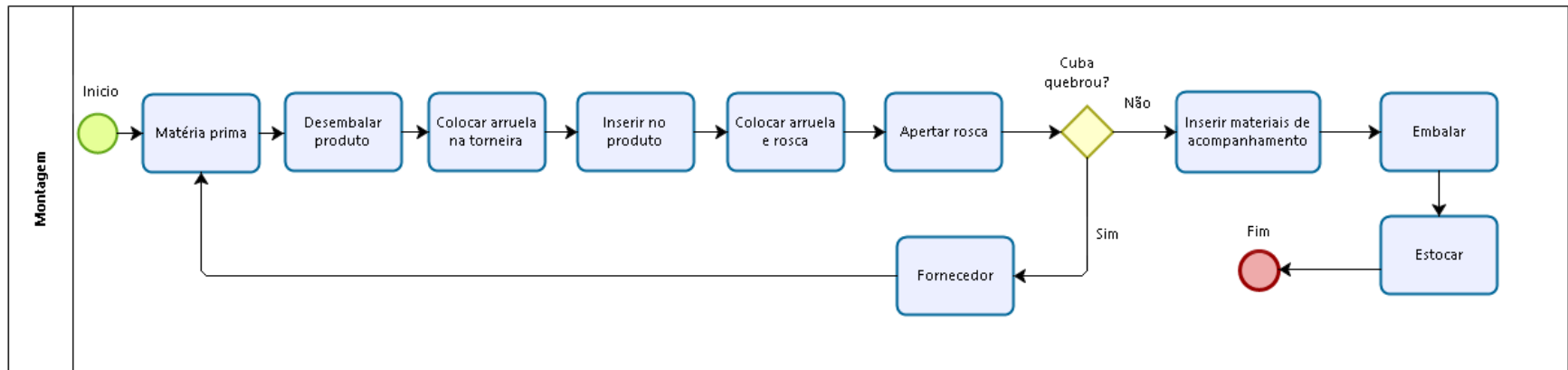


Figura 18 - Fluxograma montagem família 4.
Fonte: O autor (2017).

4.3 DESCRIÇÃO DAS MATÉRIAS PRIMAS

As matérias primas e insumos dos processos estão apresentadas no Quadro 2:

(continua)

Família	Material	Figura
1	Carenagem	
2	Carenagem	
3	Carenagem	
1 e 2	Topo	
3	Topo	
3	Base	

Quadro 2 - Quadro de figuras das matérias primas e insumos. Fonte: o autor (2017).

(continua)

Família	Material	Figura
2 e 3	Reservatório	
1	Reservatório	
1,2 e 3	Tampa	
2 e 3	Cuba	
1	Cuba	
3	Chapa Inox	

Quadro 2 - Quadro de figuras das matérias primas e insumos.
Fonte: o autor (2017).

(continua)

Família	Material	Figura
Todos	Bóia	
1,2 e 3	Pingadeira	
1,2 e 3	Vela	
1	Torneira	
2,3 e 4	Torneira	
Todos	Porca	
Todos	Passador	

Quadro 2 - Quadro de figuras das matérias primas e insumos.
Fonte: o autor (2017).

(conclusão)

Família	Material	Figura
Todos	Arruela	
1	Redinha	
1	Gancho	
2,3,e 4	Adesivo	
1	Adesivo	
Todos	Adesivo INMETRO	
Embalagens	Código de barra	

Quadro 2 - Quadro de figuras das matérias primas e insumos.
Fonte: o autor (2017).

4.4 CRONOANÁLISE E DEFINIÇÃO DE TEMPO PADRÃO

Definido o POP e as atividades necessárias, foram realizadas as cronoanálises e definidos os tempos padrões, para realizar o cálculo da capacidade produtiva.

4.4.1 Tempo padrão da pré montagem

É necessário realizar uma pré montagem para dar início a produção, e está consiste em:

- a) Selecionar as carenagens: as carenagens a serem utilizadas são definidas de acordo com o tamanho do lote.
- b) Passar veda rosca na torneira
- c) Destacar os passadores dos moldes
- d) Termoformagem: inserir o reservatório no forno para que o *hotstamping* seja fixado. Esse processo é realizado apenas na família 1.
- e) Preparar a embalagem: O produto é embalado com uma redinha que necessita ser encaixada em um gancho. Esse processo é realizado apenas na família 1.
- f) Montar as caixas de embalagem.

O tempo padrão de selecionar as carenagens não foi calculado, pois a variância dos dados é muito grande devido ao fato do mix de produtos na fábrica ser muito variado e as carenagens ficarem em diversos lugares. Além disso, essa operação também é realizada por mais de um operador.

Para a pré montagem foram definidos tempos padrões, de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 - Tempo cronometrado da pré montagem.

Tempo (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	0,1	0,11	0,11	0,1	0,11	0,08	0,1	0,07	0,08	0,07
C	0,08	0,09	0,08	0,08	0,1	0,07	0,09	0,08	0,08	0,08
D	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,07	0,07	0,08
E	1,05	1,04	1,03	1,16	1,06	1,08	1,07	1,07	1,08	1,07
F	0,26	0,26	0,19	0,17	0,23	0,26	0,26	0,19	0,17	0,23

Fonte: O autor (2017).

Para definir o tempo padrão dessas operações, foi utilizado o método de calcular o número de ciclos, cujo cálculo está representado na Tabela 5. O tempo médio será considerado o tempo padrão.

Tabela 5 - Cálculo do número de cronometragens necessários para definir o tempo padrão.

Tempo (min)	Tempo padrão	Z	R	Er	D ²	N
B	0,09	2,58	0,04	0,05	3,078	7,2104
C	0,09	2,58	0,04	0,05	3,078	7,2104
D	0,06	2,58	0,03	0,05	3,078	7,8582
E	1,07	2,58	0,13	0,05	3,078	2,0349
F	0,22	2,58	0,09	0,05	3,078	6,7963

Fonte: O autor (2017).

4.4.2 Tempo padrão da família 1

O processo produtivo da família 1 consiste nas seguintes etapas:

- a) Encaixar a cuba dentro da carenagem. Com o auxílio da porca e arruela, unir a torneira ao produto.
- b) A cuba deve ser colocada na esteira para que a primeira etapa seja executada, após realizada a primeira etapa é dado um torque ao produto, utilizando-se uma parafusadeira.
- c) Encaixar a pingadeira e o reservatório, colar os adesivos, inserir o manual de instrução, o filtro e a boia ao produto.
- d) Embalar produto: para essa etapa é necessário a pré montagem das redinhas. Os produtos são inseridos dentro das redinhas, é

dado um nó na extremidade inferior e após os produtos são encaixotados.

Esse processo produtivo é semelhante ao processo da família 2, porém os tempos se diferem pelo fato dos produtos serem maiores. Os tempos cronometrados desse processo estão descritos na Tabela 6 e o cálculo do número de cronometragens está representado na Tabela 7:

Tabela 6 - Tempo cronometrado da família 1.

Tempo (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	0,27	0,23	0,27	0,27	0,25	0,24	0,29	0,22	0,25	0,3
B	0,19	0,19	0,19	0,21	0,21	0,19	0,19	0,27	0,23	0,2
C	0,38	0,37	0,35	0,47	0,44	0,37	0,48	0,47	0,39	0,37
D	0,47	0,5	0,53	0,54	0,53	0,5	0,37	0,46	0,47	0,49

Fonte: O autor (2017).

Tabela 7 - Cálculo do número de cronometragens necessários para definir o tempo padrão.

Tempo (min)	Tempo padrão	Z	R	Er	D ²	N
A	0,26	2,58	0,08	0,05	3,078	5,1781
B	0,21	2,58	0,08	0,05	3,078	6,4789
C	0,41	3,58	0,13	0,05	3,078	7,3937
D	0,49	4,58	0,17	0,05	3,078	10,41

Fonte: O autor (2017).

4.4.3 Tempo padrão da família 2

A montagem dos produtos da família 2, seguirá um processo em linha por uma esteira e serão utilizados cinco colaboradores:

- a) Encaixar a cuba dentro da carenagem. Com o auxílio da porca e arruela, unir a torneira ao produto.
- b) A cuba deve ser colocada na esteira para que a primeira etapa

seja executada, após realizada a primeira etapa é dado um torque ao produto, utilizando-se uma parafusadeira.

- c) Encaixar a pingadeira e o reservatório, colar os adesivos, inserir o manual de instrução, filtro e a boia ao produto.
- d) Embalagem primária: consiste em pegar a carenagem, colocar um plástico em volta, posicionar o produto na máquina e ligar o equipamento. Após esta etapa, retirar produto e colocar código de barra
- e) Embalagem: posicionar quatro produtos em uma mesma caixa de acordo com o pedido, fechar a caixa com fita e realizar a estocagem.

Os tempos cronometrados desse processo estão descritos na Tabela 8 e o cálculo do número de cronometragens está representado na Tabela 9:

Tabela 8 - Tempo cronometrado da família 2.

Tempo (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	0,32	0,3	0,33	0,32	0,3	0,33	0,32	0,33	0,3	0,32
B	0,3	0,28	0,27	0,25	0,25	0,22	0,17	0,27	0,3	0,2
C	0,27	0,24	0,28	0,24	0,35	0,28	0,32	0,28	0,32	0,37
D	0,42	0,43	0,4	0,6	0,4	0,43	0,63	0,65	0,75	0,47
E	0,46	0,39	0,47	0,62	0,54	0,51	0,42	0,55	0,42	0,48

Fonte: O autor (2017).

Tabela 9 - Cálculo do número de cronometragens necessários para definir o tempo padrão.

Tempo (min)	Tempo padrão	Z	R	Er	D ²	N
A	0,32	2,58	0,03	0,05	3,078	1,5865
B	0,25	2,58	0,13	0,05	3,078	8,6826
C	0,30	2,58	0,13	0,05	3,078	7,3876
D	0,52	2,58	0,35	0,05	3,078	11,327
E	0,49	2,58	0,23	0,05	3,078	7,9336

Fonte: O autor (2017).

4.4.4 Tempo padrão da família 3

A família 3 passa pelo mesmo processo produtivo da família 2. No entanto, necessita de um processo primário antes de seguir para o processo produtivo. Esse processo depende de seis sequências que consistem em:

- a) Furar as chapas.
- b) Dobrar as chapas.
- c) Furar a base.
- d) Unir a chapa e a base com auxílio de rebite.
- e) Retirar a película protetora que acompanha a chapa.
- f) Colocar a tampa.

Os tempos cronometrados desse processo estão descritos na Tabela 10 e o cálculo do número de cronometragens está representado na Tabela 11:

Tabela 10 - – Tempo cronometrado da montagem primária da família 3.

Tempo (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	0,25	0,23	0,30	0,27	0,30	0,23	0,32	0,26	0,29	0,27
B	0,24	0,24	0,33	0,27	0,29	0,24	0,24	0,26	0,25	0,30
C	0,11	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,09	0,11	0,12	0,12
D	0,86	0,69	0,79	0,83	0,62	0,77	0,76	0,64	0,76	0,63
E	0,28	0,30	0,27	0,43	0,40	0,50	0,35	0,37	0,32	0,33
F	0,28	0,25	0,32	0,33	0,28	0,35	0,30	0,37	0,42	0,33

Fonte: O autor (2017).

Tabela 11 - Cálculo do número de cronometragens necessários para definir o tempo padrão.

Tempo (min)	Tempo padrão	Z	R	Er	D ²	N
A	0,27	2,58	0,09	0,05	3,078	5,547
B	0,27	2,58	0,09	0,05	3,078	5,547
C	0,11	2,58	0,04	0,05	3,078	5,8822
D	0,74	2,58	0,24	0,05	3,078	5,474
E	0,36	2,58	0,23	0,05	3,078	10,861
F	0,32	3,58	0,17	0,05	3,078	12,243

Fonte: O autor (2017).

Esse é o processo que representa maior risco aos funcionários, devido ao fato das chapas de inox serem altamente cortantes. Após passar por essa pré montagem, a família 3 segue o mesmo fluxo com os mesmos tempos da família 2.

4.4.5 Tempo padrão da família 4

Os filtros da família 4 passam por processo de:

- a) Retira-los da embalagem do fornecedor.
- b) Com o auxílio da porca e arruela, unir a torneira ao produto.
- c) Colocar os adesivos, inserir o manual de instrução, os filtros e a boia no produto. Embalar na mesma caixa que veio do fornecedor.

Os tempos cronometrados desse processo estão descritos na Tabela 12 e o cálculo do número de cronometragens está representado na Tabela 13:

Tabela 12 - Tempo cronometrado da família 4.

Tempo (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	0,26	0,29	0,19	0,25	0,23	0,24	0,29	0,22	0,25	0,30
B	0,27	0,28	0,27	0,24	0,25	0,22	0,17	0,28	0,13	0,20
C	0,38	0,37	0,35	0,47	0,44	0,37	0,48	0,47	0,39	0,37

Fonte: O autor (2017).

Tabela 13 - Cálculo do número de cronometragens necessários para definir o tempo padrão.

Tempo (min)	Tempo padrão	Z	R	Er	D ²	N
A	0,25	2,58	0,12	0,05	3,078	7,7102
B	0,23	2,58	0,15	0,05	3,078	10,925
C	0,41	3,58	0,13	0,05	3,078	7,2159

Fonte: O autor (2017).

4.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS ARRANJOS FÍSICOS

4.5.1 Arranjo físico antigo

No arranjo físico antigo haviam muitos desperdícios, foi construído um estoque enorme desnecessário, no qual se perdia muitos insumos por degradação. Havia muita perda também pela falta de controle das matérias primas, o departamento de compras não acompanhava a manufatura e faltava produtos para fechar um lote.

A empresa funcionava em dois barracões e havia a necessidade de realizar o transporte de matéria todos os dias, tanto para insumos como para fazer a expedição.

A equipe de funcionários ficava dividida entre os dois barracões, quando um novo caminhão chegava com materiais, toda a produção parava para estocar esses produtos. Se a demanda de uma família estava muito grande um carro transportava os funcionários de um barracão para outro. Nas linhas de produção, não havia espaço adequado nas linhas de produção para os colaboradores devido ao excesso de material em estoque sem qualquer programação, fato esse que causava uma desmotivação nos funcionários.

A classificação desse arranjo físico é por produto, pois havia pouca flexibilidade e um grande volume de produção.

A indústria compartilhava uma grande área com um de seus fornecedores, impossibilitando qualquer alteração nessa área. O fornecedor não é exclusivo da empresa e muitas vezes era um dos gargalos no processo.

A Figura 19, representa planta baixa do barracão antigo da indústria.

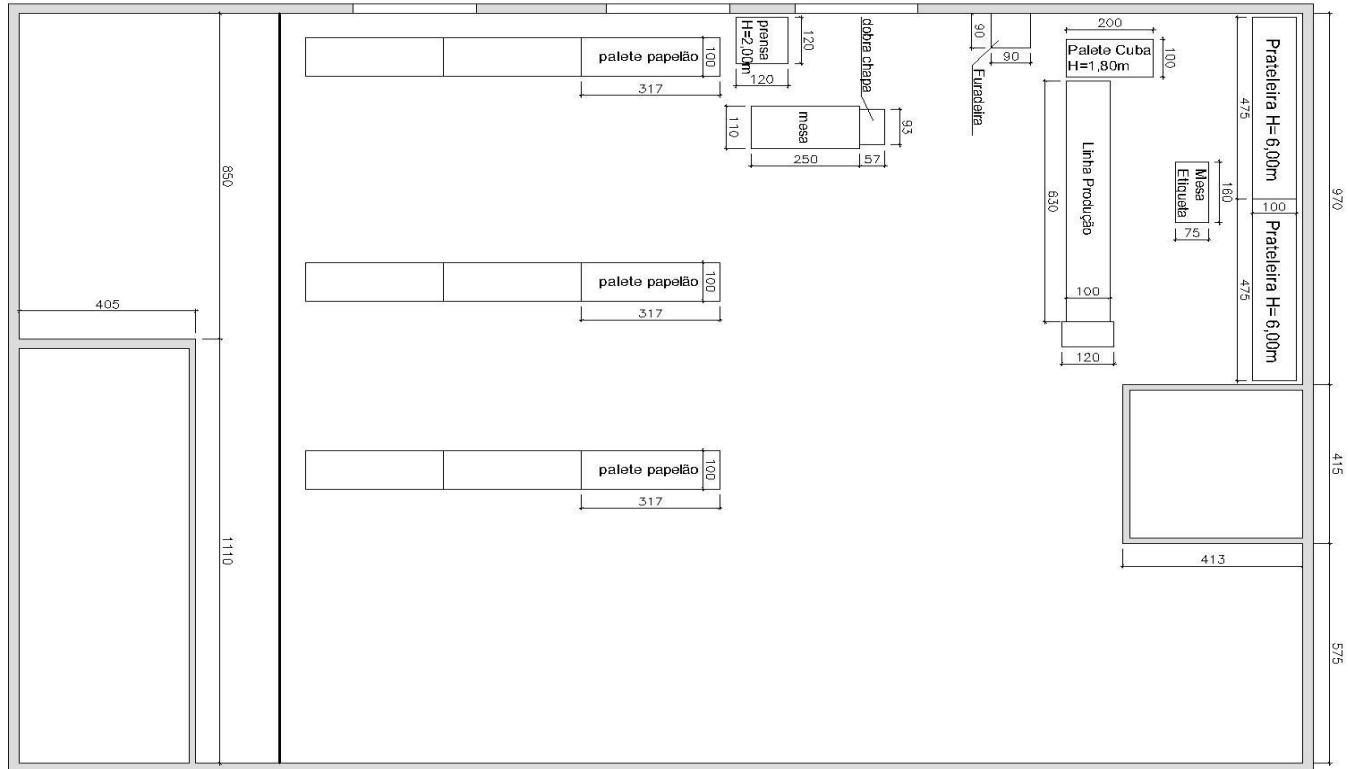
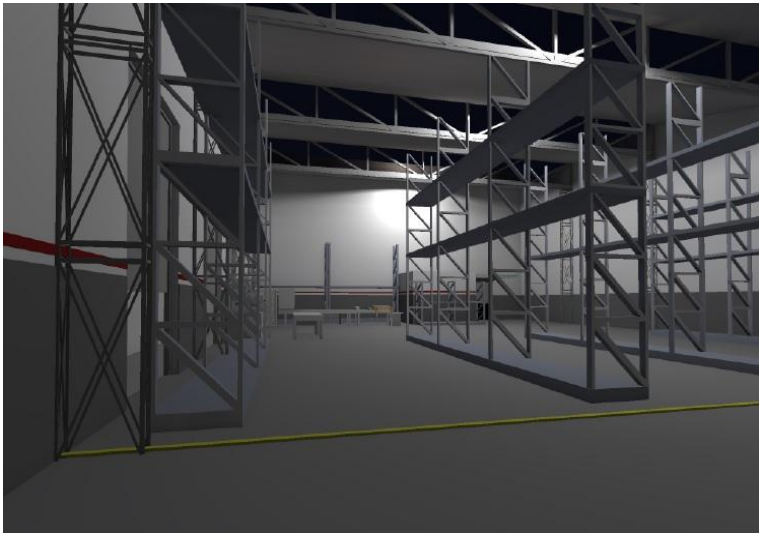
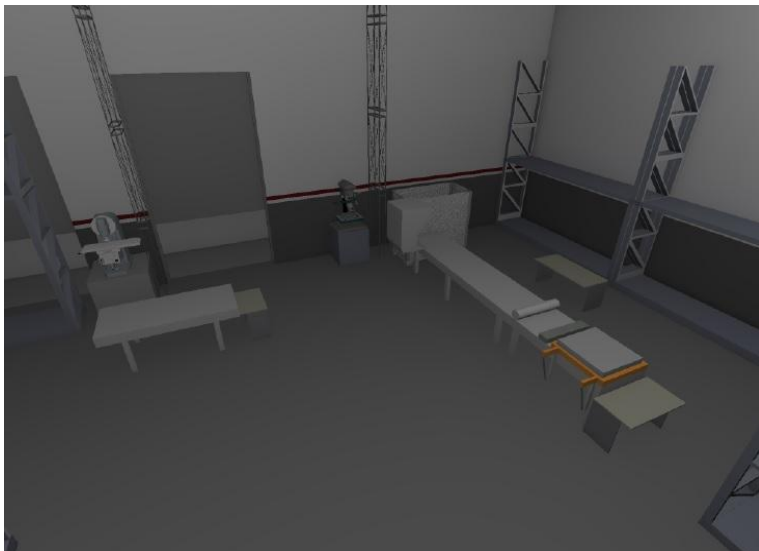


Figura 19 – Arranjo físico antigo.
Fonte: O autor (2017).

Nas prateleiras de tamanho H=6 ficavam estocadas as carenagens. Em frente a elas ficavam os lotes que iriam ser produzidos ficavam posicionados junto com uma mesa com os adesivos e a linha de produção das famílias 2 e 3.

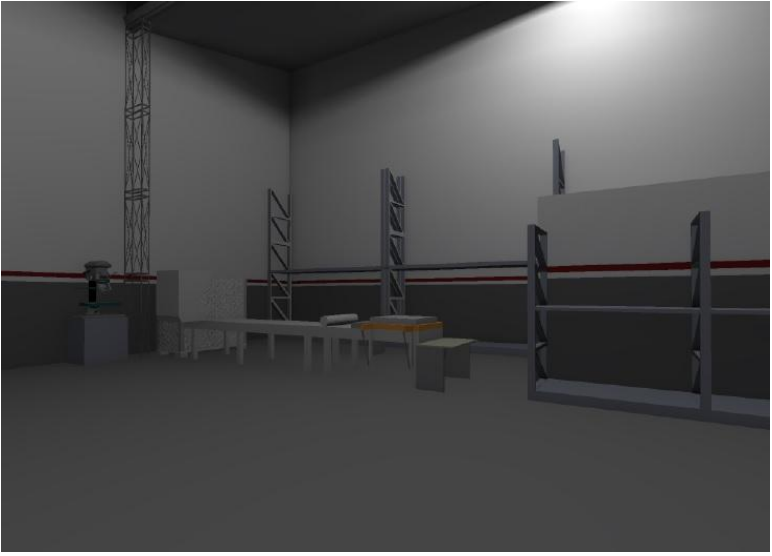

A furadeira e a prensa eram parte da montagem primária da família Inox e em entre as duas linhas era montada a expedição dos lotes. Toda área dos porta palete era usada para guardar as caixas de embalagem, quando havia uma expedição os produtos deviam atravessar toda a indústria.

O Quadro 3 foi construído com o auxílio dos programas Autocad, Archicd e Excel, tornando possível observar detalhadamente as áreas da indústria.

(continua)	
Figura	Descrição
	<p>Visão geral da indústria</p>
	<p>Vista das linhas de produção</p>

Quadro 3 - Imagens em 3D do arranjo físico antigo.
 Fonte: O autor (2017).

(conclusão)

Figura	Descrição
	<p data-bbox="1043 674 1358 741">Linha de produção da família Flex</p>
	<p data-bbox="1043 1173 1358 1240">Linha de produção da família Inox</p>

Quadro 3-Imagens em 3D do arranjo físico antigo.

Fonte: O autor (2017).

4.5.2 Arranjo físico atual

O arranjo físico atual foi desenvolvido visando uma produção mais enxuta, onde reduzindo o risco da falta matéria-prima. O sistema é puxado, ou seja, quando o departamento de vendas realiza sua atividade, a expedição

recebe uma ordem e já tem um certo número de produtos produzidos para começar a montar o lote. Na área de expedição ainda existem pintadas no chão as cores verde, amarela e vermelha, conforme os produtos são retirados da área as cores começam aparecer. No caso da cor verde o responsável saberá que não precisa produzir, a cor amarela indica que deve começar a produzir novos produtos pois quando esses estiverem prontos a cor vermelha já estará aparecendo indicando um nível baixo de estoque.

Para reduzir ainda mais os desperdícios, ambos os barracões foram alterados para um maior, onde as famílias 2, 3 e montagem final da família 3 são produzidas em apenas uma linha. Como haviam colaboradores suficiente para duas linhas, alguns foram realocados para cumprirem funções fixas, dois colaboradores ficam exclusivamente para fazer pré montagem e carregar matérias primas e insumos para a produção, estes sabem de toda a programação da fábrica e só abastecem as linhas com o produto certo. Outros dois colaboradores são exclusivos para expedição, estes fecham caixas e estocam além de montar os lotes e ajudar no carregamento do caminhão.

A família 4, usará uma linha exclusiva, pois a empresa entrou em um novo mercado e dobrou as suas vendas.

Os porta paletes que eram usados para o grande volume de caixas, agora serve as carenagens e reservatórios. Apenas um porta palete ficou para as caixas, que agora são compradas de acordo com a demanda.

Frequentemente ocorria atraso no fornecimento das cubas, essa demora passou a ser considerada na compra desse material. Os demais insumos são dispostos dentro de uma caixa, usada para fazer movimentação interna e ficam no meio da fábrica delimitados por uma linha amarela e com seu respectivo código. Todos estes insumos tem uma altura máxima de duas caixas não ultrapassando a altura de 1,5 m para que o gerente possa ter uma visão da fábrica como um todo.

A nova planta dispõe de uma cozinha para realizar refeições e uma sala para o supervisor fazer reuniões e realizar o controle da produção, esta tem um vidro para ter visão da unidade fabril.

A classificação desse arranjo físico é celular, pois foram formadas pequenas ilhas que aproximam matérias primas e produtos acabados, além de vários produtos poderem passar pela mesma linha com alta velocidade já que

dois colaboradores estão exclusivos para realizar a mudança de insumos.

A Figura 20, representa planta baixa do barracão antigo da indústria.

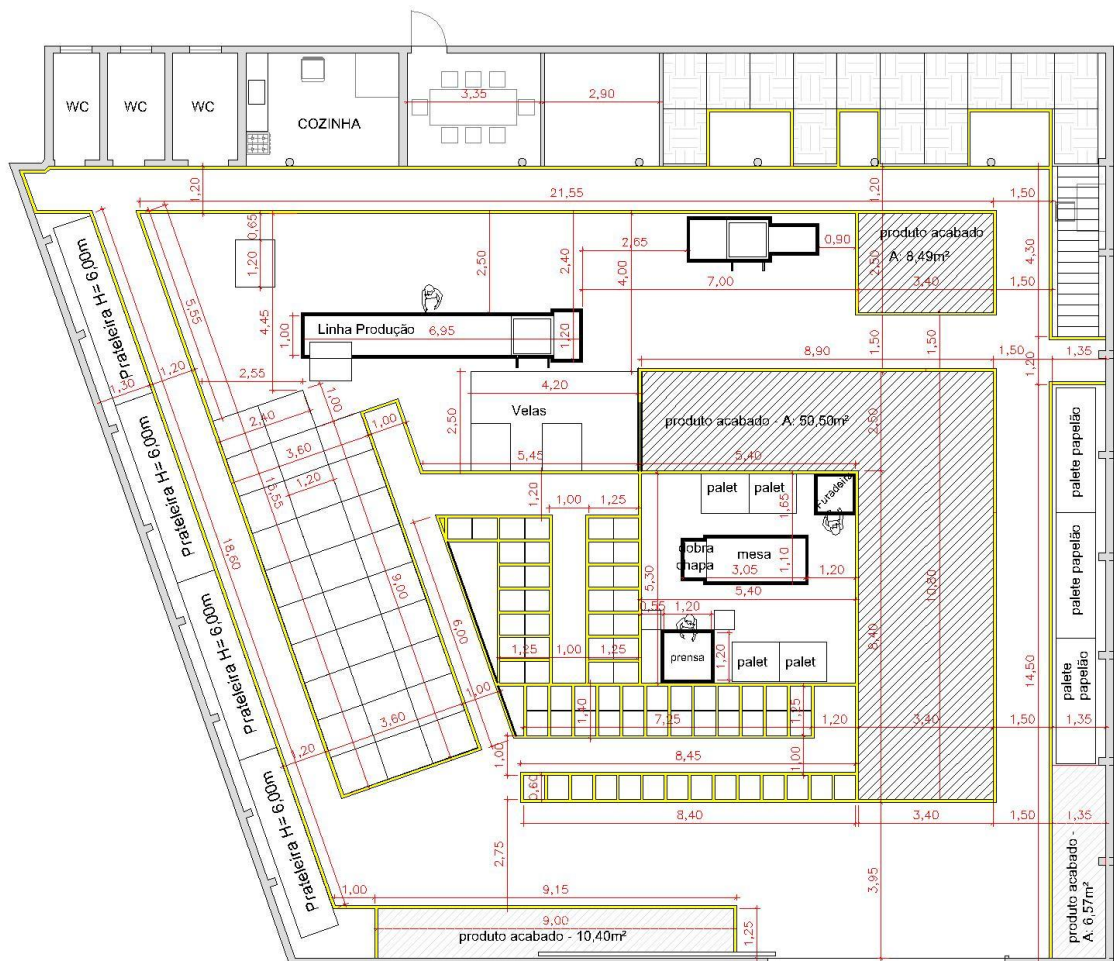
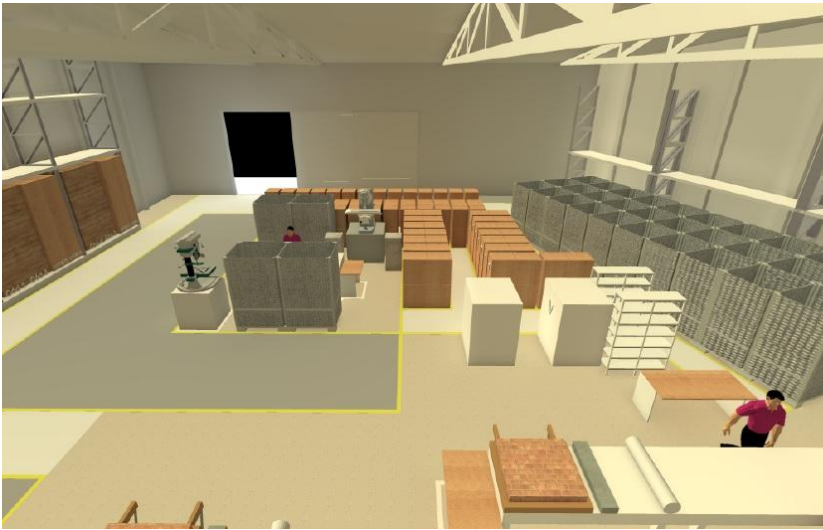



Figura 20 – Arranjo físico atual.
Fonte: O autor (2017).


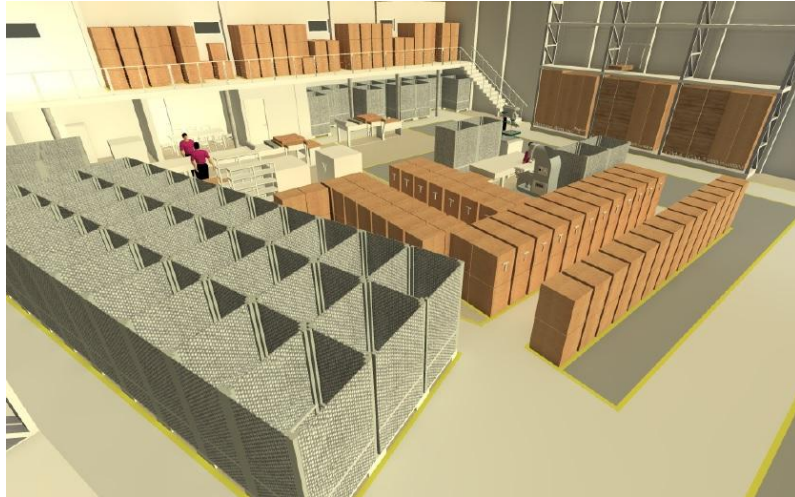
No Quadro 4 é possível observar as imagens em 3D do novo arranjo físico da indústria.

(continua)

Figura	Descrição
	Visão geral da unidade fabril
	Linha de produção da família Inox
	Montagem primária

Quadro 4 - Imagens em 3D do novo arranjo físico.
Fonte: O autor (2017).

(conclusão)

Figura	Descrição
	<p>Montagem final de todas as famílias</p>
	<p>Expedição delimitada pela linha amarela</p>

Quadro 4 - Imagens em 3D do novo arranjo físico.
Fonte: O autor (2017).

4.6 CAPACIDADE PRODUTIVA

Para calcular a capacidade produtiva da indústria foi utilizado o método dos gargalos, na qual a capacidade é calculada a partir do maior tempo do processo.

Na pré montagem o processo de termoformagem foi desconsiderado, pois este só é utilizado na família 1 e esta família será produzida em conjunto com a 2 e 3. Enquanto essas famílias estão sendo produzidas, a

termoformagem pode ser realizada, na produção de 1 a embalagem com as redinhas tem um tempo maior de operação do que a termoformagem.

A família 2 tem seu gargalo na montagem primária, porém este possui uma linha exclusiva não afetando os demais processos.

Na figura 14 estão representados os maiores tempos de casa etapa.

Tabela 14 - Gargalos da produção.

Etapa	Descrição	Gargalos(min)
Pré Montagem	Montar caixas	0,22
F.2	Embalagem primária	0,52
F.3	Unir base e chapa	0,74
F.1	Embalagem primária	0,47
F.4	Embalagem	0,41

Fonte: O autor (2017).

Para calcular a capacidade produtiva da indústria, os tempos que foram considerados são os das linhas de montagem final das famílias 2, 3 e 1.

As tolerâncias em virtude de necessidades pessoais e fadiga, serão considerados 5% e 20 % respectivamente. A capacidade produtiva mensal está representada na tabela 15.

Tabela 15 - Capacidade produtiva mensal.

Etapa	Descrição	Gargalos(min)	P. diária	Necessidade pessoal	Fadiga	P. diária real	P. mensal
Pré Montagem	Montar caixas	0,22	2181,82	109,09	436,36	1636,36	34363,64
F.2	Cuba+torneira	0,32	1500	75,00	300,00	1125,00	23625,00
F.3	Cuba+torneira	0,32	1500	75,00	300,00	1125,00	23625,00
F.1	Reservatório+acessórios	0,38	1263,16	63,16	252,63	947,37	19894,74
F.4	Embalagem	0,41	1170,73	58,54	234,15	878,05	18439,02

Fonte: O autor (2017).

Os tempos de operação para embalagem primária foram desconsiderados das famílias 2 e 3, pois nesse processo são feitos dois produtos ao mesmo tempo. O tempo de operação para embalagem da família 1 também foi desconsiderado pois é realizada por dois funcionários.

Os produtos da famílias 2, 3 e 1 serão produzidos na mesma linha, portanto para cálculo da capacidade produtiva deverá ser feito uma

multiplicação em relação as vendas. O ganho produtivo em relação a vendas antigas e produção comparados a capacidade produtiva está representada na Tabela 16.

Família	Antigo		Atual		Melhoria Produção (%)	
	Vendas	Produção	Vendas	Produção	Vendas	Produção
F. 2	10500	9000	12000	12240	17	36
F. 3	1000	750	1200	1224	22	63
F.1	8000	6100	9962	8557	7	40
F. 4	1000	1000	2100	18439	1744	1744

Tabela 16 - Comparação da produção entre os dois arranjos físicos.

Fonte: O autor (2017).

O objetivo inicial era obter 30% de aumento na capacidade produtiva e como mostrado na tabela, esse objetivo foi alcançado em todas as etapas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

Toda a mudança gera desconforto e na indústria não é diferente, funcionários geralmente tem dificuldades em se adaptar a novas rotinas e empresários gostam de controlar as mudanças. Entretanto, quem mais conhece os processos são seus colaboradores, conhecimento esse que foi necessário para desenvolver uma grande mudança estrutural e cultural.

A troca de estrutura física facilitou a mudança na fábrica, novos conceitos foram implantados e o que seria mais difícil de ter ocorrido seria mais difícil a implantação, se essa tivesse que continuar com a rotina em que todos estavam acostumados.

Mesmo diminuindo uma linha produtiva foi possível aumentar a produtividade, por questões de organização, melhor controle da produção e material disponível no lugar e tempo certo.

Houve uma grande redução dos desperdícios por degradação de material e falta de entrega, agora a empresa adquiriu maior confiança e satisfação dos seus clientes e tornou possível a sua expansão.

Os colaboradores estão mais satisfeitos e a indústria está sem resíduos nas suas dependências.

O estudo atingiu o objetivo inicial de obter uma melhoria de 30 % na produção da indústria.

Novos estudos podem estabelecer um foco na localização dos insumos com as linhas de montagem levando em consideração peso e utilização.

REFERÊNCIAS

BARNES, Ralph M. Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.

BROWN, Steve; LAMMING, Richard; JONES, Peter. **Administração da Produção e Operações: Um enfoque Estratégico na Manufatura e nos Serviços**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CHIAVENATO, Idalberto. **Iniciação à administração da produção**. São Paulo: Makron Books, 1991.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**; Rio de Janeiro: Campus, 2000.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e serviços: Uma abordagem Estratégica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GAITHER, Normas; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8.ed. São Paulo: Pioneira, 2001.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

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

KOTLER, Philip. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. São Paulo: Atlas, 1998.

MARCONI, Marina A. LAKATOS, Eva M. **Fundamento de Metodologia Científica**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010. MARCONI, Marina A. LAKATOS, Eva M. **Técnicas de Pesquisa**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2013.

MARTINS, Petrônio G. LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MUTHER, Richard. **Planejamento do layout: sistema SLP**. São Paulo, Edgard Blucher, 1996.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. **Administração da produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba, 2007.

SEBRAE. **Critérios de Classificação de Empresas: MEI - ME – EPP**. 2006. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>> Acesso em: out. de 2016.

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

SLACK, Nigel; JHONSTON, Robert; CHAMBERS, Stuart. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

STEVENSON, William J. **Administração das operações de produção**. 6ed. Rio de Janeiro

STONER, James A. F; FREEMAN, R. Edward. **Administração**; Rio de Janeiro: Prentice Hall, 1985.

TOMPKINS, James A. WHITE, John A. BOZER, Yavuz A. **Planejamento de Instalações**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

ZACARELLI, Sérgio B. **Administração estratégica da produção**. São Paulo: Atlas S.A., 1990.