



Andréia Suzana Kohlrausch

**BALANCEAMENTO DE LINHA NA MANUFATURA DE
UMA EMPRESA DO SEGMENTO TÊXTIL**

Horizontina - RS

2019

Andréia Suzana Kohlrausch

**BALANCEAMENTO DE LINHA NA MANUFATURA DE
UMA EMPRESA DO SEGMENTO TÊXTIL**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a o Trabalho Final de Curso na Engenharia de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina, sob orientação da professora Ivete Linn Ruppenthal Me.

Horizontina - RS

2019

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

**"BALANCEAMENTO DE LINHA NA MANUFATURA EM
UMA EMPRESA DO SEGMENTO TÊXTIL"**

Elaborado por:
Andréia Suzana Kohlrausch

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção

Aprovado em: 06/12/2019
Pela Comissão Examinadora

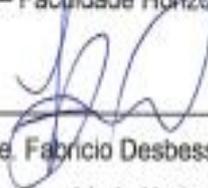


Mestra: Ivete Lion Ruppenthal

Presidente da Comissão Examinadora - Orientadora



Mestra: Francine Centenário Gomes
FAHOR – Faculdade Horizontina



Mestre: Fabricio Desbessel
FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

2019

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser meu guia, presente em todas as horas, a todos que confiaram em mim, em especial ao meu marido Carmo, minha mãe, meu pai, meus irmãos e minhas afilhadas, pelo carinho, confiança, incentivo e dedicação ao longo de minha vida.

AGRADECIMENTO

A Deus, em primeiro lugar, por me permitir a vida e através da fé me acompanhar nos desafios, guiando meu caminho.

Em especial, aos meus pais Clair e Enio Kohlrausch pelo apoio em todas as minhas decisões, por comemorar comigo minhas conquistas. Ao meu marido Carmo que esteve comigo durante todo o período da faculdade, pelo apoio, conselhos e motivação nesta jornada.

Aos meus amigos, que estiveram comigo nesta jornada.

À minha professora e orientadora Ivete Linn Ruppenthal pela paciência, dedicação e pelas preciosas orientações, dando-me suporte em todos os momentos fazendo-se essencial para a realização deste trabalho.

A empresa, PABRUAN que oportunizou a realização deste trabalho.

“Quando o mundo estiver unido na busca do conhecimento, e não mais lutando por dinheiro e poder, então nossa sociedade poderá enfim evoluir a um novo nível.”

(Thomas Jefferson)

RESUMO

O Balanceamento de Linha visa aumentar a produtividade, buscando distribuir as atividades aos postos de trabalho de forma a minimizar o tempo ocioso em todos os postos, conseqüentemente reduzindo os custos. Ao aumentar a produtividade com custos menores, a empresa se tornará mais competitiva perante a concorrência. Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho visou realizar o balanceamento de linha para a otimização do processo de produção de camisas. O problema da pesquisa buscou responder de que forma o balanceamento de linha, poderá contribuir para o aumento da produtividade no setor de acabamento. Quanto aos aspectos metodológicos, os métodos de abordagem utilizados foram o dedutivo, qualitativo e quantitativo. Os métodos de procedimento foram a pesquisa exploratória, descritiva, bibliográfica e estudo de caso. Os dados foram coletados por meio de observação no ambiente de trabalho, entrevista com gestores e colaboradores, cronometragem dos tempos e registro fotográfico. Os dados foram analisados com o Microsoft Excel e análise de conteúdo. O resultado do trabalho foi a elaboração de um balanceamento da linha dos processos de manufatura para o produto camisas, comprovando na prática que, para a produção de camisas manga longa, é necessário contratar no mínimo mais um colaborador no setor do acabamento e melhorar os tempos na costura, para atender a meta diária de produção. Também, foram propostas melhorias para otimização do processo produtivo, bem como melhor utilização dos recursos disponíveis. Com o balanceamento de linha é possível obter um equilíbrio entre tempos e processos, sendo muito importante para o desenvolvimento e crescimento da empresa.

Palavras-chave: Tempos e movimentos, Balanceamento de linha, Diagrama de Precedência.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Símbolos de um Fluxograma de Processos	20
Figura 2 – Posto de trabalho	24
Figura 3 – Diagrama de Precedência	27
Figura 4 – Tempo de Ciclo	28
Figura 5 – Demonstração da distribuição das atividades	28
Figura 6 – Diferença entre fluxos	33
Figura 7 – Máquinas “sobre rodas”	37
Figura 8 – Estrutura do desenvolvimento do estudo	38
Figura 9 – Layout Físico Atual.....	48
Figura 10 – Fluxograma Processo Produtivo Atual	51
Figura 11 – Software Audaces Vestuário	52
Figura 12 – Corte do Enfesto	53
Figura 13– Fusionadeira, Golas Prensadas	54
Figura 14 – Gola Pronta	55
Figura 15 – Preparação do Bolso.....	55
Figura 16 – Preparação das Frente no Aparelho, Peça Pronta.....	56
Figura 17 – Botoeira e Caseadeira, Peça com as operações concluídas	57
Figura 18 – Preparação da Manga no Aparelho, Peça Pronta	57
Figura 19 – Máquinas Quatro Fios e Galoneira, Peça Pronta	58
Figura 20 – Corpo da Peça, Após Colocação da Gola.....	58
Figura 21 – Punho.....	59
Figura 22 – Ferro a Vapor	59
Figura 23 – Setor de Bordado, Peça Pronta.....	59
Figura 24 – Peça Concluída	60
Figura 25 – Produtos Aguardando na Fila.....	61
Figura 26 – Diagrama de Precedência do produto camisas.....	65
Figura 27 – Layout com melhorias	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tarefas com suas durações e Precedentes	25
Quadro 2 – Organização dos cálculos	29
Quadro 3 – Perguntas	39
Quadro 4 – Técnicas de Análise	46
Quadro 5 – Kankan Interno	54
Quadro 6 – Operações para montar uma gola em um par de punho	55
Quadro 7 – Atividades do Processo Produtivo	63
Quadro 8 – Sequência das atividades e suas dependências	64
Quadro 9 – Balanceamento de Linha todo do Processo Produtivo	68
Quadro 10 – Balanceamento de Linha todo do Processo Produtivo Ajustado	70
Quadro 11 – Comparativo da situação atual com a proposta (com 3 setores).....	71
Quadro 12 – Sequência de Operadoras para Executar a Atividade.....	74

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	TEMA	11
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.4	HIPÓTESES.....	13
1.5	JUSTIFICATIVA	13
1.6	OBJETIVOS	15
1.6.1	Objetivo Geral	15
1.6.2	Objetivos Específicos	15
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO	16
2.2	ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	16
2.3	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	17
2.4	CONTROLE DE QUALIDADE	18
2.4.1	Parâmetros de tolerância	18
2.5	PROCESSOS DE PRODUÇÃO	19
2.5.1	Padronização de processos	19
2.6	MAPEAMENTO DE PROCESSOS	20
2.7	FLUXOGRAMA DE PROCESSOS.....	20
2.8	TEMPOS E MOVIMENTOS	21
2.8.1	Tipos de Movimentações	22
2.9	BALANCEAMENTO DE LINHA	22
2.9.1	Terminologia da Análise de Linha de Produção	25
2.9.2	Diagrama de Precedência	26
2.9.3	Capacidade	29
2.9.4	Produtividade	30
2.10	LAYOUT	31
2.10.1	Layout Posicional	33
2.10.2	Layout por Processo	34
2.10.3	Layout celular	34
2.10.4	Layout Físico em linha ou por Produto	35
2.10.5	Layout Físico Misto	35
2.10.6	Ferramental tecnológico para projeto de layout físico	36
2.11	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	37
3	METODOLOGIA	38
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	38
3.1.1	Métodos de abordagem	39
3.1.2	Métodos de procedimentos	41
3.1.3	Técnicas de pesquisa	43
3.1.4	Técnicas de Análise de dados	45
3.2	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	46
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	47
4.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	47
4.2	LAYOUT	47
4.2.1	Layout Físico atual	48
4.3	FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO	50
4.4	PRODUTIVIDADE	61
4.5	DIAGRAMA DE PRECEDÊNCIA	62

4.6	BALANCEAMENTO DE LINHA.....	66
4.7	MELHORIAS IMPLEMENTADAS DURANTE O ESTUDO.....	72
4.7.1	Layout Físico com melhorias	72
4.8	SUGESTÕES DE MELHORIAS FUTURAS	74
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
	REFERÊNCIAS.....	78

1 INTRODUÇÃO

Na administração da produção o balanceamento da produção, é uma das técnicas empregadas para garantir que os processos sejam executados em sintonia com a estratégia da empresa, direcionando os esforços do processo produtivo em busca de entregas cada vez mais rápida, com maior qualidade.

Para que as empresas alcancem seus objetivos é de fundamental importância que elas busquem técnicas e alternativas capazes de identificar gargalos nos processos contínuos, para que a produção atinja suas metas, contribuindo para a diminuição dos custos e conseqüentemente, o aumento da lucratividade da organização.

Outro aspecto relevante da técnica de balanceamento de linha, é proporcionar uma maior organização das atividades, gerando um sequenciamento apropriado de forma a reduzir os estoques e aumentar a capacidade produtiva dos funcionários que executam as tarefas, reduzindo o desperdício de tempo e energia em atividades que não agregam valor para a empresa, do mesmo modo, que possam executar suas tarefas de forma segura e com o mínimo de estoque possível.

Neste sentido, com este trabalho buscou-se realizar o balanceamento de um processo de manufatura em uma indústria de confecção, situada no estado do Rio Grande do Sul, através da análise do fluxo de trabalho inicial, com o propósito de sugerir melhorias para serem implementadas, agregando valor para a organização.

O produto estudado é camisa manga longa, devido à dificuldade de atingir a meta diária de 90 camisas no setor do acabamento, também por ser o produto com maior percentual de vendas anualmente, produzido pela empresa em estudo e ser o item com mais operações, necessitando de mais colaboradores para ser concluído.

O diagrama de precedência também auxilia no gerenciamento de projeto, sendo uma combinação de atividades interrelacionadas que devem ser executadas em determinada ordem, antes que toda a tarefa seja concluída. Observando que algumas atividades deverão ser concluídas, para que outras sejam iniciadas, em uma ordem que não pode ser alterada.

1.1 TEMA

O tema é o balanceamento de um processo de manufatura de camisas na indústria de confecção PABRUAN.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

No desenvolvimento deste trabalho o tema se delimita no balanceamento de um processo de manufatura de camisas na indústria de confecção PABRUAN, localizada na cidade de Horizontina, região noroeste do Rio Grande do Sul, através da análise do fluxo de trabalho inicial, com o propósito de sugerir melhorias para serem implementadas, agregando valor para a organização.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

A produtividade é considerada um fator muito importante dentro das organizações, e para conseguir melhorá-la é preciso tomar alguns cuidados com o ambiente de trabalho, valorizando o profissional, afastando-o do medo, da insegurança, demonstrando respeito pelos seus direitos e obrigações. A produtividade pode sempre ser melhorada através da criatividade, da formação e da melhoria contínua.

A produtividade está relacionada a alcançar o máximo da produção que a qualidade permite. É nesse sentido que a empresa estudada necessita de medidas para melhorar a sua performance, para competir com o mercado, o qual oferece produtos com valores menores, porém mantendo a qualidade dos produtos e serviços oferecidos. Para isso, buscou-se analisar e resolver um problema relacionado a tempos e processos que existem na empresa há muito tempo.

Na empresa em estudo, cada setor possui suas metas diárias, sendo estas definidas de acordo com os tempos coletados de cada colaborador, bem como por atividade em cada produto, porém o setor do acabamento tem dificuldade para alcançar as metas na produção de camisas. A meta é igual para todos os setores, cujo objetivo é produzir 90 camisas manga longa por dia.

A empresa busca manter uma meta para todos os setores, mas com um objetivo em comum, atingir a meta estipulada no setor do acabamento, ou seja, todos os setores precisam trabalhar unidos, um setor precisa abastecer e dar suporte ao outro, para que, no final do dia, as metas sejam atingidas.

Com base no exposto, o problema de pesquisa caracteriza-se com a seguinte pergunta: De que forma o balanceamento de linha poderá contribuir para o aumento da produtividade no setor de acabamento?

1.4 HIPÓTESES

Considerando que o conceito de hipóteses corresponde a uma explicação sobre determinada causa de estudo, para responder o problema em questão, foram desenvolvidas as seguintes hipóteses:

- As metas do setor final do processo não são atingidas devido ao desnivelamento dos tempos de atividades no setor do acabamento;
- Com a linha balanceada, as metas diárias na confecção de camisas serão atingidas;
- O diagrama de precedência auxiliará na organização dos processos, agregando produtividade.

1.5 JUSTIFICATIVA

A justificativa em geral apresenta as razões e respostas do porquê se está realizando a pesquisa, e como ela irá contribuir para sua aceitação (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Conforme Moreira (1997), em um sistema de produção, onde os insumos são combinados para fornecer uma saída, a produtividade refere-se ao maior ou menor aproveitamento de recursos nesse processo de produção, ou então diz respeito a quanto se deve produzir, partindo de uma certa quantidade de recursos. Neste sentido, a produtividade traz benefícios como, melhor aproveitamento de seus funcionários, máquinas, economia de energia e combustíveis, consumo da matéria prima, dentre outros.

Todos os tempos e recursos envolvidos no processo, sejam eles tangíveis ou intangíveis proporcionam receitas e despesas para a empresa, onde qualquer fator de otimização, independentemente do foco, busca tornar a empresa mais competitiva perante os concorrentes e o mercado.

Este estudo foi realizado na empresa PABRUAN Confecções LTDA, empresa do segmento têxtil, situada na cidade de Horizontina – RS. A empresa estudada necessita de medidas para melhorar a sua produtividade, para competir com o mercado, que oferece produtos com valores menores.

Os principais produtos que a empresa produz são camisas manga longa e manga curta masculinas e femininas, camisetas, calças, coletes, jaquetas, polos, polos de trabalho.

A produção é dividida em quatro setores. O primeiro setor envolve o planejamento e controle da produção (preparação da modelagem). No segundo setor encontra-se o corte, no terceiro setor encontra-se a costura, sendo responsável pela montagem das peças e o último setor é do acabamento, o qual trabalha na preparação das peças e finalização das mesmas.

O presente estudo tem foco no setor do acabamento na produção de camisas, uma vez que esse setor possui problemas relacionados a tempos e processos, pelo fato dos operadores não terem suas atividades bem definidas, tornando o fluxo descontínuo, ou seja, as peças chegam no acabamento, onde é realizada a limpeza, colocação do botão na gola e punho, onde é realizado o alinhamento da barra e recortado, se necessário. Após esses processos as peças retornam para a costura (máquina reta) a fim de fazer a barra e colocação de bolso, e então são encaminhadas para ferro principal, onde as peças são passadas, e após seguem um fluxo contínuo, em caso de não conformidade. No decorrer do processo existem momentos em que o fluxo das peças não é contínuo, com isso as operadoras das estações de trabalho fazem suas atividades de forma mais lenta, pois não são incentivadas de tal forma que ocorreria em uma linha de produção. Isso afeta diretamente o setor do acabamento no fechamento de suas metas, as quais são definidas diariamente de acordo com o produto confeccionado.

Desta forma, buscou-se reorganizar o fluxo através do balanceamento de linha, definindo as atividades de cada operadora. Ainda, através do diagrama de precedência buscou-se proporcionar uma maior organização das atividades, visto que essas atividades precisam estar concluídas para outras iniciarem, não podendo atrasar, caso contrário prejudicará o andamento das demais atividades, as quais dependem umas das outras.

Ter um equilíbrio entre tempos e processos é importante para o desenvolvimento e crescimento da empresa. Ter uma boa organização e saber administrar esses recursos de forma integrada, faz com que as empresas tenham um menor desperdício e uma melhor qualidade do produto. Recursos bem administrados geram riquezas e bons rendimentos a todos os envolvidos no processo produtivo.

O balanceamento de linha na produção se faz para a redução de custos, aumento da produtividade e como consequência, a empresa obterá maior lucratividade, beneficiando assim a organização, que tem o interesse de coordenar e organizar o trabalho, de forma que resulte em ganhos para a empresa, colaboradores e clientes, justificando assim esta pesquisa.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar o balanceamento de linha para a otimização do processo de produção de camisas.

1.6.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste estudo se constituem em:

- a) Elaborar o fluxograma do processo produtivo;
- b) Coletar os tempos e movimentos do processo produtivo;
- c) Realizar o balanceamento de linha;
- d) Propor alterações no processo;
- e) Analisar os resultados das alterações propostas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são abordadas as técnicas a serem empregadas a fim de viabilizar o projeto de pesquisa. A seguir, são considerados os temas relacionados a administração da produção e análise dos tempos e movimentos, bem como balanceamento de linha.

2.1 INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO

Conforme Campos e Paula (2006), a indústria têxtil de confecção pode ser dividida em quatro setores: tecelagem, malharia, fiação e confecções, porém o último setor se sobressai em vários indicadores, por exemplo:

- Por possuir valor maior de produção, em aproximadamente três vezes superior aos demais;
- O setor de confecções também se destaca no mercado de trabalho, por ter empregado 1,1 milhão em 2002, sustentado por um número expressivo de unidades produtivas;
- Outro fator que diferencia o setor de confecções, é por estar mais próximo ao consumidor final, facilitando que seus administradores captem com mais facilidade, os gostos e as preferências dos clientes através dos meios de comercialização.

Segundo Campos e Paula (2006), a análise da indústria têxtil no Brasil deve levar em consideração os aspectos relacionados a economia nos anos 1990, e também a evolução da cultura do algodão, por se tratar da principal fonte de matéria-prima da indústria. Neste período, a indústria têxtil se encontrava sucateada e com níveis muito baixos de produtividade, devido ao alto nível de proteção.

Porém nos anos de 1990, a rápida abertura comercial provocou um processo de reestruturação no setor. As empresas sobreviventes, passaram a direcionar seus esforços em busca de melhorias, visando elevar seu nível de competitividade no mercado internacional. As mudanças representam expressivos incrementos de produtividade, sendo um requisito para redução dos custos, tornando-se mais competitivas. Essas novas formas organizacionais, valorizam a conexão das atividades da indústria, vêm-se concretizando em uma nova tendência de competição nesse segmento (CAMPOS; PAULA, 2006).

2.2 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Conforme Slack *et al* (2018), a administração da produção trabalha em torno de como as empresas produzem bens e serviços. Pode-se afirmar, conforme o autor que as atividades desenvolvidas em uma empresa atendem seus objetivos de curto, médio e longo prazo e se relacionam entre si, de forma extremamente complexa. Essas atividades que buscam transformar insumos, tais como matérias primas, em produtos acabados ou serviços, consomem recursos e nem sempre agregam valor ao

produto final, sendo que um dos objetivos da administração da produção é promover a gestão eficaz dessas atividades.

Na perspectiva corporativa exposta por Davis *et al* (2001), a administração da produção, pode ser entendida como a forma de gerenciar os recursos diretos necessários para a obtenção dos bens e serviços, especificando como a empresa irá empregar suas capacidades de produção para apoiar a sua estratégia competitiva (missão).

A administração é indicada por Peinado e Graeml (2007), como o processo de planejar, organizar, liderar e controlar o trabalho das pessoas da organização e de usar da melhor forma os recursos disponíveis para conseguir realizar os objetivos definidos.

Conforme Slack *et al* (2019) independentemente de tamanho, todas as empresas precisam criar e entregar seus serviços e produtos com eficiência e eficácia, por isso a administração da produção é tão importante tanto em pequenas, quanto em grandes organizações. Porém, na prática, o gerenciamento das operações em uma organização de pequeno ou médio porte tem seu próprio conjunto de problemas. Grandes empresas podem ter os recursos para alocar indivíduos às tarefas especializadas, mas as empresas menores, frequentemente, não podem fazer isso, de modo que as pessoas precisam executar tarefas diferentes à medida que a necessidade surge.

2.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Conforme Moreira (1997) cabe ao planejamento e controle da produção, planejar e controlar a produção como o próprio nome já diz. O primeiro passo para o Planejamento e controle da Produção (PCP) é a atividade de decidir onde empregar os recursos disponíveis, assegurando, assim, a execução do que foi previsto. Ao estabelecer linhas que deverão ser seguidas para satisfazer os objetivos estabelecidos, o planejamento nos dá as bases para todas as atividades gerenciais futuras, bem como estimula o momento em que elas devem ocorrer.

O planejamento e controle da Produção consiste em uma área produtiva na qual o principal objetivo é o planejamento das atividades e o controle dos recursos produtivos. O planejamento possibilita aumentar a taxa de utilização das instalações e dos recursos, bem como a sequência da programação dos produtos, visando a redução dos tempos de setup das máquinas. Esta área recebe informações sobre as vendas previstas, sobre a quantidade de itens em estoque, sobre as linhas de

produtos, bem como a capacidade e o modo de produzir, tendo como objetivo transformar essas informações em ordem de produção (SENAI-SP, 2015).

Em outras palavras, de acordo com Senai-SP (2015), ao realizar um planejamento a longo prazo é necessário que a empresa forneça as informações do conjunto apropriado de capacidade de tecnologia, os recursos humanos, bem como a localização para atender às necessidades futuras da organização. Ao realizar o planejamento de médio prazo é necessário combinar os suprimentos com a demanda em relação aos produtos e ao volume de produção. Já ao realizar a programação dos recursos no curto prazo se faz necessário atender as necessidades da produção. O sistema deve acompanhar a utilização dos recursos, e os resultados da realização das atividades, no momento em que as atividades diárias são executadas, para posterior relatar o consumo de materiais.

2.4 CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade, para Gaither e Frazier (2001), começa muito antes do produto ou serviço ser entregue ao cliente. Deve começar logo no início do sistema de produção, onde a matéria prima e os suprimentos devem ser de alta qualidade antes de serem utilizados. Os materiais devem ser examinados de acordo com as especificações adequadas: aparência, acabamento, conteúdo, cor, força, tamanho, peso, químico e outras características. Durante o processo de produção se analisa a qualidade dos produtos parcialmente concluídos, para determinar se os processos de produção estão operando de acordo com o desejado.

O controle de qualidade, segundo Senai-SP (2015) está envolvido no desenvolvimento de sistemas que asseguram que os produtos e serviços sejam produzidos conforme os requisitos estabelecidos, afim de superar expectativas dos clientes e consumidores. Podendo realizar esse controle em conjunto com o departamento de produção e de manutenção.

Conforme Sebrae (2003), para estabelecer uma base sólida em um ambiente favorável para a melhoria da qualidade, é fundamental o uso de ferramentas que permitam organizar os dados em fatos e informações.

2.4.1 Parâmetros de tolerância

Conforme Senai-SP (2015), todos os produtos possuem um conjunto de elementos que juntos formam o que o consumidor final entende como sendo a

qualidade. Os parâmetros são características e na indústria têxtil normalmente são chamados de:

- gramatura do tecido;
- densidade linear do tecido;
- resistência do tecido;
- solidez, entre outros.

Esses parâmetros devem ser definidos e assinalados com base nas condições internas dos equipamentos, de treinamentos dos trabalhadores, como também da matéria prima e insumos utilizados na fabricação, bem como na expectativa e exigências de seus consumidores (SENAI-SP, 2015).

2.5 PROCESSOS DE PRODUÇÃO

Conforme Martins e Laugeni (1999) conceituam o processo como o percurso realizado por um material desde que entra na empresa até que dela sai com um grau determinado de transformação.

Entretanto Shingo (1996), afirma que a produção é uma rede de processos e operações. Já um processo é visualizado como um fluxo de materiais no tempo e no espaço, onde ocorre a transformação da matéria prima em componente semiacabados e daí o produto acabado. A análise do processo examina o fluxo de material ou produto, a análise das operações examina o trabalho realizado sobre os produtos pelo trabalhador e pela máquina.

Porém de acordo com Contador (1998), o processo é uma sequência organizada de atividades, que transforma as entradas dos fornecedores em saídas para os clientes, com um valor agregado gerado pela unidade, bem como, um conjunto de causas que gera um ou mais efeitos.

2.5.1 Padronização de processos

Slack *et al* (2002), definem a padronização de processos em adotar uma sequência comum de atividades, métodos e uso de equipamentos. Sendo um assunto importante em grandes organizações porque, frequentemente, surgem maneiras diferentes de executar atividades similares em várias partes da organização. Porém, por que não admitir diferentes maneiras de fazer a mesma atividade? Porque os indivíduos e equipes teriam um grau liberdade para exercitarem seu julgamento. Gerando uma grande confusão, desentendimentos e, por fim, ineficiência.

2.6 MAPEAMENTO DE PROCESSOS

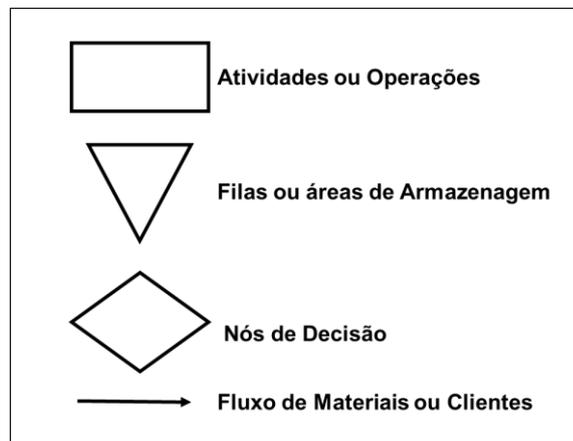
De acordo com Slack *et al* (2018) o mapeamento de processos envolve a descrição dos processos e como os mesmos relacionam-se uns com os outros. São muitas as técnicas que podem ser usadas para o mapeamento de processos. As técnicas identificam os tipos de atividades diferentes que ocorrem durante o processo e mostram o fluxo de materiais, pessoas ou as informações que o percorrem.

2.7 FLUXOGRAMA DE PROCESSOS

Segundo Oliveira (2005) os fluxogramas apresentam simbologias específicas criadas para evidenciar a origem, processo e destino da informação escrita e/ou verbal componente de um sistema administrativo, existindo diferentes tipos de fluxogramas, dentre eles os fluxogramas verticais, parciais/descritivos, globais/coluna.

O fluxograma de processo permite a visualização de todas as etapas do processo de forma global. Dentre os símbolos mais utilizados no fluxograma tem-se as atividades ou operações, as filas ou áreas de armazenagem, os nós de decisão e o fluxo de materiais e clientes Davis *et al* (2001). A simbologia de cada uma destas formas de representação, pode ser visualizada na figura 1 a seguir.

Figura 1 – Símbolos de um Fluxograma de Processos



Fonte: Davis *et al*, (2001)

De acordo com Slack *et al* (1999) o fluxograma proporciona uma compreensão específica das partes do processo onde algum tipo de fluxo acontece, registrando estágios na passagem da informação, produtos, trabalho ou consumidores, de fato.

Além disso, o propósito, segundo Slack *et al* (1999) é garantir que todos os diferentes estágios nos processos de fluxo estejam incluídos no processo de

melhoramento e que todos os estágios estejam de alguma forma, em uma sequência lógica

2.8 TEMPOS E MOVIMENTOS

Segundo o Barnes (1977) o estudo de tempos e movimentos, teve seu início em 1881, tendo Taylor como seu instrutor. Foi quando ele estava trabalhando na empresa Midvale Steel, que ele percebeu que o sistema operacional estava deixando a desejar. Foi nesta empresa que ele conseguiu um incentivo para um estudo sobre as limitações do homem e outro sobre medir o trabalho em termos de energia física despendida. Ou seja, ele procurava saber que fração de energia que um homem pode despende.

No entanto Taylor descobriu que nos trabalhos que envolviam mais esforço físico, o fator que controlava a quantidade de energia que um homem pode despendia estava relacionada com os períodos de trabalho, e de descanso e principalmente, com a relação à duração destes últimos. A principal contribuição de Taylor, foi em relação a cronometragem. Segundo ele “o estudo de tempos é um dos elementos da administração científica que torna possível transferir a habilidade da administração da empresa para os funcionários” (BARNES, 1977).

De acordo com Peinado e Graeml (2007) o estudo dos tempos, movimentos e métodos, aborda técnicas de análise de cada operação de uma determinada tarefa, buscando eliminar qualquer elemento desnecessário à operação, determinando o melhor e mais eficiente método de execução da mesma.

Conforme Moreira (1997), existem dois objetivos básicos para o estudo dos movimentos:

- Procura eliminar movimentos desnecessários;
- Determinar a melhor sequência de movimentos de forma a se atingir maior produtividade do operário;

Ao desenvolver métodos de trabalho, o analista está preocupado em eliminar movimentos desnecessários, em reduzir a fadiga do operador, melhorando o ambiente de trabalho e conseqüentemente obter um aumento na produtividade (MOREIRA, 1997). Porém Barnes (1977), define os objetivos do estudo de tempos e movimentos como sendo:

- O método preferido é desenvolver o sistema, principalmente os de menor custo;
- Padronizar o sistema e os métodos;

- Determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica;
- Orientar o treinamento do trabalho no método preferido.

2.8.1 Tipos de Movimentações

Segundo Motta e Weil (1970), existem três tipos de movimentações:

- Movimentação em sequência de circulação, onde a movimentação do material é feita conforme a sequência do processo de produção, isto é, desde a descarga da matéria prima e componentes no estoque de entrada até a embalagem e expedição, passando por todas as fases do processo manufatureiro;
- Movimentação secundária, onde determinadas operações ou processos exigem a própria movimentação do material através da máquina. Assim, algumas máquinas dispõem de uma esteira que alimenta ou transporta o material a fase seguinte. Outras vezes o material circula em torno delas, movimentado por esteira ou correntes. Também existem alguns fabricas onde o material é levado por transportadores contínuos de circuito fechado, até os pontos de consumo. Se o operador não retirar a peça, ela voltará a suas mãos após completar o circuito. Este sistema economiza espaço, pois são eliminados os pontos de estocagem junto as máquinas;
- Movimentação operacional, ocorre na operação da linha de montagem, por exemplo, existem além da sequência de circulação, os movimentos referentes ao trabalho de montagem propriamente ditos. Esses movimentos dizem respeito ao transporte para a conjugação dos componentes e do movimento manuais do operador, tais como: ajudar a soldar ou parafusar, etc. Esses movimentos integram os métodos de trabalho.

2.9 BALANCEAMENTO DE LINHA

Segundo Jacobs e Chase (2009), o trabalho total a ser realizado em um posto de trabalho é igual à soma das tarefas atribuídas para aquele posto. Ao balancear uma linha de montagem é preciso distribuir todas as tarefas para vários postos de trabalho, de modo que cada posto tenha exatamente a quantidade de trabalho que pode ser desempenhado durante o seu tempo de ciclo. Dessa forma minimizando o tempo ocioso em todos os postos.

Vieira (2009) destaca que entre os objetivos do balanceamento de linha, o objetivo principal é aumentar a produtividade e reduzir consequentemente os custos a ela associados, sendo um problema de alocação de tarefas por postos e operários, de modo que o tempo de trabalho seja ocupado ao máximo.

Em outras palavras, o autor estabelece o equilíbrio entre a carga de trabalho entre os postos de modo a reduzir o tempo de trabalho inútil, procurando desencadear as tarefas cumprindo as ordens de execução e o tempo estabelecido. Para além da distribuição em igualdade do número de horas entre os postos, busca ajustar a produção maximizando a produtividade.

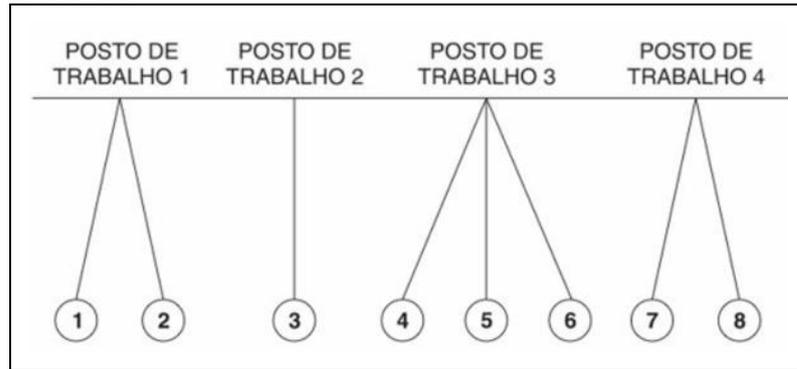
Porém Shingo (1996), descreve o balanceamento da produção como sendo um dos pilares do Sistema Toyota de Produção. Seu objetivo é fazer com o processo produza a mesma quantidade do processo precedente. Porém nesse sistema, os processos de produção estão dispostos de forma a facilitar a produção da quantidade necessária, no momento necessário. Da mesma forma trabalhadores e equipamentos estão organizados para atingir esse objetivo.

Para Gaither e Frazier (2001), o balanceamento de linha é a análise de linhas de produção, a qual divide igualmente as atividades que serão realizadas em cada posto de trabalho, a fim de que o número de postos de trabalho necessário na linha de produção seja minimizado.

De acordo com Gaither e Frazier (2001), as linhas de produção têm estações e centros de trabalho organizados em sequência, ao longo de uma linha reta ou curva. Já o centro de trabalho é uma área física onde o operador com ferramentas e uma ou mais máquinas, executa um conjunto de tarefas. Porém, um centro de trabalho é um pequeno agrupamento de estações de trabalho idênticas, onde cada estação de trabalho executa o mesmo conjunto de tarefas. A análise da linha de produção tem por objetivo determinar quantos postos de trabalho deve-se ter e quais atividades cada posto irá executar, a fim de utilizar o mínimo de operadores e máquinas, fornecendo a capacidade máxima.

Entretanto Moreira (2012), descreve a linha de montagem como: um fluxo de operações contínuo, onde o produto é dividido em operações as quais devem ser distribuídas por postos de trabalho. Sendo o posto de trabalho um local ocupado por um ou mais operadores, mesmo havendo um só operador no posto de trabalho, mais de uma tarefa ou operação pode ser realizada no local. Na figura 2, tem-se um exemplo de posto de trabalho.

Figura 2 – Posto de trabalho



Fonte: Moreira, (2012)

Conforme Slack *et al* (2019), o balanceamento de linha é uma atividade que tenta igualar a carga em cada estação de trabalho ou parte de um layout físico de linha ou processo em massa.

Entretanto, Farnes e Pereira (2006), afirmam que com base nos estudos de tempos e movimentos, é possível definir o Balanceamento de Linha como um método de dimensionamento da capacidade de produção, a fim de obter, um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, além de se mostrar necessário em virtude das mudanças no processo de montagem, como por exemplo, a inclusão ou exclusão de novas operações.

Porém para Moreira (2012), no balanceamento de linha atribui-se as tarefas aos postos de trabalho de modo que o trabalho seja dividido igualmente entre os postos. Por exemplo: um produto precisa passar por 5 operações A, B, C, D e E.

- de maneira que A seja a primeira operação;
- B e C precisam obrigatoriamente estar depois de A;
- Porém D só pode ser iniciada depois que A, B e C estejam concluídas;
- Ou seja, E é a última operação, podendo ser iniciada somente após as quatro atividades anteriores estarem concluídas.

O tempo de cada atividade é conhecido conforme o Quadro 01, bem como as atividades dependentes uma das outras.

Quadro 1 – Tarefas com suas durações e Precedentes

Tarefa	Duração (min)	Tarefas precedentes
A	1	–
B	2	A
C	2	A
D	5	A, B, C
E	3	A, B, C, D

Fonte: Moreira, (2012)

Ou seja:

- a atividade A precisa de 1 minuto;
- as atividades B e C precisam de 2 minutos cada uma;
- as atividades D e E precisam de 5 e 3 minutos respectivamente.

2.9.1 Terminologia da Análise de Linha de Produção

Essa terminologia adotada por Gaither e Frazier, (2001), será também utilizada para o presente estudo sendo que serão considerados:

- Tarefas – Elementos de trabalho. Pegar um lápis posicionar o lápis sobre o papel para escrever e escrever um número é um exemplo.
- Precedência da tarefa – A sequência ou ordem em que as tarefas devem ser executadas. A precedência de cada tarefa é conhecida a partir de uma lista das tarefas que devem precede-la imediatamente.
- Duração de tarefa – A quantidade de tempo necessária para que um trabalhador bem treinado ou máquina não assistida executem uma tarefa. As durações de tarefas normalmente são expressas em minutos.
- Tempo de ciclo – O tempo em minutos entre cada produto que sai no final de uma linha de produção.
- Tempo produtivo por hora – O número de minutos que uma estação de trabalho opera em média a cada hora. Uma estação de trabalho pode não estar em operação devido a coisas como almoço, tempo pessoal, quebras, troca de ferramental e paralisações.
- Estação de trabalho - Localização física onde um conjunto particular de tarefas é executado. As estações de trabalho normalmente são de dois tipos. Uma estação de trabalho tripulada, que contém um trabalhador que opera

uma máquina e/ou ferramentas, e uma estação de trabalho não tripulada que contém máquinas não assistidas, como robôs.

- Centro de Trabalho – Uma localização física onde duas ou mais estações de trabalho idênticas estão localizadas. Se for exigido que mais de uma estação de trabalho ofereça capacidade de produção suficiente, elas serão combinadas para formar um centro de trabalho.
- Número de estação de trabalho em funcionamento – A quantidade de trabalho a ser feita no centro de trabalho, expressa em um número de em um número de estação de trabalho. Vinte e oito horas de trabalho num centro de trabalho num turno de 8 horas seria equivalente a 28/8, ou 3,5 estações de trabalho operando.
- Número mínimo de estação de trabalho – O menor número de estação de trabalho que podem fornecer a produção exigida, calculada pela equação 01:

$$\frac{\text{Soma de todos os tempos de tarefas}}{\text{Tempo de ciclo}} = \frac{\text{Soma de todos os tempos de tarefas} \times \text{demanda por hora}}{\text{Tempo produtivo por hora}} \quad (1)$$

- Número real de estação de trabalho – O número total de estações de trabalho necessária na linha de produção inteiras, calculadas como o próximo valor inteiro mais alto do número de estação de trabalho em funcionamento.
- Utilização - A percentagem de tempo que uma linha de uma linha de produção trabalha. Isso normalmente é calculada pela equação 02:

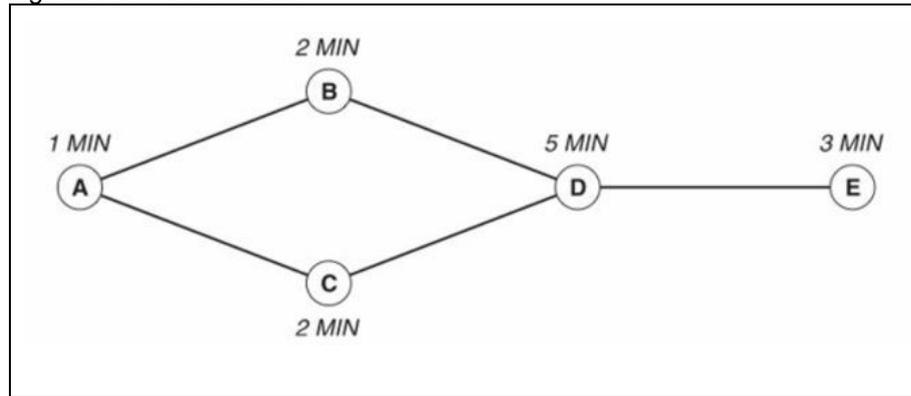
$$\frac{\text{Número mínimo de estação de trabalho}}{\text{Número real de estação de trabalho}} = X \ 100 \quad (2)$$

2.9.2 Diagrama de Precedência

Outra forma de demonstração segundo Prado (2010), é com o diagrama de precedência ou diagrama de blocos, como normalmente é chamado, possui as atividades representadas em blocos, sendo que as setas representam apenas uma dependência e não uma atividade, como ocorre no diagrama de setas, além de que, no diagrama de precedências não existe a atividade fantasma.

Segundo Moreira (2012), o Diagrama de Precedências, facilita a visualização da ordem em que as tarefas devem ser completadas, onde as atividades são representadas em círculos, unidos por retas que simbolizam a precedência. Ao lado de cada círculo, encontra-se a duração da atividade correspondente. Conforme figura 3, diagrama de procedência.

Figura 3 – Diagrama de Precedência



Fonte: Moreira, (2012)

O tempo gasto para fazer uma unidade de determinado produto é medido pela soma dos tempos das atividades; neste caso corresponde a: $1 + 2 + 2 + 5 + 3 = 13$ minutos.

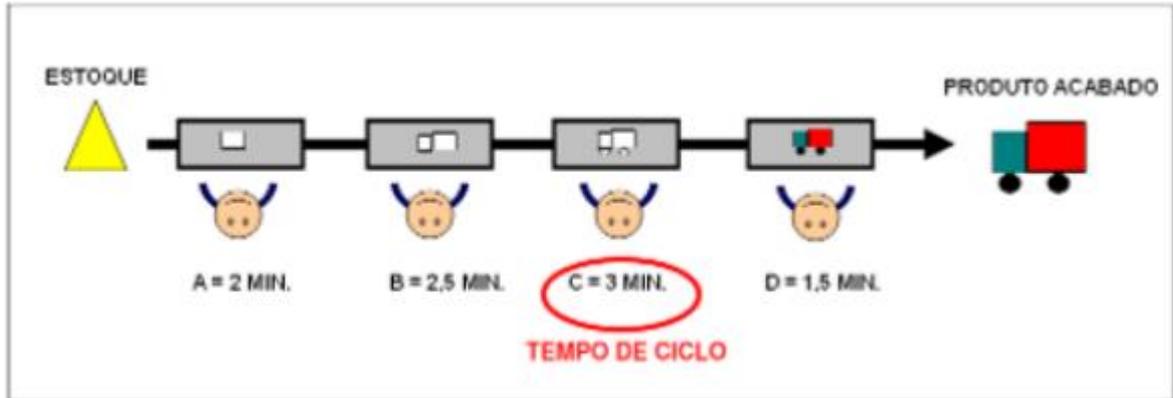
Porém se a linha atuar diariamente durante 8 horas, tem-se 480 minutos, podendo-se estipular a taxa de produção em 80 unidades por dia, o tempo disponível para fazer uma unidade será de (equação 3):

$$C = \frac{\text{Tempo de produção/ dia}}{\text{Produção necessário/ dia (em unidade)}} = \frac{480/\text{dia}}{80 \text{ unidades/dia}} = 6 \text{ minutos/ dia} \quad (3)$$

Para obter um balanceamento eficaz entre os postos de trabalho, todos deverão estar com 6 minutos disponíveis. Caso contrário, a taxa de produção irá aumentar ou diminuir, mais de 6 minutos disponíveis.

Conforme Moreira (2012), o tempo disponível em cada posto de trabalho é chamado de ciclo, conforme figura 4.

Figura 4 – Tempo de Ciclo



Fonte: Blati, Kelency e Cordeiro, (2010)

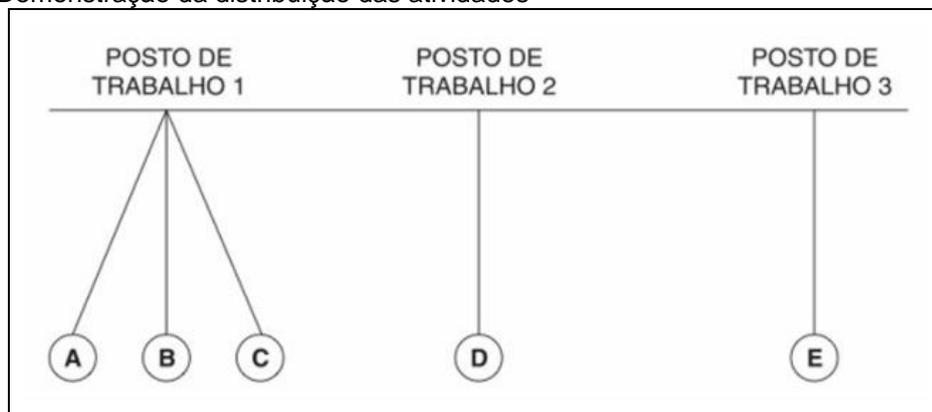
O número mínimo necessário de postos de trabalho N será dado pelo conteúdo de trabalho da unidade do produto e o tempo do ciclo (equação 4):

$$N = \frac{\text{Conteúdo de trabalho}}{\text{Tempo de ciclo}} = \frac{13 \text{ minutos}}{6 \text{ minutos}} = 2,17 \quad (4)$$

Entretanto o número N deve sempre ser inteiro, sendo necessário arredondar o resultado. Portanto, neste caso deve-se ter no mínimo 3 postos de trabalho.

Dessa forma, o primeiro posto ficará com as atividades A, B e C, que juntas consomem 5 minutos, o segundo posto é composto pela atividade D, consumindo 5 minutos e no terceiro posto é alocado a atividade E, consumindo 3 minutos. Conforme figura 5, onde demonstra a distribuição das atividades.

Figura 5 – Demonstração da distribuição das atividades



Fonte: Moreira, (2012)

Porém, para o balanceamento estar completo ainda é necessário definir a eficiência. A qual é definida pelo quociente entre o tempo de trabalho efetivo na linha

e o tempo total disponível, ambos tomados na produção de uma unidade. O objetivo do balanceamento é atingir a máxima eficiência ou a mínima porcentagem de tempo ocioso. No Quadro 2 tem-se, um exemplo de como ficará a organização dos cálculos para o nosso exemplo:

Quadro 2 – Organização dos cálculos

Tarefa(s)	Posto 1	Posto 2	Posto 3	Totais
	A, B, C	D	E	
Tempo consumido	5 min	5 min	3 min	13 min
Tempo disponível	6 min	6 min	6 min	18 min

Fonte: Moreira (2012)

$$Eficiência = \frac{\text{Soma dos tempos das tarefas (T)}}{\text{N}^\circ \text{ real de postos de trabalho (N)} \times \text{Tempo de ciclo de posto de trabalho (C)}} \quad (5)$$

A eficiência será $13/18 = 0,72$ ou 72%, enquanto a fração de tempo ocioso será a diferença para completar 1 (ou 100%), ou seja, $5/18 = 0,28 = (1 - 0,72)$. Maximizar a eficiência equivale a minimizar o tempo ocioso.

Conclui Farnes e Pereira (2006), que o dimensionamento da capacidade é um conceito fundamental no balanceamento de linha, uma vez que proporciona o dimensionamento adequado da capacidade, proporcionando o alcance dos objetivos das organizações, principalmente, com relação ao lucro e aos clientes.

Este controle da capacidade envolve o monitoramento das entradas e saídas da produção, assegurando o cumprimento das ordens. Além disso, é necessário dimensionar a capacidade de produção, que consiste em uma etapa complexa, em virtude da necessidade de uma produção altamente padronizada e repetitiva, a fim de definir a capacidade sem equívocos (FARNES; PEREIRA, 2006).

2.9.3 Capacidade

Moreira (2012) define a capacidade como sendo a quantidade máxima de produtos e serviços, os quais podem ser produzidos em uma organização produtiva, em determinado intervalo de tempo.

Conforme Jacobs e Chase (2009), a capacidade se refere a quantidade de saída que um sistema é capaz de atingir em um período específico de tempo. Se a capacidade da empresa não for adequada, ela pode perder clientes: oferecendo um

serviço lento, facilitando a entrada dos concorrentes no mercado. Porém se a capacidade for excessiva, talvez a empresa precise reduzir os preços para estimular a demanda.

2.9.4 Produtividade

Conforme Senai-SP (2015), produtividade é obter a melhor relação entre volume produzido e recursos consumidos. Tanto no mercado têxtil, assim como os outros segmentos econômicos do Brasil, a produtividade ou chamada eficiência tem fatores em comum, citadas a seguir:

- Competição acirrada dos concorrentes e da cadeia de suprimentos;
- Os prazos de entrega, demandados pelos clientes tornam se cada vez menores;
- As margens são pressionadas para baixo;
- Sendo a qualidade dos produtos e serviços, um pré-requisito para as empresas permanecer no mercado competindo;

A produtividade pode ser expressa em várias unidades de medida, porém as que são mais usuais são o percentual (%), a qual pode ser expressa em:

- as horas-homem, comparando horas da folha de pagamento com as horas faturadas para o cliente;
- quilogramas ou toneladas por máquina, ou o valor monetário das horas;
- podendo ser também os pedidos emitidos por uma equipe de vendas, ou pelo seu custo.

Porém Moreira (1997) refere-se a maior ou menor aproveitamento de recursos, ou seja, partindo do ponto de quanto se pode produzir com determinada quantidade de recursos. Neste sentido para obter um aumento na produtividade, é necessário um melhor aproveitamento dos funcionários, máquinas e matéria prima.

Senai-SP (2015), para qualquer movimentação realizada com objetivo de aumentar a produtividade, deve ser precedida de uma análise de mercado de atuação. Para transformar os ganhos de produtividade em resultados é preciso conhecer as características da demanda pelos produtos ou serviços oferecidos. Com o estudo e coleta de informações é possível decidir se faz sentido produzir mais ou se é melhor manter o volume de produção e reduzir os custos.

Entretanto Corrêa e Corrêa (2019), definem produtividade como sendo um conjunto coerente de métricas utilizadas para quantificar a eficiência e a eficácia das ações. Essa métricas são citadas abaixo:

- Quais medidas são coletadas? (em cada função);
- Análise de custo e benefício, (em cada função);
- Propósito das medidas, (em cada função);
- Projeto detalhado, (em cada função);
- Integração, (em cada função);
- Considerações de ambiente, (em cada função);
- Teste interfuncional;
- Considerações ambientais;
- Teste de robustez;
- Institucionalização;
- Manutenção continuada.

Atualmente é importante que as empresas tenham um adequado controle sobre suas eficiências, pois só uma operação com alta produtividade permitirá que as organizações possam ser competitivas em reduções de preço (CORRÊA; CORRÊA, 2019).

Para Gaither e Frazier (2001), produtividade é a quantidade de produto ou serviço produzido com os recursos utilizados. A produtividade num determinado tempo é medida pela seguinte fórmula:

$$Produtividade = \frac{\text{Quantidade de produtos ou serviços produzidos}}{\text{Quantidade de recursos utilizados}} \quad (6)$$

A Produtividade varia com a quantidade de produção, em relação a quantidade de recursos utilizados, conforme (GAITHER; FRAZIER, 2001). É possível aumentar a produtividade de diversas maneiras:

- Aumentar a produção utilizando a mesma quantidade ou quantidades menores de recursos;
- Reduzir a quantidade de recursos utilizados enquanto a mesma produção é mantida ou aumentada;
- Permitir que a produção decresça contando que a quantidade de recursos utilizados decresça mais.

2.10 LAYOUT

De acordo com Slack *et al* (2002), layout é uma operação produtiva a qual preocupa-se com o posicionamento físico dos recursos de transformação. O layout

pode ser resumido como sendo: decidir onde colocar todas as instalações, máquinas e equipamentos, bem como o pessoal da produção.

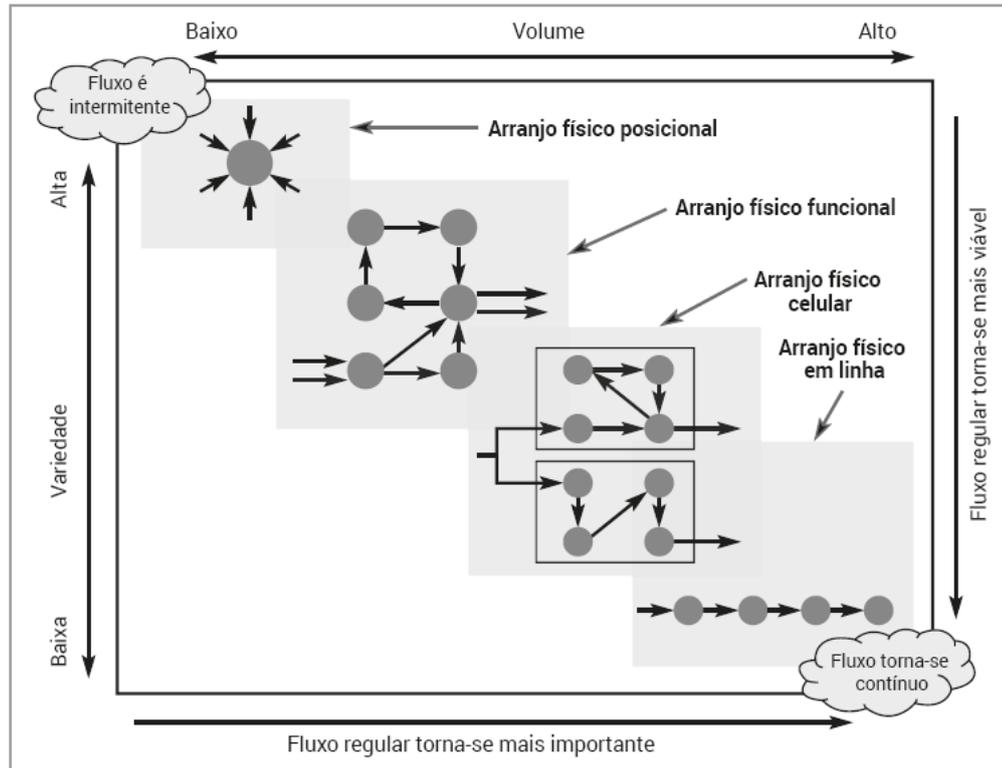
O mesmo autor afirma que o layout é uma das formas mais evidentes de uma operação produtiva pois, determina sua forma e sua aparência. Nada mais é do que a maioria de nós perceberia em primeiro lugar se entrasse pela primeira vez em um setor produtivo. O layout também determina a maneira segundo a qual os recursos são transformados (materiais, informações e clientes) fluem pela operação.

De acordo Slack *et al* (2002), existem algumas razões práticas pelas quais os layouts são importantes na maioria dos tipos de produção, também é considerada uma atividade difícil e de longa duração, devido as dimensões físicas dos recursos de transformação. O layout de uma operação existente pode interromper o funcionamento, ocasionando um descontentamento do cliente e algumas perdas significativas na produção.

Portanto se o layout não estiver de acordo, pode causar fluxos longos e confusos, gerando estoque de materiais, filas de clientes formados ao longo da operação, clientes insatisfeitos, tempos de processamento extensos, fluxos imprevisíveis e elevados custos. Entretanto Slack *et al* (2002), afirmam que ao projetar um layout de uma operação produtiva, bem como qualquer outra atividade de projeto, deve-se sempre iniciar com objetivos estratégicos e em seguida fazer um estudo sobre os tipos de processos que existem, para posteriormente tomar a melhor decisão em relação a escolha do melhor tipo de processo.

A importância do fluxo para uma operação dependerá de suas características de volume e variedade. Quando o volume é muito baixo e a variedade relativamente alta, o fluxo não é grande problema. Entretanto, se a variedade for ainda alta, uma organização totalmente dominada pelo fluxo será difícil, porque haverá diferentes padrões de fluxo, conforme a Figura 6, (SLACK *et al* 2018).

Figura 6 – Diferença entre fluxos



Fonte: Slack et al, (2019)

2.10.1 Layout Posicional

Neste tipo de layout também conhecido como layout físico de posição ao invés de informações, materiais ou clientes fluírem através de uma operação, quem sofre o processamento fica parado, enquanto maquinário, equipamento, instalações e pessoas movem-se conforme necessário. Isso se dá porque o produto ou o sujeito do serviço podem ser muito grandes ou também muito delicados para serem movidos de forma conveniente (SLACK et al 2002).

Conforme Slack *et al* (2019), o layout posicional ou de “posição fixa” é, de certa forma, uma contradição em termos, já que os recursos transformados não se movem entre os recursos de transformação, citando alguns exemplos de onde pode ser utilizado esse tipo de layout:

- Nas construções de rodovias, onde o produto é muito grande para ser movido;
- Em cirurgia de coração, onde os pacientes estão em estado muito delicado para serem movidos;
- Nos restaurantes de alto nível, onde os clientes resistem em ir até onde a comida é preparada;

- Na construção naval, onde o produto é muito grande para ser movido;
- Na manutenção de computadores de grande porte, onde o produto é muito grande, e também muito delicado para ser movido, podendo haver resistência, por parte do cliente em negar-se a levá-lo para manutenção.

2.10.2 Layout por Processo

Conforme Moreira (1997), o layout por processo é uma das características de muitas indústrias, bem como na maioria das atividades de prestação de serviço, pois os centros de trabalho são agrupados por função, que desempenham. Os materiais e as pessoas se movimentam de um centro para o outro, conforme a necessidade. Pode-se citar como exemplo hospitais, escolas, bancos, entre outras atividades que podem ser organizadas por processo, porém na indústria indica que máquinas de uma mesma função são agrupadas em departamentos e o produto segue até a próxima operação.

Entretanto Gaither e Frazier (2001), afirmam que o layout por processo, funcional são projetados para acomodar uma grande variedade de produtos e suas etapas de processamento. Esse tipo de layout pode ser layout físico pode ser utilizado quando as instalações de manufatura produzem uma grande variedade de produtos personalizados, ou em lotes pequenos. Neste caso, os processos são irregulares e as tarefas possuem variações, percorrendo diferentes roteiros de operação.

2.10.3 Layout celular

Conforme Slack *et al* (2002), o layout físico celular é aquele onde os recursos transformados, ao entrar na operação, são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação ou célula, na qual todos os recursos transformadores necessários para atender as suas necessidades imediatas de processamento se encontram. Depois de serem processados na célula, os recursos transformados podem prosseguir para outra célula, trazendo alguma ordem para a complexidade do fluxo que caracteriza o layout físico por processo ou também por produto.

Segundo Slack *et al* (2019), o layout físico celular é uma tentativa de pôr alguma ordem na complexidade do fluxo que caracteriza o layout físico funcional. Citando alguns exemplos de onde podem ser utilizados os layouts físicos celulares:

- Na fabricação de certos componentes do computador, onde o processamento e a montagem de alguns tipos de peças, podem necessitar

de uma área especial para à fabricação de peças para um cliente que tenha exigências especiais, como níveis de qualidade elevados;

- Também pode ser utilizado na área para produtos *como: lanches rápidos em um supermercado*, onde alguns clientes usam o supermercado apenas para comprar sanduíches, salgadinhos, refrigerantes, iogurte etc. para consumo imediato. Esses produtos estão normalmente próximos uns dos outros, de forma que o consumidor não necessite percorrer o supermercado para encontrá-los;
- Podendo ser utilizado até mesmo em *maternidade de um hospital*, onde as clientes que necessitam de atendimento em maternidade, formam um grupo bem definido, que pode ser tratado junto e certamente não precisarão de cuidados de outras instalações do hospital.

2.10.4 Layout Físico em linha ou por Produto

Slack et al (2002), definem o layout físico em linha ou por produto, como aquele em que cada produto, elemento de informação ou cliente segue um roteiro predefinido em que a sequência de atividades requerida coincide com a sequência na qual os processos foram organizados fisicamente. O fluxo de produtos, informações e clientes é muito claro e previsível no layout físico por produto, o que faz dele um layout fácil de se controlar.

Slack *et al* (2019), citam alguns exemplos de onde podem ser utilizados o layout físico em linha ou por produto:

- Nas linhas de montagens de automóveis, onde quase todas as variantes do mesmo modelo requerem a mesma sequência de processos;
- Em programa de imunização em massa, onde todos os clientes requerem a mesma sequência de atividades administrativas, médicas e de aconselhamento;
- Ou em restaurante self-service, onde geralmente, a sequência de serviços requeridos pelo cliente (entrada, prato principal, bebidas, sobremesa) é comum para todos os clientes, mas o layout o físico auxilia também a manter controle sobre o fluxo de clientes.

2.10.5 Layout Físico Misto

De acordo com Slack *et al* (2002), muitas operações ou projetam layout físicos mistos, que combinam elementos de algum ou todos os tipos básicos de layout físico

ou, utilizam tipos básicos de layout físico de forma pura em diferentes partes da operação.

Slack *et al* (2019), citam um exemplo, onde fica bem claro o layout físico misto: um hospital seria normalmente arranjado conforme os princípios de layout físico funcional, porém cada departamento é representado por um processo particular de (departamento de radiologia, centros cirúrgicos, laboratório de análises clínicas e assim por diante). Dentro de cada departamento, os layouts físicos usados são bem diferentes. Provavelmente, o departamento de radiologia possui um layout físico funcional, os centros cirúrgicos sigam layout físico de posição fixa e o laboratório de análises clínicas tenha um layout em linha.

2.10.6 Ferramental tecnológico para projeto de layout físico

Conforme Corrêa e Corrêa (2019), abordam conceitos de problemas de layout físico. Porém, quando se trata de problemas mais complexos relacionados ao layout físico é indispensável o apoio de ferramental tecnológico, podendo-se citar um dos softwares utilizados na escolha e no projeto de layout físico:

- Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (CRAFT), utilizado na redução de custos de movimentação.

Entretanto, existem várias outras soluções tecnológicas, introduzidas em sistemas computacionais, os quais podem ser úteis na solução de problemas complexas de layout físico. Existem iniciativas para todos os tipos de organizações, e não é diferente para indústria de confecções, onde uma alternativa encontrada para aumentar a flexibilidade de layout físicos, é com máquinas “sobre rodas”, como ilustrado na Figura 7 (CORRÊA e CORRÊA, 2019).

Figura 7 – Máquinas “sobre rodas”



Fonte: Corrêa e Corrêa, 2019

2.11 INSTRUÇÃO DE TRABALHO

De acordo com Junior (2016), na Instrução de Trabalho ocorre o estabelecimento de procedimentos precisos, onde o trabalho de cada um dos operadores em um processo de produção é baseado nos seguintes elementos:

- I. O tempo de ciclo, que é a taxa em que os produtos devem ser produzidos para atender à demanda do cliente;
- II. A sequência exata de trabalho em que um operador realiza suas tarefas no tempo de ciclo;
- III. O estoque padrão, incluindo os itens nas máquinas, exigidos para manter o processo ritmado da operação.

3 METODOLOGIA

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), na metodologia é que se aplicam os procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com a finalidade de comprovar sua validade e utilidade nos diversos setores da sociedade.

Marconi e Lakatos (2017) afirmam que a finalidade da pesquisa científica não é apenas fazer um relatório ou descrição dos dados pesquisados, mas também relatar o desenvolvimento e interpretar os dados obtidos.

Para este estudo, são apresentados os métodos de abordagem, os métodos de procedimentos e as técnicas de pesquisa, que definem claramente como a pesquisa foi desenvolvida.

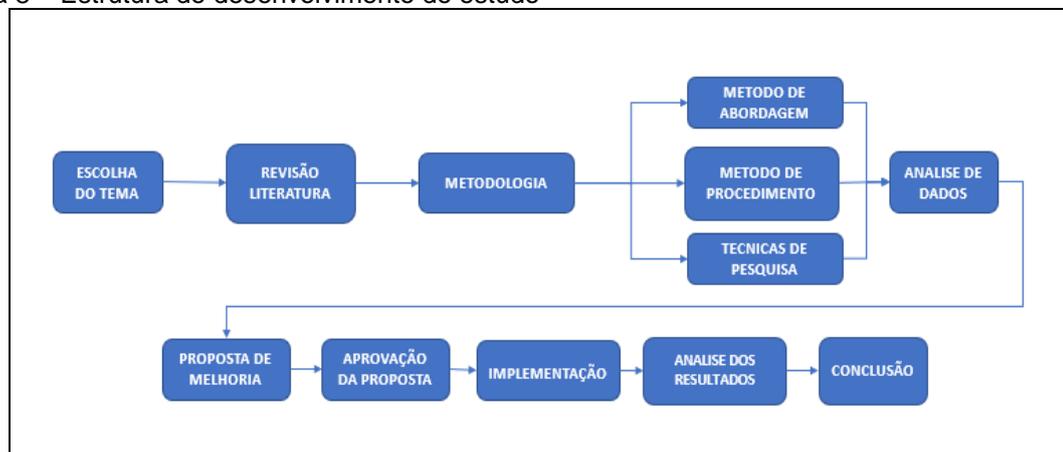
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

A empresa PABRUAN Confecções LTDA, objeto deste estudo, atua no ramo têxtil, está localizada na cidade de Horizontina, região noroeste do Rio Grande do Sul.

Inicialmente, para se ter um aumento da credibilidade dos resultados obtidos utilizaram-se pesquisas bibliográficas em livros, teses e dissertações. E para a coleta de dados foram feitas análises na empresa, podendo assim compreender como funciona o processo da confecção atualmente, para propor melhorias e posterior implementação.

As etapas dos componentes da metodologia utilizada no trabalho são mostradas de forma esquemática na Figura 8, apresentando-se na sequência seu detalhamento.

Figura 8 – Estrutura do desenvolvimento do estudo



Fonte: A autora (2019).

Após a escolha do tema deste trabalho, realizou-se a revisão bibliográfica, com um amplo entendimento sobre o processo produtivo. A seguir definiu-se a metodologia, classificando-a quanto aos métodos de abordagem e procedimentos, bem como as técnicas de pesquisa. Na sequência coletou-se os dados na empresa, e analisou-se, para subseqüentemente propor o balanceamento de linha.

Foram feitas cronometragens, observações, entrevistas semiestruturadas com os sócios da empresa, bem como com as operadoras do setor do acabamento e da costura, caracterizando este trabalho como uma pesquisa exploratória. As informações coletadas dos colaboradores da empresa, foram fundamentais para conhecer melhor a sequência operacional da empresa.

Para tal, foram realizadas algumas observações, conversas e perguntas. Com base nas questões que podem ser visualizadas no Quadro 3, tentou-se identificar como era o cenário na empresa, no que se refere ao processo produtivo.

Quadro 3 – Perguntas

 PERGUNTAS SOBRE PROCESSO PRODUTIVO	
1º	Quais são as atividades de cada operadora?
2º	Todas as operadoras sabem a sequência operacional?
3º	Existe um posto definido para cada operação?
4º	Qual operação é gargalo no setor do acabamento?
5º	Os postos de trabalho estão balanceados?

Fonte: A autora (2019).

Após conhecida a situação atual do processo produtivo, adquiridos no decorrer desse trabalho, através da coleta de dados, informações e anotações, foi realizado o balanceamento de linha.

Na sequência, descreve-se a classificação da pesquisa quanto aos métodos de abordagem, procedimentos e técnicas de pesquisa.

3.1.1 Métodos de abordagem

Os métodos de abordagem, segundo Marconi e Lakatos (2017), são caracterizados por uma abordagem mais ampla, em nível mais elevado, dos fenômenos da natureza e da sociedade. O método segue uma série de regras com a finalidade de resolver determinado problema ou explicar um fato por meio de hipóteses ou teorias, que devem ser testadas e comprovadas.

No presente estudo foram utilizados os métodos de abordagem dedutivo, qualitativo e quantitativo.

3.1.1.1 Método dedutivo

Marconi e Lakatos (2017), apresentam o método dedutivo, como um processo pelo qual, tem-se base em enunciados ou premissas, aplicando corretamente as regras lógicas se chega à conclusão necessária. O processo dedutivo leva o pesquisador do conhecido para o desconhecido, mas também de alcance limitado.

Sendo assim, o método dedutivo foi utilizado para obter uma base teórica para a pesquisa, buscando o entendimento, bem como relacionar os assuntos condizentes como o tema. A partir desta análise teórica, buscou-se a dedução, para relacionar a teoria com a prática mencionada no estudo, comprovando a melhor forma de trabalho a ser aplicada, com base no estudo do balanceamento de linha.

3.1.1.2 Método qualitativo

Marconi e Lakatos (2017), afirmam que o primeiro passo na pesquisa qualitativa é realização de leitura e reflexão sobre obras selecionadas, que tratam de teorias e de conhecimentos já existentes, relativos ao objeto do estudo. Porém o pesquisador tem liberdade de escolher o método e a teoria que servirão para a realização de seu trabalho.

Conforme Miguel et al (2010), na abordagem qualitativa existe a preocupação em obter a informação sobre perspectivas dos indivíduos, bem como interpretar o ambiente em estudo, onde o problema acontece.

O trabalho qualitativo segundo Malheiros (2011), exige métodos rigorosos, que sejam capazes de especificar que o investigador chegou o mais perto possível do fato, sendo assim, suas conclusões não se dão com base em crenças individuais.

O método qualitativo foi utilizado para a análise, do estado atual, a fim de avaliar o processo produtivo, bem como, o atual layout físico. A partir da interpretação e correlação com o método dedutivo foram identificadas as possibilidades de melhorias no fluxo de trabalho através do balanceamento de linha, bem como a possibilidade de adequação do layout físico da linha de produção, buscando responder ao problema da pesquisa.

3.1.1.3 Método quantitativo

De acordo com Diana (2013), a pesquisa quantitativa é uma classificação do método científico que utiliza diferentes técnicas estatísticas para quantificar opiniões e informações para um estudo, também é possível extrair dados mais individuais, com perguntas abertas, permitindo conhecer mais sobre o assunto.

O método quantitativo foi utilizado para coletar os tempos e movimentos da linha de produção, identificando o tempo atual do processo através do uso de técnicas de amostragem, bem como o cálculo dos tempos e movimentos, proporcionados pelos métodos estatísticos.

3.1.2 Métodos de procedimentos

De acordo com Marconi e Lakatos (2017), os métodos de procedimentos são utilizados como etapas mais concretas da investigação, com a finalidade mais limitada em termos de explicação geral dos fenômenos menos abstratos.

Segundo Vergara (2014), quanto aos fins, a pesquisa pode ser exploratória, descritiva, explicativa e metodológica, aplicada e intervencionista, e, quanto aos meios, ela pode ser pesquisa de campo, pesquisa laboratorial, documental, bibliográfica, experimental, participante, estudo de caso e pesquisa-ação.

Quanto aos fins a pesquisa é exploratória e descritiva e quanto aos meios é pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

3.1.2.1 Pesquisa exploratória

Segundo Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar mais informações sobre o assunto que será investigado, facilitando a delimitação do tema da pesquisa, a fim de descobrir uma nova abordagem para o assunto.

Entretanto Vergara (2014), afirma que a pesquisa descritiva tem características de determinada população ou de um fenômeno pré-determinado, não se preocupando em explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação.

Neste trabalho, a pesquisa exploratória foi utilizada pois, possui um planejamento flexível, permitindo um estudo do tema de diversos ângulos, envolvendo o levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema em estudo.

3.1.2.2 Pesquisa Descritiva

Segundo Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa descritiva tem como objetivo descrever as características de determinada população envolvendo o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados como: questionários e observações.

Neste trabalho, a pesquisa descritiva foi utilizada para observar, registrar, analisar os dados, redesenhar o processo e o layout físico proposto, bem como para a documentação e descrição dos resultados obtidos através do balanceamento de linha.

3.1.2.3 Pesquisa Bibliográfica

De acordo com Marconi e Lakatos (2017), a pesquisa bibliográfica é constituída a partir de registros disponíveis, abrangendo toda bibliografia publicada em relação ao tema de estudo. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre o assunto.

Duarte e Barros (2008) abreviam como sendo um conjunto de procedimentos que visam identificar as informações bibliográficas, selecionando os documentos relacionadas ao tema em estudo.

Neste trabalho utilizou-se a pesquisa bibliográfica para o entendimento, bem como para obter uma base teórica para a pesquisa, sobre os aspectos teóricos relacionados ao balanceamento de linha, assim como para a identificação de teorias relacionadas a administração da produção e operações.

3.1.2.4 Estudo de Caso

Conforme Malheiros (2011), o estudo de caso consiste em pesquisar uma situação específica, para compreender a relação de causa e efeito. Podendo também partir de uma pergunta exploratória, quando se quer aumentar o conhecimento acerca de determinado assunto, ou partir das hipóteses onde se deseja confirmar ou descartar.

Marconi e Lakatos (2017), afirmam que o estudo de caso se refere ao levantamento de informações com mais profundidade sobre determinado evento. Entretanto, é limitado, pois se restringe ao caso estudado, que não pode ser generalizado.

Um estudo de caso investiga fenômenos através de experiências reais focando em uma organização individual, o que permite um entendimento mais exato, porém

aprofundado do tema em estudo, fazendo com que os resultados sejam mais confiáveis. Entretanto, somente se aplica a organização em estudo, não podendo ser aplicado a outra empresa, pois as informações são desiguais, ou seja cada organização terá dados diferentes a serem analisados.

O balanceamento foi realizado através da utilização da ferramenta Microsoft Excel, sendo realizado para o produto camisas, cujos componentes são montados na linha produção. Desta forma, após a análise do cenário atual, foi possível realizar o estudo de caso, com a utilização do balanceamento da linha da produção, para isso foi utilizado uma ferramenta de apoio para redesenho do fluxograma do processo, para a empresa em estudo.

3.1.3 Técnicas de pesquisa

Conforme Marconi e Lakatos (2017), as técnicas podem ser um conjunto de preceitos ou métodos de que se serve uma ciência, a fim de demonstrar a habilidade de usar esses preceitos ou normas para possibilitar a obtenção de seus objetivos.

Dentre as técnicas de pesquisa foram utilizadas a técnica de coleta de dados e análise de dados.

3.1.3.1 Técnicas de coleta de dados

Conforme Marconi e Lakatos (2017), na coleta de dados o investigador entra em contato direto e prolongado com grupos de pessoas, com o ambiente e a situação que está sendo investigada. Não se tem regras precisas nem se estabelece os problemas, hipóteses antecipadamente.

A coleta de dados e informações sobre o processo estudado foi realizada através de medições na confecção e com dados históricos da empresa. As medições, realizadas na empresa, foram feitas durante três meses, no período de março a junho de 2019. Na programação da coleta de dados, definiu-se que os dados seriam coletados de todo o processo produtivo.

Dentre as formas de se coletar dados, pode-se evidenciar a observação, cronometragem, entrevista, pesquisa documental e registro fotográfico.

3.1.3.2 Observação

De acordo com Marconi e Lakatos (2017), a observação é uma das técnicas empregadas na coleta de dados, que busca informações e utiliza sentidos na

obtenção dos aspectos da realidade. A observação não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou acontecimentos que se deseja estudar. Entretanto, a observação científica, se diferencia daquela realizada rotineiramente pela necessidade de se buscar fatos confiáveis (MALHEIROS, 2011).

Malheiros (2011), afirma que na observação o pesquisador precisa de uma lista de comportamentos e hipóteses, para então poder observar o fenômeno e registrar quantas vezes ele se repete em determinado período

A observação foi utilizada na pesquisa para verificar como o layout físico está organizado atualmente, de que forma são realizadas as movimentações de peças e materiais na linha de produção, bem como os operadores executam as atividades atualmente e qual o tempo que é dedicado em cada umas destas atividades, para posterior análise.

3.1.3.3 Cronometragem

Foram cronometrados os tempos de todas as atividades do processo produtivo, os quais foram utilizados para realizar os cálculos do balanceamento de linha, a fim de poder determinar a quantidade de operadores necessários em cada setor.

3.1.3.4 Pesquisa documental

De acordo com Malheiros (2011), a pesquisa documental é similar à pesquisa bibliográfica, porém a diferença está na fonte dos dados, os quais são extraídos exclusivamente de documentos.

Foi necessário ter acesso a planilhas da empresa em estudo, relacionadas aos tempos de processos. Essas planilhas são controladas no programa Microsoft Excel.

3.1.3.5 Entrevista

De acordo com Marconi e Lakatos (2017), o objetivo da entrevista é obter informações importantes e compreender as perspectivas e experiências das pessoas entrevistadas.

Marconi e Lakatos (2017) afirmam que a entrevista é um importante instrumento de trabalho em vários campos de atividades, onde ocorre um encontro de duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações sobre determinado assunto, através de uma conversa de natureza profissional.

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os sócios proprietários da empresa em estudo e também com os profissionais que trabalham no setor do acabamento e costura, a fim de obter a coleta de informações, referentes ao processo de produção atual, e a relação dos tempos e movimentos deste processo, com o layout físico da linha de produção.

3.1.3.6 Registro fotográfico

Segundo Prodanov e Freitas (2013), para realizar registros fotográficos, que envolvem observação de indivíduos ou grupos de pessoas, é necessário prepará-los para tal ação, eles não devem ser surpreendidos.

O registro fotográfico foi utilizado na pesquisa para auxiliar na descrição do fluxograma do processo produtivo.

3.1.4 Técnicas de Análise de Dados

Prodanov e Freitas (2013), definem a análise de dados, como aquela que prevê a interpretação e análise dos resultados, organizados na etapa de coleta de dados, a partir das evidências identificadas e as relações feitas com os aspectos teóricos e complementadas com o posicionamento do pesquisador.

Os dados foram analisados por meio de ferramentas de tabulação de dados, como o *Microsoft Excel*, ferramentas de análise de fluxograma, como o *Microsoft Visio*, bem como a análise de conteúdo.

3.1.4.1 Software Excel

Conforme Meyer (2013), o Excel faz parte do "Office", que oferece um pacote de produtos, os quais combinam com vários tipos de software, é utilizado para: criar documentos, folhas de cálculos; apresentações. Em geral, o programa software Excel é mais utilizado para criar tabelas, calcular e analisar dados.

Foi utilizada a ferramenta Microsoft Excel, para analisar os documentos disponibilizados pela empresa em estudo que dizem respeito ao controle de produção diário e também planilhas de tempos de processos, bem como para realizar o balanceamento de linha, para o produto camisas, cujos componentes são montados na linha de produção.

3.1.4.2 Microsoft Visio

Foi utilizada a ferramenta Microsoft Visio, para desenhar o fluxograma do processo produtivo, demonstrando a sequência da produção de camisa manga longa.

3.1.4.3 Análise de conteúdo

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), deve-se esclarecer qual será a técnica de análise a ser utilizada no desenvolvimento do trabalho, isso conforme o tipo de pesquisa, que pode ser quantitativa ou qualitativa, conforme o Quadro 4.

Quadro 4 – Técnicas de Análise

Quantitativa	Técnica de análise	Métodos estatísticos (frequência, correlação, associação...).
Qualitativa		Análise de conteúdo: Construção de teoria; Análise de discurso.

Fonte: Adaptado de Roesch, (1999).

A análise de conteúdo foi importante para entender o que se deve analisar, considerando os objetivos que uma análise de conteúdo pode atingir, também auxiliou para explorar melhor as possibilidades desta metodologia de análise.

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Os materiais e equipamentos utilizados no desenvolvimento do estudo são:

- a) Computador;
- b) Planilha Excel;
- c) Impressos para registro;
- d) Equipamentos de registro (lápiz, canetas, borrachas, tinta etc.);
- e) Cronômetro.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo consta a apresentação dos resultados da pesquisa, evidenciando o fluxograma atual do processo produtivo da empresa de manufatura, os tempos envolvidos no processo de produção, a execução do balanceamento de linha e análise dos resultados obtidos.

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Este estudo foi realizado na empresa PABRUAN Confeccões LTDA, situada na cidade de Horizontina – RS, atuando na região e em outros estados, há mais de vinte e quatro anos. Trabalha principalmente com uniformes profissionais, possuindo um atendimento personalizado, procurando criar para o cliente um estilo próprio de vestir, trabalhando sempre com qualidade e criatividade.

A empresa iniciou suas atividades em uma instalação, com uma área de 40 metros quadrados, onde contava com apenas duas funcionárias, além das duas sócias. Na produção haviam apenas duas máquinas retas, uma overlock e uma galoneira. As vendas da empresa aconteciam através de loja própria, localizada na cidade de Horizontina.

Em 2002 a empresa passou a incluir em sua linha de produtos, uniformes empresariais, focando então exclusivamente em uniformes escolares, grupos e empresas.

Atualmente a PABRUAN confecções Ltda está localizada no centro da cidade de Horizontina, à Rua Uruguai, 960. A empresa conta com 15 colaboradoras no setor da produção, além dos dois sócios que atuam na área administrativa.

As colaboradoras da produção dedicam 90% da sua capacidade instalada na produção de uniformes profissionais, camisas masculinas e femininas, camisetas, calças, jaquetas, polos, polos de trabalho, personalizados para cada cliente.

4.2 LAYOUT

Os layouts são projetados para serem capazes de produzir os itens rapidamente, com objetivo de entregar aos clientes dentro do prazo combinado. Os materiais percorrem distâncias mais curtas, os produtos atravessam as fábricas de forma mais rápida e automaticamente os clientes são atendidos com mais eficiência (GAITHER; FRAZIER, 2001).

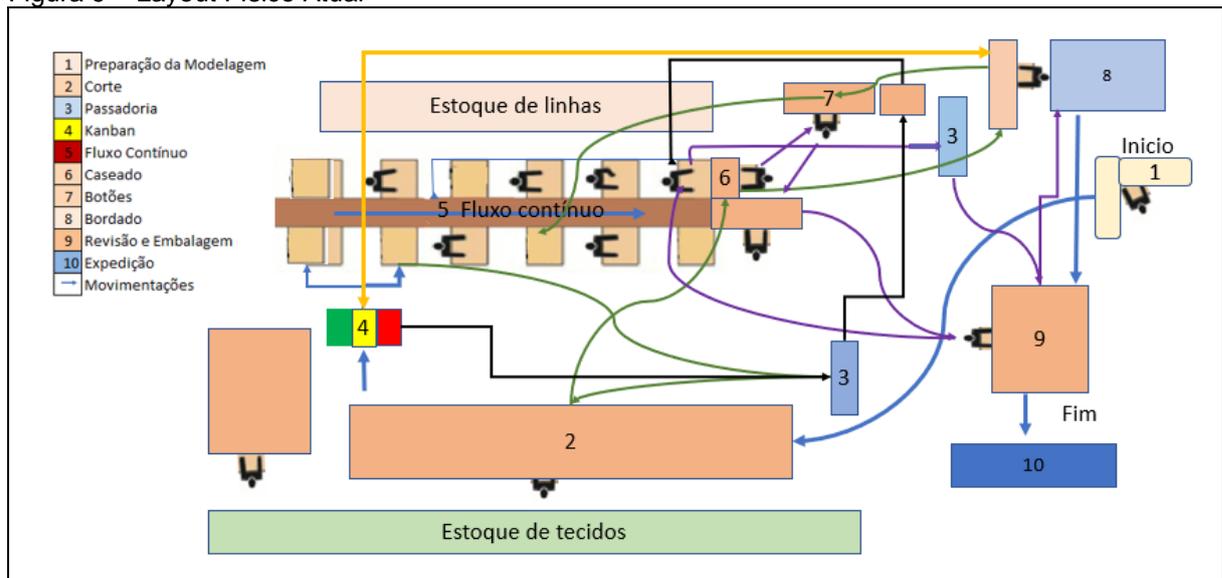
4.2.1 Layout Físico atual

A empresa em estudo utiliza um layout físico por produto, na produção de camisas, visto que as atividades do processo produtivo são executadas de forma sequencial, produzindo uma rotina de atividades entre os setores de trabalho e também, entre os colaboradores. Esse layout também é conhecido como produção contínua, pois, oferece elevado volume de produção, baixo custo unitário e facilidade no planejamento e controle da produção.

Desta forma buscou-se descrever como ocorre a movimentação dos itens dentro do processo produtivo e para isso desenhou-se o layout demonstrando a sequência operacional e a movimentação dos produtos.

Na figura 9, pode-se identificar o Layout físico atual do processo produtivo, através da disposição física das operações, dentro dos setores de trabalho e do fluxo de movimentação das peças produzidas.

Figura 9 – Layout Físico Atual



Fonte: A autora (2019).

De acordo com a figura 9, é possível observar que o processo produtivo é composto por 10 estações “principais” de trabalho. Entretanto para fazer as etapas de preparação dos componentes que formam o conjunto, ocorrem várias movimentações de um setor para o outro, as quais são realizadas antes da linha principal começar a montagem dos componentes. As mesmas precisam ser executadas de forma sequencial.

A preparação das peças e suas movimentações, conforme exposto na figura 9, foram definidas pelas linhas contínuas com espessura grossa, (para cada preparação

foi definida uma cor de linha, para facilitar a visualização), finalizando-as com as setas, demonstrando em qual sentido elas seguem.

É possível observar que no layout físico a preparação das frentes identificadas com a linha de espessura grossa verde, precisa passar pelas seguintes operações: fazer as frentes – passar – recortar decote – colocar botões – marcar botões – colocar botões – enviar ao posto onde é montado o componente principal. Na preparação do primeiro bordado, identificada com a linha laranja, as peças são encaminhadas para o bordado e em seguida retornam para o kanban.

É possível visualizar ainda, que a preparação dos bolsos identificada pela linha de espessura grossa preta, precisa passar pelas seguintes operações: passar parte superior do bolso – fazer primeira costura – prensar bolso na máquina para ficar com formato desejado, a colocação do bolso é feita, quando é realizada a barra. A movimentação para a preparação das golas, punhos, mangas e palas não foram desenhadas, pois elas ocorrem dentro da esteira no fluxo contínuo. Estas etapas precisam ser concluídas antes da montagem do conjunto principal começar. Após o conjunto principal estar montado ocorre a colocação da gola – colocação do punho, as quais também ocorrem dentro do fluxo da esteira, por isso não foram desenhadas.

É possível ainda observar que as operações nos postos 06 (fazer caseado), 07 (colocação dos botões), 08 (bordado), 09 (recortar a barra e revisar), 10 (dobrar e embalar), as operações não seguem um fluxo contínuo. Sendo este o setor do acabamento, foco do estudo, pois não se consegue atingir as metas estipuladas pela empresa. Ao aplicar um questionário conforme o quadro 11, apresentado na metodologia percebeu-se que as operadoras não tinham suas atividades definidas, nem todas sabiam qual a sequência correta a seguir, gerando confusão, pois uma hora as peças circulam por um sentido e outra hora, em outro sentido. Até existe um local definido para cada atividade, mas um posto fica longe do outro, gerando várias movimentações desnecessárias. A operação que mais gerava gargalo foi identificada, pois não havia uma operadora específica para executá-la, e ninguém a fazia por livre e espontânea vontade. Foi possível perceber claramente que alguns postos estavam desbalanceados.

Para melhor entender o funcionamento do processo produtivo da empresa, foi elaborado o fluxograma do processo produtivo, onde podem ser visualizadas de forma detalhada, as atividades realizadas em cada setor de trabalho.

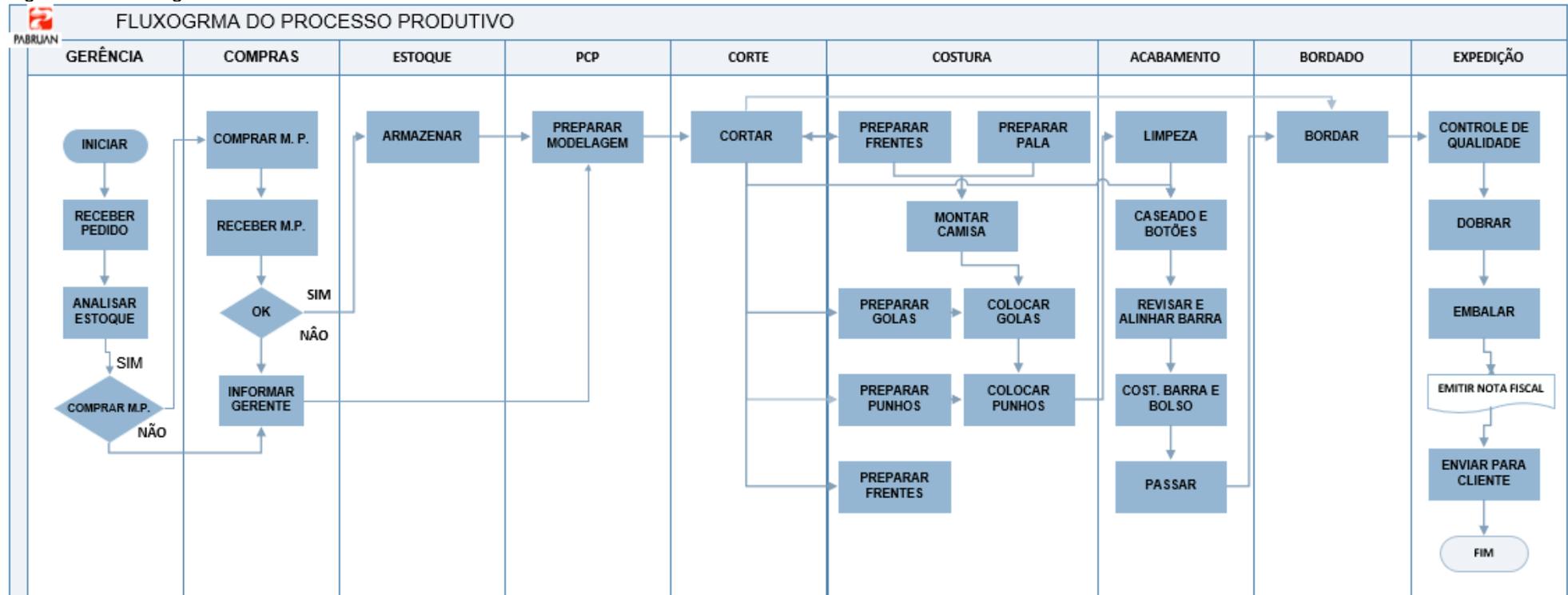
4.3 FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO

Para demonstrar a sequência de produção da camisa manga longa, a qual foi escolhida por ser o item com mais operações, sendo o produto mais trabalhoso produzido pela empresa, e também a peça que gera maior gargalo no setor do acabamento

A definição do tipo de produto a ser produzido é realizada pela área de PCP (Programa de Controle de Produção), que cadastra a demanda no Kanban de forma visual, para consulta dos operadores.

Desenhou-se o fluxograma e posteriormente descreveu-se o processo produtivo como ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Fluxograma Processo Produtivo Atual



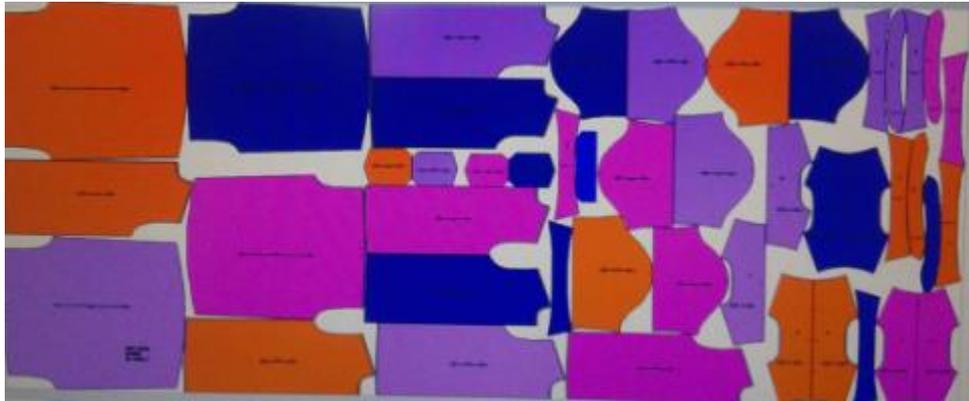
Fonte: A autora (2019).

De acordo com a Figura 10, é possível observar que as principais etapas da manufatura dos produtos da empresa são: planejamento e controle da produção, corte, costura, acabamento, bordado e expedição, respeitando sempre esta sequência.

Após receber o pedido, a gerência analisa o estoque de tecido, sendo esta a principal matéria prima utilizada para a fabricação dos produtos. A matéria prima é adquirida semanas antes do início da produção do lote, sendo encomendada de acordo com a quantidade de peças que serão fabricadas, tendo assim uma otimização do corte, não gerando sobras de tecido.

Quando a matéria prima chega na empresa, o responsável por compras recebe e analisa se está ok, caso estiver encaminha para o estoque, informando a gerente de planejamento e controle de produção para realizar a preparação da modelagem, a qual é feita com um software (Audaces Vestuário), sendo um CAD para confecção. Este software permite, de forma simples e ágil, a automação da modelagem, oferecendo para a empresa a solução para criar moldes com precisão, graduar bases com rapidez e fazer encaixes com qualidade e melhor aproveitamento de tecido, conforme Figura 11.

Figura 11 – Software Audaces Vestuário



Fonte: A autora (2019).

A partir dos dados da ordem de produção, a ordem de corte é definida. Neste documento que é encaminhado para o setor de corte da confecção, é possível verificar quantos encaixes devem ser formados para atender, na totalidade, a quantidade de peças definidas na ordem de produção.

Para gerar os resultados, a ordem de corte avalia a quantidade de modelos e as variações desses modelos, a quantidade de peças que serão produzidas em cada variação, além da capacidade produtiva da indústria.

Já no setor do corte, a impressão da modelagem do produto a ser confeccionado é posicionado sobre o enfiesto já alinhado. Após realizada esta etapa, ocorre o processo de corte do enfiesto, conforme Figura 12.

Figura 12 – Corte do Enfiesto



Fonte: A autora (2019).

Logo após, ocorre a separação das peças por tamanho (atividade realizada pela operadora do corte), onde as peças são identificadas no lado avesso com o número do tamanho e na sequência, formam-se pequenos lotes que são enviados para o kanban próximo a costura.

O gerenciamento da produção é realizado de forma visual, conforme quadro de Kankan que está inserido no setor do corte, produção, bordado e acabamento. A cor amarela refere-se a pedido em andamento, a cor vermelha a pedidos concluídos, a cor verde é de pedidos a fabricar, conforme o Quadro 5.

Quadro 5 – Kankan Interno

	FAZENDO / EM ANDAMENTO
	FEITO - OK
	NA FILA PARA FAZER

Fonte: A autora (2019).

Quando as peças chegam no Kankan elas são enviadas para seis estações de trabalho, onde ocorre a primeira etapa do bordado e as etapas de preparação das golas e punhos, preparação das frentes, preparação das mangas, preparação dos palas e preparação dos bolsos.

Para a preparação das golas e punhos: o primeiro passo é prensar o tecido com a entretela na máquina de fusionar. Este equipamento funciona no modelo de uma esteira, agilizando o trabalho, conforme Figura 13.

Figura 13– Fusionadeira, Golas Prensadas



Fonte: A autora (2019).

Na sequência, duas operadoras fazem a montagem das golas e punhos, intercalando sempre em lotes de cinco peças. Identificou-se todas as atividades para a montagem de uma gola e um par de punho, como pode ser visualizado no Quadro 6. Para estas atividades as operadoras utilizam três máquinas: sendo elas duas refiladoras e uma reta eletrônica, mais um ferro de passar e um virador de golas.

Quadro 6 – Operações para montar uma gola em um par de punho

Operações	Máquinas	Atividades
1	M1	Fechar orelhinha
2	V2	Virar orelhina
3	M3	Caseado nas orelhinhas
4	M4	Colocar orelhinha
5	M1	Fechar gola superior
6	V2	Virar gola superior
7	M5	Rebater costura na gola superior
8	M4	Refilar pé de gola
9	M5	Rebater costura no pé de gola
10	M4	Unir gola superior com pé de gola
11	F6	Passar gola
12	M4	Refilar gola
13	M5	Barra no punho
14	M1	Fechar Punho
15	F6	Virar punho e passar
16	M4	Refilar punho
Tempo Total		13 min. 27seg.

Fonte: A autora (2019).

Depois de realizar todas as etapas, pode se visualizar na Figura 14, uma gola já montada.

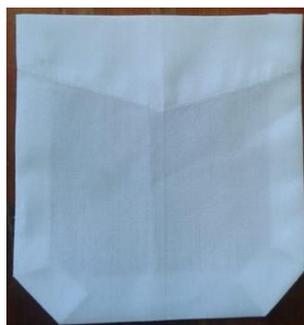
Figura 14 – Gola Pronta



Fonte: A autora (2019).

Na preparação dos bolsos, a primeira etapa é passar o ferro na parte superior do bolso com um dispositivo, na sequência faz-se uma costura na reta e utiliza-se uma máquina automática, para passar o bolso com o formato desejado (Figura 15).

Figura 15 – Preparação do Bolso



Fonte: A autora (2019).

Para a preparação das frentes, o primeiro passo a ser realizado é o fechamento do tecido, em seguida ocorre o corte na máquina de corte (máquina de cortar o tecido em viés e ao mesmo tempo enrola em rolos). O corte precisa ser feito exatamente da medida de cinco cm de largura. Feito isso regula-se o aparelho em outra máquina para preparar a frente conforme Figura 16 (preparação da frente no aparelho), (peça pronta).

Figura 16 – Preparação das Frente no Aparelho, Peça Pronta



Fonte: A autora (2019).

Na sequência é preciso passar as peças e recortar para modelar o decote da camisa, que é realizado pela operadora do corte. Em seguida realiza-se os cazeados, a marcação dos botões e a colocação dos botões. As atividades de cazeados e botões são realizados em duas máquinas diferentes, conforme Figura 17, (tem-se a imagem das operações concluídas). Concluídas essas operações, as peças são encaminhadas para a montagem da camisa.

Figura 17 – Botoeira e Caseadeira, Peça com as operações concluídas



Fonte: A autora (2019).

Várias etapas de preparação vão ocorrendo ao mesmo tempo e a próxima é a preparação das mangas. Utilizando a máquina das frentes, porém com outro aparelho, para fazer a carcela das mangas. Essas atividades são realizadas por uma operadora e para as mangas utiliza-se o tecido com a medida de sete cm, conforme Figura 18 (peça pronta).

Figura 18 – Preparação da Manga no Aparelho, Peça Pronta



Fonte: A autora (2019).

A próxima etapa de preparação que também ocorre ao mesmo tempo, é a confecção do pala conforme Figura 19 (máquinas utilizadas), (peça pronta). Após concluir a montagem do pala, ele segue até a operação montagem da camisa.

Figura 19 – Máquinas Quatro Fios e Galoneira, Peça Pronta



Fonte: A autora (2019).

Após todos os postos de preparação concluir em suas etapas no 1º lote das peças, inicia-se a união das peças: frente com as costas, na máquina fechadeira 1. Após, ocorre a colocação das mangas na máquina quatro fios e na sequência na máquina galoneira é rebatido a costura nas mangas, após realiza-se o fechamento da lateral da camisa, na máquina fechadeira 2.

Após fechar a lateral da peça, a mesma seguirá para o posto de trabalho constituído por uma máquina reta, onde é realizada colocação da gola, conforme Figura 20.

Figura 20 – Corpo da Peça, Após Colocação da Gola



Fonte: A autora (2019).

Na sequência ocorre a colocação do punho, no corpo da peça, conforme Figura 21 (punho pronto para ser colocado).

Figura 21 – Punho



Fonte: A autora (2019).

Em seguida, ocorre a limpeza das peças, onde são extraídos os fios que ficaram soltos na peça. Cada operador trabalha com um lote de 5 peças, ao concluir passa adiante, iniciando as próximas 5 peças.

Na sequência, é feita a conferência da peça, para verificar se está conforme o padrão exigido. Em seguida, faz-se o alinhamento da barra e recorta-se se necessário, encaminhando as peças para a operadora da máquina reta, que fará a barra e colocação do bolso. Após, a peça é passada no ferro a vapor, conforme a Figura 22.

Figura 22 – Ferro a Vapor



Fonte: A autora (2019).

Na Figura 23, pode-se visualizar o posto onde são realizados os bordados personalizados, de acordo com o desejo do cliente.

Figura 23 – Setor de Bordado, Peça Pronta



Fonte: A autora (2019).

Em seguida realiza-se a revisão final, onde ocorre a conferência geral, verificando se as peças estão com o padrão exigido pela empresa. Na Figura 24, pode-se observar o formato da peça concluída. Realizada esta atividade, outra operadora irá dobrar e embalar cada unidade.

Figura 24 – Peça Concluída



Fonte: A autora (2019).

Após o pedido ser concluído é encaminhado pelo setor da expedição para o cliente final.

4.4 PRODUTIVIDADE

No início do estudo, o setor da costura produzia 85 peças, o setor do acabamento, foco do estudo não dava conta de concluir 85 unidades também, fazendo com que no final do dia, uma grande quantidade de camisas (em torno de 20 peças), ficavam paradas sobre os cabides aguardando na fila para seguir o processo, conforme Figura 25.

Figura 25 – Produtos Aguardando na Fila



Fonte: A autora (2019).

Após muitas análises feitas dentro da área produtiva, foi identificado que havia um desperdício do tempo entre as operadoras, com perdas do tipo:

- Diferença de ritmo entre as operadoras;
- Ritmo descontinuado;
- Movimentação interna de produtos, matérias primas, pessoas;
- Retrabalho em peças;
- Não havia uma sequência contínua;
- Foi identificado uma atividade onde o gargalo era constante (posto onde são passadas as peças), não havia uma operadora específica para executar a atividade;
- As operadoras não tinham bem definidas as atividades para cada uma realizar, sobrecarregando alguns postos de trabalho, gerando gargalo.

4.5 DIAGRAMA DE PRECEDÊNCIA

No diagrama de precedência é possível visualizar a sequência das atividades realizadas, bem como, a dependência entre as atividades. Desta forma, foi feito um diagrama de precedência para as atividades principais da confecção de camisa.

No Quadro 7, pode-se visualizar as atividades de forma detalhada, executadas para a produção das camisas manga longa, bem como o tempo de execução das atividades.

Quadro 7 – Atividades do Processo Produtivo

Nº DA ATIVIDADE	ATIVIDADE PRINCIPAL	ATIVIDADES DETALHADAS	TEMPO TOTAL
1	PREPARAR A MODELAGEM	MEDIR O TECIDO, FAZER ENCAIXE, ENCAIXAR, ENVIAR IMPRESSÃO	00:02:28
2	CORTE	ENFESTAR, CORTAR, (RECORTAR FRENTE)	00:03:35
3	SEPARAR E IDENTIFICAR	GOLAS, PUNHOS e BOLSOS FRENTE, MANGAS E PALAS	00:00:58
4	CORTAR ENTRETRELAS DE PUNHOS	ENFESTAR ENTRETRELAS IDENTIFICAR OS TAMANHOS E CORTAR	00:01:00
5	PREPARAR TECIDO PARA FRENTE E MANGAS	MEDIR O TECIDO CORTAR O TECIDO	00:00:31
6	PRENSAR GOLAS E PUNHOS	PASSAR TECIDO NA FUSIONADEIRA PRENSAR ENTRETRELAS NA FUSIONADEIRA	00:03:03
7	PREPARAR 1º BORDADO	IDENTIFICAR LOCAL BORDADO	00:01:45
8	PREPARAR 1º PARTE DAS FRENTE (COSTURA)	CORTAR TECIDO, REGULAR APARELHO FAZER AS FRENTE	00:02:00
9	PREPARAR 2º PARTE DAS FRENTE	PASSAR (2 VEZES), FAZER CAZEADO FRENTE MARCAR E COLOCAR BOTÕES	00:07:33
10	PREPARAR BOLSOS	PASSAR 1º PARTE E FAZER COSTURA (RETA) PASSAR 2º PARTE NA MÁQUINA	00:02:15
11	PREPARAR PALAS	FAZER PREGAS NAS COSTAS, PASSAR E FECHAR NA RETA UNIR E REBATER PALA	00:03:14
12	MONTAR GOLAS	PREPARAÇÃO DAS ORELHINHAS COSTURAR GOLA SUPERIOR E VIRAR, INFERIOR (PÉ) UNIR GOLA SUPERIOR COM INFERIOR	00:10:32
13	PREPARAR PUNHOS	FAZER BARRA E FECHAR PUNHO VIRAR, PASSAR E REFILAR PUNHO	00:02:55
14	PREPARAR MANGAS	FAZER CARCELA COSTURA SOBRE CARCELA E PREGA	00:03:59
15	MONTAR AS CAMISAS	UNIR OMBRO E COLOCAR MANGAS REBATER MANGAS E FECHAR LATERAL DA CAMISA	00:05:20
16	COLOCAR GOLAS	FAZER 1º COSTURA REBATER COSTURA NA GOLA	00:05:00
17	COLOCAR PUNHOS	FAZER 1º COSTURA REBATER COSTURA NO PUNHO	00:04:07
18	LIMPAR PEÇA	LIMPAR OS BORDADOS LIMPAR OS FIOS	00:05:01
19	REVISAR A PEÇA E RECORTAR A BARRA	REVISAR A PEÇA NO GERAL RECORTAR BARRA E MARCAR BOTAÇÃO DO PUNHO	00:03:54
20	COSTURAR A BARRA E BOLSO	FAZER A BARRA COSTURAR BOLSO	00:04:06
21	PASSAR A PEÇA	PASSAR A CAMISA REVISÃO FINAL	00:02:30
22	FAZER 2º BORDADO	MARCAR BORDADO BORDAR	00:01:45
23	DOBRAR E EMBALAR	DOBRAR AS PEÇAS EMBALAR	00:02:29

Fonte: A autora (2019).

No Quadro 7 foi apresentada vinte e três atividades, consideradas principais para o produto ser concluído. Dentro delas encontram-se as atividades que compõem a atividade principal, bem como o tempo de cada atividade. Pode-se observar que o tempo das atividades varia bastante, sendo a operação com menor tempo de duração a 05 (preparar tecido para frentes e mangas) com o tempo de 31 segundos por unidade e a atividade com maior tempo de duração é a 12 (preparar golas), com o tempo de 10 minutos e 32 segundos.

Para criar o diagrama de precedência, o primeiro passo é a tabulação das ações, onde cada atividade possui um código específico e para cada ação analisada, são identificadas as demais atividades que a precedem, conforme o Quadro 8.

Quadro 8 – Sequência das atividades e suas dependências

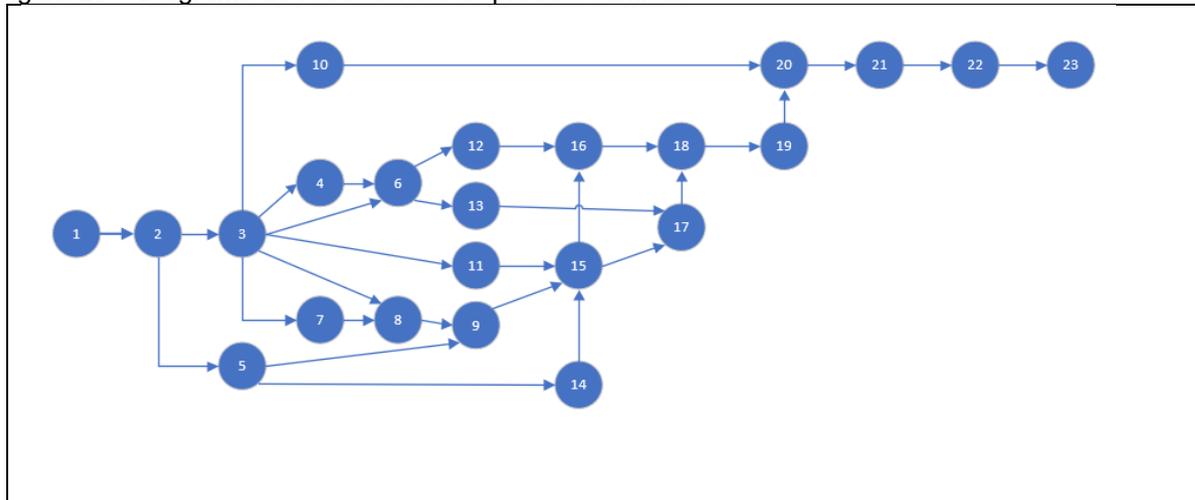
CÓDIGO DA ATIVIDADE	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	TEMPOS	PRECEDÊNCIA
1	PREPARAR MODELAGEM	00:02:28	-
2	CORTE	00:03:35	1
3	SEPARAR E IDENTIFICAR AS PEÇAS	00:00:58	2
4	CORTAR ENTRETRELAS DOS PUNHOS	00:01:00	3
5	PREPARAR TECIDOS PARA FRENTES E MANGAS	00:00:31	2
6	PRENSAR GOLAS E PUNHOS	00:03:03	3; 4
7	PREPARAR 1° BORDADO	00:01:45	3
8	PREPARAR A 1° PARTE DAS FRENTES (COST.)	00:02:00	3; 7
9	PREPARAR AS FRENTES 2° PARTE	00:07:33	5; 8
10	PREPARAR BOLSOS	00:02:15	3
11	PREPARAR PALAS	00:03:14	3
12	PREPARAR GOLAS	00:10:32	6
13	PREPARAR PUNHOS	00:02:55	6
14	PREPARAR MANGAS	00:03:59	5
15	MONTAR A CAMISA	00:05:20	9; 11; 14
16	COLOCAR GOLAS	00:05:00	12; 15
17	COLOCAR PUNHOS	00:04:07	13; 15
18	LIMPAR AS PEÇAS	00:05:01	16; 17
19	REVISAR A PEÇA E RECORTAR A BARRA	00:03:54	18
20	COSTURAR A BARRA E BOLSO	00:04:06	10; 19
21	PASSAR A PEÇA	00:02:30	20
22	FAZER 2° BORDADO	00:01:45	21
23	DOBRAR E EMBALAR	00:02:29	22
	Total	01:20:00	

Fonte: A autora (2019).

Conforme pode ser visualizado no Quadro 08, o tempo total de produção de uma camisa manga longa é de 1 hora e 20 minutos. A partir desse momento sairá uma peça a cada 4 minutos e 8 segundos, ou seja, no mínimo 90 unidades dia.

Com base no Quadro 08, foi elaborado um diagrama de precedência do produto camisas que pode ser visualizado na figura 26, mostrando a sequência de atividades e a relação entre as atividades no decorrer do processo.

Figura 26 – Diagrama de Precedência do produto camisas



Fonte: A autora (2019).

De acordo com a figura 26, pode-se verificar que as atividades 3 e 5 (separar, identificar as peças e preparar tecidos para frentes e mangas), só podem iniciar depois que a atividade 02 (corte), estiver concluída. A atividade prensar golas e punhos, identificada pelo código 06, necessita de atividades precedentes, as atividades 03 (separar e identificar as peças) e a atividade 04, (cortar entretelas e punhos). O mesmo ocorre, com a atividade preparar primeira parte das frentes na costura, identificada pelo código 08, esta necessita de atividades precedentes, as atividades 03 (separar e identificar as peças) e a atividade 07, preparar o primeiro bordado.

Além disso, a atividade preparar segunda parte das frentes, identificada pelo código 09, necessita de atividades precedentes, as atividades 05 (preparar tecidos para frentes e mangas), e 08 (preparar primeira parte das frentes na costura). A atividade montar a camisa, identificada pelo código 15, necessita de atividades precedentes, as atividades 09 (preparar as frentes 2º parte) a atividade 11 (preparar palas) e a atividade 14 (preparar as mangas).

A atividade colocar golas, identificada pelo código 16, necessita de atividades precedentes as atividades 12 (preparar golas) e 15 (montar a camisa). O mesmo ocorre, com a atividade colocar punhos, identificada pelo código 17, necessita de atividades precedentes as atividades 13 (preparar punhos) e 15 (montar a camisa).

Ainda, a atividade limpar as peças, identificada pelo código 18, necessita de atividades precedentes, as atividades 16 (colocar golas) e 17 (colocar punhos).

A atividade costurar a barra e bolso, identificada pelo código 20, necessita de atividades precedentes as atividades 10 (preparar bolsos) e 19 (revisar a peça e recortar a barra). A partir, do diagrama de precedência, pode-se realizar o balanceamento de linha com a análise de estações de trabalho, eficiência de cada posto e quantidade de operadores necessários para executar o processo produtivo.

4.6 BALANCEAMENTO DE LINHA

Com base nas informações apresentadas e no estudo dos tempos e movimentos do processo produtivo, é possível realizar o balanceamento da linha, realizando o dimensionamento da capacidade de produção da empresa para o produto camisas, a fim de obter um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

O balanceamento foi realizado através da utilização da ferramenta *Microsoft Excel*, sendo realizado um balanceamento para o produto camisas manga longa. Para realizar os cálculos do balanceamento, foram identificadas inicialmente algumas variáveis, como o tempo de ciclo e o cálculo do número ideal de operadores, representado pelas equações 7 e 8 apresentadas a seguir.

$$\text{Cálculo de ciclo} = \frac{\text{Tempo produtivo por hora}}{\text{Demanda por hora}} = \frac{54}{11,25} = 4,8 \quad (7)$$

$$\text{N}^{\circ} \text{ de operadores} = \frac{\text{Soma total tempo duração das atividades}}{\text{Tempo por ciclo}} = \frac{80}{4,8} = 16,66 \quad (8)$$

Pode -se observar na equação 7 que o tempo de ciclo foi calculado através da divisão do tempo produtivo/hora (54 minutos) pela demanda por hora, que equivale a 11,25/horas, totalizando um ciclo de 4,8. Na equação 8 calculou-se o número de operadores, dividindo-se a soma total de tempo de duração das atividades (01:20:00), pelo tempo de ciclo, resultando em 16,66 operadores, o que significa que são necessários 17 colaboradores.

Observa-se que no presente estudo, foi utilizado 54 minutos para tempo produtivo por hora, sendo descontado o tempo para lanches, higiene e ginástica laboral.

Após realizar os cálculos iniciais, fez-se o preenchimento da planilha de balanceamento, que contém a quantidade de setores sugeridos, o código das atividades realizadas em cada setor, o tempo para realizar cada atividade, o número de operadores em funcionamento em cada atividade, o número real de operadores necessários e o % de utilização dos setores de trabalho pelos colaboradores, ou seja, o tempo efetivamente trabalhado na confecção de uma unidade.

Desta forma, para definir os colaboradores em funcionamento, utilizou-se o tempo em minutos utilizado na montagem da camisa (1hora e 20 minutos), dividido pelo tempo de ciclo (4,8) calculado anteriormente. O número real dos colaboradores necessários foi calculado com o arredondamento para cima do número de colaboradores em funcionamento, e o % de utilização dos setores foi calculado pela relação entre o número de colaboradores em funcionamento, dividido pelo número real de colaboradores, sendo que, a partir disto foi realizado o balanceamento.

Na Quadro 9 pode ser visualizado o balanceamento da linha de todo o processo produtivo para a confecção de uma unidade, de camisa manga longa.

Quadro 9 – Balanceamento de Linha todo do Processo Produtivo

Nome do setor	Código da Atividade	Minutos por Operação	N/ de Colaboradores em Funcionamento	Nº Real de Colaboradores	% da Utilização dos Setores
(1) Preparar modelagem	1	2,28	0,48	1	47,5
Corte	2	3,58	0,75	1	74,6
	2, 3	4,16	0,87	1	86,7
	2, 3, 4	5,16	1,08	2	53,8
	2, 3, 4, 5	5,68	1,18	2	59,2
	2, 3, 4, 5, 6	8,71	1,81	2	90,7
(2) Corte	2, 3, 4, 5, 6, 23	11,00	2,29	3	76,4
Costura	8	2,00	0,42	1	41,7
	8, 11	5,21	1,09	2	54,3
	8, 11, 12	15,74	3,28	4	82,0
	8, 11, 12, 13	18,65	3,89	4	97,1
	8, 11, 12, 13, 14	22,63	4,71	5	94,3
	8, 11, 12, 13, 14, 15	27,96	5,83	6	97,1
	8, 11, 12, 13, 14, 15, 16	33,01	6,88	7	98,2
(3) Costura	8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	37,12	7,73	8	96,7
Acabamento	7	1,75	0,36	1	36,5
	7, 9	9,30	1,94	2	96,9
	7, 9, 10	11,55	2,41	3	80,2
	7, 9, 10, 18	16,56	3,45	4	86,3
	7, 9, 10, 18, 19	20,46	4,26	5	85,3
	7, 9, 10, 18, 19, 20	24,56	5,12	6	85,3
	7, 9, 10, 18, 19, 20, 21	27,06	5,64	6	94,0
(4) Acabamento	7, 9, 10, 18, 19, 20, 21, 22	28,81	6,00	6	100,0
TOTAL				18	

Fonte: A autora (2019).

De acordo com o balanceamento de linha apresentado no Quadro 9, para a montagem das camisas o recomendado é a disposição de 18 colaboradores através de 04 setores de trabalho, (preparação da modelagem, corte, costura e acabamento) tendo uma utilização de 80,15 % dos recursos ao longo da linha de montagem.

O cálculo do número de operadores apresentado na equação 2, mostrou que seriam necessários 17 operadores para atender a demanda da empresa. Porém, de acordo com o balanceamento, evidenciado no quadro 09 este apresentou um total de 18 operadores. Esta diferença se dá pelo fato de como o setor de produção está estruturado atualmente.

Assim, conforme destacado na cor mais escura, no setor 1 – preparação da modelagem a atividade realizada pela operadora é referente a 01 (preparar modelagem), o cálculo do balanceamento de linha propõe 1 operador, alocado na atividade por 47,5 % do tempo, gerando ociosidade em mais que 50% do tempo.

No setor 2, que se refere ao corte, as atividades referem-se a 02 (corte), 03 (separar e identificar as peças), 04 (cortar entretelas de punhos), 05 (preparar tecido para frentes e mangas), 06 (prensar golas e punhos) e 23 (dobrar e embalar), sendo necessários 03 colaboradores, com alocação de 76,6 % do tempo nas atividades.

No setor 3, costura as atividades referem-se a 08 (preparar 1° parte das frentes(cost.)), 11 (preparar palas), 12 (preparar golas), 13 (preparar punhos), 14 (preparar mangas), 15 (montar a camisa), 16 (colocar gola) e 17 (colocar punhos), sendo necessários 8 colaboradores, com alocação de 96,7 % do tempo nas atividades.

No setor 4, no acabamento para as atividades 07 (preparar 1° bordado), 09 (preparar as frentes 2° parte), 10 (preparar os bolsos) e 18 (limpeza das peças), 19 (revisar as peças e recortar barra), 20 (costurar barra e bolso), 21 (passar as peças) e 22 (fazer 2° bordado), sendo necessário no balanceamento 6 colaboradores, com utilização de 100 % do tempo.

Uma vez realizados os cálculos do balanceamento de linha, partem-se para a análise dos resultados do balanceamento, a fim de identificar os impactos do balanceamento na produção das camisas.

Identificou-se, portanto, no balanceamento de linha alguns gargalos de ociosidade dos operadores durante a produção das camisas, onde em algumas atividades os operadores estão alocados praticamente 100% do tempo e em outros casos, grande parte do tempo os operadores poderão ficar ociosos.

Atualmente o setor de produção conta com um quadro de 15 colaboradoras, distribuídas da seguinte forma:

- 1 colaboradora no setor de preparação da modelagem;
- 2 colaboradoras no setor do corte;
- 7 colaboradoras no setor da costura;
- 5 colaboradoras no setor do acabamento.

Vale ressaltar que o problema estudado se encontra no acabamento, onde as operadoras não conseguem atingir suas metas.

Os cálculos do balanceamento de linha mostram que, na produção de camisas manga longa, ela necessitará redistribuir algumas atividades para conseguir um aproveitamento mais eficiente de seus colaboradores. Para a produção de 90 unidades/dia, que é a meta da empresa, seria necessário, acrescentar 1 colaborador no setor do corte, com aproveitamento de 76,4%. Deveria também, aumentar 1

colaboradora no setor de costura, com aproveitamento de 96,7%. Bem como, ter um total de 6 colaboradores no setor de acabamento sendo necessário aumentar mais 1 pessoa, tendo 100% de aproveitamento.

Para resolver este paradigma, realizou-se uma adequação de atividades após o balanceamento, tentando realocar algumas atividades, que não exigem precedência, a fim de que haja uma otimização da quantidade de operadores nas estações, bem como para que o tempo de ociosidade seja diminuído.

A partir dos ajustes efetuados, pode-se visualizar no Quadro 10, a adequação das atividades dos operadores, para a produção das camisas, após a realização da análise dos cálculos do balanceamento de linha.

Quadro 10 – Balanceamento de Linha todo do Processo Produtivo Ajustado

Nome do setor	Código da Atividade	Minutos por Operação	N/ de Colaboradores em Funcionamento	Nº Real de Colaboradores	% da Utilização dos Setores
Corte	1	2,28	0,48	1	47,5
	1, 2	5,63	1,17	2	58,6
	1, 2, 3	6,21	1,29	2	64,7
	1, 2, 3, 4	7,21	1,50	2	75,1
	1, 2, 3, 4, 5	7,73	1,61	2	80,5
	1, 2, 3, 4, 5, 6	10,76	2,24	3	74,7
(1) Corte	1, 2, 3, 4, 5, 6, 23	13,14	2,74	3	91,3
Costura	8	2,00	0,42	1	41,7
	8, 11	5,21	1,09	2	54,3
	8, 11, 12	15,74	3,28	4	82,0
	8, 11, 12, 13	18,65	3,89	4	97,1
	8, 11, 12, 13, 14	22,63	4,71	5	94,3
	8, 11, 12, 13, 14, 15	27,96	5,83	6	97,1
	8, 11, 12, 13, 14, 15, 16	33,01	6,88	7	98,2
(2) Costura	8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	37,12	7,73	8	96,7
Acabamento	7	1,75	0,36	1	36,5
	7, 9	9,30	1,94	2	96,9
	7, 9, 10	11,55	2,41	3	80,2
	7, 9, 10, 18	16,56	3,45	4	86,3
	7, 9, 10, 18, 19	20,46	4,26	5	85,3
	7, 9, 10, 18, 19, 20	24,56	5,12	6	85,3
	7, 9, 10, 18, 19, 20, 21	27,06	5,64	6	94,0
(3) Acabamento	7, 9, 10, 18, 19, 20, 21, 22	28,81	6,00	6	100,0
			TOTAL	17	

Fonte: A autora (2019).

De acordo com o quadro 10, pode-se verificar que, ao redistribuir a atividade do 1º setor com as operadoras do corte é possível diminuir um setor e uma

colaboradora. No quadro 11, apresentado a seguir, pode-se observar a situação atual com a proposta:

Quadro 11 – Comparativo da situação atual com a proposta (com 3 setores)

Setor	Atual		Proposto	
	Nº Colaboradores	% Utilização	Nº Colaboradores	% Utilização
Corte	3	91,3	3	91,3
Costura	7	110,5	8	96,7
Acabamento	5	120	6	100
Total	15	107,3	17	96

Fonte: A autora (2019).

Conforme pode ser observado no quadro 11, atualmente há 15 colaboradoras e com o balanceamento de linha percebe-se a necessidade de 17 colaboradores para atender a demanda de camisas manga longa, ficando os três setores bem dimensionados, sem sobrecarga e sem muita ociosidade.

Nas atuais condições pode-se ver que o setor do corte está bem dimensionado (3 colaboradores) porém o setor da costura está com 110,5% ultrapassando a capacidade produtiva em 10,5%. O setor do acabamento está com a demanda além da sua capacidade, excedendo em 20% explicando desta forma porque, quando há produção de camisas manga longa, não se consegue atingir a meta diária (90 camisas/dia).

Entretanto, como a empresa trabalha com vários produtos diferentes e, o estudo realizado foi somente para o produto camisas manga longa, onde o percentual de camisas produzidos chega em torno de 2/3, ou seja, 66,66% do produto é produzido anualmente, sendo este o produto que demanda mais tempo e gera vários gargalos nos postos de trabalho. Normalmente, quando há esta possibilidade, os pedidos são divididos em camisa manga longa e camisa manga curta, assim a empresa consegue trabalhar intercalando lotes de 5 peças longas e curtas, obtendo assim um melhor aproveitamento dos setores e colaboradores.

Além das camisas a empresa produz um percentual de 33,34% de outros produtos, os quais visivelmente não demandam tanto tempo e os colaboradores podem facilmente ser realocados. Em tempos de crise e recesso econômico, as empresas não estão propensas a contratação de novos colaboradores, mesmo que os cálculos comprovem esta necessidade (dois colaboradores), pode-se considerar

que a decisão mais assertiva e coerente para os setores de costura e acabamento seria efetuar a contratação de uma colaboradora, sendo alocada com atividades no setor da costura e do acabamento. Sugere-se a contratação de apenas um colaborador, pois na produção dos demais produtos da empresa, estes poderão ficar ociosos, porém para ter certeza, é necessário fazer um estudo detalhado para comprovar tal afirmação.

Outro fator que deve ser levado em consideração quanto a taxa de ocupação muito elevada, que é o caso dos setores de costura e acabamento, está relacionado à qualidade do produto, requisito este considerado essencial para a empresa em estudo, justificando a contratação de um colaborador.

Caso a empresa opte por não realizar as contratações, sugere-se que, através dos treinamentos, possa-se reduzir o tempo das operações, bem como, com a compra de máquinas e equipamentos mais modernos agilizar o trabalho, realizando a operação com mais qualidade, fazendo com que a empresa não fique tão dependente do colaborador.

4.7 MELHORIAS IMPLEMENTADAS DURANTE O ESTUDO

Foi realizado balanceamento de linha, percebendo a necessidade de redistribuição das atividades, bem como a realocação de mais uma operadora no setor da costura e mais uma no acabamento para a produção de camisas. Organizou-se uma sequência com os nomes das operadoras, (conforme o quadro 12) apresentado nas páginas seguintes, para o posto onde são passadas as peças, definindo que cada operadora soubesse sua vez de realizar a atividade, executando o processo de cinco em cinco peças. Ao concluir passa a vez a próxima operadora (trocando a ordem no quadro), para essa operação foram incluídas todas as colaboradoras (inclusive as do setor da costura).

Com essas melhorias implementadas a empresa conseguiu alcançar o objetivo de chegar em 90 camisas manga longa por dia, caso haja camisas mangas curtas para intercalar com as longas consegue-se atingir 100 unidades dia.

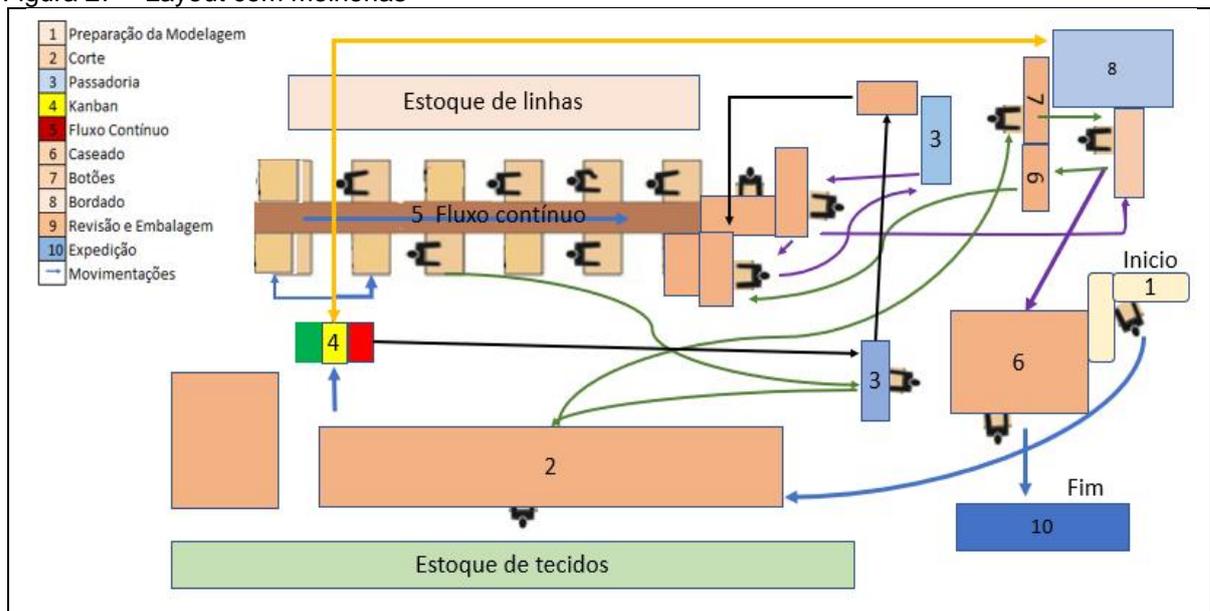
4.7.1 Layout Físico com melhorias

A partir da análise e dos cálculos do balanceamento de linha apresentado, pode-se realizar o redesenho do layout físico do processo produtivo. Foi proposto o

mesmo modelo de layout físico por produto, conforme já utilizado na empresa em estudo.

De acordo com o balanceamento de linha apresentando a readequação das atividades, na figura 27, pode-se identificar o Layout Físico do processo produtivo com melhorias, através da disposição física das operações, dentro dos setores de trabalho e do fluxo de movimentação das peças produzidas.

Figura 27 – Layout com melhorias



Fonte: A autora (2019).

De acordo com a figura 27, é possível observar que no processo produtivo foram realizadas algumas mudanças para aproximar atividades que dependem umas das outras. Através do balanceamento de linha foram redistribuídas as operações para cada colaborador.

Porém, ainda é possível visualizar muitas movimentações que ocorrem, estas identificadas com linhas de espessura grossa na cor verde são para a (preparação das frentes). Não se tornando um problema pois, ocorrem apenas quatro ou cinco vezes durante o dia, dispendo de estoque de peças prontas. Após identificar um gargalo no posto 03, (passar peças prontas), foi sugerido criar um quadro com os nomes de todos os colaboradores, para que cada um soubesse sua vez de ir realizar a atividade, passando sempre cinco peças, passando a vez para o próximo na sequência definida, conforme quadro 12.

Quadro 12 – Sequência de Operadoras para Executar a Atividade

Operadora	Sequência
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Fonte: A autora (2019).

4.8 SUGESTÕES DE MELHORIAS FUTURAS

Com base nas melhorias realizadas e nos resultados obtidos com o balanceamento de linha, sugere-se como proposta futura, que a empresa realize o balanceamento para os outros produtos, bem como, continue oferecendo novos treinamentos para que os colaboradores adquiram mais experiência, podendo assim melhorar os tempos dos processos.

Analisar a possibilidade da empresa se tornar uma montadora de camisas, terceirizando as etapas que demandam maior tempo para preparação. Sugere-se esta possibilidade, porque não teria custos com a contratação de mais colaboradores.

Sugere-se um novo estudo dos tempos de cada atividade, baseados na redução de tempo com o deslocamento dos operadores e ganhos de produtividade, proporcionando para a empresa, uma nova análise sobre os tempos padrões das atividades. Podendo ainda, criar um novo setor para a preparação das peças, criando um estoque de componentes das atividades que demandam maior tempo de preparação, podendo realocar os colaboradores e assim, diminuir o deslocamento entre as operações.

Por fim, sugere-se que a empresa analise a possibilidade de oferecer um plano de retenção de colaboradores, pois, uma vez que os colaboradores estão treinados, eles conseguem desempenhar seu trabalho com mais eficiência e qualidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o trabalho desenvolvido, pode-se concluir que o estudo realizado é de grande importância, considerados os impactos das atividades de produção em relação aos objetivos estratégicos da organização. Cada vez mais, as empresas buscam por diferenciais competitivos e pela execução das estratégias, enquanto o fomento dos valores é certamente, um grande diferencial em épocas de crises e de mercados altamente complexos.

A avaliação dos processos de produção, bem como a análise dos tempos e movimentos, proporcionando uma verificação através do balanceamento de linha, relacionando atividades nos setores para haver um equilíbrio entre setores e readequação do layout físico, proporcionam melhorias não só nos processos, mas o aumento de produtividade das equipes, e a redução de custos, com ações que podem ser executadas com baixa complexidade e baixos investimentos, respondendo assim à pergunta inicial, que é identificar de que forma o balanceamento de linha poderá contribuir para o aumento da produtividade no setor do acabamento. Ainda que a empresa possua uma forte estruturação, e que as atividades pareçam organizadas e mensuradas detalhadamente, sempre é possível implantar melhorias, e garantir ainda mais eficiência para a empresa, ou na pior das hipóteses, validar modelos, para afirmar que os caminhos percorridos estão corretos.

O objetivo geral deste estudo foi realizar o balanceamento de linha para a otimização do processo de produção de camisas. Para atender ao objetivo, buscou-se a contextualização e a proposição teórica dos temas relacionados a gestão de operações e processos de produção, bem como, o estudo de tempos e movimentos, balanceamento de linha e alteração do layout físico. Para realizar o balanceamento de linha foi realizado primeiramente o cálculo de ciclo apresentado na equação 7 onde o tempo de ciclo foi calculado através da divisão do tempo produtivo/hora, pela demanda por hora. Em seguida calculou-se o número de operadores, apresentado na equação 8, dividindo-se a soma total de tempo de duração das atividades pelo tempo de ciclo. Para posterior realizar através da ferramenta Microsoft Excel o balanceamento de linha atual, relacionando as atividades nos setores, bem como, propor melhorias.

Para atender os objetivos específicos deste estudo, inicialmente foi necessário elaborar um fluxograma do processo produtivo, para um melhor entendimento de

como funciona a produção na empresa, atingindo assim o primeiro objetivo específico do trabalho. Para realizar o balanceamento de linha é necessário possuir os tempos de todo o processo produtivo, assim atingiu-se o segundo objetivo que é “Coletar os tempos e movimentos do processo produtivo”. Com o mapeamento das atividades executadas no processo produtivo, a coleta de tempos médios, para a elaboração do fluxograma atual do processo produtivo, o desenho do layout físico atual, realizou-se o balanceamento de linha, assim atingiu-se o terceiro objetivo.

Para atender ao quarto objetivo específico, foi realizado, através da utilização do *Microsoft Excel*, o balanceamento da linha. Por meio dele foi possível propor a readequação do processo produtivo, aproximando postos de trabalho. Sendo assim sugere-se a contratação de pelo menos uma pessoa no setor do acabamento e que esta pessoa seja alocada no setor do acabamento e da costura, dando suporte aos dois setores. Podendo assim, fazer a análise dos resultados obtidos, atendendo desta forma, os cinco objetivos específicos iniciais.

De acordo com as informações obtidas pode-se confirmar as hipóteses iniciais de que as metas do setor do acabamento não eram atingidas devido ao desnivelamento dos tempos das atividades. Com a linha balanceada, e a contratação de mais um colaborador no setor do acabamento e um no setor da costura as metas diárias na confecção de camisas serão atingidas facilmente, podendo até aumentar a capacidade instalada. O diagrama de precedência auxiliou na organização dos processos de trabalho, e com o balanceamento de linha agregou-se mais produtividade.

No desenvolvimento deste trabalho, as limitações são devido o estudo atingir somente um produto, sendo que a empresa produz uma série de produtos, mas justamente foi escolhido um item que gerava maior gargalo para ser analisado, e também teve-se dificuldade em relação a coleta dos tempos, pois haviam novas contratações, sendo que estes colaboradores estavam em período de experiência.

Ao realizar a conclusão do referido trabalho, o mesmo foi disponibilizado para a apreciação da empresa, que fez as suas ponderações, habilitando o trabalho quanto ao atingimento do último objetivo proposto.

Parte-se desta forma, a afirmar que o estudo além de cumprir o seu objetivo, proporcionou uma série de informações que podem auxiliar na realização de novos trabalhos, em complemento, a necessidade de análise de custos, de gestão de pessoas, etc. Proporcionou, portanto, uma visão ampla sobre linhas de produção, e

um aprofundamento teórico e prático, para que o mesmo modelo possa ser aplicado como trabalho futuros em outros produtos existentes na empresa.

REFERÊNCIAS

- BARNES, M. R. **Estudo de movimentos e tempos**: Projeto e medida do Trabalho. 6. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.
- BLATI, A. C; KELENCY, I. P; CORDEIRO, R. W. L. et al. **Balanceamento de operações**: aplicação da ferramenta de balanceamento de operações em uma linha de produção de bombas de combustíveis. 75f. Dissertação (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010.
- CAMPOS, A. C. de; PAULA, N. M. de. A Indústria têxtil brasileira em um contexto de transformações mundiais. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, vol. 37, n. 4, p. 592-608, out./dez. 2006. Disponível em: <<https://ren.emnuvens.com.br/ren/article/view/666/525>>. Acesso em 12 set. 2019.
- CONTADOR, Jose C. **Gestão de operações**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- DAVIS; Mark; *et. al.* **Fundamentos da administração da produção**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- DIANA, J. **Pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa**. 2013. Disponível em: <<https://www.diferenca.com/pesquisa-quantitativa-e-pesquisa-qualitativa/>> Acesso em 04/10/2019.
- DUARTE, Jorge; BARROS, Antônio. **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- FARNES, Vanessa C. F.; PEREIRA, Néocles A. **Balanceamento de linha de montagem com o uso da heurística e simulação**: estudo de caso na Linha Branca. São Paulo, 2006. Disponível em <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_anais_13/artigos/1000.pdf> Acesso em 02 maio 2019.
- GAITHER, N; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson, 2001.
- JACOBS, F. R; CHASE, R.B. **Administração da produção e operações, o essencial**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- JUNIOR, J. M. **Modelo de gestão de produção baseado no conhecimento operário**: um estudo na indústria automotiva. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2016.
- MALHEIROS, Bruno Taranto. **Metodologia da pesquisa em educação**. Rio de Janeiro: LTC, 2011. Disponível em: <<http://fahor.com.br/totvs/?biblioteca&isbn=978-85-216-2090-7>>. Acesso em: 18 set. 2019.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. Rio de Janeiro: Atlas, 2017. Disponível em:

<<http://fahor.com.br/totvs/?biblioteca&isbn=9788597013535>>. Acesso em: 01 ago. 2019.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 1999.

MEYER, Maximiliano. **O que é Excel?** 2013. Disponível em: <<https://www.aprenderexcel.com.br/2013/tutoriais/o-que-e-excel>> Acesso em 22 set. 2019.

MIGUEL, P. A. C.; et. al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações** 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MOREIRA, Daniel. de. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 1997.

MOTTA, S. M.; WEIL, S. **Manual de administração da produção** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1970.

OLIVEIRA, Djalma P. R. **Sistemas, organização & métodos**. 15 ed. São Paulo: Atlas, 2005.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba, 2007. Disponível em <<http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/livro2folhas.pdf>>. Acesso em 08 set. 2019.

PRADO, D. **PERT/CPM**, 4. ed. Minas Gerais: Editora INDG Tecnologia e Serviços, 2010.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. 2013. Disponível em: <<http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2019.

ROESCH, S. M. A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SEBRAE. **D-olho na qualidade: 5S para os pequenos negócios: manual do participante**. Belo Horizonte: Sebrae,. 2003.

SENAI-SP. **Planejamento dos processos produtivos têxteis**. São Paulo: SENAI, 2015.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N.; *et al.* **Administração da produção**. São Paulo, Atlas, 1999.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. Rio de Janeiro: Atlas, 2018. Disponível em: <<http://fahor.com.br/totvs/?biblioteca&isbn=9788597015386>>. Acesso em: 08 set. 2019.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2014.

VIEIRA, Luísa H. S. **Balanceamento de uma linha de montagem na Adira S.A.** 2009. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão) – FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60710/1/000134776.pdf>>. Acesso em 22 set. 2019.