



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE
SERGIPE - FANESE**

CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CRISTYANE SILVA SANTOS DE OLIVEIRA

**ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DE PROCESSO PRODUTIVO:
aplicação do estudo de tempos e movimentos em indústria
de confecções**

Aracaju - Sergipe

2014.2

CRISTYANE SILVA SANTOS DE OLIVEIRA

**ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DE PROCESSO PRODUTIVO:
aplicação do estudo de tempos e movimentos em indústria
de confecções**

**Monografia apresentada à
Coordenação do Curso de Engenharia
de Produção, como requisito parcial
para obtenção do grau de bacharel.**

**Orientador: MSc. André Maciel
Passos Gabillaud**

**Coordenador do Curso: MSc. Alcides
Araújo Filho**

Aracaju - Sergipe

2014.2

FICHA CATALOGRÁFICA

O48a OLIVEIRA, Cristyane Silva Santos de

Análise e Diagnóstico de Processo Produtivo: aplicação do estudo de tempos e movimentos em indústria de confecções / Cristyane Silva Santos de Oliveira. Aracaju, 2014. 84 f.

Monografia (Graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe. Departamento de Engenharia de Produção, 2014.

Orientador: Prof. André Maciel Passos Gabillaud

1. Produtividade 2. Estudo dos tempos 3. Balanceamento de linha 4. Layout I. TÍTULO.

CDU 658.511.5: 001.87(813.7)

CRISTYANE SILVA SANTOS DE OLIVEIRA

**ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DE PROCESSO PRODUTIVO:
aplicação do estudo de tempos e movimentos em indústria
de confecções**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócio de Sergipe - FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2014.2.

Professor Orientador: MSc. André Maciel Passos Gabillaud
1º Examinador (Orientador)

Professor Kleber Andrade Souza
2º Examinador

Professor Wilson Linhares
3º Examinador

Aprovada com média: _____

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2014

**Dedico este trabalho à minha família
que acreditou nos meus esforços e
apoiou-me durante esta luta em busca
dos objetivos.**

AGRADECIMENTOS

Não poderia deixar de agradecer algumas pessoas que fizeram possível este trabalho.

Ao meu pai Zacarias (in memoriam) e minha mãe Eufrázia e minha irmã Cristyne pelo amor, confiança, apoio constante em todas minhas decisões e pela oportunidade que me deram de concretizar e encerrar mais uma caminhada da minha vida.

Ao prof. MSc. André Gabillaud pela extraordinária contribuição na orientação e evolução deste trabalho.

Ao prof. Everton Gonçalves, pelo ensinamento das normas para conclusão deste trabalho.

Aos Professores do Curso de Engenharia, por transmitirem o conhecimento necessário para essa realização.

Ao coordenador do curso Alcides, que além de ser um excelente profissional, é também grande incentivador para os seus queridos alunos de engenharia de produção.

A todos os meus amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a obtenção deste título, em especial a minha companheira de curso e amiga Luana Matos, pelo apoio, incentivo, estudos em grupo e força em todos os momentos nessa difícil caminhada acadêmica.

E agradeço especialmente ao Senhor nosso Deus e Pai, pois sem sua presença, essa conquista não seria possível.

A todos Muito Obrigada!!

SUMÁRIO

RESUMO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE QUADROS

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivo Geral	14
1.2	Objetivos Específicos.....	14
1.3	Justificativa	14
1.4	Caracterização da Empresa	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Produtividade e Desempenho Produtivo	16
2.2	Sistemas de Produção	17
2.2.1	Tipos de sistemas de produção.....	19
2.2.1.1	Classificação tradicional	19
2.2.1.2	Classificação Cruzada de Schroeder.....	21
2.3	Balanceamento de Linha.....	22
2.4	Análise e Medida do Trabalho	25
2.4.1	Fluxograma.....	26
2.5	Estudo dos Tempos.....	28
2.5.1	Cronoanálise e Cronometragem	29
2.6	Aplicação do Balanceamento de linha na Indústria de Confecções	32
2.7	Layout.....	32
2.7.1	Método de Guerchet.....	34
3	METODOLOGIA	35
3.1	Abordagem Metodológica	35
3.2	Caracterização da Pesquisa	35
3.3	Instrumento da Pesquisa.....	36
3.4	Unidade e Universo da Pesquisa	37

3.5 Procedimentos de Análises de Dados.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1 Diagnóstico da Empresa	39
4.2 Mapeamento do Processo	39
4.3 Estudo dos Tempos	48
4.4 Balanceamento de Linha	52
4.5 Otimização do <i>Layout</i>	72
5 CONCLUSÃO.....	81

REFERÊNCIAS

RESUMO

Devido à grande competitividade do mercado mundial, a produtividade tornou-se um fator crucial para a sobrevivência das empresas. Aumentar a produtividade significa um trabalho extenso e difícil, porém necessário para manter a empresa competitiva e próspera no mercado. O crescente aumento da demanda faz com que a produtividade tenha que ser cada vez maior com o menor número de recursos possíveis. Neste sentido, com o propósito de contribuir para um melhor desempenho do processo de produção, o estudo objetivou propor melhorias através de técnicas de estudos que contribuem para o acréscimo da produtividade dentro de uma empresa de confecção. Para tanto, se fez necessário mapear o processo produtivo, identificar as atividades realizadas pelo mesmo, levantar o tempo padrão de cada operação, estudar o Balanceamento de Linha do processo de preparação das peças e propor um novo layout que permita um melhor fluxo dos materiais e pessoas, e assim proporcionar melhores resultados operacionais.

Palavras-chave: Produtividade. Estudo dos Tempos. Balanceamento de Linha. *Layout*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de Produtividade	17
Figura 2 - Elementos do Sistema de Produção	18
Figura 3 - Diagrama de Precedência.....	23
Figura 4 - Símbolos de Mapeamento de Processo Usados em Fluxograma.....	28
Figura 5 - Fluxograma do início do processo produtivo na fase de corte até a fase de Preparação das peças	40
Figura 6 - Fluxogramas do processo produtivo de preparação da Carcela e Punho	41
Figura 7 - Fluxogramas do processo produtivo da preparação da Frente.....	42
Figura 8 - Fluxograma do processo produtivo da preparação da Traseira.....	53
Figura 9 - Fluxograma do processo produtivo da preparação da Gola.....	54
Figura 10 - Fluxograma do processo produtivo da Montagem das peças	45
Figura 11 - Fluxograma do processo produtivo do Acabamento das peças	46
Figura 12 - Fluxograma do processo produtivo da fase de Expedição das peças	47
Figura 13 - Diagrama de sequência das tarefas da preparação da Carcela.....	56
Figura 14 - Diagrama de sequência das tarefas da preparação do Punho.....	57
Figura 15 - Diagrama de sequência das tarefas da preparação da Frente	58
Figura 16 - Diagrama de sequência das tarefas da preparação da Traseira	58
Figura 17 - Diagrama de sequência das tarefas da preparação da Gola	59
Figura 18 - <i>Layout</i> atual da empresa	75
Figura 19 - Proposta de <i>Layout</i>	78
Figura 20 - Proposta de <i>Layout</i> de preparação da Carcela	78
Figura 21 - Proposta de <i>Layout</i> de preparação do Punho	79
Figura 22 - Proposta de <i>Layout</i> de preparação da Frente	79
Figura 23 - Proposta de <i>Layout</i> de preparação da Traseira	79
Figura 24 - <i>Layout</i> de preparação da Gola.....	80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparações entre tempos padrão e <i>takt time</i> da linha de preparação da Carcela: (a) desbalanceada, (b) balanceada.....	67
Gráfico 2 - Comparações entre tempos padrão e <i>takt time</i> da linha de preparação do Punho: (a) desbalanceada, (b) balanceada	68
Gráfico 3 - Comparações entre tempos padrão e <i>takt time</i> da linha de preparação da Frente: (a) desbalanceada, (b) balanceada.....	69
Gráfico 4 - Comparações entre tempos padrão e <i>takt time</i> da linha de preparação da Traseira: (a) desbalanceada, (b) balanceada.....	70
Gráfico 5 - Comparações entre tempos padrão e <i>takt time</i> da linha de preparação da Gola: (a) desbalanceada, (b) balanceada.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronometragem da etapa de preparação da Carcela.....	49
Quadro 2 - Planilha de cronometragem da preparação da Gola	50
Quadro 3 - Tempo normal e padrão total dos subprocessos da Preparação	51
Quadro 4 - Planilha para cálculo do número de ciclo para preparação da Carcela	51
Quadro 5 - Tempo das tarefas e relações de precedência para Carcela	52
Quadro 6 - Tempo das tarefas e relações de precedência para Frente	53
Quadro 7 - Tempo das tarefas e relações de precedência para Punho.....	53
Quadro 8 - Tempo das tarefas e relações de precedência para Traseira	54
Quadro 9 - Tempo das tarefas e relações de precedência para Gola	54
Quadro 10 - Planilha de tempos e número de operadores do processo de Preparação.....	55
Quadro 11 - Balanceamento da linha da preparação da Carcela	57
Quadro 12 - Balanceamento da linha da preparação do Punho.....	57
Quadro 13 - Balanceamento da linha da preparação da Frente	58
Quadro 14 - Balanceamento da linha da preparação da Traseira	59
Quadro 15 - Balanceamento da linha da preparação da Gola	59
Quadro 16 - Resultados da eficiência dos subprocesso de preparação da peça com seus respectivos tempos de folga.....	60
Quadro 17 - Planilha de resumo dos tempos e número de operadores antes e depois do balanceamento para Carcela	61
Quadro 18 - Planilha de resumo dos tempos e número de operadores antes e depois do balanceamento para Punho.....	62
Quadro 19 - Planilha de resumo dos tempos e número de operadores antes e depois do balanceamento para Frente	63
Quadro 20 - Planilha de resumo dos tempos e nº de operadores antes e depois do balanceamento para a Traseira	64
Quadro 21 - Planilha de resumo dos tempos e número de operadores antes e depois do balanceamento para Gola.....	65
Quadro 22 - Planilha de comparação entre o número de operadores real e balanceado.....	66
Quadro 23 - Dimensionamento da áreas de todos os elementos da empresa ..	72
Quadro 24 - Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para preparação da Carcela.....	73
Quadro 25 - Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para preparação do Punho	73
Quadro 26 - Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para preparação da Frente.....	73
Quadro 27 - Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para preparação da Traseira	74

Quadro 28 - Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para preparação da Gola.....	74
Quadro 29 - Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para o layout proposto da Carcela	76
Quadro 30 - Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para o layout proposto da Frente	76
Quadro 31 - Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para o layout proposto da Frente	77
Quadro 32 - Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para o layout proposto da Traseira	77
Quadro 33 - Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para o layout proposto da Gola	77

1 INTRODUÇÃO

As organizações, no cenário atual, inserem-se em um meio altamente dinâmico e globalizado onde há um aumento cada vez maior da competitividade e da exigência dos consumidores. Para fazer frente às exigências, faz-se necessário que as empresas aprimorem com frequência os processos empregados na fabricação de seus produtos, buscando proporcionar o aumento da produtividade e redução de custos.

Nesse sentido, diversas alternativas de otimização dos processos de produção surgiram nos últimos anos, sendo necessário que a organização decida a que melhor proporciona vantagens competitivas desejadas. Essas técnicas têm sido aprimoradas na tentativa de padronizar os procedimentos operacionais e definir a capacidade fisiológica operacional.

As indústrias que utilizam linhas de montagem para a confecção de seus produtos enfrentam desafios em suas operações para reduzir seus custos e obter qualidade no produto final. Em função disto, uma linha de montagem balanceada através da sua eficiente gestão surge como um fator de grande importância dentro da organização. Quando se tem uma série de trabalhos em sequência, o que se procura é otimizar o tempo dessa linha por meio do seu balanceamento.

O estudo de tempo e movimento também surge como uma ferramenta importante que auxilia no balanceamento da linha e na otimização dos processos de produção com o uso de técnicas como a cronoanálise. Além de definir o tempo padrão, o estudo auxilia na análise e diagnóstico do processo, permitindo seu conhecimento detalhado e detectando pontos falhos para uma evolução contínua das melhorias.

A empresa em estudo apresenta diversos problemas de programação da produção, dentre eles o nivelamento do processo produtivo. Para buscar o aumento da produtividade e a otimização dos processos, sem a necessidade de grandes investimentos, é fundamental que mudanças ocorram. Nesse sentido, o balanceamento de linha entra como uma técnica que dá suporte à área de

Planejamento e Controle da Produção, e juntamente com o estudo do Layout do setor de produção, permite a melhorar do fluxo produtivo de uma empresa.

O presente trabalho visa a otimização dos processos de fabricação em uma indústria de confecções, buscando assim o conceito de melhoria continua. Diante do exposto surge a seguinte questão problematizadora: **é possível melhorar os processos produtivos na indústria de confecção em estudo, através da aplicação do balanceamento de linha?**

1.1 Objetivo Geral

Analisar a aplicabilidade do estudo do balanceamento de linha como alternativa para melhoria do sistema produtivo da empresa em estudo.

1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a situação atual da empresa;
- Cronometrar os postos de trabalho para balancear a linha;
- Analisar o balanceamento de linha;
- Propor nova formação de grupos produtivos.

1.3 Justificativa

A melhoria contínua de uma empresa e a otimização de processos são pontos fundamentais na busca por crescimento e alcance de maior competitividade frente ao mercado que a cada dia agrega mais concorrente. Entretanto, a resistência a mudanças ainda é um ponto negativo dentro das empresas para o seu alcance, pois quase sempre ela é associada ao aumento de esforços pelos seus envolvidos.

Este trabalho visa proporcionar uma mudança nos métodos de trabalho em uma confecção, utilizando o balanceamento de linha para melhorar seus processos produtivos. Este método altamente eficaz permitirá a melhoria dos conceitos de produção pré-estabelecidos, análise dos tempos e da sua contribuição para alcançar a taxa de produção desejada gerando assim competitividade para a empresa.

O estudo além de propor melhorias na empresa estudada, pode servir como importante embasamento teórico no meio acadêmico para estudos futuros sobre o método aplicado para empresas no ramo de confecção da região. Assim, o estudo é importante não só pela contribuição dada a outras empresas, mas também pela racionalização industrial proporcionada que pode estar presente como disciplina ou como uma ferramenta em estudos de caso como o aplicado neste trabalho.

1.4 Caracterização da Empresa

A empresa em estudo é uma indústria de confecções com quase 30 anos de mercado, situada no Distrito Industrial em Nossa Senhora do Socorro - SE. Fundada por um grupo de empreendedores, a empresa tem o objetivo de produzir qualidade, gerar empregos e agregar valor aos seus produtos. Atuando em âmbito nacional, a empresa fabrica camisas sociais masculinas e femininas e calças sociais masculinas e alfaiataria. Atualmente a empresa está investindo na otimização dos seus processos e melhorias de suas estruturas. Para isso, a empresa está buscando mudanças em seus métodos de trabalho, para assim aumentar a sua produtividade, melhorar a qualidade dos seus produtos e gerar uma vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta etapa, serão abordados os conceitos relacionados a assuntos específicos que fundamentaram as análises, bem como possibilitaram a aplicação adequada de ferramentas para o alcance dos objetivos especificados.

2.1 Produtividade e Desempenho Produtivo

A produtividade é o único caminho da sobrevivência da empresa a médio e longo prazo, sendo assim um fator fundamental na produção. Segundo Martins e Laugeni (2005, p. 9), a produtividade é determinada por vários fatores, como por exemplo: as mudanças de mão de obra devido a alterações de processos produtivos, as inovações e tecnologias com investimentos em pesquisa e desenvolvimento, e fatores gerenciais relacionados a programas de melhorias.

Para Corrêa (2013, p. 117) e Moreira (2014, p. 606), produtividade é uma medida de eficiência em que os insumos (entradas) de um sistema que agrega valor são combinados para fornecer uma saída (produtos). Sendo assim, ela está relacionada ao maior ou menor aproveitamento de recursos nesse processo produtivo.

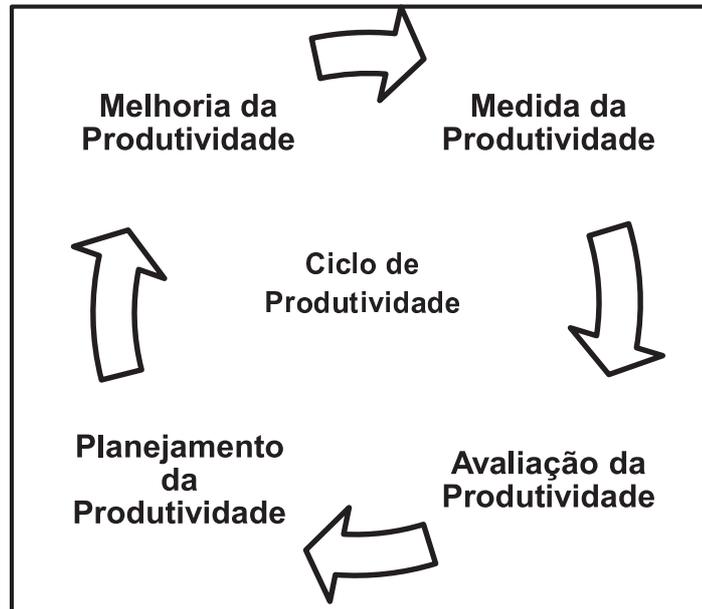
Conforme Stevenson (2001, p. 25), produtividade mede a relação entre quantidade de bens ou serviços produzidos e os recursos utilizados. A produtividade em um intervalo de tempo geralmente é expressa pela Equação 1:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Quantidade de produtos produzidos (output)}}{\text{Quantidade de recursos utilizados (input)}} \quad (1)$$

De acordo com Moreira (2014, p. 606), um aumento da produtividade acarreta em menores custos de produção e serviços, melhoria da competitividade e aumento nos lucros e assim maior condições de investir em crescimento. Com isso, segundo Martins e Laugeni (2005, p. 15), a empresa irá melhorar ainda mais sua competitividade, aumentando a sua participação no mercado. Uma empresa que

adota um programa de melhoria da produtividade estará em umas das quatro fases indicadas na Figura 1 que caracteriza o ciclo da produtividade.

Figura 1 – Ciclo de Produtividade.



Fonte: Adaptado de Martins; Laugeni (2005, p. 15)

Slack (2009, p. 36) afirma que “se uma função produção [...] não consegue produzir seus produtos e serviços de forma eficaz, poderá quebrar o negócio ao prejudicar seu desempenho [...]” (SLACK, 2009, p. 36). Se os recursos são usados eficientemente e os bens e serviços satisfazem a seus consumidores, a função produção dará os meios para a empresa sobreviver a longo prazo, dando uma vantagem competitiva sobre seus concorrentes.

Deixar de adotar melhorias no desempenho e nas operações fará com que a função produção se distancie das expectativas da empresa. Então, segundo Nogueira e Oliveira (2009, p. 233) é importante observar “[...] capacidade produtiva, os planos e objetivos da produção bem como as oportunidades de melhoria contínua.” (NOGUEIRA; OLIVEIRA, 2009, p. 233)

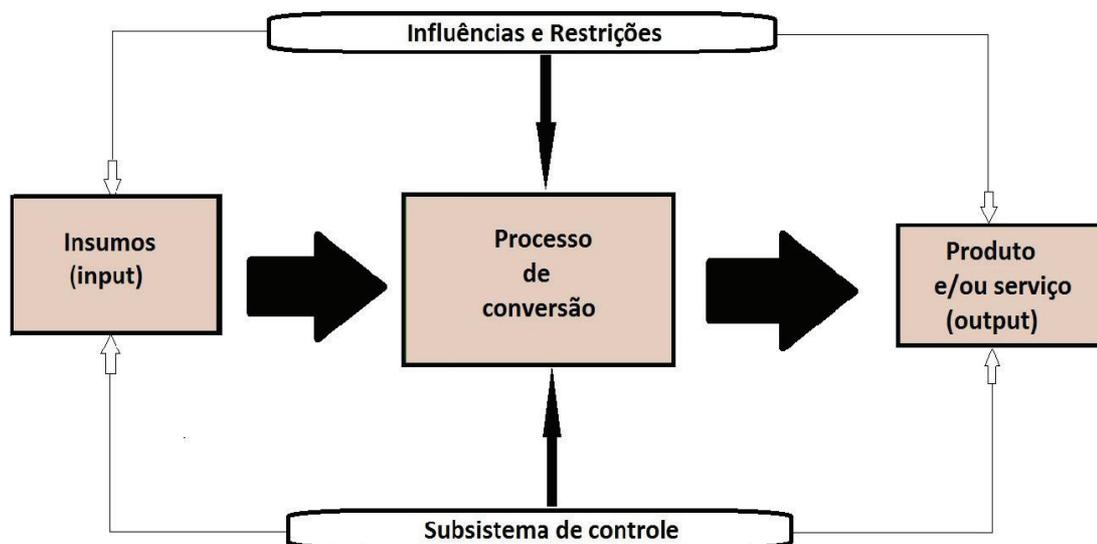
2.2 Sistemas de Produção

Segundo Martins e Laugeni (2005, p. 9), os sistemas de produção “[...] são aqueles que têm por objetivo a fabricação de bens manufaturados, a prestação de serviços ou o fornecimento de informações.” (MARTINS, 2005, p. 9). Compõe-se de

três elementos básicos: entradas (inputs), função de transformação e saídas (outputs).

Moreira (2014, p. 7) define sistema de produção como sendo “o conjunto de atividades inter-relacionadas na produção de bens (caso da indústria) ou serviços” em que se distinguem alguns elementos fundamentais que são: insumos, processos de conversão (processamento), produtos ou serviços e o subsistema de controle (monitoramento). A Figura 2 mostra esses elementos.

Figura 2- Elementos do Sistema de Produção.



Fonte: Adaptado de Moreira (2014, p.8)

Martins e Laugeni (2005, p. 2) e Moreira (2014, p. 8) define os inputs como os insumos, ou seja, todos os recursos que são transformados através dos processos de conversão em produtos, tais como matérias-primas, e os recursos que movimentam o sistema, como mão de obra, energia elétrica, equipamentos e máquinas, instalações e outros. Os outputs são os produtos fabricados, os serviços e as informações fornecidas.

Para Moreira (2014, p. 8), o processo de conversão, “em manufatura, muda o formato das matérias-primas ou muda a composição e a forma dos recursos; em serviços, não há [...] transformação, [ele] [...] é criado.” (MOREIRA, 2014, p. 8). O autor afirma que o sistema de controle visa garantir a obtenção da qualidade desejada e a utilização dos recursos de maneira eficaz, através do monitoramento dos três elementos já citados.

Slack (2009, p. 13) define processos como “o arranjo de recursos que produzem alguma mistura de produtos e serviços” (SLACK, 2009, p. 13),

observando que cada operação é composta de diversos processos menores interconectados, chamados unidades ou departamentos. Já Ballestero-Alvarez (2012, p. 9) define processo como “uma determinada sequência estruturada e predefinida de ações que transforma os insumos captados em saídas e as oferece ao ambiente.” (BALLESTERO-ALVAREZ, 2012, p. 9).

2.2.1 Tipos de sistema de produção

Segundo Nogueira e Oliveira (2009, p. 12), existe uma profunda correlação entre o sistema ou unidade de produção, o produto transformado e suas necessidades de transformação, existindo assim diversos processos produtivos. Para diferenciar as unidades produtivas e suas necessidades, alguns detalhes podem ser utilizados, possibilitando com isso enxergar tipo de processo produtivo mais apropriado para cada situação especificamente e buscar melhores resultados.

Há diversas formas de classificar os sistemas de produção, como por exemplo, pelo grau de padronização dos produtos, pelo tipo de operação que sofrem os produtos e pela natureza do produto. De acordo com Tubino (2009, p. 4), essa classificação facilita o entendimento das características de cada sistema produtivo e sua relação acerca do planejamento e execução das atividades que os compõem. Moreira (2014, p. 9) classifica os sistemas de produção em dois grandes grupos: Classificação Tradicional e Classificação Cruzada de Schroeder.

2.2.1.1 classificação tradicional

Segundo Moreira (2014, p. 9), “é possível discriminar grupos de técnicas e outras ferramentas gerenciais em função do particular tipo de sistema [...]” (MOREIRA, 2014, p. 9). Assim, a classificação tradicional agrupa os sistemas de produção em três categorias: sistemas de produção contínua ou de fluxo em linha, sistemas de produção por lote ou por encomenda (fluxo intermitente) e sistemas de produção para grandes projetos sem repetição.

De acordo com Moreira (2014, p. 10 e 241), no sistema de produção contínua ou fluxo em linha, a produção de produtos ou a prestação de serviços é realizada em uma sequência linear de operação e passam de um posto de trabalho a outro em uma sequência prevista. Este tipo de produção é caracterizado por um alto volume de produção, padronização, uma baixa variedade de produtos, elevada eficiência

etc. O custo unitário dos produtos é baixo por produzir em alto volume, porém, os custos fixos para este tipo de produção são elevados por investir em equipamentos caros.

Segundo Moreira (2014, p.10), os sistemas de fluxo em linha algumas vezes se subdividem em dois tipos: produção em massa que são para montagem de produtos padronizados em larga escala, e produção contínua propriamente dita que são para as indústrias de processos totalmente interdependentes, altamente automatizados e com elevado grau de padronização, não havendo flexibilidade no sistema.

Segundo Tubino (2009, p.12), na produção em massa “a demanda pelos produtos são estáveis fazendo com que seus projetos tenham poucas alterações no curto prazo, possibilitando a montagem de uma estrutura produtiva altamente especializada e pouco flexível.” (TUBINO, 2009, p. 12). Já na produção contínua, o autor diz que há uma alta uniformidade na produção e na demanda de bens ou serviços, assim, para a montagem do sistema produtivo, faz-se necessário altos investimentos em equipamento e instalações.

Slack (2009, p. 189) diz que no sistema de produção contínua o produto segue um fluxo pelos subprocessos que compõem as etapas de transformação e pode ser facilmente visualizado como uma “linha” (linha de produção). Para Moreira (2014, p. 10), nos sistemas de produção de fluxo intermitente, a produção é feita em lotes ou bateladas, sendo produzido um tipo de produto por vez nas máquinas. Ao término na fabricação a produção de outro produto é iniciada. O primeiro produto somente voltará a ser produzido depois de algum tempo.

Para Moreira (2014, p.10), no sistema de fluxo intermitente, é de costume organizar a mão de obra e os equipamentos “[...] em centros de trabalho por tipo de habilidade, operações, ou equipamentos [...]” (MOREIRA, 2014, p. 10), em que, diferentemente da produção contínua, o produto flui de forma irregular ou descontínua de um centro de trabalho a outro. Segundo Tubino (2009, p. 13), isto torna o processo produtivo relativamente flexível, utilizando equipamentos pouco especializados e mão de obra polivalente para atender aos diversos pedidos de clientes e a demanda com flutuações.

De acordo com Moreira (2014, p. 10), “embora [os equipamentos utilizados na produção por lotes] [...] permitam uma grande facilidade para mudança no produto

ou no volume de produção, [...] a flexibilidade conseguida leva a outros problemas” (MOREIRA, 2014, p. 10). Segundo o autor, esses problemas são as dificuldades de controlar o estoque, de fazer a programação da produção, de manter a qualidade, entre outros. Em suma, em comparação com a produção contínua, o sistema de produção intermitente ganha em flexibilidade e perde em volume de produção.

Para Moreira (2014, p. 11), no sistema de produção por projeto os produtos são únicos para cada projeto, não havendo repetições e fluxo de produto. Neste tipo de produção “[...] tem-se uma sequência de tarefas ao longo do tempo, geralmente de longa duração [...]” (MOREIRA, 2014, p. 11), com finalidade de atender a uma necessidade específica do cliente. Assim, segundo Tubino (2009, p. 13), o produto possui data definida para a sua conclusão, já que após isto o sistema se voltará para um novo projeto.

Para Nascimento (2013, p. 17), o sistema de produção por projeto possui como características o alto custo, a dificuldade gerencial no planejamento e no controle, e flexibilidade nos recursos produtivos. Este sistema assemelha-se ao sistema de produção por lotes, porém, geram-se produtos significativamente maiores.

2.2.1.2 classificação cruzada de Schroeder

Moreira (2014, p.11) diz que Schroeder considerou que a classificação cruzada é bidirecional, diferentemente da tradicional apresentada anteriormente em que se levou em conta que os sistemas industriais consideravam apenas uma dimensão: o tipo de fluxo do produto. Segundo o autor, nessa classificação é abordada a dimensão por tipo de atendimento ao consumidor e por tipo de fluxo do produto, englobando assim dois tipos de sistemas: sistemas orientados para estoque e sistemas orientados para encomendas.

Moreira (2014, p.11) explica que no sistema orientado para encomendas, todas as operações são voltadas para um cliente específico, no qual se combina o prazo de entrega e se discute o preço. Nesse sistema, a empresa usa o prazo de entrega, informada com antecedência ao cliente, como medida de eficiência e também usa os pedidos entregues como uma medida viável de competência.

Já o sistema orientado para estoques preza, segundo Moreira (2014, p. 11), por serviços rápidos e a baixos custos, porém oferece uma flexibilidade menor ao cliente na escolha do produto, se comparado com o orientado para encomenda.

Suas atividades de previsão de demanda, de gerência de estoques e de planejamento efetivo da capacidade de produção são essenciais. Segundo Moreira (2014, p. 11):

O estoque é criado antes da demanda e é usado para atender as necessidades dessa demanda ou para suavizar as necessidades de capacidade segundo o que foi determinado pelo planejamento agregado da produção [...]. O foco dos sistemas que operam orientados para o estoque está, pois, na reposição desses estoques (MOREIRA 2014, p. 11).

2.3 Balanceamento de Linha

Segundo Smiderle, Vito e Fries (1997, p. 3) “uma linha de produção pode ser definida como um conjunto de [...] postos de trabalho geralmente conectados por um sistema contínuo de movimentação de materiais” (SMIDERLE; VITO; FRIES, 1997, p.3) e onde são realizadas as tarefas que fazem parte do processo produtivo. Ao se iniciar a produção de um produto, as operações necessárias para execução das atividades e sua duração são estudadas pela Engenharia de Processo, e, levando em conta as relações entre todas as operações, inicia-se o chamado balanceamento de linha.

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p. 273), o “balanceamento de linha é a atribuição de trabalho a estações em uma linha de modo a alcançar a taxa de produção desejada com o menor número de estações de trabalho.” (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009, p. 273). Os autores afirmam que o trabalhador é alocado em uma estação de modo que a linha mais eficiente será a que produz no ritmo desejado e com o menor número de trabalhadores.

Stevenson (2001, p. 207), o objetivo do balanceamento de linha é realizar grupos de tarefas que requerem tempos aproximadamente iguais para serem executados. Com isso, o tempo ocioso ao longo da linha é diminuído e haverá um elevado índice de utilização de equipamento e de mão de obra. Os grupos de tarefas são gerenciáveis e designadas a estações de trabalho. O tempo ocioso é o tempo improdutivo para todas essas estações na fabricação de cada produto.

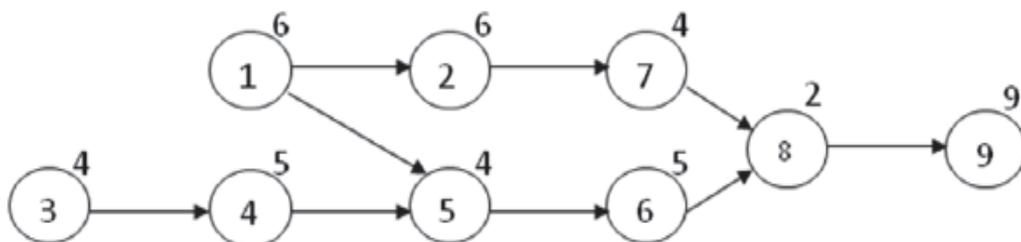
Para Martins e Laugeni (2005, p. 145), um posto de trabalho é constituído por um ou vários operadores realizando manualmente operações com o uso de ferramentas ou pequenos equipamentos. Quando o operador realiza uma série de trabalhos em sequência em um posto de trabalho, com a utilização ou não de

máquinas, o que se deseja é otimização do tempo da linha através do seu balanceamento.

Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p. 273) diz que inicialmente o analista deve dividir o trabalho em unidades menores chamadas de elementos de trabalho, para assim obter o tempo-padrão para cada elemento e identificar os seus precedentes. Após isso, é necessário associar a taxa de produção ao plano de produção (demanda) para se conseguir entregas pontuais evitando atrasos de clientes e prevenir a formação de estoques indesejados. Com a determinação da taxa de produção desejada, o analista então calcula o tempo de ciclo da linha.

Silva, Gusmao e Melo (2011, p. 4) destaca que “é frequente a existência de relações de precedência entre tarefas numa linha de produção [e que] para melhor visualizar essas relações, costuma-se utilizar o diagrama de precedência [...]” (SILVA; GUSMAO; MELO, 2011, p. 4), mostrado na Figura 3. No diagrama, os círculos, as setas e a numeração são a representação das tarefas, das precedências e da duração de cada tarefa, respectivamente. No balanceamento é preciso respeitar as relações de precedências, sem que o tempo total das tarefas ultrapasse o tempo de ciclo.

Figura 3 – Diagrama de Precedência.



Fonte: Silva, Gusmao e Melo (2011, p. 4)

Moreira (2014, p. 381) diz que “oposto de trabalho é o espaço ocupado por uma ou mais pessoas” (MOREIRA 2014, p. 381) e que mesmo se houver somente uma pessoa trabalhando no posto, é possível ser alocado a ele mais de uma tarefa ou operação. O autor também afirma que:

Embora a sequência de operações seja fixa, a sua designação a postos de trabalho pode ser mais eficiente ou menos eficiente, no sentido de melhor ou pior aproveitar o tempo disponível em cada posto. A tarefa do balanceamento de linha é a de atribuir as tarefas aos postos de trabalho de forma a atingir uma dada taxa de produção e de forma que o trabalho seja dividido igualmente entre os postos (MOREIRA 2014, p. 381).

Para Smiderle, Vito e Fries (1997, p. 3), distribuir adequadamente tarefas aos postos para poder igualar a carga de trabalho por estação e obter um tempo de processamento próximo do tempo de ciclo é um problema de balanceamento. Segundo Stevenson (2001, p. 207), um outro problema seria que uma sequência tecnológica necessária pode não permitir totalmente uma combinação de tarefas que seria desejável. Esse problema é resolvido através da diminuição do número de estações ou postos de trabalho.

O conteúdo de trabalho para um produto, segundo Moreira (2014, p. 382), “[...] é o tempo que se gastaria para fazer uma unidade se houvesse um só posto de trabalho [e] [...] é medido pela soma dos tempos das tarefas [...]” (MOREIRA 2014, p. 382). Para o balanceamento entre os postos de trabalho, Martins e Laugeni (2005, p. 145) afirma que é preciso determinar o tempo de ciclo (TC) das tarefas ou operações (Equação 2), que representa o intervalo ou frequência de tempo que uma peça é produzida e sai da linha.

$$TC = \text{tempo total de produção} / \text{quantidade de peças (demanda)} \quad (2)$$

Martins e Laugeni (2005, p. 145) descrevem que o número mínimo de operadores (N) que são necessários para completar o volume de produção requerido é determinado a partir do tempo de ciclo e calculado através da Equação 3.

$$N = \text{conteúdo de trabalho} / \text{tempo de ciclo} \quad (3)$$

De acordo com Moreira (2014, p. 383), a eficiência é uma grandeza básica no balanceamento de linha. Segundo o autor a eficiência “é definida como o quociente entre o tempo de trabalho efetivo na linha e o tempo total disponível [...]” (MOREIRA 2014, p. 383), obtidos na produção de uma unidade. Através do balanceamento se deseja conseguir a máxima eficiência e o menor tempo ocioso possível.

Martins e Laugeni (2005, p.146) afirma que a eficiência no balanceamento é dada pelo quociente entre o número mínimo de operadores necessários para uma determinada produção e o número real de operadores. Essa quantidade real de operadores é um número teórico conseguido através da distribuição dos trabalhos

nos postos e da alocação do menor número possível desses operadores em cada posto de trabalho.

Segundo Elias e Rabelo (2014, p. 8), após a definição do tempo de ciclo e o número mínimo de funcionários, é feita a distribuição dos operadores nas estações de trabalho, “de tal forma que eles possuam a maior ocupação possível no posto, fazendo com que as ociosidades sejam menores, com a conseqüente melhoria da eficiência do balanceamento.” (ELIAS; RABELO, 2014, p. 8)

Smiderle, Vito e Fries (1997, p.3) destacam que com a linha de produção balanceada, há uma melhor utilização de recursos produtivos, diminuindo assim os custos de produção. O tamanho da linha, o investimento em equipamentos, o fluxo de materiais, o número de trabalhadores, entre outros, serão mais bem dimensionados quando se tem uma linha de produção balanceada. Todas estas melhorias representam a eficiência da linha, principalmente em termos de capacidade de produção e custo unitário do produto.

2.4 Análise e medida do trabalho

Para Barnes (1999, p. 20), algumas técnicas de análise dos métodos de trabalho podem ser utilizadas para que as empresa realizem suas operações de forma racionalizada e sem desperdícios, agregando apenas custo e tempo ao processo de transformação. Essas técnicas, conhecidas como fluxogramas do processo, diagrama homem – máquina e com mão direita – mão esquerda para estudo dos movimentos, proporcionam uma análise da situação de trabalho e de como ele é realizado, para que seja possível a identificação de oportunidades de melhoria.

Segundo Moreira (2014, p. 266), é comum que as organizações analisem seus métodos de trabalho, “[...] tanto em se tratando de trabalhos que já estão sendo realizados como de trabalhos que ainda estão sendo projetados.” (MOREIRA, 2014, p. 266). A finalidade da análise é melhorar o método de trabalho a partir de algum critério para melhorar a produtividade.

Moreira (2014, p. 266) afirma que são candidatos potenciais de análise os métodos de trabalho que são “altamente repetitivos ou que apresentem uma

dependência muito grande do elemento humano ou [...] condições desagradáveis para o operador [...]" (MOREIRA, 2014, p. 266).

2.4.1 Fluxograma

De acordo com Elias e Rabelo (2014, p. 7), "o fluxograma é uma técnica gráfica que retrata as etapas que o processo de produção necessita para sua concretização." (ELIAS; RABELO, 2014, p. 7). Para sua representação gráfica são utilizadas cinco operações ocorrida durante o processo, cada uma com um tipo de símbolos: operação, transporte, inspeção, estocagem e demora (atraso).

De acordo com Ballesterro-Alvarez (2012, p. 115), "o fluxograma é usado para diagramar sequencialmente as etapas de um processo qualquer; constitui importante auxiliar para detectar oportunidades de melhorias [...]" (BALLESTERRO-ALVAREZ, 2012, p. 115). Ainda segundo a autora, o fluxograma detalha as atividades, fornecendo além de uma visão global do fluxo, também suas falhas e gargalos.

Segundo Moreira (2014, p. 276), para documentar a operação utilizam-se muitos tipos de fluxogramas e, qualquer que seja o seu tipo, ele irá mostrar "[...] o que acontece durante uma operação ou sequência de operações." (MOREIRA 2014, p. 276). O autor descreve que "o fluxograma do processo é uma representação gráfica do que ocorre com o material ou o conjunto de materiais [...] durante uma sequência bem definida de fases do processo produtivo." (MOREIRA 2014, p. 276).

De acordo com Araujo (2011, p. 236), o fluxograma pode ser aplicado "desde o fluxo de materiais até etapas de vendas ou manutenção de produtos [...], [auxiliado na identificação de] [...] fontes potenciais de problemas para a organização" (ARAUJO, 2011, p. 236). Para Toledo (2007, p. 46), dentro do fluxograma podem ser adicionadas informações úteis como: o tempo requerido, localização do material, máquinas, quantidades, etc.

Há quatro utilidades para um fluxograma, segundo Nascimento (2013, p. 21) que são:

- Para o estudo do projeto de uma fábrica – "é utilizado no levantamento de todos os dados sobre o fluxo de materiais, quantidades, máquinas, etc." (NASCIMENTO, 2013, p. 21);

- Para projetos de modificações da fábrica ou setor da empresa – é utilizado para fazer comparações fluxogramas existente e proposto;
- Para padronizar os métodos de trabalho;
- Para análise de um processo existente e verificação de perdas durante esse processo.

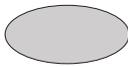
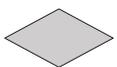
De acordo Cury (2009, p. 340) as vantagens de utilização dos fluxogramas são:

- Permite observar a funcionalidade dos componentes do sistema mecanizado ou automatizado ajudando na análise de sua eficácia;
- São mais simples e fáceis de compreender do que outros métodos descritivos;
- Ajudam a enxergar as deficiências por ter uma visualização clara dos passos, operações, formulários etc;
- Podem ser aplicado em todos os sistemas, desde os mais simplificados até os mais complexos;
- É menos complicado de entender as modificações sugeridas aos sistemas existentes pelo fato de apresentarem claramente essas modificações.

Ainda segundo Cury (2009, p.341), para se elaborar um fluxograma é preciso seguir seis passos que são: haver comunicação entre os chefes e os empregadores sobre o trabalho a ser feito e os seus objetivos; coletar dados dos executores dos trabalhos através de entrevistas; escolher o tipo de fluxograma a ser utilizado e fazer o seu rascunho, analisar minuciosamente todas as etapas do processo; redigir o relatório de análise contendo os fluxogramas da situação atual; o estudo das condições existentes com as falhas diagnosticadas e suas recomendações propostas; e apresentar os fluxogramas e os formulários propostos.

O fluxograma pode ser usado para representar as informações colhidas em um mapeamento de processo e, de acordo com Slack (2009, p. 101 e 102), este mapeamento envolve a descrição “de como as atividades relacionam-se uma com as outras dentro do processo” (SLACK 2009, p. 101 e 102). Para isso são utilizados símbolos que segundo o autor, servem para “classificar os diferentes tipos de atividades.” (SLACK 2009, p. 101 e 102). O autor também mostra que alguns símbolos vieram dos primórdios da administração científica, ou mais atualmente, da análise do fluxo de sistemas de informação. A Figura 4 apresenta estes símbolos.

Figura 4 – Símbolos de Mapeamento de Processo Usados em Fluxograma.

Símbolos de mapeamento de processos derivados da Administração Científica	Símbolos de mapeamento de processos derivados da Análise de Sistemas
 Operação (uma atividade que diretamente agrega valor)	 Início ou final do processo
 Inspeção (checagem de algum tipo)	 Atividade
 Transporte (movimentação de algo)	 <i>Input</i> ou <i>output</i> de um processo
 Atraso (espera, por exemplo, de materiais)	 Direção do fluxo
 Estoque (estoque deliberado)	 Decisão (exercitando o poder discricionário)

Fonte: Adaptado de Slack (2009, p.102)

2.5 Estudo dos Tempos

Corrêa (2013, p. 275) define que o estudo de tempos “é um método para obtenção de padrões de trabalho através da utilização de cronometragem sobre o trabalho de indivíduos treinados e em condições normais.” (CORRÊA, 2013, p. 275).

De acordo com Barnes (1977, p. 4), o estudo dos tempos determina o tempo padrão que esses indivíduos gastam “[...] para executar uma tarefa ou operação específicas trabalhando normalmente.” (BARNES, 1977, p. 4). Segundo o autor, o tempo padrão tem aplicabilidade no planejamento e programação para estimativas de custos e para controle de custos com mão de obra.

Segundo Stevenson (2001, p. 244), “os tempos de execução de tarefas constituem inputs de importância vital para propósitos como planejamento da força de trabalho, estimativa dos custos de mãos de obra, programação [...]” (STEVENSON, 2001, p. 244), entre outros. A medição desses tempos é chamada de medição de trabalho e, de acordo com Moreira (2014, p. 272), para se “[...] medir o trabalho, ou seja, determinar o intervalo de tempo que uma operação leva para ser completada. [...]” (MOREIRA, 2014, p. 272), faz-se necessário definir um tempo padrão.

Stevenson (2001, p. 244) afirma que “um tempo padrão é a quantidade de tempo que um trabalhador qualificado deveria levar para completar determinada

função [...], utilizando determinados métodos, ferramentas e equipamento [...]" (STEVENSON, 2001, p. 244). Para Stevenson (2011, p. 244) e Moreira (2014, p. 272), este tempo pode ser obtido de quatro formas principais: estudo de tempo com cronômetros, tempos históricos, dados padrão pré-determinados e amostragem do trabalho.

Para Corrêa (2013, p. 275), o método de estudo de tempos envolve cinco passos para determinação do tempo padrão de diversas tarefas ou ciclos de tarefas que compõem o trabalho. Os passos são: definição da tarefa a ser estudada, divisão das tarefas em elementos, cronometragem desses elementos, determinação do tamanho da amostra e estabelecimento de padrões.

Segundo Elias e Rabelo (2014, p. 7), "para obtenção do tempo padrão das tarefas é necessário [...] avaliação do ritmo dos operadores e concessão de tolerâncias relativas a necessidades pessoais, demoras inevitáveis e fadiga." (ELIAS; RABELO, 2014, p. 7). Moreira (2014, p. 272) diz que para se obter o tempo padrão de uma operação, há dois outros tipos de tempos de operação que precisam ser determinados: o tempo real e o tempo normal.

Segundo Barnes (1999, p. 8), o estudo sobre os tempos de execução das tarefas foi realizado por Frederick Taylor com a intenção de "[...] descobrir o que significa um dia completo de trabalho para um operário eficiente [...]" (BARNES, 1999, p. 8). No entanto, o autor afirma que Taylor chegou à conclusão que a quantidade de energia que um homem requeria se relacionava diretamente com as quantidades de horas trabalhadas e com os descansos.

2.5.1 Cronoanálise e Cronometragem

Segundo Felipe (2012, p. 3 e 4), "a cronoanálise tem sua origem no estudo de tempos e métodos, [...] e através desta] ferramenta, define-se os parâmetros tabulados de várias formas que [...] culminam na racionalização industrial." (FELIPPE, 2012, p. 3 e 4). O autor cita que, através da cronoanálise encontra-se o tempo padrão que é o tempo de produção que será utilizado na obtenção dos parâmetros relacionados a produtividade e a qualidade.

Felipe (2012, p. 4) define a cronometragem como uma "técnica de obter os tempos de processos que, numa análise mais completa se tornará a própria

cronoanálise.” (FELIPPE, 2012, p. 4). Stevenson (2001, p. 244) afirma que com o estudo cronométrico é obtido o tempo padrão através da observação de um operador ao longo de uma série de ciclos, sendo que esse padrão é aplicado a todos os outros trabalhadores que possuem a mesma função.

Segundo Martins e Laugeni (2005, p. 84), a “cronometragem é um dos métodos mais empregados na indústria para medir o trabalho.” (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 84). O autor explica que a medida do trabalho através do tempo padrão é importante para o fornecimento de dados para determinação de custos padrões e para o estudo do balanceamento das linhas de produção, para avaliar o desempenho produtivo em relação ao padrão existente, entre outro.

Para Martins e Laugeni (2005, p. 85), para determinação do tempo padrão de produção, primeiramente é preciso “discutir com todos os envolvidos o tipo de trabalho que será executado” [...] (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 85). Após isso, deve-se “definir o método da operação e dividi-la em elementos [...]” (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 85), para assim, realizar a cronometragem preliminar.

É na cronometragem preliminar que são obtidos, segundo Martins e Laugeni (2005, p. 85), os dados para a obtenção do número de cronometragem ou ciclos que serão necessários para determinação do tempo médio (TM), também chamado de tempo real. O autor cita que no estudo dos tempos é necessário também analisar a tempo normal (TN), colocando todos os dados em um gráfico de controle, para assim calcular o tempo padrão de operação.

Moreira (2014, p. 273), define o tempo real como “aquele que decorre realmente quando é feita uma operação, [e] é obtido por cronometragem direta do operador em seu posto de trabalho [...] [ou] em ocasiões distintas.” (MOREIRA 2014, p. 273). Segundo o autor, como o tempo real varia de operador para operador, seu valor deve ser obtido através de medidas suficientes para obtenção de um valor médio com um certo grau de confiança.

Moreira (2014, p. 273), define o tempo normal como “o tempo requerido para um operador completar a sua operação operando com velocidade normal.” (MOREIRA, 2014, p. 273). O autor destaca que essa velocidade é determinada por um operador de eficiência média, trabalhando em um dia típico sem fadiga indevida. Para esse operador, a eficiência é de 100%.

Segundo Gusmao, Candido e Junior (2012, p. 3 e 4), após definir o operador-padrão, é preciso calcular o número N de cronometragens para validar os tempos encontrados por observação contínua ou amostragem do trabalho. Segundo Zim (2008, p. 13), “normalmente são realizados de 10 a 20 cronometragens para determinar o tempo padrão de uma peça ou operação na prática.” (ZIM, 2008, p. 13). Moreira (2014, p.273) afirma que, para uma melhor definição das quantidades de cronometragens, utiliza-se a expressão da Equação 4:

$$N = (100.z.s) / a.x)^2 \quad (4)$$

Onde: “z” é o número de desvios padrão da normal padronizada, correspondente ao grau de confiança desejado; “s” é o desvio padrão da amostra de medidas; “a” é a precisão final desejada, em porcentagem; e “x” é a média da amostra de medidas.

De acordo com Gusmao, Candido e Junior (2012, p. 4), “esta expressão deve ser trabalhada com base em cronometragens preliminares, [adotando] [...] valores para o grau de confiança que variem entre 90% e 95%, [e utilizando] [...] a precisão no intervalo de 5% a 10%.” (GUSMAO; CANDIDO; JUNIOR 2012, p. 4). O autor afirma que é necessário que os tempos colhidos sejam analisados e validados, eliminando os dados desnecessários.

Martins e Laugeni (2005, p. 86) destacam que essa é a maneira mais correta para se determinar o número de vezes que a operação deve ser cronometrada. Para Martins (2005, p. 86), após a obtenção da média de cronometragens (n), obtendo-se assim o tempo real, calcula-se o tempo normal (TN) e o tempo padrão (TP) através das equações 5 e 6, respectivamente.

$$TN = TM \times EF / 100 \quad (5)$$

$$TP = TN \times FT / 100 \quad (6)$$

Onde: EF – é a eficiência do operador em porcentagem

FT – é o fator de Tolerância em porcentagem que é dado por $100 + T$, em que T é a tolerância (em porcentagem) permitida para a operação.

De acordo com Moreira (2014, p. 274), o fator de tolerância “[...] é atribuído para levar em conta as condições particulares em que a operação é conduzida.” (MOREIRA, 2014, p. 274). Segundo o autor, esse fator é sempre maior que 100%, pois cada percentual de tolerância T, que são tabelados, são acrescentados aos 100% originais.

Para Felipe (2012, p. 5), “o desenvolvimento de uma cronoanálise tecnicamente correta permite ao gestor a definição da real capacidade instalada e assim, executar o planejamento adequado à produção [...]” (FELIPPE, 2012, p. 5). Com isso, o autor acrescenta que o recurso humano e a disponibilidade de equipamento e máquinas serão corretamente aproveitados para atender a demanda existente.

2.6 Aplicação do Balanceamento de Linha na Indústria de Confecções

Gomes, Oliveira e Elias (2008, p. 4), ressaltam a aplicação do balanceamento tanto na linha de produção, onde os tempos de operação das máquinas não podem sofrer alterações, quanto na montagem dos produtos, onde há a predominância dos tempos manuais, sendo esta mais facilmente balanceada. Segundo o autor, na aplicação do balanceamento de linha em uma indústria de confecções, faz-se necessário o conhecimento do tempo total de confecção do produto; o programa de produção/dia do produto e o tempo que trabalha uma pessoa/dia.

Para Gomes, Oliveira e Elias (2008, p. 5), na montagem do produto, uma sequência deve ser respeitada, sendo que a rotina de trabalho é descrita em uma folha de procedimento com todas as informações necessárias para a realização das tarefas. O autor destaca que um croqui de cada posto deve ser desenhado, “[...] de onde a sequência dos trabalhos define o layout da linha de montagem [...]” (GOMES; OLIVEIRA; ELIAS 2008, p. 5).

Apesar da distribuição adequada de pessoas, materiais e equipamentos em casa posto de trabalho, Gomes, Oliveira e Elias (2008, p. 5) enfatizam que “ainda se faz necessário o acompanhamento do analista de tempos na linha em funcionamento para proceder com ajustes dos detalhes [e porque] com o decorrer do tempo é comum encontrarmos certo desbalanceamento da linha [...]” (GOMES; OLIVEIRA; ELIAS 2008, p. 5 e 6).

2.7 Layout

Nascimento (2013, p. 25) discorre que “a palavra *layout* tem origem na língua inglesa onde “to lay” significa arranjar, e “out” significa acabado, pronto, concluído

[...]” (NASCIMENTO, 2013, p.25) e que na língua portuguesa ela significa arranjo físico. Para Stevenson (2011, p. 200), *layout* ou arranjo físico “refere-se à configuração de departamentos, de centros de trabalho [...] e equipamentos, com ênfase especial na movimentação otimizada, através do sistema, dos elementos aos quais se aplica o trabalho [...]” (STEVENSON, 2011, p. 200).

Corrêa (2013, p. 310), define *layout* como “a maneira segundo a qual se encontram dispostos fisicamente os recursos [como centros de trabalho, uma máquina etc] [...] que ocupam espaço dentro da instalação de uma operação.” (CORRÊA, 2013, p. 310). Segundo o autor, um projeto de arranjo físico bem elaborado, objetiva acabar com atividades que não agregam valor e destacar as que agreguem como: utilização eficiente do espaço físico, redução de tempo de ciclo de uma operação, facilitar o acesso aos recursos, entre outros.

De acordo com Slack (2009, p. 181), o arranjo físico determina a aparência da operação e a “maneira segundo a qual os recursos transformados – materiais, informações e cliente – fluem pela operação.” (SLACK, 2009, p. 181). O autor afirma que mudanças no *layout* “podem afetar o fluxo pela operação, [e assim], [...] afetar seus custos e a eficácia geral.”

Nascimento (2005, p. 25) destaca que “a decisão pelo tipo de arranjo físico que deve ser utilizado passa inicialmente pelo tipo de processo produtivo [...]” (NASCIMENTO, 2005, p. 25). Segundo o autor, os processos produtivos são por projeto ou sob encomenda, em lotes ou bateladas e em massa ou contínuo.

Após definir qual o tipo de processo produtivo, o *layout* mais adequado é definido, sendo que, segundo Martins e Laugeni (2005, p. 138), os principais tipos são por processo ou funcional, em linha, celular, por posição fixa e combinado. O autor mostra que, no *layout* funcional, os processos, os equipamentos, as operações ou montagens semelhantes são colocados em uma mesma área, havendo o deslocamento do material pelos processos.

Para Martins e Laugeni (2005, p. 138 e 139), o *layout* funcional “é flexível para atender a mudanças de mercado, atendendo a produtos diversificados em quantidades variáveis ao longo do tempo.” (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 138). Já no *layout* em linha, o autor diz que as máquinas ou postos de trabalho são posicionados e executados de acordo com uma sequência de operações e a produção deve possuir pouca ou nenhuma diversificação.

O *layout* celular ou célula de manufatura, segundo Martins e Laugeni (2005, p. 139), “consiste em arranjar em um só local (a célula) máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro.” (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 139). Nesse caso, o material se desloca dentro da própria célula através dos processos e, como há relativa flexibilidade no tamanho dos lotes, é possível obter um elevador nível de qualidade e de produtividade.

De acordo com Martins e Laugeni (2005, p. 140), “no *layout* por posição, o material permanece fixo em uma determinada posição e as máquinas se deslocam até o local executando as operações necessárias [...]” (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 140). Já o *layout* combinado é o aproveitamento das vantagens do layout funcional e da linha de montagem em um certo processo.

2.7.1 Método de Guerguet

De acordo com Dutra (2008, p. 33) e Nascimento (2013, p. 28), a área mínima total de produção que um dado elemento ocupa é dada pela soma de três superfícies, que são: superfície estática, superfície de utilização ou gravitacional e superfície de circulação. Para os autores, a superfície estática (S_e) é a área da projeção ortogonal da superfície do elemento, ou seja, é a área efetivamente ocupada pelo equipamento ou posto de trabalho.

Já a superfície de utilização (S_u), segundo Nascimento (2013, p.28) é a área ao redor do posto de trabalho necessária para circulação do operador, incluindo ainda as áreas para depósito de insumos necessários à realização das operações. Considera-se que essa superfície é dada pela multiplicação da superfície estática pelo número de lados utilizados pelo operador ou ocupados por insumos (Equação 7), ou seja:

$$S_u = S_e \times N \quad (7)$$

Para Nascimento (2013, p. 28), a superfície de circulação (S_c) é a área necessária para movimentação dos materiais entre os postos de trabalho, e, é dada pela equação 8, em que K é fator do tipo e da finalidade da instalação, e varia entre 0,05 e 3. A superfície total (S_t) é a soma das superfícies S_e , S_u , S_c calculadas.

$$S_c = k(S_u + S_e) \quad (8)$$

3 METODOLOGIA

De acordo com Batista (2013, p. 46), é na metodologia que o pesquisador especifica o método adotado na formulação da análise para resolver os problemas e assim atingir seus objetivos. Para isso, o pesquisador escolhe um tipo de pesquisa que pode referir-se ao tipo de investigação, de argumentação, como também pode apresentar a caracterização da pesquisa.

3.1 Abordagem Metodológica

Segundo Lakatos e Marconi (2009, p. 223):

Partindo do pressuposto dessa diferença, o método se caracteriza por uma abordagem mais ampla, em nível de abstração mais elevado, dos fenômenos da natureza e da sociedade. É, portanto, denominado método de abordagem, que engloba o indutivo, o dedutivo, o hipotético e o dialético (LAKATOS; MARCONI 2009, p. 223).

Segundo Batista (2012, p. 10 e 44), o método científico utilizado para o estudo em um local de estágio específico é o estudo de caso. De acordo com o autor, “o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita a investigação de seu amplo e detalhado conhecimento.” (BATISTA, 2012, p. 10). Ainda segundo o autor, esse estudo, além de retratar a realidade de forma ampla e buscar descobrir não conformidades, tende a ir além do problema a ser estudado, sugerindo melhorias.

Em relação à abordagem metodológica, este trabalho é um estudo de caso aplicado em uma empresa do ramo de confecções, situada no Distrito Industrial da cidade de Nossa Senhora do Socorro - SE, que pretende melhorar seus processos e aumentar sua produtividade. No estudo foram mapeados e avaliados os fatores que ocasionaram uma situação problema e para isto foi feita a aplicação de ferramentas para balancear a linha de produção.

3.2 Caracterização da Pesquisa

Batista (2013, p. 10) diz que o método aplicado na realização de uma pesquisa pode ser classificado de acordo com os objetivos (explanatória, explicativa e descritiva), os meios (bibliográfica, documental, de campo e estudo de caso), e as abordagens (qualitativa, quantitativa ou qualiquantitativa). Em relação aos meios, pode-se classificar o presente estudo como pesquisa bibliográfica por buscar fundamentação teórica em diversos autores para a sua realização.

A pesquisa também pode ser classificada como um estudo de caso por trabalhar sobre um tema ou objetivos específicos, permitindo sua análise e conhecimento detalhado, e por envolver análise de exemplares. Ela também pode ser considerada como de campo porque a coleta de muitos dados somente foi possível através de observações diretas dos processos adotados pela empresa.

Quanto à forma de abordagem do problema, esta pesquisa pode ser classificada como qualiquantitativa, pois foi feito o levantamento de dados não quantificáveis e quantificáveis colhidos durante o desenvolvimento da pesquisa e suas análises comparando com a fundamentação teórica mostrada.

Já sob a perspectiva dos objetivos, este trabalho é exploratório, pois envolve levantamento de fundamentação em diversas literaturas como: levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas envolvidas com situações relacionadas aos objetivos deste trabalho. Também pode ser classificada como explicativa, pois busca identificar fatores que explicam o motivo das coisas, verificando as relações de causa-efeito, estímulo-reação e, em seguida, testar hipóteses sobre elas.

3.3 Instrumentos da Pesquisa

Segundo Batista (2013, p. 124), “[...] existem vários meios ou instrumentos de coleta de dados que pode ser apresentado como: entrevistas, questionários, observação pessoal, formulários, entre outros.” (BATISTA, 2013, p. 124). Ainda segundo o autor, a entrevista é utilizada para obter informações a partir de perguntas feitas pelo entrevistador sobre um determinado assunto, através de conversas com um ou mais entrevistados. A partir da conversação de natureza profissional faz-se uma análise das respostas anotadas.

Para a realização do trabalho foi necessário à realização de entrevistas com a equipe de engenharia e os gerentes de produção da empresa, e através de

observação pessoal dos funcionários. A partir disso, foram utilizados fluxogramas e planilhas que foram úteis no desenvolvimento do trabalho e serviram como base para coletar dados. Os mesmos foram aplicados na avaliação e proposição de melhorias do processo produtivo.

3.4 Unidade e Universo da Pesquisa

A unidade desta pesquisa é o local onde a investigação foi realizada. Esse trabalho foi desenvolvido numa indústria de confecções de roupas, localizada na Avenida Eixo Estrutural A, quadra 18 Lotes 8 e 9 no Distrito Industrial de Nossa Senhora do Socorro em Sergipe.

De acordo com Batista (2013, p.125), “[...] universo ou população é um conjunto de elementos (empresas, produtos, pessoas, por exemplo) que possuem as características que serão objeto de estudo.” O Universo deste trabalho também foi a empresa de confecções, onde o estudo é focado na análise do processo produtivo da empresa.

3.5 Procedimentos de Análise de Dados

Para a efetivação do estudo, inicialmente, buscou-se conhecer o processo produtivo como um todo e, posteriormente, identificou-se todas as atividades que o compõem. Para tanto se fez necessária a criação de fluxogramas de todos os processos, para auxiliar nos estudos seguintes. Dessa forma, foi possível determinar a operação a ser estudada: Preparação das peças.

A etapa de Preparação é vital, pois tem um impacto direto sobre a qualidade do produto. Caso ela seja feita de forma inadequada, haverá atrasos na expedição das peças. Além disso, nesta operação há uma maior participação da mão de obra, de forma, que a velocidade com que é executada não depende apenas do ritmo das máquinas, mas também da eficiência dos funcionários, sendo pertinente uma avaliação do tempo padrão requerido para execução da mesma.

Após a definição da operação a ser analisada em detalhes, selecionou-se o funcionário padrão para cada processo através e prosseguiu-se com a execução das cronometragens preliminares visando determinar o número de ciclos necessários. O

processo foi realizado através de observação visual dos operários e coleta de dados com uso do cronômetro. Pôde-se, a partir desta definição, iniciar a cronometragem dos elementos da operação, descrita anteriormente. De posse dos dados coletados através da cronometragem dos tempos, foram realizados os cálculos previstos no Estudo dos Tempos e, através destes, foi possível definir os tempos padrão em comparação com os tempos históricos da empresa. Após esta definição iniciou-se o balanceamento de linha para os subprocessos da etapa de preparação das peças. Por fim, todos os elementos (máquina e equipamentos) que compõe o processo produtivo foram contados e medidos, incluindo a medição área de produção. Com as medidas foi aplicado o Método de Guerchet para a construção do layout atual da empresa e para propor um novo layout.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa serão apresentados os dados obtidos na empresa em estudo e a análise dos resultados através da aplicação das ferramentas e métodos descritos anteriormente. A partir disso é possível atender aos objetivos específicos os quais este estudo foi orientado.

4.1 Diagnóstico da Empresa

A empresa em estudo atua no ramo de confecção com a produção de peças de roupas femininas e masculinas de acordo com padrões pré-estabelecidos. Seu sistema produtivo, de acordo com a classificação tradicional, é do tipo fluxo intermitente por lotes, e pela classificação cruzada de Schroeder, esse sistema é orientado para encomendas, onde as operações são voltadas para o cliente.

Atualmente a empresa visa o aumento da produtividade, eliminando falhas que causam ineficiência em seu processo produtivo. Porém, o estudo para aproveitamento do tempo disponível dos funcionários, máquinas e equipamentos, não foi aproveitado de maneira adequada pela empresa, apresentando entre outras deficiências, uma linha de produção desbalanceada.

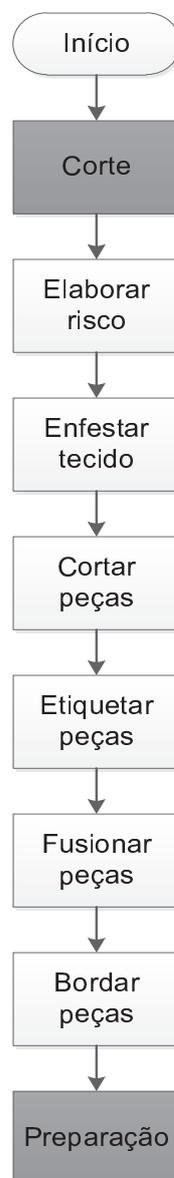
Quanto ao layout fabril, estudos empíricos não levaram a empresa a uma solução ótima na disposição dos equipamentos, ou do fluxo do processo produtivo, ou de qualquer outro meio que indicasse uma alocação das máquinas e equipamentos na empresa em questão.

4.2 Mapeamento de Processo

O fluxo de produção da indústria de confecção em estudo é composto por cinco processos: corte, preparação, montagem, acabamento e expedição, e seus fluxogramas são apresentados a seguir. Em cada processo foi identificado os principais elementos necessários para a realização das atividades nos postos de trabalho, a fim de tornar mais precisa a obtenção dos tempos.

O primeiro processo (Figura 5) é o corte que está dividido em seis elementos e é onde se elabora o risco que dá origem a matriz (moldes) para o encaixe da modelagem. Após isso, enfesta-se os tecidos, marcando o comprimento do enfesto conforme a matriz na mesa de corte. A precisão do corte, seguindo as linhas do risco, é importante na qualidade do produto final. No término desta operação colocam-se as etiquetas com as instruções de fabricação e composição, e também fusiona-se e borda-se cada peça quando necessário.

Figura 5: Fluxograma do início do processo produtivo na fase de corte até a fase de Preparação das peças.

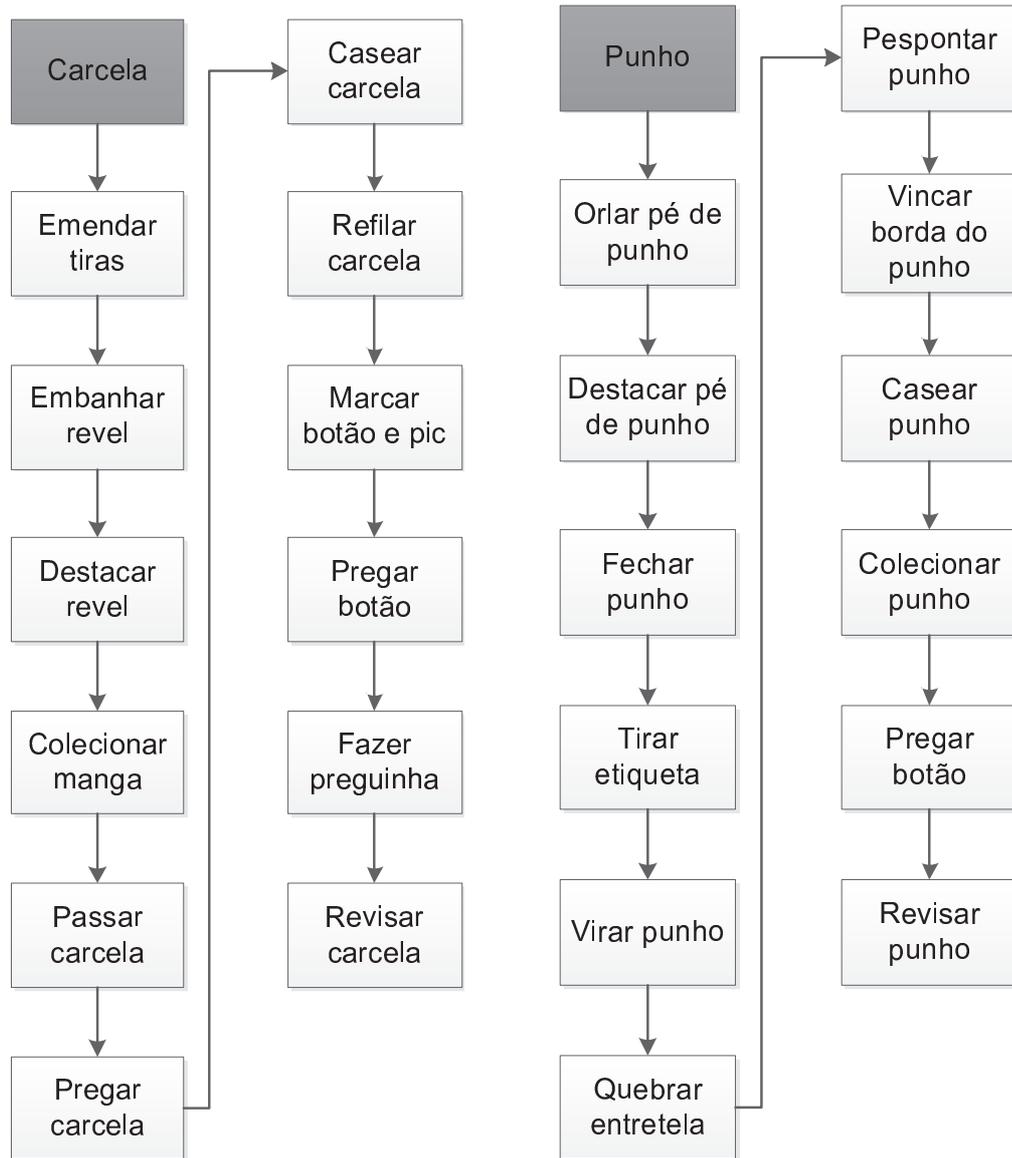


Fonte: Autor

O segundo processo é o da preparação que está dividido em subprocessos que são: carcela, punho, frente, verso e gola, e seus fluxogramas estão

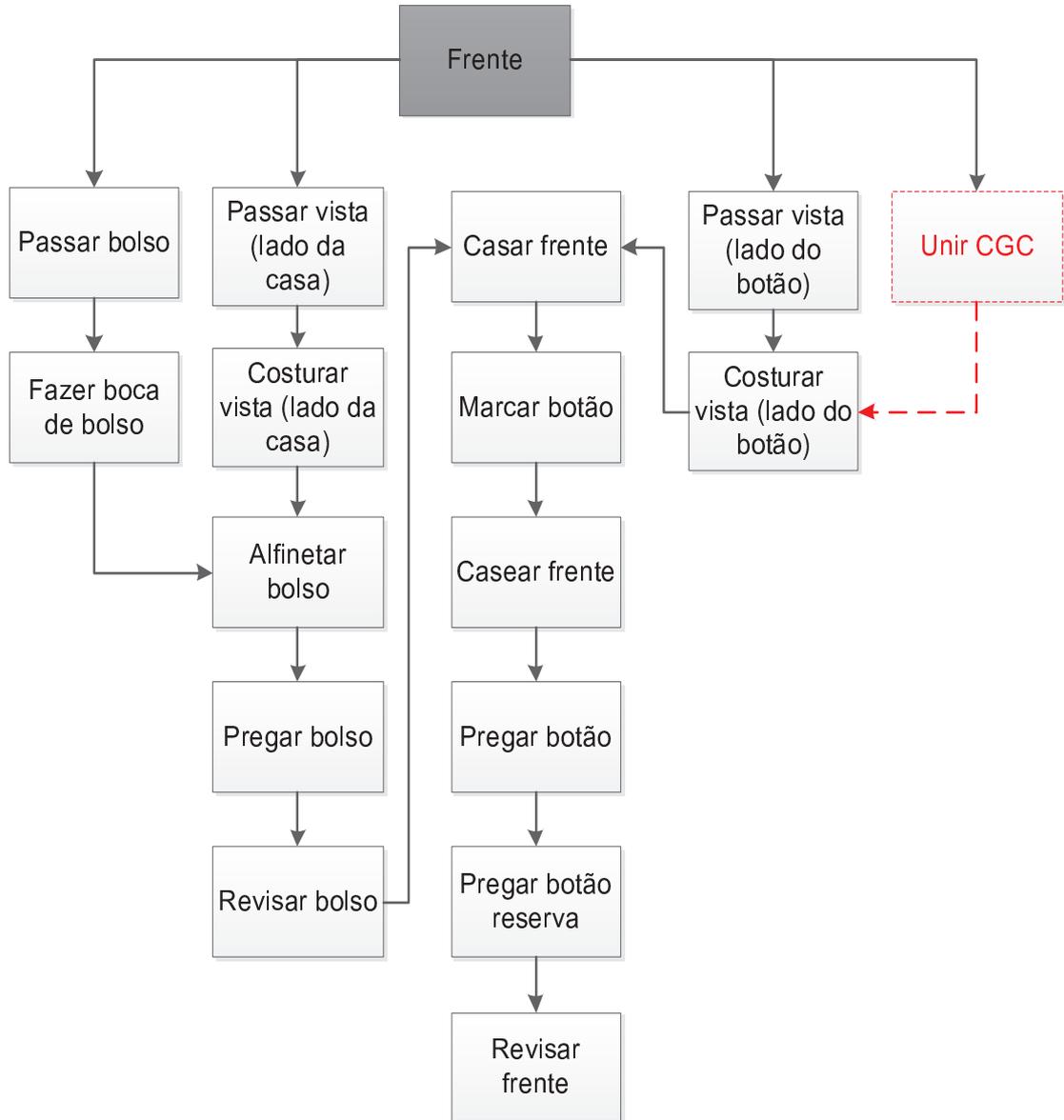
apresentados nas Figuras 6, 7, 8 e 9. É nesta etapa que o profissional prepara todas as partes que compõe a peça, bem como seus aviamentos (linha, botões, zíper etc). A preparação é um processo imprescindível para a produtividade e qualidade da costura.

Figura 6: Fluxogramas do processo produtivo de preparação da Carcela e Punho.



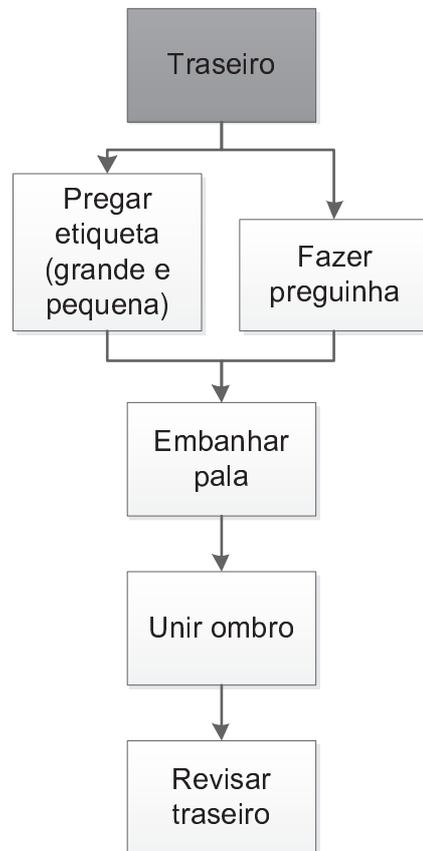
Fonte: Autor

Figura 7: Fluxogramas do processo produtivo da preparação da Frente.



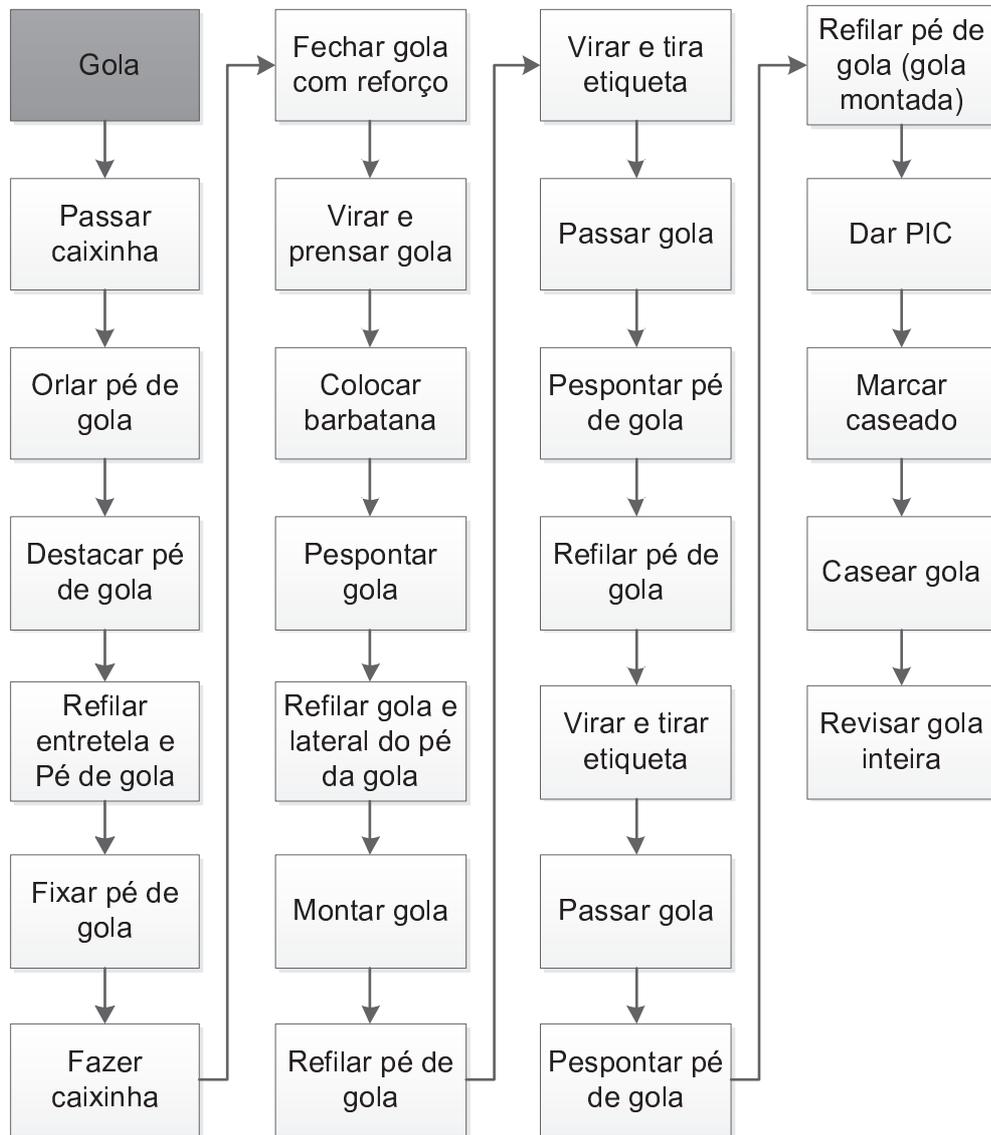
Fonte: Autor

Figura 8: Fluxograma do processo produtivo da preparação da Traseira.



Fonte: Autor

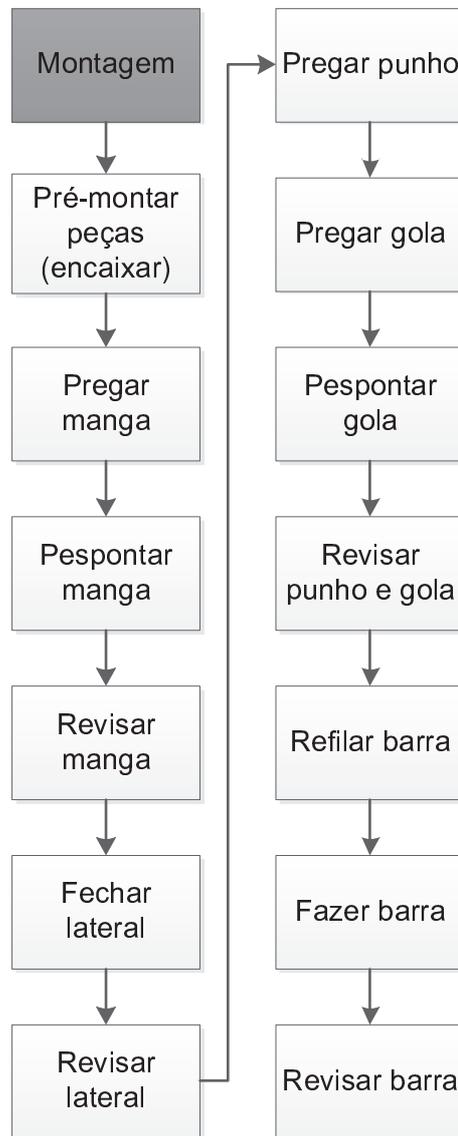
Figura 9: Fluxograma do processo produtivo da preparação da Gola.



Fonte: Autor

O terceiro processo é o de montagem ou união das partes da peça. A Figura 10 apresenta o fluxograma desta etapa com seus elementos para realização da atividade.

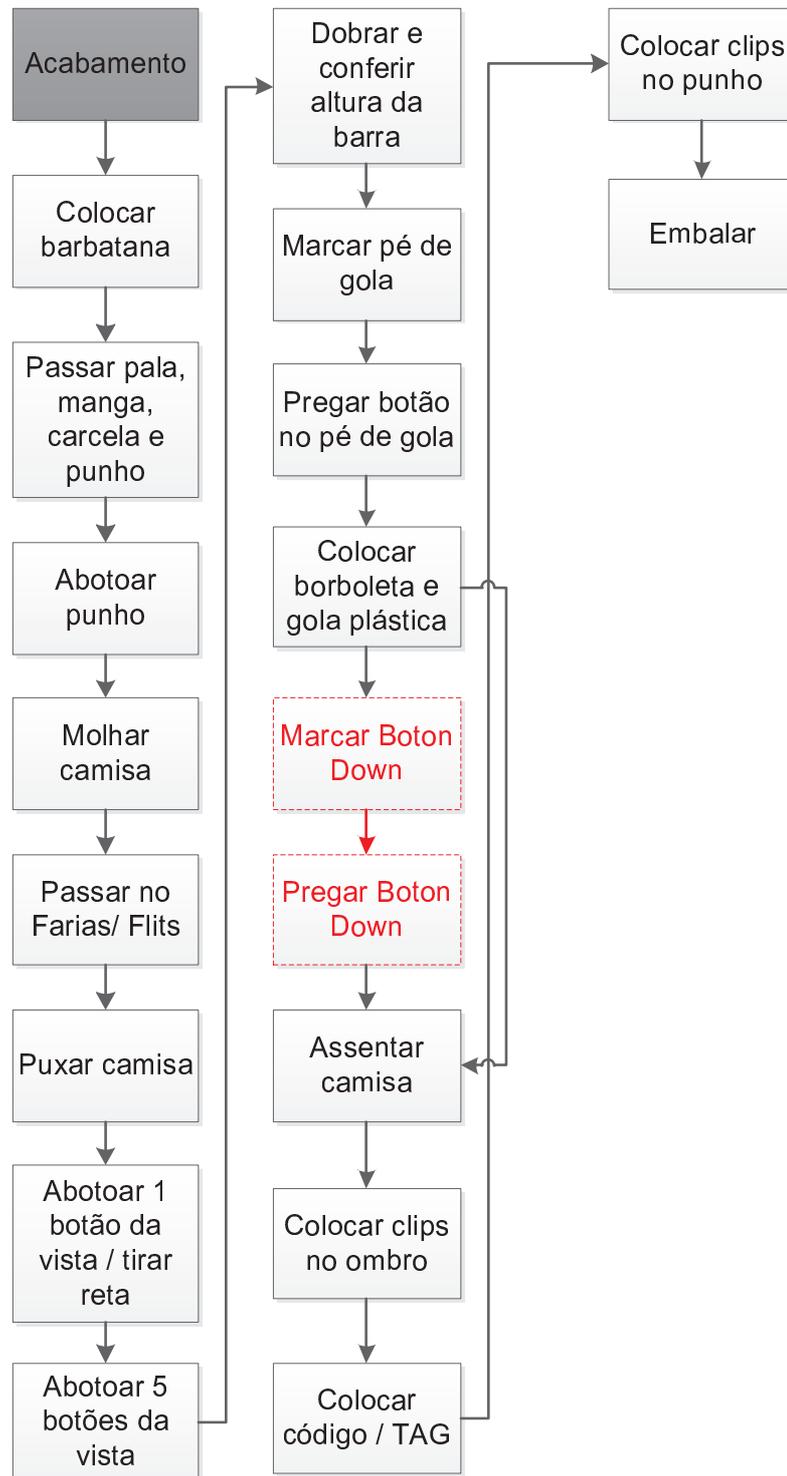
Figura 10: Fluxograma do processo produtivo da Montagem das peças.



Fonte: Autor

Após a montagem, as peças passam para o quarto processo, chamado de Acabamento, e seu fluxograma está apresentado na Figura 11. Nesta etapa as peças recebem os últimos ajustes e são embaladas para serem distribuídas. Vale ressaltar que os elementos em vermelho no fluxograma podem ser executados ou não durante a atividade a depender da peça a ser fabricada.

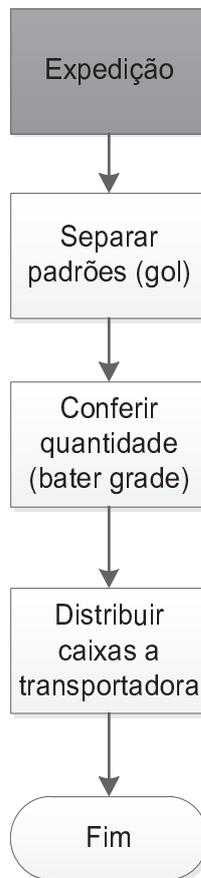
Figura 11: Fluxograma do processo produtivo do Acabamento das peças.



Fonte: Autor

O quinto e último processo é de expedição, onde as peças são separadas de acordo com o padrão de cada uma, conferidas, distribuídas em caixas e estas são entregues a transportadora para serem enviadas a seus clientes. Seu fluxograma está representado na Figura 12.

Figura 12: Fluxograma do processo produtivo da fase de Expedição das peças.



Fonte: Autor

O cumprimento dos prazos de entrega depende dos padrões que chegam à expedição, e, de nada adianta chegar grande lote de um único produto, se cada pedido de cliente necessita de diversidade de modelos. É nesta fase que os padrões são separados conforme a necessidade para faturamento. Assim, na fase da Preparação, são confeccionadas peças de diferentes padrões para atender a demanda e obter agilidade nas entregas durante expedição. Isso também contribui para a satisfação dos clientes e para a efetivação de novas vendas.

Diante do exposto e da importância do processo de Preparação, o estudo do tempo e o balanceamento de linha apresentados a seguir, foi focado nesta etapa. Entretanto, foi somente após conhecer e analisar todo o processo produtivo, organizando as atividades de modo a criar um fluxo, que foi possível estudo dos tempos.

4.3 Estudo dos Tempos

Após o mapeamento dos processos, o estudo do tempo foi realizado para calcular os tempos padrão da etapa de Preparação, em que todos os elementos foram cronometrados. Nos cálculos foram acrescentadas tolerâncias, 2% para troca e ajuste de ferramenta, 15% para fadiga e 3% de calor. O fator eficiência adotado foi de 100% para o operador escolhido nas cronometragens, tendo em vista que ele possui características para ser considerado desse tipo.

Nos Quadros 1 e 2 encontram-se os estudos para os subprocessos de preparação da Carcela e Punho, respectivamente, em que foram feitas observações para as contagens preliminares de cada tarefa. Pode-se observar no Quadro 1 que alguns elementos não tiveram o mesmo número de contagens e isto se deve ao fato de algumas tarefas não permitirem uma medição contínua, fazendo-se assim a medição parcial do tempo. Por exemplo, nos elementos Emendar Tirinha e Enrolar Tirinha, além de serem realizados pela mesma pessoa, são realizados com várias tiras de uma vez só, não necessitando de repetição da tarefa em algumas medições. Para os demais subprocessos (Frente, Traseira e Gola), os procedimentos para as cronometragens e o cálculo do tempo padrão foram os mesmos.

Salienta-se que alguns elementos dos subprocessos de Preparação apresentados nos fluxogramas não foram cronometrados, pois a ordem de corte depende do formato padrão das peças, assim algumas tarefas podem ou não ser realizadas a depender da peça a ser confeccionada.

Quadro 1: Cronometragem da etapa de preparação da Carcela.

OBSERVAÇÕES	ELEMENTOS	EMENDAR TIRINHA	ENROLAR TIRINHA	PREGAR REVEL	DESTACAR REVEL	COLECIONAR MANGA	PASSAR CARCELA	PREGAR CARCELA MANGA ESQUERDA	PREGAR CARCELA MANGA DIREITA	REFILAR CARCELA	CASEAR CARCELA	MARCAR BOTÃO	FAZER PREGUINHA	PREGAR BOTÃO (Manual)	REVISAR CARCELA
	Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1	655,21	117,54	4,20	219,76	3,27	558,50	46,66	93,27	72,69	50,83	2,16	141,73	187,76	790,78
	2	571,78	85,36	10,67	260,55	2,24		51,70	54,20	89,49	136,27	2,59	114,17	278,62	510,13
	3	790,85	187,65	3,64	239,75	2,94		52,49	61,53	130,74	97,73	3,08		217,64	
	4			3,26		4,07		50,80	58,76	77,69	73,59	2,80		208,01	
	5			7,84		3,27		48,62	47,11	95,33	62,79	2,72			
	6			28,38		2,92		51,11	53,86			3,46			
	7			3,60		4,22		103,62	46,81			3,00			
	8			3,46		4,30		88,20	43,20			3,00			
	9			3,37		2,69		55,50	40,34			2,97			
	10			3,75		4,61		54,98	50,99			3,17			
	11			9,81		2,86		49,00	49,99			3,14			
	12			3,89		1,90		52,22	45,09			2,80			
	13			3,98		4,03		50,92	41,06			2,62			
	14			3,27		1,98		43,27	39,87			3,05			
	15			3,30		3,38		52,77	43,74			3,17			
	16			12,90		6,16		45,45	42,62			3,08			
	17			2,46		2,63		44,50	45,26			2,97			
	18			3,25		2,90		55,14	38,30			4,37			
	19			3,89		2,69		48,70	39,97			3,25			
	20			6,11		1,81		42,69	43,31			3,09			
	21			3,48		2,54		53,43	36,67			3,28			
	22			18,94		2,16		78,98	40,82			3,15			
	23			3,66		2,17		48,84	40,16			2,92			
	24			6,55		3,06		42,34	40,61			3,62			
	25			5,67		3,29		44,11	42,21			3,21			
	26			21,21		2,83		68,16	45,77			3,54			
	27			3,29		1,98		48,16	44,63			4,52			
	28			4,87		2,06		49,04	44,61			3,57			
	29			4,84		3,94		75,47	42,76			3,20			
	30			3,25		3,14		102,30	61,04			6,41			
TOTAL TEMPO		2017,84	390,55	200,79	720,06	92,00	558,50	1699,17	1418,55	465,94	421,21	97,90	255,90	892,03	1300,91
Nº OBSERVAÇÕES		3	3	30	3	30	1	30	30	5	5	30	2	4	2
TEMPO MÉDIO		672,61	130,18	6,69	240,02	3,07	558,50	56,64	47,28	93,19	84,24	3,26	127,95	223,01	650,46
TOTAL TEMPO NORMALIZADO		1226,99	305,19	98,88	239,75	85,84	558,50	1182,45	1143,94	184,82	171,32	91,50	114,17	395,77	1300,91
Nº DE OBSERVAÇÕES NORMALIZADO		2	2	24	1	29	1	24	26	2	2	29	1	2	2
TEMPO MÉDIO NORMALIZADO		613,50	152,59	4,12	239,75	2,96	558,50	49,27	44,00	92,41	85,66	3,16	114,17	197,89	650,46
FATOR EFIC		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TEMPO NORMAL		613,50	152,59	4,12	239,75	2,96	558,50	49,27	44,00	92,41	85,66	3,16	114,17	197,89	650,46
% FADIGA + TOL		15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
% TROCA E AJUST FERRAMENTA		2%	2%	5%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
% CALOR		3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
TEMPO PADRÃO (T. NORMAL + TOL)		736,20	183,11	5,07	287,70	3,55	670,20	59,12	52,80	110,89	102,79	3,79	137,00	237,46	780,55
FREQUÊNCIA		173	173	1	31	1	68	1	1	20	11	1	15	36	63
TEMPO PADRÃO UNITÁRIO		4,26	1,06	5,07	9,28	3,55	9,86	59,12	52,80	5,54	9,34	3,79	9,13	6,60	12,39

Fonte: Autor

Quadro 2: Planilha de cronometragem da preparação da Gola.

OBSERVAÇÕES	ELEMENTOS	PASSAR CAIXINHA	REFILAR ENTRETELA	FAZER CAIXINHA	FECHAR GOLA	REFILAR GOLA	VIRAR GOLA	PRENSAR GOLA	COLOCAR BASATIANA INTERNA	PESPOINTAR	REFILAR LATERAL DO PÉ DA GOLA	REFILAR PÉ-DE-GOLA	MONTAR GOLA	VIRAR A PEÇA E RETIRAR E TIQUETA	PASSAR GOLA	PESPOINTAR GOLA	REFILAR PÉ DA GOLA (MONTADA)	DAR PIQUE	MARCAR CASEADO	CASEAR PÉ DA GOLA	REV/SAR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	1	4,71	14,61	29,49	30,98	6,37	6,95	7,99	13,61	16,29	5,48	4,33	28,13	5,01	9,13	5,92	5,46	5,84	3,63	4,46	7,32
	2	4,14	18,13	34,53	34,31	8,72	14,00	6,31	16,41	16,76	6,83	3,95	41,01	7,42	9,00	5,78	5,53	5,87	4,91	4,86	10,84
	3	5,91	15,20	35,64	31,44	7,78	9,59	7,53	11,03	18,18	6,02	3,75	28,26	5,99	8,45	5,72	6,16	5,77	3,52	5,19	8,81
	4	5,22	17,53	30,00	32,24	9,03	12,41	10,76	14,74	18,25	7,34	4,12	23,61	8,33	11,52	5,68	4,91	5,41	4,77	4,90	4,48
	5	5,02	19,36	32,34	31,33	6,94	13,71	7,23	13,17	16,00	10,20	7,18	22,33	6,59	13,29	6,79	5,66	6,26	4,02	4,67	4,59
	6	5,64	14,97	30,97	34,46	9,19	8,87	10,82	14,43	15,07	8,29	4,61	22,70	6,82	8,95	6,45	5,04	5,99	4,39	4,80	4,98
	7	6,77	14,02	32,82	40,38	10,97	9,79	7,01	11,80	16,75	14,02	4,40	26,10	6,02	6,73	11,32	5,16	5,47	3,72	5,18	13,20
	8	4,99	15,43	32,17	39,53	11,60	6,32	7,23	13,15	16,51	8,25	3,95	25,11	6,72	12,55	5,55	4,75	6,24	3,56	4,80	6,08
	9	8,19	17,54	36,19	35,08	7,88	7,72	6,69	15,04	21,43	6,16	3,64	26,01	5,19	8,32	6,34	5,93	5,51	4,51	4,73	6,48
	10	5,21	14,10	37,84	32,45	7,81	9,21	8,43	15,25	17,07	5,71	3,41	26,36	5,17	7,20	6,17	5,14	5,81	4,10	5,05	10,38
	11	5,71	14,12	32,24	32,47	7,66	8,09	8,00	13,88	15,76	6,02	3,89	22,11	6,06	7,26	5,93	5,05	5,92	4,22	4,74	7,96
	12	4,25	15,35	36,38	30,97	8,01	7,28	9,04	13,51	15,35	5,61	3,96	23,90	45,18	8,44	5,86	5,09	5,67	3,43	5,10	10,42
	13	7,50	14,68	33,67	35,19	7,21	7,36	7,36	12,29	21,90	6,36	4,84	25,02	6,39	10,85	5,78	5,10	5,53	4,37	4,27	18,25
	14	4,66	16,29	33,76	31,69	7,56	9,43	7,14	12,07	15,29	6,43	4,43	24,96	6,19	8,60	6,07	5,52	5,96	6,02	5,80	5,65
	15	7,23	13,96	29,53	33,96	8,72	6,52	6,44	12,92	14,94	6,28	4,16	21,29	6,48	12,10	6,97	4,97	5,72	4,41	4,76	6,80
	16	7,28	14,50	35,62	33,83	8,82	6,80	10,46	13,33	17,00	5,89	4,02	22,91	6,80	8,35	6,18	5,53	5,81	3,31	5,27	8,38
	17	6,49	14,10	37,22	38,19	10,82	7,21	10,68	13,20	16,69	6,56	4,26	91,90	26,50	7,65	26,78	4,83	5,88	3,73	5,00	4,08
	18	6,17	14,06	31,75	36,68	10,14	11,56	7,44	14,32	19,11	6,30	4,12	71,93	7,39	7,71	7,82	4,77	6,34	3,90	4,31	8,41
	19	6,74	14,84	35,72	34,98	10,66	7,30	9,59	13,38	15,51	6,45	4,37	31,94	8,37	10,59	5,81	5,65	5,67	3,98	5,09	5,52
	20	5,47	15,51	37,42	36,28	9,62	8,94	9,68	12,24	18,08	6,69	3,92	28,77	8,28	11,23	6,09	4,95	6,06	3,73	9,17	10,59
	21	7,93	14,85	32,68	32,71	10,52	7,33	11,87	13,51	17,54	6,35	4,25	36,24	18,42	9,83	6,03	5,53	5,78	4,11	4,44	8,56
	22	6,20	14,11	32,90	32,98	10,48	7,00	9,22	11,26	18,14	6,77	3,89	25,67	8,56	11,13	41,35	6,32	6,10	3,67	4,74	5,64
	23	6,05	14,19	32,43	34,30	10,19	7,25	6,92	12,89	18,20	6,89	4,53	27,65	15,55	9,17	6,06	4,35	5,77	3,66	5,10	6,44
	24	5,08	15,69	39,19	31,69	8,72	7,44	10,55	12,08	16,84	5,47	4,07	26,66	7,53	11,45	6,38	5,03	5,95	3,87	4,88	5,34
	TOTAL TEMPO	142,56	369,14	812,50	818,08	215,42	207,88	206,39	319,31	412,66	166,37	102,05	750,56	240,96	229,50	208,83	126,43	140,13	97,54	121,31	189,20
	Nº OBSERVAÇÕES	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	TEMPO MÉDIO	5,94	15,38	33,85	34,09	8,98	8,66	8,60	13,30	17,19	6,93	4,25	31,27	10,04	9,56	8,70	5,27	5,84	4,06	5,05	7,88
	TOTAL TEMPO NORMALIZADO	104,43	331,49	736,09	700,00	203,82	156,20	188,08	302,90	369,33	142,15	94,87	509,48	135,31	210,22	129,38	126,43	140,13	91,52	112,14	133,77
	Nº DE OBS. NORMALIZADO	19	22	22	21	23	20	22	23	22	22	23	20	22	22	21	24	24	23	23	19
	TEMPO MÉDIO NORMALIZADO	5,50	15,07	33,46	33,33	8,86	7,81	8,55	13,17	16,79	6,46	4,12	25,47	6,77	9,56	6,16	5,27	5,84	3,98	4,88	7,04
	FATOR EFIC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	TEMPO NORMAL	5,50	15,07	33,46	33,33	8,86	7,81	8,55	13,17	16,79	6,46	4,12	25,47	6,77	9,56	6,16	5,27	5,84	3,98	4,88	7,04
	% FADIGA + TOL	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
	% TROCA E AJUST FERRAMENTA	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
	% CALOR	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
	T. PADRÃO (T. NOR + TOL)	6,60	17,78	40,15	40,00	10,63	9,37	10,26	15,80	20,15	7,75	4,95	30,57	8,12	11,47	7,39	6,32	7,01	4,77	5,85	8,45
	FREQÜÊNCIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	TEMPO PADRÃO UNITARIO	6,60	18,08	40,15	40,00	10,63	9,37	10,26	15,80	20,15	7,75	4,95	30,57	8,12	11,47	7,39	6,32	7,01	4,77	5,85	8,45

Fonte: Autor

Com a análise dos dados, os tempos foram normatizados retirando as medidas apresentadas em vermelho nos quadros e com isso o número de observações foi reduzido. Com o tempo médio normatizado foi calculado o tempo normal e o tempo padrão para cada elemento dos subprocessos da Preparação e a partir deles foram encontrados o tempo normal total e o tempo padrão total (Quadro 3).

Quadro 3: Tempo normal e padrão total dos subprocessos da Preparação.

OPERAÇÃO	CARCELA		PUNHO		FRENTE		TRASEIRA		GOLA	
	s	min	s	min	s	min	s	min	s	min
T. Normal Total	2897,11	48,29	77,80	1,30	198,64	3,31	44,89	0,75	244,87	4,08
T. Padrão Total	191,58	3,20	89,04	1,48	228,03	3,80	51,86	0,86	273,69	4,56

Fonte: Autor

A partir dos dados coletados na cronometragem preliminar pode-se determinar o número de ciclos dos elementos de todos os subprocessos. Entretanto, somente os resultados para a Carcela é mostrado no Quadro 4. Apesar ter sido feito o cálculo do número de ciclo, não foram realizadas novas cronometragens para as etapas do processo de Preparação, pois comparando os tempos históricos da empresa com os tempos cronometrados preliminares, eles foram bastante próximos na maioria das tarefas. Para a determinação do número de ciclos foi escolhido o maior coeficiente de variação (s/x), pois quanto maior essa relação, maior a quantidade de medidas. No cálculo foi adotado um número de desvios padrão da normal padronizada igual a 1,96 e uma precisão final desejada de 10.

Quadro 4: Planilha do cálculo do número de ciclo para preparação da carcela.

ELEMENTOS	X	S	COEF. DE VARIAÇÃO
1	672,71	246,59	0,37
2	130,18	17,83	0,14
3	6,69	6,13	0,92
4	240,02	42,66	0,18
5	3,07	0,97	0,32
6	558,5	0,00	0,00
7	56,64	16,55	0,29
8	47,28	10,85	0,23
9	93,18	140,99	1,51
10	84,24	157,56	1,87
11	3,26	0,75	0,23
12	127,95	150,44	1,18
13	223,01	305,54	1,37
14	650,46	233,19	0,36
N =	52		

Fonte: Autor

4.4 Balanceamento da linha

De posse dos tempos, deu-se início o balanceamento dos subprocessos estudados, a fim de encontrar para a etapa de Preparação o Conteúdo de Trabalho (T), ou seja, o tempo que gasta para fazer uma unidade se houvesse um só posto de trabalho. Como já citado anteriormente, o uso dos tempos disponíveis para cada tarefa pela empresa foi devido à proximidade entre as medidas encontradas nas cronometragens preliminares. Sendo assim, os Quadros 5, 6, 7, 8 e 9 mostram as tarefas adotadas para o balanceamento da linha, a duração em segundos e minutos de cada uma delas, suas predecessoras e o número de pessoas que trabalham. Salienta-se que os tempos apresentados nos quadros abaixo, são referentes a preparação de somente uma peça e que nem todas as tarefas cronometradas foram utilizadas no balanceamento da linha devido as alterações de padrão na confecção.

Quadro 5: Tempo das tarefas e relações de precedência para Carcela.

CÓDIGO	TAREFA	TEMPO (s)	TEMPO (minutos)	PREDECESSORAS	PESSOAS
A	PASSAR CARCELA	12,0	0,20	-	2,00
B	EMENDAR TIRAS	10,8	0,18	-	1,00
C	EMBANHAR REVEL	14,4	0,24	B	2,00
D	DESTACAR REVEL	9,0	0,15	C	1,00
E	COLECIONAR MANGA	9,0	0,15	D	1,00
F	PREGAR CARCELA	90,0	1,50	A, E	10,00
G	CASEAR CARCELA	12,0	0,20	F	1,00
H	REFILAR CARCELA	6,0	0,10	G	1,00
I	MARCAR BOTÃO E PIC	16,3	0,27	H	1,00
J	PREGAR BOTÃO	12,0	0,20	I	1,00
K	FAZER PREGUINHA	12,0	0,20	J	1,00
L	REVISAR CARCELA	13,2	0,22	K	1,00
	TOTAL	216,7	3,61	TOTAL	23,00

Fonte: Autor

Quadro 6: Tempo das tarefas e relações de precedência para Frente.

CÓDIGO	TAREFA	TEMPO (s)	TEMPO (minutos)	PREDECESSORAS	PESSOAS
A	UNIR CGC (MAIS DE UMA DOBRA)	7,2	0,12	-	1,00
B	PASSAR VISTA (LADO BOTÃO)	18,0	0,30	-	2,00
C	PASSAR VISTA (LADO CASA)	18,0	0,30	-	1,00
D	PASSAR BOLSO	40,2	0,67	-	3,00
E	COSTURAR VISTA (LADO BOTÃO)	14,4	0,24	A, B	1,50
F	COSTURAR VISTA (LADO CASA)	22,2	0,37	C	1,50
G	FAZER BOCA DE BOLSO	9,0	0,15	D	1,00
H	ALFINETAR BOLSO	13,2	0,22	F, G	1,00
I	PREGAR BOLSO	51,0	0,85	H	5,00
J	REVISAR BOLSO	13,0	0,22	I	1,00
K	CASAR VISTAS	14,4	0,24	E, J	2,00
L	MARCAR BOTÃO	14,4	0,24	K	1,00
M	CASEAR FRENTE	28,8	0,48	L	3,00
N	PREGAR BOTÃO	18,0	0,30	M	1,00
O	PREGAR BOTÃO RESERVA	10,8	0,18	N	1,00
P	REVISAR FRENTE	23,0	0,38	O	2,00
	TOTAL	315,6	5,26	TOTAL	28

Fonte: Autor

Quadro 7: Tempo das tarefas e relações de precedência para Punho.

CÓDIGO	TAREFA	TEMPO (s)	TEMPO (minutos)	PREDECESSORAS	PESSOAS
A	ORLAR PUNHO	11,4	0,19	-	1,00
B	DESTACAR PUNHO	6	0,10	A	1,00
C	FECHAR PUNHO	51	0,85	B	5,00
D	TIRAR ETIQUETA PUNHO	11,4	0,19	C	1,00
E	VIRAR PUNHO	11,4	0,19	D	1,00
F	QUEBRAR ENTRETELA DO PUNHO	10,8	0,18	E	1,00
G	PESPONTAR PUNHO	40,2	0,67	F	4,00
H	VINCAR BORDA PUNHO	18	0,30	G	2,00
I	COLECIONAR PUNHO	10,8	0,18	H	1,00
J	PREGAR BOTÃO PUNHO	13,2	0,22	I	1,00
K	CASEAR PUNHO	10,8	0,18	J	1,00
L	REVISAR PUNHO	16,8	0,28	K	2,00
	TOTAL	211,8	3,53	TOTAL	21,00

Fonte: Autor

Quadro 8: Tempo das tarefas e relações de precedência para Traseira.

CÓDIGO	TAREFA	TEMPO PADRÃO(s)	TEMPO (minutos)	PREDECESSORAS	PESSOAS
A	FAZER PREGUINHA	21,00	0,35	-	2,0
B	PREGAR ETIQUETA GRANDE	24,00	0,40	-	3,0
C	PREGAR ETIQUETA PEQUENA	19,80	0,33	B	1,0
D	EMBANHAR PALA	33,00	0,55	A,C	3,0
E	REVISAR TRASEIRO	19,80	0,33	D	2,0
F	UNIR OMBRO	51,60	0,86	E	6,0
	TOTAL	169,20	2,82	TOTAL	17

Fonte: Autor

Quadro 9: Tempo das tarefas e relações de precedência para Gola.

CÓDIGO	TAREFA	TEMPO (s)	TEMPO (minutos)	PREDECESSORAS	PESSOAS
A	PASSAR CAIXINHA	11,00	0,18	-	3,00
B	ORLAR PÉ DE GOLA	10,00	0,17	-	2,00
C	DESTACAR PÉ DE GOLA	8,00	0,13	B	1,00
D	REFILAR PÉ DE GOLA	11,50	0,19	A, C	1,00
E	REFILAR GOLA ENTRETELA	13,11	0,22	D	1,00
F	FIXAR PÉ DE GOLA	27,00	0,45	E	1,00
G	COSTURAR CAIXINHA	60,00	1,00	F	2,00
H	FECHAR GOLA C/ REFORÇO	54,00	0,90	G	2,00
I	REFILAR GOLA FECHADA	12,70	0,21	H	1,00
J	VIRAR GOLA	12,00	0,20	I	1,50
K	PRENSAR GOLA	12,00	0,20	J	1,50
L	PESPONTAR GOLA E COLOCAR BARBATANA	33,00	0,55	K	1,00
M	REFILAR PONTA DE GOLA	8,00	0,13	L	1,50
N	REFILAR LATERAL DO PÉ DE GOLA	6,00	0,10	M	1,50
O	MONTAR GOLA	36,00	0,60	N	1,50
P	VIRAR E TIRAR ETIQUETA	11,00	0,18	O	1,50
Q	PASSAR GOLA	14,40	0,24	P	1,00
R	PESPONTAR PÉ DE GOLA	12,00	0,20	Q	2,00
S	REFILAR PÉ DE GOLA (GOLA MONTADA)	12,00	0,20	R	1,00
T	DAR PIC	10,80	0,18	S	1,00
U	MARCAR CASEADO	10,20	0,17	T	1,00
V	CASEAR PÉ DE GOLA	6,00	0,10	U	1,00
W	REVISAR GOLA INTEIRA	15,00	0,25	V	2,00
	TOTAL	405,71	6,76	TOTAL	33,00

Fonte: Autor

Durante o expediente, há uma demanda de produção média de 2700 unidades, sendo que a jornada de trabalho é de 495 minutos por turno. O Quadro 10 mostra o resumo dos tempos encontrados para cada subprocesso da etapa de preparação. O tempo de ciclo (TC) adotado, ou seja, o tempo real de produção gasto no intervalo de uma peça para outra, foi o maior valor em minutos da tarefa realizada. O *takt time* (termo alemão) diferencia-se do TC por ser o ritmo de produção necessário para o operador fabricar cada peça e cumprir toda a demanda do cliente durante o expediente. O quadro abaixo também mostra as quantidades de operadores que são necessários em cada subprocessos para cumprir a demanda ao final do turno de trabalho.

Quadro 10: Planilha de tempos e número de operadores do processo de Preparação.

SUBPROCESSO	CONTEÚDO DE TRABALHO (minuto /peça)	TEMPO DE CICLO - TC (TEMPO DE PRODUÇÃO/ QTDE PRODUZIDA NO TEMPO DE PRODUÇÃO) (minuto / peça)	TC (segundo / peça)	TAKT TIME (TEMPO DE TRABALHO POR TURNO / DEMANDA DO CLIENTE POR TURNO) (minuto / peça)	TAKT TIME (segundo / peça)	Nº DE OPERADORES NECESSÁRIOS (CONTEÚDO DE TRABALHO / TAKT TIME) (pessoas)
Carcela	3,61	1,50	90,00	0,18	11,00	19,70
Punho	3,53	0,85	51,00	0,18	11,00	19,25
Frente	5,26	0,85	51,00	0,18	11,00	28,69
Traseira	2,82	0,86	51,60	0,18	11,00	15,38
Gola	6,76	1,00	60,00	0,18	11,00	36,88

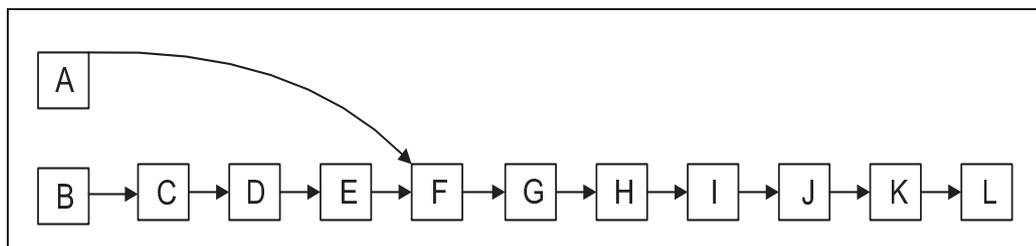
Fonte: Autor

Muito embora no método de balanceamento os cálculos apresentados no Quadro 10 acima estejam corretos, nem sempre consegue-se manter o número total teórico como sendo o número total real de operadores. Este fato deve-se ao sequenciamento e a distribuição no decorrer de todos os postos da linha de confecção, onde a alocação das tarefas, posto a posto, acaba por absorver descontinuidades na carga de trabalho, ou seja, as tarefas não ficam uniformemente distribuídas e as ineficiências vão se somando em caráter acumulativo até o fim da linha.

Após o cálculos iniciais (tempo takt e ciclo), foi possível montar o diagrama de sequência respeitando as relações de precedência e balancear a linha sem que o tempo total das tarefas alocadas nos postos de trabalho(PT) ultrapassasse esse tempo de ciclo. Assim, foi especificada uma linha para cada etapa de preparação com uma quantidade mínima de PT e determinado quais as tarefas ou elementos puderam ser agrupados em cada posto. Os tempos das movimentações da peça entre as tarefas dos elementos foram desprezados, pois os mesmos encontram-se muito próximos uns dos outros em cada PT.

As Figuras 13, 14, 15, 16 e 17 mostram os diagramas dos sequenciamentos dos elementos de cada subprocesso e os Quadros 11, 12, 13, 14 e 15 mostram a melhor alocação das tarefas aos postos de modo a obter a maior eficiência possível. Para a preparação da Carcela, Traseira e Gola, nota-se que as tarefas A e B não tem precedentes, por isso elas iniciam o processo. Já para o Punho somente a tarefa A não tem precedentes, iniciando assim o processo. Para Frente, as tarefas A, B, C e D também não tem precedentes, porém a D possui a maior duração, por isso somente ela foi alocada ao primeiro posto de trabalho juntamente com a atividade seguinte a ela para que o tempo de ciclo não fosse excedido. As tarefas foram redistribuídas entre os postos de trabalho, objetivando o ganho de eficiência operacional e o menor tempo ocioso possível. As marcações em amarelos em todos os quadros abaixo mostram esse tempo através das folgas restantes de cada PT.

Figura 13: Diagrama de sequência das tarefas da preparação da Carcela.

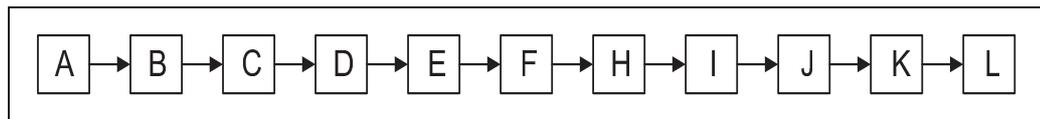


Fonte: Autor

Quadro 11: Balanceamento da linha da preparação da Carcela.

PT	OPERAÇÃO	DURAÇÃO (s)	FOLGA (TC - Duração)	OPERAÇÃO DISPONÍVEL
1	A	12,0	78,0	A, B
	B	10,8	67,2	B
	C	14,4	52,8	C
	D	9,0	43,8	D
	E	9,0	34,8	E
2	F	90,0	0,0	F
3	G	12,0	78,00	G
	H	6,0	72,00	H
	I	16,3	55,70	I
	J	12,0	43,70	J
	K	12,0	31,70	K
	L	13,2	18,50	L

Fonte: Autor

Figura 14: Diagrama de seqüência das tarefas da preparação do Punho.

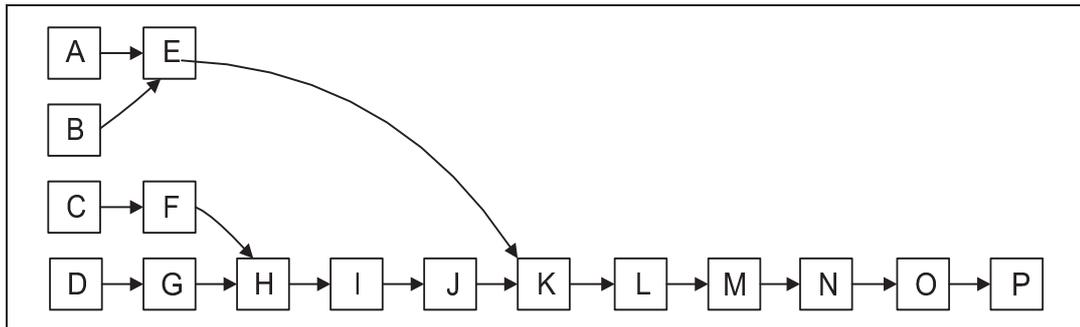
Fonte: Autor

Quadro 12: Balanceamento da linha da preparação do Punho.

PT	OPERAÇÃO	DURAÇÃO (s)	FOLGA (TC - Duração)	OPERAÇÃO DISPONÍVEL
1	A	11,4	39,6	B
	B	6,0	33,6	C
2	C	51,0	0,0	D
3	D	11,4	39,6	E
	E	11,4	28,2	F
	F	10,8	17,4	G
4	G	40,2	10,80	H
5	H	18,0	33,00	I
	I	10,8	22,20	J
	J	13,2	9,00	K
6	K	10,8	40,20	L
	L	16,8	23,40	-

Fonte: Autor

Figura 15: Diagrama de seqüência das tarefas da preparação da Frente.



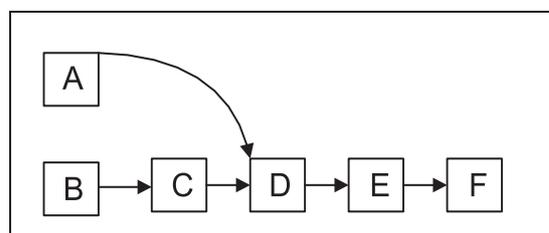
Fonte: Autor

Quadro 13: Balanceamento da linha da preparação da Frente.

PT	OPERAÇÃO	DURAÇÃO (s)	FOLGA (TC - Duração)	OPERAÇÃO DISPONÍVEL
1	D	40,2	10,8	A, B, C, D
	G	9,0	1,8	A, B, C, G
2	B	18,0	33,0	A, B, C
	C	18,0	15,0	A, C
	A	7,2	7,8	A, F
3	F	22,2	28,8	E, F
	E	14,4	14,40	E, H
4	H	13,2	37,80	H
5	I	51,0	0,00	I
6	J	13,0	38,00	J
	K	14,4	23,60	K
	L	14,4	9,20	L
7	M	28,8	22,20	M
	N	18,0	4,20	N
8	O	10,8	40,20	O
	P	23,0	17,20	P

Fonte: Autor

Figura 16: Diagrama de seqüência das tarefas da preparação da Traseira.

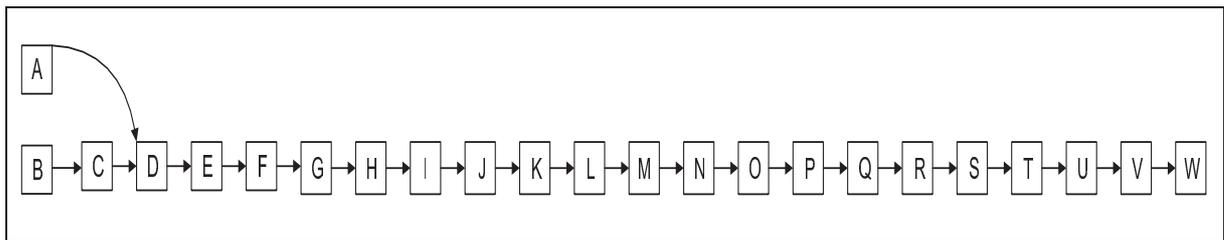


Fonte: Autor

Quadro 14: Balanceamento da linha da preparação da Traseira.

PT	OPERAÇÃO	DURAÇÃO (s)	FOLGA (TC - Duração)	OPERAÇÃO DISPONÍVEL
1	B	24,0	27,6	A, B
	A	21,0	6,6	A
2	C	19,8	31,8	C
3	D	33,0	18,6	D
4	E	19,8	31,8	E
5	F	51,6	0,0	F

Fonte: Autor

Figura 17: Diagrama de sequência das tarefas da preparação da Gola.

Fonte: Autor

Quadro 15: Balanceamento da linha da preparação da Gola.

PT	OPERAÇÃO	DURAÇÃO (s)	FOLGA (TC - Duração)	OPERAÇÃO DISPONÍVEL
1	A	10,0	50,0	A, B
	B	10,0	40,0	B
	C	8,0	32,0	C
	D	11,5	20,5	D
	E	13,1	7,4	E
2	F	27,0	33,0	F
3	G	60,0	0,0	G
4	H	54,0	6,0	H
5	I	12,7	47,3	I
	J	12,0	35,3	J
	K	12,0	23,3	K
6	L	33,0	27,0	L
	M	8,0	19,0	M
	N	6,0	13,0	N
7	O	36,0	24,0	O
	P	11,0	13,0	P
8	Q	14,4	45,6	Q
	R	12,0	33,6	R
	S	12,0	21,6	S
	T	10,8	10,8	T
	U	10,2	0,6	U
9	V	6,0	54,0	V
	W	15,0	39,0	W

Fonte: Autor

A eficiência de cada subprocessos com a distribuição das tarefas em postos de trabalho através do balanceamento de linha e o tempo total de folga, ou seja, tempo ocioso, encontram-se no Quadro 16:

Quadro 16: Resultados da eficiência dos subprocesso de preparação da peça com seus respectivos tempos de folga.

SUBPROCESSO	CARCELA	PUNHO	FRENTE	TRASEIRA	GOLA
Tempo de Folga ($NPT \cdot TC - \sum T_i$)	53,30 s	94,20 s	92,40 s	88,80 s	134,29 s
Eficiência ($\sum T_i / NPT \cdot TC$)	80,26%	69,22%	77,35%	65,58%	75,13%

Fonte: Autor

Foi feita uma rápida análise do sequenciamento das tarefas e do comparativo do tempo de ciclo com o *takt time*. Abaixo segue os novos quadros-resumo (Quadro 17, 18, 19, 20 e 21), onde os tempos estão consolidados e percebe-se a diferença entre número de operadores e entre a eficiência atribuída a cada elemento antes e depois do balanceamento de linha.

No Quadro 17, algumas tarefas tiveram suas quantidades de operadores mantidos, apesar de teoricamente precisarem de mais. Isto foi devido ao fato de se considerar que a atividade realizada permite um aumento de sobrecarga sobre o operador sem atrasar significativamente a produção. Observa-se também que a eficiência aumentou ou permaneceu a mesma na maioria dos elementos, pois o número de operários pode ser reduzido ou igualado através do balanceamento, mantendo-se o tempo padrão necessário para realização de cada uma deles próximo ao *takt time*.

No elemento Pregiar Carcela, nota-se que a eficiência caiu bastante, pois o número de operadores foi diminuído, já que teoricamente a tarefa somente precisa de 8 pessoas para sua realização, sem que haja sobrecarga sobre os operadores. Isto permite que seu tempo balanceado fique próximo ao *takt time*. Com o balanceamento, observa-se que também que há 4 pessoas ociosas na linha podendo ser alocados em outros subprocessos para que não haja atrasos no atendimento a demanda.

Quadro 17: Planilha de resumo dos tempos e número de operadores antes e depois do balanceamento para Carcela.

OPERAÇÕES	TEMPO PADRÃO (s)	TEMPO BALANCEADO (s)	TAKT TIME	PESSOAS (REAL)	PESSOAS (BALANCEAMENTO)	EFICIÊNCIA (TEMPO PADRÃO / TAKT TIME * PESSOAS REAL)	EFICIÊNCIA (TEMPO BALANCEADO / TAKT TIME * PESSOAS BALANCEADAS)
PASSAR CARCELA	12	12	11,00	2,0	1,0	54,54%	109,9%
EMENDAR TIRAS	10,8	10,8	11,00	1,0	1,0	98,18%	98,18%
EMBANHAR REVEL	14,4	14,4	11,00	2,0	1,0	63,63%	130,90%
DESTACAR REVEL	9	9	11,00	1,0	1,0	81,81 %	81,81 %
COLECIONAR MANGA	9	9	11,00	1,0	1,0	81,81 %	81,81 %
PREGAR CARCELA	90	11,25	11,00	10,0	8,0	81,81 %	12,78 %
CASEAR CARCELA	12	12	11,00	1,0	1,0	109,90%	109,90%
REFILAR CARCELA	6	6	11,00	1,0	1,0	54,54%	54,54%
MARCAR BOTÃO E PIC	16,3	16,3	11,00	1,0	1,0	148,18%	148,18%
PREGAR BOTÃO	12	12	11,00	1,0	1,0	109,09%	109,09%
FAZER PREGUINHA	12	12	11,00	1,0	1,0	109,09%	109,09%
REVISAR CARCELA	13,2	13,2	11,00	1,0	1,0	120,00%	120,00%
TOTAL	216,7	137,95	-	23,0	19,00	-	-

Fonte: Autor

No Quadro 18 observa-se que tarefas que possuem tempos padrão muito acima do *takt time*, como Fechar Punho e Pespontar Punho, tiveram sua eficiência reduzida, já que o número de operadores foi mantido para balancear a linha, aumentando assim a sobrecarga sobre eles. Nota-se também que a tarefa Destacar Punho, teve um grande aumento na sua eficiência porque ela não necessitava de uma pessoa dedicada somente a ela, fazendo assim com o operador de outra atividade, como a de Vincar Borda Punho, possa realizá-la.

Quadro 18: Planilha de resumo dos tempos e número de operadores antes e depois do balanceamento para Punho.

OPERAÇÕES	TEMPO PADRÃO (s)	TEMPO BALANCEADO (s)	TAKT TIME	PESSOAS (REAL)	PESSOAS (BALANCEAMENTO)	EFICIÊNCIA (TEMPO PADRÃO / TAKT TIME * PESSOAS REAL)	EFICIÊNCIA (TEMPO BALANCEADO / TAKT TIME * PESSOAS BALANCEADAS)
ORLAR PUNHO	11,4	11,4	11,00	1,0	1,0	103,63%	103,63%
DESTACAR PUNHO	6	12,0	11,00	1,0	0,5	54,54%	218,18%
FECHAR PUNHO	51	10,2	11,00	5,0	5,0	92,72%	18,54%
TIRAR ETIQUETA PUNHO	11,4	11,4	11,00	1,0	1,0	103,63%	103,63%
VIRAR PUNHO	11,4	11,4	11,00	1,0	1,0	103,63%	103,63%
QUEBRAR ENTRETELA DO PUNHO	10,8	10,8	11,00	1,0	1,0	98,18%	98,18%
PESPONTAR PUNHO	40,2	10,05	11,00	4,0	4,0	91,36%	22,82%
VINCAR BORDA PUNHO	18	12	11,00	2,0	1,5	81,81%	72,72%
COLECIONAR PUNHO	10,8	10,8	11,00	1,0	1,0	98,18%	98,18%
PREGAR BOTÃO PUNHO	13,2	13,2	11,00	1,0	1,0	120,00%	120,00%
CASEAR PUNHO	10,8	10,8	11,00	1,0	1,0	98,18%	98,18%
REVISAR PUNHO	16,8	11,2	11,00	2,0	1,5	76,36%	67,87%
TOTAL	211,8	135,25	-	21,0	20,0	-	-

Fonte: Autor

No Quadro 19, as eficiências também caíram ou aumentaram em determinadas tarefas com o balanceamento da linha. Nota-se também que, após o balanceamento, um dos operários de determinada tarefa pode ajudar na realização da tarefa seguinte a ela, sem que haja aumento no tempo necessário para o seu cumprimento e permitindo que este fique próximo ao *takt time*. Isso pode ser observado na tarefa Casear frente que necessita de 2,50 pessoas e precede a de Pregar botão que necessita de 1,50, dando um total de 4 pessoas.

Quadro 19: Planilha de resumo dos tempos e número de operadores antes e depois do balanceamento para Frente.

OPERAÇÕES	TEMPO PADRÃO (s)	TEMPO BALANCEADO (s)	TAKT TIME	PESSOAS (REAL)	PESSOAS (BALANCEAMENTO)	EFICIÊNCIA (TEMPO PADRÃO / TAKT TIME * PESSOAS REAL)	EFICIÊNCIA (TEMPO BALANCEADO / TAKT TIME * PESSOAS BALANCEADAS)
UNIR CGC (MAIS DE UMA DOBRA)	7,20	7,20	11	1,00	1,00	65,45%	65,45%
PASSAR VISTA (LADO BOTÃO)	18,00	12,00	11	2,00	1,50	81,81%	109,09%
PASSAR VISTA (LADO CASA)	18,00	12,00	11	1,00	1,50	163,63%	109,09%
PASSAR BOLSO	40,20	11,49	11	3,00	3,50	121,81%	29,84%
COSTURAR VISTA (LADO BOTÃO)	14,40	9,60	11	1,50	1,50	87,27%	58,18%
COSTURAR VISTA (LADO CASA)	22,20	11,10	11	1,50	2,00	134,54%	50,45%
FAZER BOCA DE BOLSO	9,00	9,00	11	1,00	1,00	81,81%	81,81%
ALFINETAR BOLSO	13,20	13,20	11	1,00	1,00	120,00%	120,00%
PREGAR BOLSO	51,00	11,33	11	5,00	4,50	92,72%	22,88%
REVISAR BOLSO	13,00	13,00	11	1,00	1,00	118,18%	118,18%
CASAR VISTAS	14,40	9,60	11	2,00	1,50	65,45%	58,18%
MARCAR BOTÃO	14,40	9,60	11	1,00	1,50	130,90%	58,18%
CASEAR FRENTE	28,80	11,52	11	3,00	2,50	87,27%	41,89%
PREGAR BOTÃO	18	12,00	11	1,00	1,50	163,63%	72,72%
PREGAR BOTÃO RESERVA	10,8	10,80	11	1,00	1,00	98,18%	98,18%
REVISAR FRENTE	23	11,50	11	2,00	2,00	104,54%	52,27%
TOTAL	315,60	174,94	-	28,00	28,50	-	-

Fonte: Autor

O quadro 20 observa-se que o número de funcionários para preparação da traseira pode ser diminuído ou mantido, havendo redução da eficiência, mas permitindo que o tempo necessário para sua realização ficasse próximo ao *takt time*.

Quadro 20: Planilha de resumo dos tempos e nº de operadores antes e depois do balanceamento para a Traseira.

OPERAÇÕES	TEMPO PADRÃO (s)	TEMPO BALANCEADO (s)	TAKT TIME	PESSOAS (REAL)	PESSOAS (BALANCEAMENTO)	EFICIÊNCIA (TEMPO PADRÃO / TAKT TIME * PESSOAS REAL)	EFICIÊNCIA (TEMPO BALANCEADO / TAKT TIME * PESSOAS BALANCEADAS)
FAZER PREGUINHA	21,00	10,50	11,00	2,0	2,0	95,45%	47,72%
PREGAR ETIQUETA GRANDE	24,00	12,00	11,00	3,0	2,0	72,72%	54,54%
PREGAR ETIQUETA PEQUENA	19,80	9,90	11,00	1,0	1,0	180,00%	90,00%
EMBANHAR PALA	33,00	11,00	11,00	3,0	3,0	100,00%	33,33%
REVISAR TRASEIRO	19,80	9,90	11,00	2,0	2,0	90,00%	45,00%
UNIR OMBRO	51,60	10,32	11,00	6,0	5,0	78,18%	18,76%
TOTAL	169,2	63,62	-	17,0	15,0	-	-

Fonte: Autor

Observa-se no Quadro 21 que algumas tarefas também tiveram sua eficiência aumentada ou mantida, apesar do número de pessoas ser reduzido ou igualado para que o tempo padrão necessário para realização de cada uma delas permanecesse próximo ao *takt time*. Já para outras, nota-se que a eficiência reduziu devido à sobrecarga da tarefa, como pode ser visto para o elemento Fixar Pé de Gola, onde o número de funcionários atual é de 1, porém com o balanceamento da linha há a necessidade de 2,45. Como este elemento possui sobrecarga, decidiu-se arredondar para 3 funcionários. A sua eficiência caiu de 245,45% para 81,81%, que é uma eficiência mais aceita, pois reduz a sobrecarga da tarefa de forma a trazer benefícios para os operários e conseqüentemente para a Empresa. O tempo balanceado nessa tarefa foi reduzido para 9 segundos, ficando abaixo do *takt time*.

Quadro 21: Planilha de resumo dos tempos e número de operadores antes e depois do balanceamento para Gola.

OPERAÇÕES	TEMPO PADRÃO (s)	TEMPO BALANCEADO (s)	TACKT TIME	PESSOAS (REAL)	PESSOAS (BALANCEAMENTO)	EFICIÊNCIA (TEMPO PADRÃO / TACKT TIME * PESSOAS REAL)	EFICIÊNCIA (TEMPO BALANCEADO / TACKT TIME * PESSOAS BALANCEADAS)
PASSAR CAIXINHA	11,00	11,00	11,00	3,00	1,00	33,33 %	100 %
ORLAR PÉ DE GOLA	10,00	10,00	11,00	2,00	1,00	45,45 %	90,90 %
DESTACAR PÉ DE GOLA	8,00	8,00	11,00	1,00	1,00	72,72 %	72,72 %
REFILAR PÉ DE GOLA	11,50	11,50	11,00	1,00	1,00	104,54 %	104,54 %
REFILAR ENTRETELA	13,11	13,11	11,00	1,00	1,00	119,18 %	119,18 %
FIXAR PÉ DE GOLA	27,00	9,00	11,00	1,00	3,00	245,45 %	81,81 %
COSTURAR CAIXINHA	60,00	11,00	11,00	2,00	5,45	272,72%	18,35%
FECHAR GOLA C/ REFORÇO	54,00	11,02	11,00	2,00	4,90	245,45%	20,44%
REFILAR GOLA FECHADA	12,70	12,70	11,00	1,00	1,00	115,45%	115,45%
VIRAR GOLA	12,00	12,00	11,00	1,50	1,00	72,72%	109,09%
PRENSAR GOLA	12,00	12,00	11,00	1,50	1,00	72,72%	109,09%
PESPONTAR GOLA E COLOCAR BARBATANA	33,00	11,00	11,00	1,00	3,00	300,00%	33,33%
REFILAR PONTA DE GOLA	8,00	8,00	11,00	1,50	1,00	48,48%	72,72%
REFILAR LATERAL DO PÉ DE GOLA	6,00	6,00	11,00	1,50	1,00	36,36%	54,54%
MONTAR GOLA	36,00	12,00	11,00	1,50	3,00	218,18%	36,36%
VIRAR E TIRAR ETIQUETA	11,00	11,00	11,00	1,50	1,00	66,66%	100,00%
PASSAR GOLA	14,40	14,40	11,00	1,00	1,00	130,90%	130,90%
PESPONTAR PÉ DE GOLA	12,00	12,00	11,00	2,00	1,00	54,54%	109,09%
REFILAR PÉ DE GOLA (GOLA MONTADA)	12,00	12,00	11,00	1,00	1,00	109,09%	109,09%
DAR PIC	10,80	10,80	11,00	1,00	1,00	98,18%	98,18%
MARCAR CASEADO	10,20	10,20	11,00	1,00	1,00	92,72%	92,72%
CASEAR PÉ DE GOLA	6,00	6,00	11,00	1,00	1,00	54,54%	54,54%
REVISAR GOLA INTEIRA	15,00	15,00	11,00	2,00	1,00	68,18%	136,36%
TOTAL	405,71	250,62	-	33,00	37,35	-	-

Fonte: Autor

O Quadro 22 mostra o número de pessoas que trabalham no processo de preparação das peças em comparação com o a quantidade de operários necessários em cada subprocessos para atender a demanda após o balanceamento da linha. Nota-se que o total de pessoas necessárias para todo o processo foi diminuído, e sendo estes treinados e aptos para execução da operação, a ociosidade será reduzida, pois no quadro atual há uma ociosidade de aproximadamente 2 funcionários.

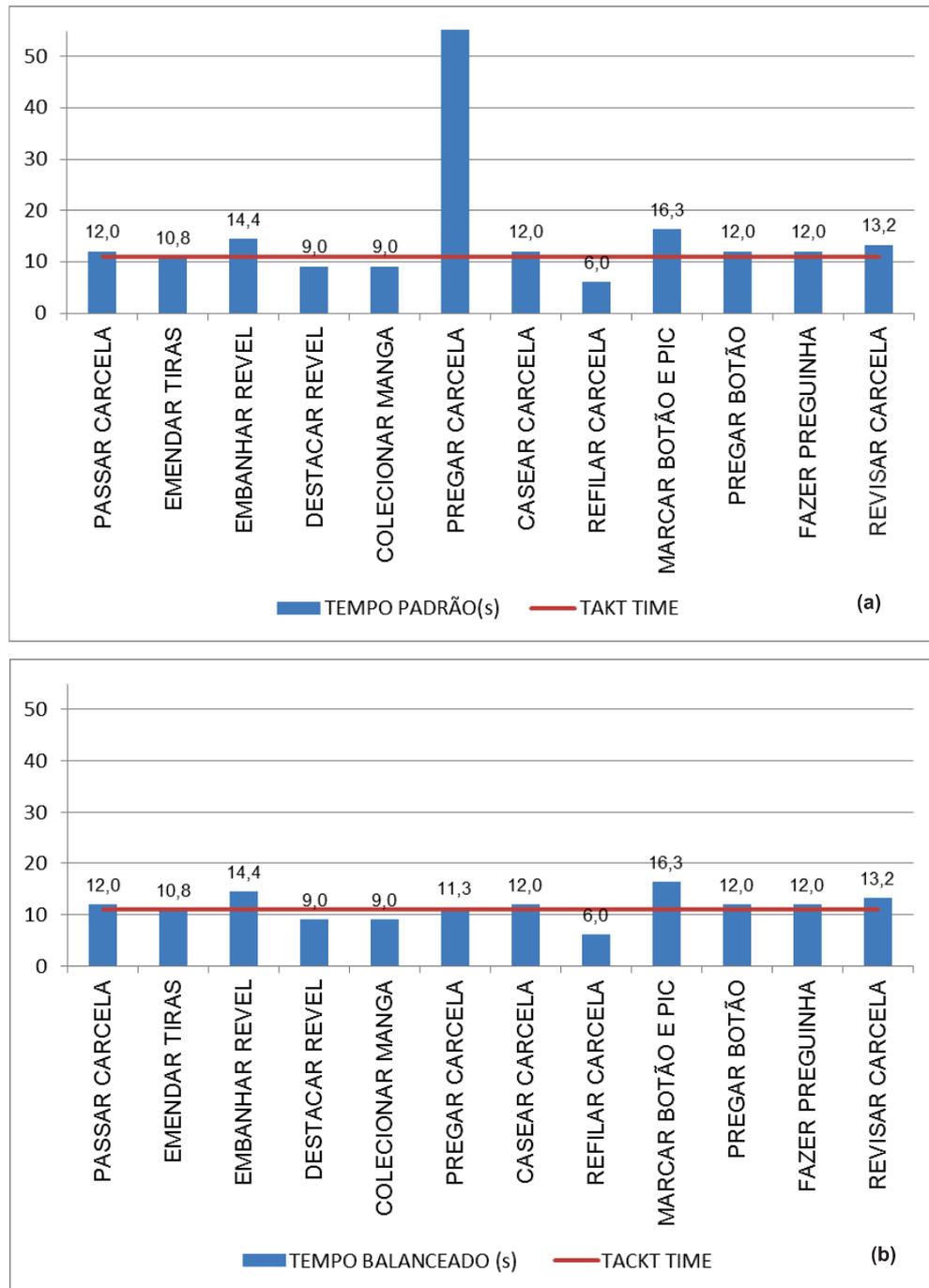
Quadro 22: Planilha de comparação entre o número de operadores real e balanceado.

SUBPROCESSO	CARCELA	PUNHO	FRENTE	TRASEIRA	GOLA	TOTAL
Total de operários (real)	23,00	21,00	28,00	17,00	33,00	122,00
Total de operários (balanceado)	19,00	20,00	28,50	15,00	37,35	119,85

Fonte: Autor

Os gráficos 1, 2, 3, 4 e 5 mostramos tempos padrão para os subprocessos de Preparação da peça, em que nota-se o desbalanceamento e o balanceamento da linha. No Gráfico 1(a) observa-se que a linha não está atingindo o *Takt Time* exigido pelo cliente, prejudicando assim o seu desempenho. Isto comprova o desperdício da utilização da mão-de-obra nas realizações das tarefas. Todas elas são gargalos do sistema (tempos dos postos muito próximos do *Takt Time*), porém o elemento Pregar Carcela é o mais crítico em função das dificuldades na sua realização, ocasionando atrasos nas operações das demais atividades e gerando desperdícios, tais como estoque em excesso, superprodução e esperas. No Gráfico 1(b), observa-se que este problema foi resolvido com o balanceamento da linha.

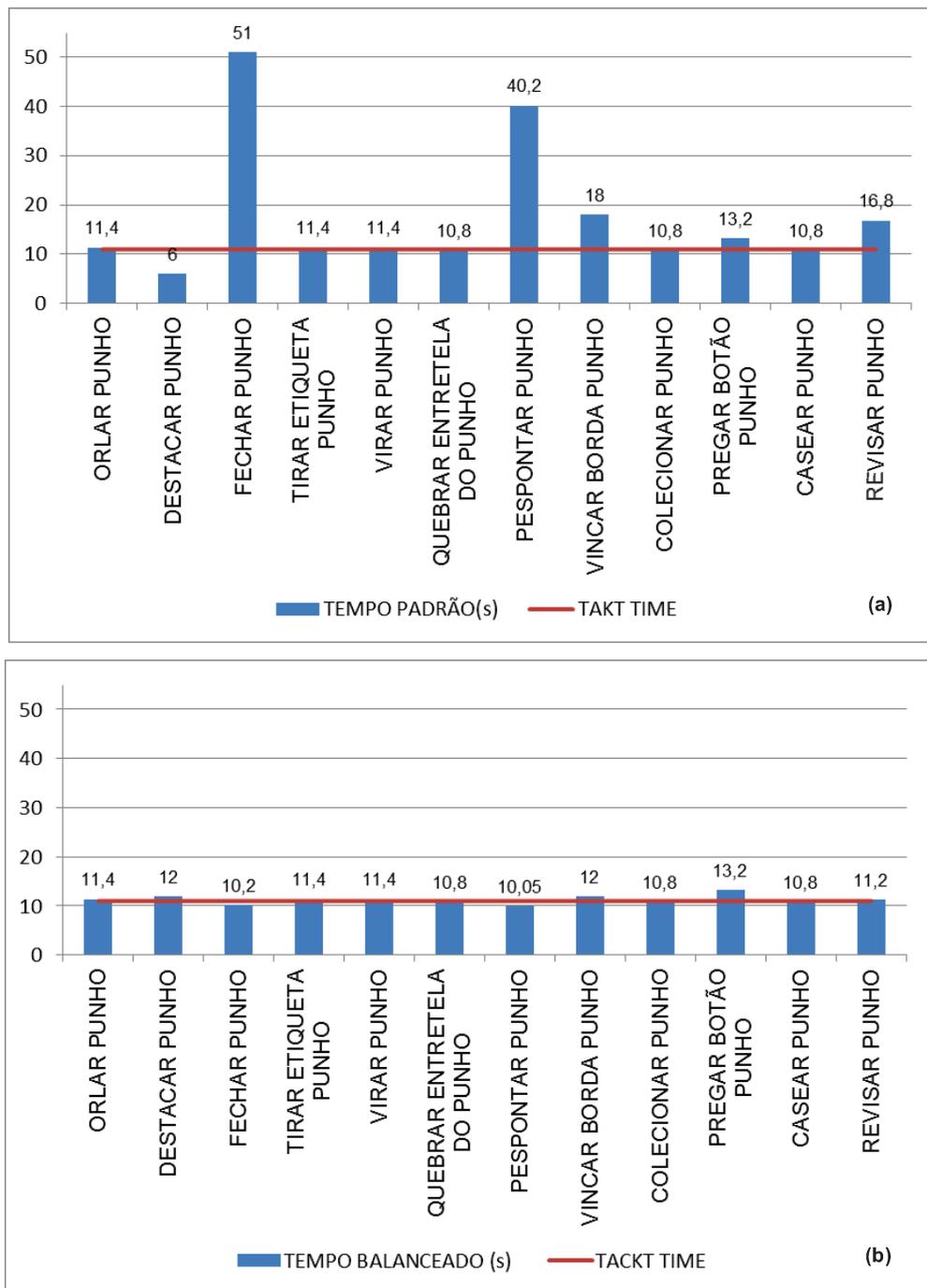
Gráfico 1: Comparações entre tempos padrão e *takt time* da linha de preparação da Carcela: (a) desbalanceada, (b) balanceada.



Fonte: Autor

No Gráfico 2(a), os gargalos mais críticos do sistema para a preparação do punho da peça são para as tarefas Fechar e Pespontar Punho, que também podem ocasionar atrasos da confecção da peça. O gráfico 2(b) mostra que o balanceamento ajustou o tempo de ciclo das tarefas para aumentar o desempenho da linha.

Gráfico 2: Comparações entre tempos padrão e *takt time* da linha de preparação do Punho: (a) desbalanceada, (b) balanceada.

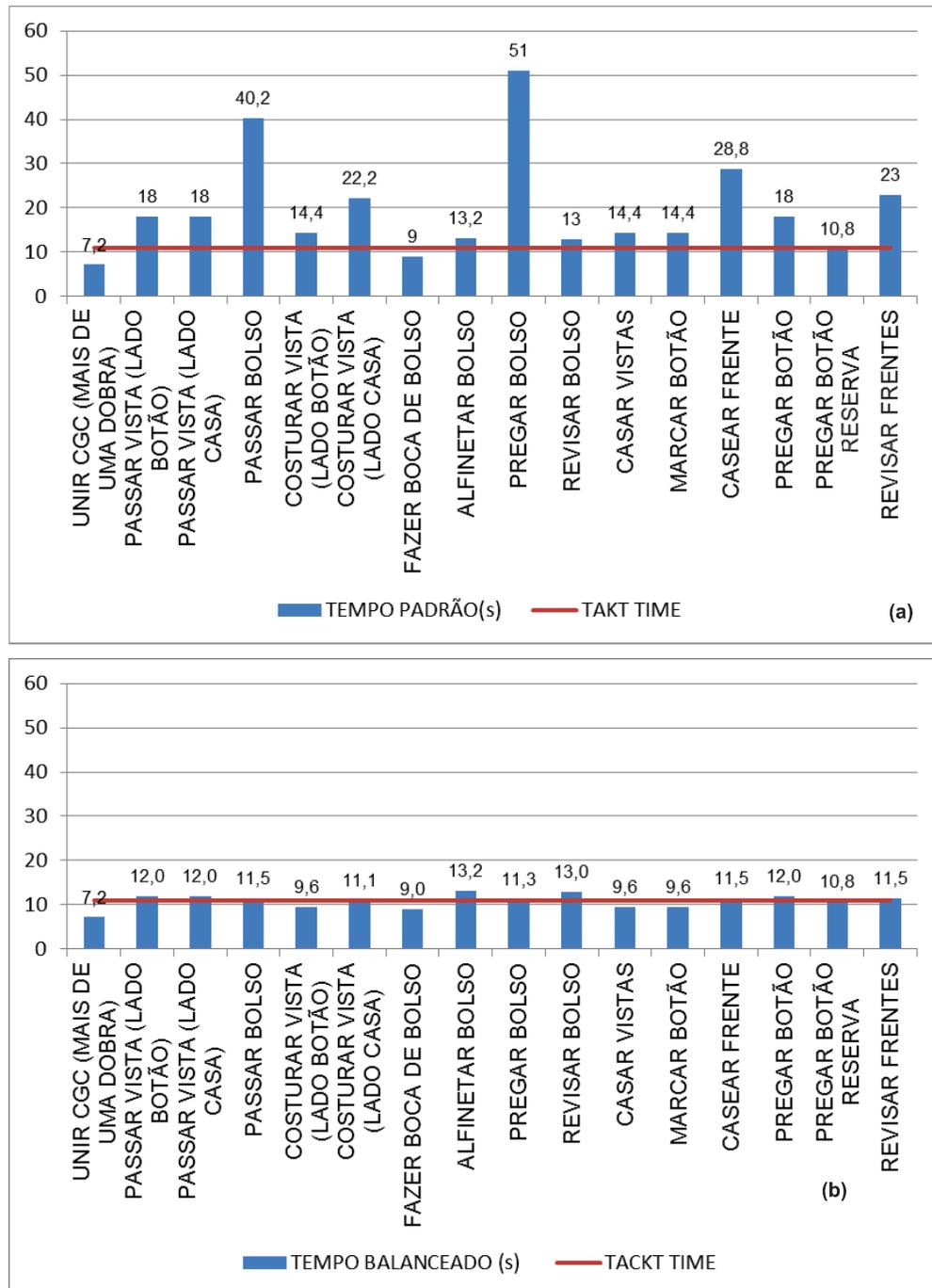


Fonte: Autor

No Gráfico 3(a) observa-se que a preparação da Frente da peça possuía muitos gargalos críticos para o sistema antes do balanceamento de linha. Isto pode ser visto nas tarefas Passar e Pregar Bolso, em que o tempo de ciclo está muito acima do *takt time* exigido, o que acarreta em peças defeituosas e atrasos na

entrega do produto para a expedição. No Gráfico 3(b), mostram que os tempos também foram ajustados de forma a melhorar o desempenho da linha balanceada.

Gráfico 3: Comparações entre tempos padrão e *takt time* da linha de preparação da Frente: (a) desbalanceada, (b) balanceada.

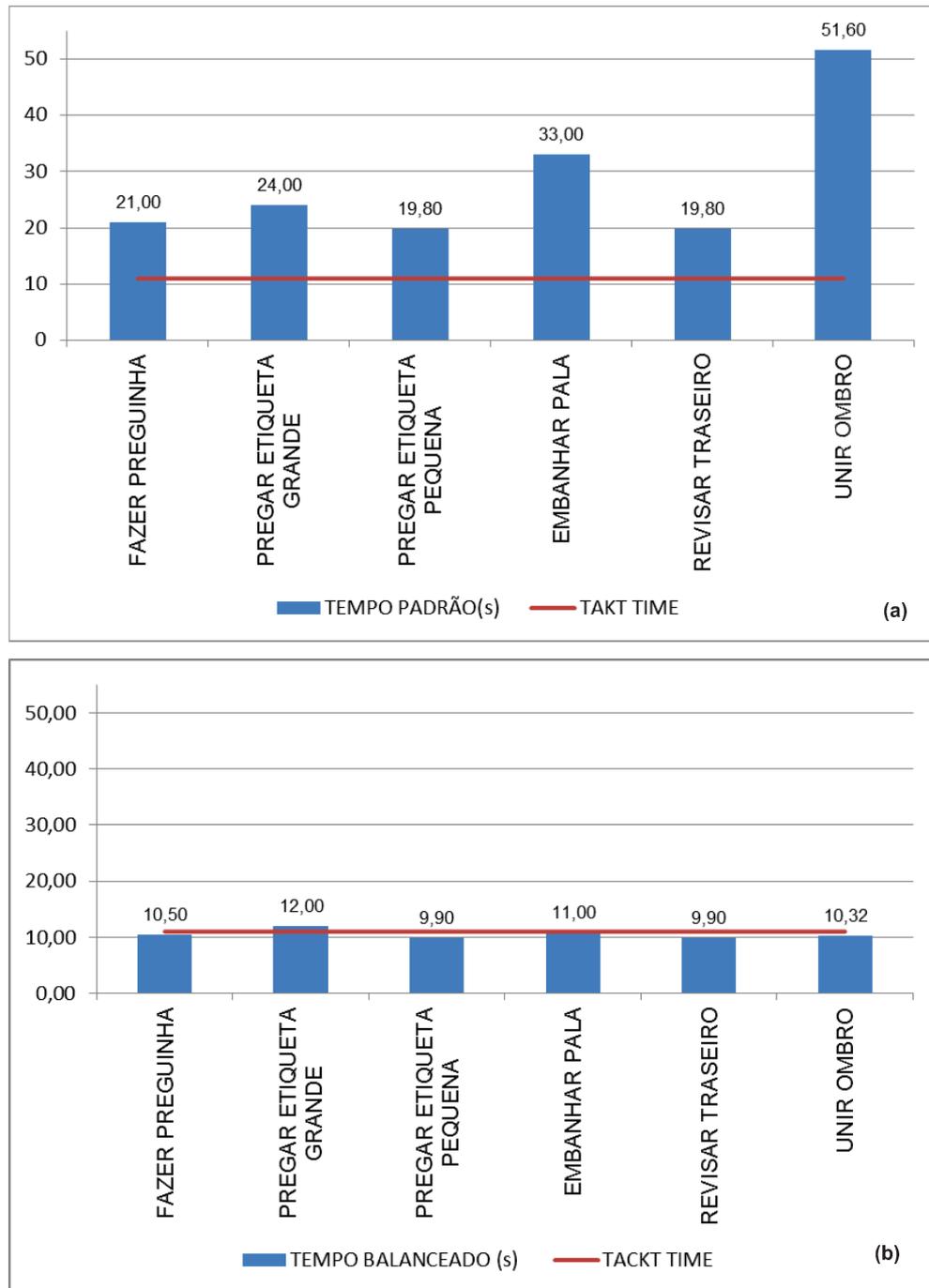


Fonte: Autor

O Gráfico 4(a) mostra que o tempo de ciclo de todas as tarefas da preparação da Traseira estão acima do *takt time*, o que impede um funcionamento ideal na linha

de confecção. Este desbalanceamento também foi corrigido e é mostrado no Gráfico 4(b).

Gráfico 4: Comparações entre tempos padrão e *takt time* da linha de preparação da Traseira: (a) desbalanceada, (b) balanceada.

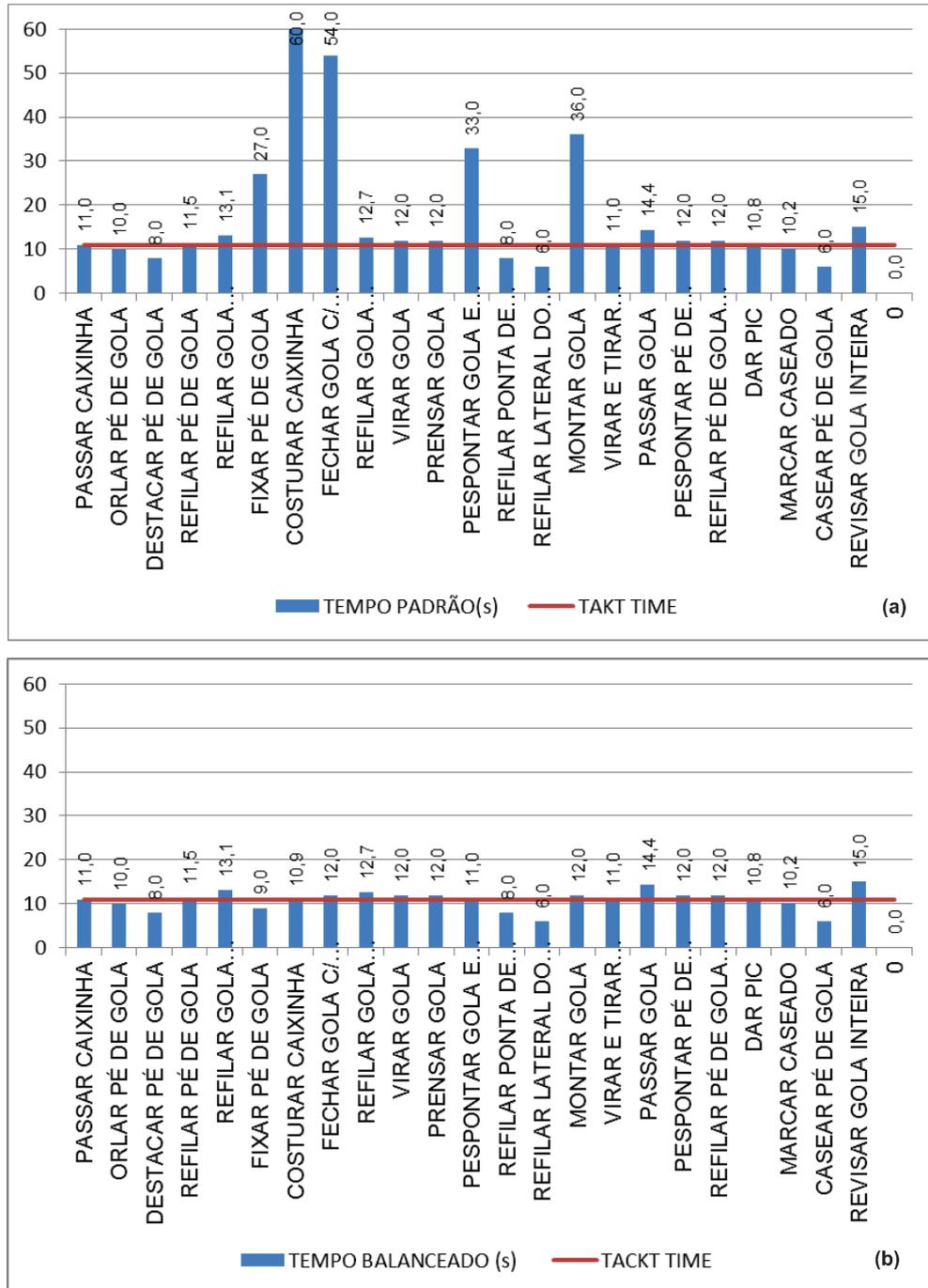


Fonte: Autor

No Gráfico 5 observa-se o mesmo comportamento dos gráficos anteriormente apresentados, mostrando gargalos na linha desbalanceada para a preparação da

Gola, como por exemplos nas tarefas Costuras Caixinha e Fechar Gola com Reforço, que tiveram seus tempos de ciclo ajustados com o balanceamento.

Gráfico 5: Comparações entre tempos padrão e *takt time* da linha de preparação da Gola: (a) desbalanceada, (b) balanceada.



Fonte: Autor

4.5 Otimização do Layout

A etapa de detalhamento do layout envolveu todas as especificações dos elementos (máquinas e equipamento) que fazem parte do processo. Foram realizadas medições do corpo da empresa (estrutura) e nas máquinas e equipamentos, afim de se determinar as dimensões dos mesmos. Com o método de Guerchet definiu-se a superfície estática, a superfície de utilização e a superfície de circulação conforme pode ser visto no Quadro 23.

Quadro 23: Dimensionamento da áreas de todos os elementos da empresa.

Tipo de estrutura	Superfície estática			Superfície gravitacional			Superfície de circulação			Superfície total
	m	m	m ²	m ²	lados	m ²	k	m ²	m ²	m ²
Máq. costura (ou mesa pequena) MC4	1,20	0,50	0,60	0,60	4	2,40	1,00	0,60	2,40	3,00
Máq. costura (ou mesa pequena) MC3	1,20	0,50	0,60	0,60	3	1,80	1,00	0,60	1,80	2,40
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,20	0,50	0,60	0,60	2	1,20	1,00	0,60	1,20	1,80
Máq. costura (ou mesa pequena) MC1	1,20	0,50	0,60	0,60	1	0,60	1,00	0,60	0,60	1,20
Tábua de passar	1,40	0,40	0,56	0,56	4	2,24	1,00	0,56	2,24	2,80
Mesa grande	1,50	1,00	1,50	1,50	4	6,00	1,00	1,50	6,00	7,50
Mesa média	1,00	1,00	1,00	1,00	4	4,00	1,00	1,00	4,00	5,00
Mesa gigante (calças)	1,30	1,80	2,34	2,34	4	9,36	1,00	2,34	9,36	11,70
Prensa (carcela e gola)	1,20	0,80	0,96	0,96	4	3,84	1,00	0,96	3,84	4,80
Máquina de pregar bolso (frente)	1,70	1,20	2,04	2,04	3	6,12	1,00	2,04	6,12	8,16
Máquina com mesa maior (calças)	1,20	0,70	0,84	0,84	3	2,52	1,00	0,84	2,52	3,36
Prateleira canto (calças)	7,50	0,50	3,75	3,75	3	11,25	1,00	3,75	11,25	15,00
Prateleira corredor (calças)	7,70	0,80	6,16	6,16	2	12,32	1,00	6,16	12,32	18,48
Mesa qualidade	3,50	0,80	2,80	2,80	4	11,20	1,00	2,80	11,20	14,00
Bandejão (qualidade)	1,00	1,00	1,00	1,00	3	3,00	1,00	1,00	3,00	4,00

Fonte: Autor

A partir da definição da superfície total de todos os elementos presentes no corpo da empresa, separou-se cada um por subprocesso da etapa de preparação juntamente com suas dimensões e quantidades, sendo suas medidas apresentadas nos Quadros 24, 25, 26, 27 e 28.

Quadro 24: Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para preparação da Carcela.

CARCELA	m ²	Qnt	m ²
Máq. costura (ou mesa pequena) MC3	2,40	6	14,40
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,80	5	9,00
Máq. costura (ou mesa pequena) MC1	1,20	7	8,40
Mesa grande	7,50	4	30,00
Prensa (carcela e gola)	4,80	2	9,60
2 Cadeiras + bandejas grandes (MC2)	1,80	2	3,60
TOTAL			75,00

Fonte: Autor

Quadro 25: Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para preparação do Punho.

PUNHO	m ²	Qnt	m ²
Máq. costura (ou mesa pequena) MC3	2,40	16	38,40
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,80	3	5,40
Máq. costura (ou mesa pequena) MC1	1,20	1	1,20
Tábua de passar	2,80	3	8,40
1 máquina parada (considerar prensa)	4,80	1	4,80
Mesa grande	7,50	1	7,50
Mesa média	5,00	1	5,00
TOTAL			70,70

Fonte: Autor

Quadro 26: Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para preparação da Frente.

FRENTE	m ²	Qnt	m ²
Máq. costura (ou mesa pequena) MC4	3,00	18	54,00
Máq. costura (ou mesa pequena) MC3	2,40	10	24,00
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,80	2	3,60
Tábua de passar	2,80	10	28,00
Máquina de pregar bolso (frente)	8,16	1	8,16
Mesa grande	7,50	3	22,50
Mesa média	5,00	2	10,00
TOTAL			150,26

Fonte: Autor

Quadro 27: Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para preparação da Traseira.

TRASEIRO	m²	Qnt	m²
Máq. costura (ou mesa pequena) MC3	2,40	1	2,40
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,80	2	3,60
Máq. costura (ou mesa pequena) MC1	1,20	8	9,60
Mesa grande	7,50	2	15,00
Mesa média	5,00	1	5,00
TOTAL			35,60

Fonte: Autor

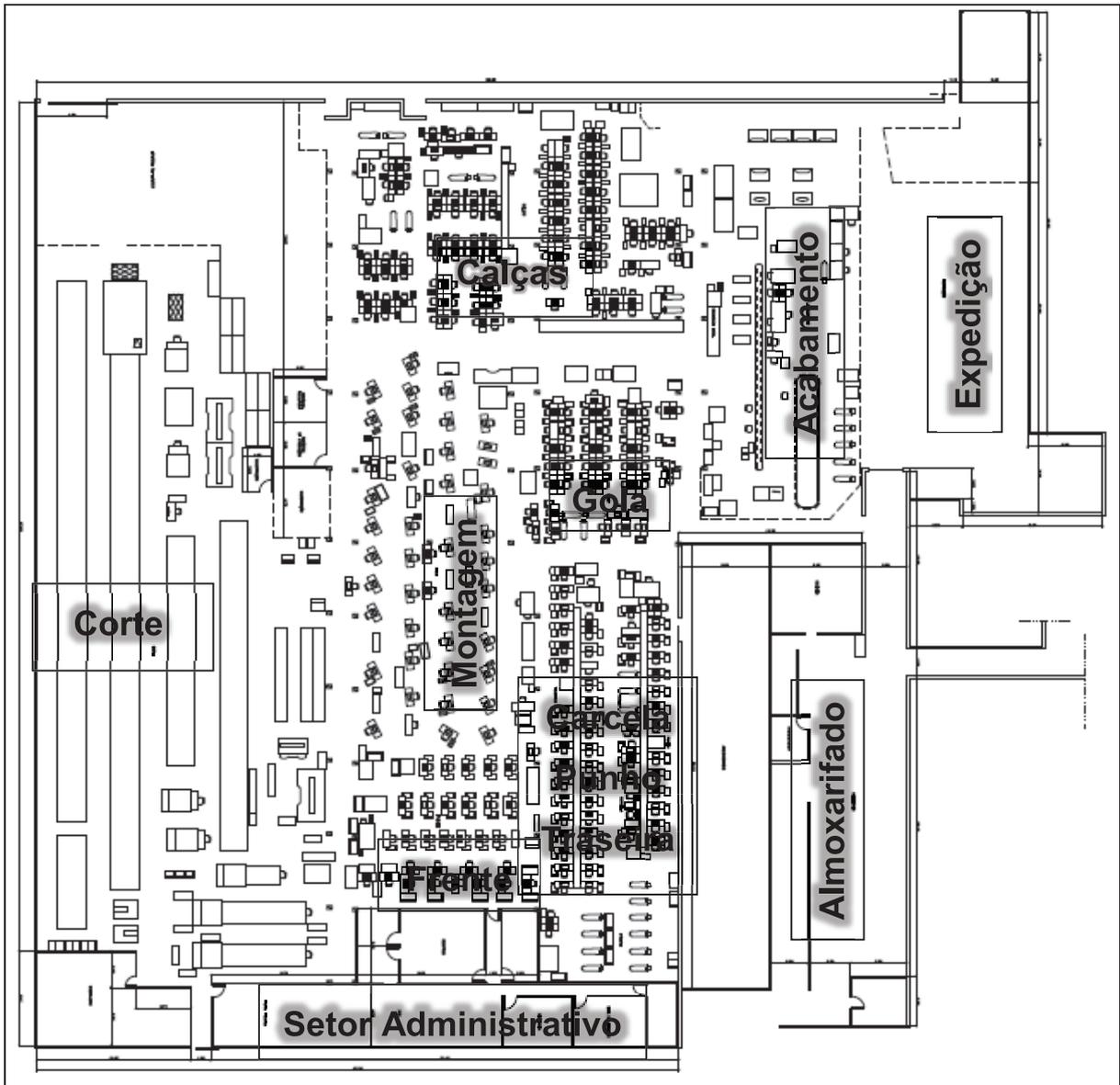
Quadro 28: Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para preparação da Gola.

GOLA	m²	Qnt	m²
Máq. costura (ou mesa pequena) MC3	2,40	35	84,00
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,80	2	3,60
Prensa (carcela e gola)	4,80	1	4,80
Tábua de passar	2,80	4	11,20
Mesa grande	7,50	1	7,50
Mesa média	5,00	1	5,00
TOTAL			116,10

Fonte: Autor

Com as informações descritas acima foi desenvolvido, auxiliado pela ferramenta CAD, um desenho representativo dos elementos da produção e das áreas produtivas. Esse desenho buscou envolver todos os fatores de produção tais como: equipamentos, operadores, materiais, serviços de transporte e de manutenção, acesso e segurança. A Figura 18 mostra o croqui da planta baixa atual da empresa com as áreas identificadas onde é feito o corte; a preparação da gola, da frente, da carcela, do punho e da traseira; a montagem; o acabamento; a expedição e a confecção de calças, e também onde localiza-se o setor administrativo e almoxarifado.

Figura 18: Layout atual da empresa.



Fonte: Autor

Um dos fatores que contribuía para o baixo índice de produtividade tinha relação direta com o fluxo confuso do processo, devido ao desbalanceamento da linha. O layout atual não favorecia a supervisão das atividades feita pelo líder da celular, a chegada e saída das matérias-primas e produtos acabados, não deixava claro o fluxo produtivo e nem permitia uma melhor distribuição dos postos. O layout proposto foi feito a partir de discussões realizadas entre a equipe de engenharia de produção e os gerentes de produção da empresa, através da análise do balanceamento da linha e da melhor disposição das máquinas e dos operadores para que fosse montado um layout celular. Salienta-se que o balanceamento de linha serviu de base para o agrupamento celular, porém não foi um fator

determinante, tendo em vista que os padrões mudam de forma constante e a solução ótima depende de fatores que o modelo proposto não teria condições de assumir.

Após a decisão do layout mais adequado, houve uma modificação na estrutura das áreas de preparação dos subprocessos, necessitando de uma nova distribuição das quantidades de máquinas e equipamento em cada um deles. Os Quadros 29, 30, 31, 32 e 33 mostram as novas medidas e quantidades dos elementos para cada subprocesso.

Quadro 29: Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para o layout proposto da Carcela.

CARCELA	m ²	Qnt	m ²
Máq. costura (ou mesa pequena) MC3	2,40	6	14,40
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,80	5	9,00
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,80	7	12,60
Mesa grande	7,50	4	30,00
Prensa (carcela e gola)	4,80	2	9,60
2 Cadeiras + bandejas grandes (MC2)	1,80	2	3,60
TOTAL			79,20

Fonte: Autor

Quadro 30: Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para o layout proposto do Punho.

PUNHO	m ²	Qnt	m ²
Máq. costura (ou mesa pequena) MC3	2,40	16	38,40
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,80	3	5,40
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,80	1	1,80
Tábua de passar	2,80	3	8,40
1 máquina parada (considerar prensa)	4,80	1	4,80
Mesa grande	7,50	1	7,50
Mesa média	5,00	1	5,00
TOTAL			71,30

Fonte: Autor

Quadro 31: Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para o layout proposto da Frente.

FRENTE	m ²	Qnt	m ²
Máq. costura (ou mesa pequena) MC4	3,00	18	54,00
Máq. costura (ou mesa pequena) MC3	2,40	10	24,00
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,80	2	3,60
Tábua de passar	2,80	10	28,00
Máquina de pregar bolso (frente)	8,16	1	8,16
Mesa grande	7,50	3	22,50
Mesa média	5,00	2	10,00
TOTAL			150,26

Fonte: Autor

Quadro 32: Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para o layout proposto da Traseira.

TRASEIRO	m ²	Qnt	m ²
Máq. costura (ou mesa pequena) MC3	2,40	1	2,40
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,80	2	3,60
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,80	8	14,40
Mesa grande	7,50	2	15,00
Mesa média	5,00	1	5,00
TOTAL			40,40

Fonte: Autor

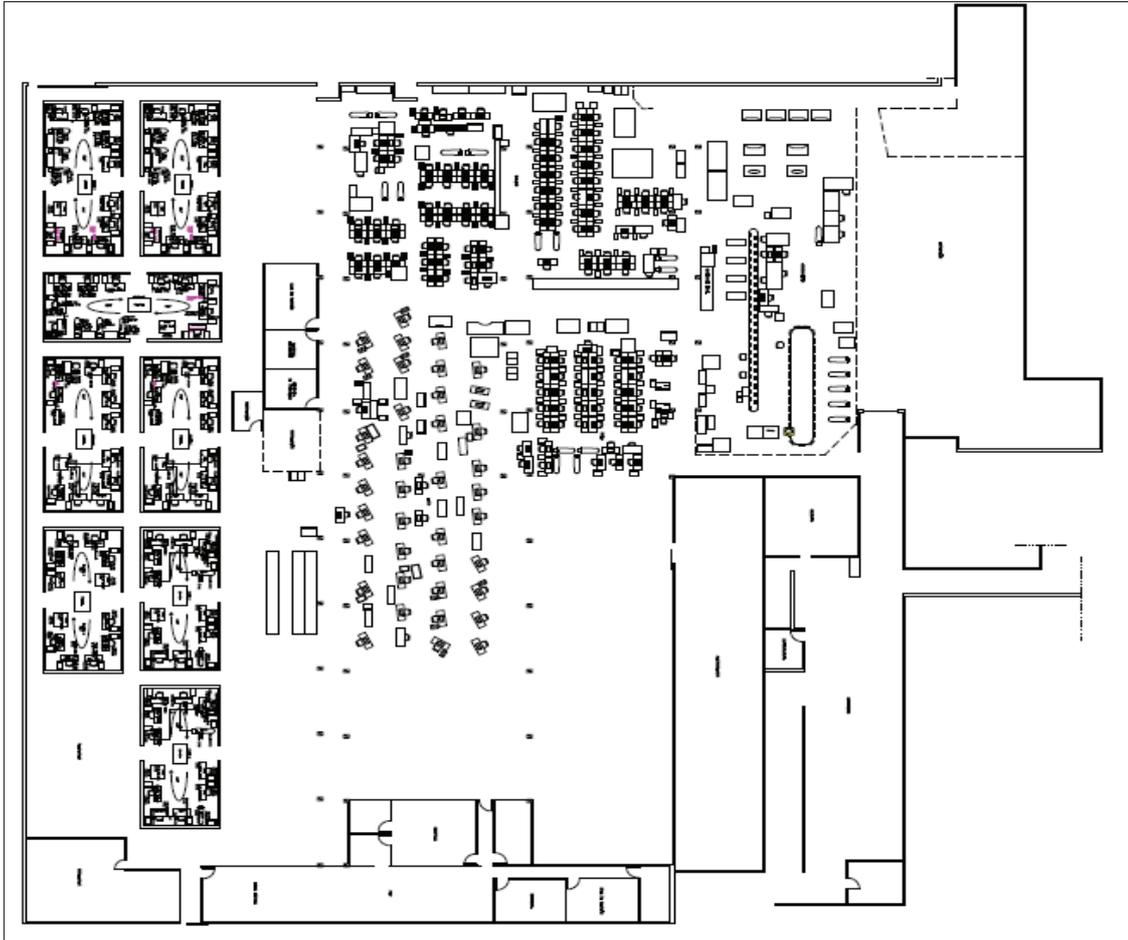
Quadro 33: Quantidades e medidas das dimensões dos elementos para o layout proposto da Gola.

GOLA	m ²	Qnt	m ²
Máq. costura (ou mesa pequena) MC3	2,40	35	84,00
Máq. costura (ou mesa pequena) MC2	1,80	2	3,60
Prensa (carcela e gola)	4,80	1	4,80
Tábua de passar	2,80	4	11,20
Mesa grande	7,50	1	7,50
Mesa média	5,00	1	5,00
TOTAL			116,10

Fonte: Autor

Com as novas medidas foi construída a proposta para o novo *layout* da empresa, visando com isso o melhor desempenho em cada posto e consequentemente o aumento da produtividade. A Figura 19 apresenta o *layout* proposto para a área de produção, mostrando que os subprocessos da etapa de preparação estão mais próximos e melhor arranjados em células no setor produtivo. Nota-se que somente a área de preparação da Gola não foi mexida devido a algumas prerrogativas definidas pela equipe e gerentes de produção. Observa-se também que esta nova formação e disposição dos grupos produtivos permitem uma maior flexibilidade e a possibilidade de preparação de lotes maiores em cada etapa.

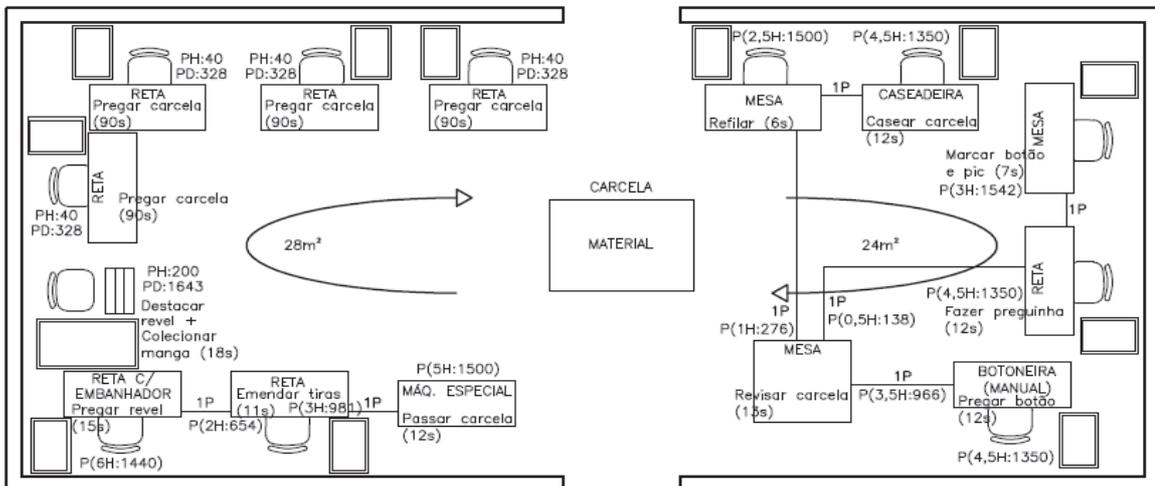
Figura 19: Proposta de *Layout*.



Fonte: Autor

As Figuras 20, 21, 22, 23 apresentam os *layouts* propostos das etapas de Carcela, Punho, Frente e Traseira, respectivamente, mostrando a nova distribuição de seus elementos.

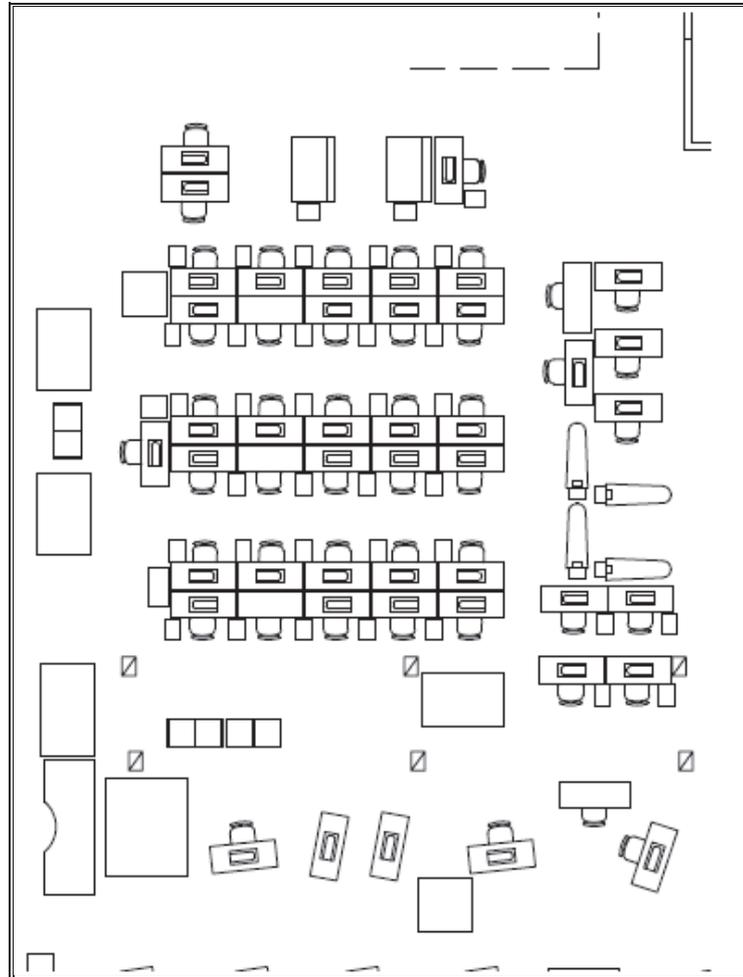
Figura 20 - Proposta de *Layout* da preparação da Carcela.



Fonte: Autor

A figura 24 mostra o layout da preparação da Gola, mostrando como estão distribuídos seus elementos e que também que não houve alteração no seu arranjo físico.

Figura 24 - *Layout* da preparação da Gola.



Fonte: Autor

5 CONCLUSÃO

Através da aplicação das ferramentas de mapeamento de processo, foi possível caracterizar e analisar a situação atual da empresa e sugerir melhorias como o controle acerca da utilização do tempo disponível e dos funcionários através do balanceamento da linha, e o melhor aproveitamento do *layout* fabril através da nova formação dos grupos produtivos.

O estudo do balanceamento possibilitou colocar em evidências os elementos que continham gargalos críticos para que assim a empresa possa deixar a sua linha de produção num ritmo mais equilibrado com menos ociosidade e sobrecargas nas linhas de produção. A análise do aproveitamento do tempo útil, através da cronometragem, fundamentou a sugestão para redução dos tempos improdutivos e assim proporcionar ganhos na produtividade.

O estudo permite que a empresa aplique medidas necessárias para melhorar seu desempenho e assim atender eficientemente a taxa de produção almejada e as especificações do cliente dentro do tempo disponível de trabalho. Portanto, o Estudo dos Tempos, o Balanceamento de Linha e a nova proposta de *Layout* devem ser aplicados pela Empresa, para com isso obter produtos com qualidade, evitar perdas e gastos com atrasos de produção, contratação de funcionários, adquirindo assim, maior participação no mercado.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Luiz Cesar G. de. **Organização, Sistemas e Métodos e as Tecnologias de Gestão Organizacional: Arquitetura Organizacional, Benchmarking, Empowerment, Gestão pela Qualidade Total, Reengenharia.** vol. 1, 5. ed., São Paulo: Atlas, 2011.

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de Movimento e de Tempos: Projeto e Medida do Trabalho.** 6 Ed., São Paulo: Blucher, 1997.

BALLESTERO-ALVARES, María Esmeralda. **Gestão de Qualidade, Produção e Operações.** 2. ed., São Paulo: Editora Atlas S.A., 2012.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração da Produção e Operações – Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica.** 2ª ed., São Paulo: Editora Atlas S.A., 2013.

CURY, Antonio. **Organização e Métodos: uma visão holística.** 8. ed., rev. e ampl., 4. reimpr., São Paulo: Editora Atlas S.A., 2009.

DUTRA, L. **Integrando Arranjo Físico e Fluxo de Materiais: Estudo de Caso em uma Indústria Aparista de Papel.** Juiz de Fora: UFJP, 2008.

ELIAS, S.J. B.; RABELO, I.S. **Melhoria da Qualidade e Produtividade em uma Empresa de Confecções de Roupas por Meio da Abordagem Sócio-técnica.**

Acessado em:

<http://www.simapot.com.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=37&Itemid=76>. Acesso 05 de Nov. de 2014.

FELIPPE, A.D.; CUSTODIO, M.R.; DOLZAN, N, et. al. Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil. Em anais: IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2012

GOMES, J.E.N.; OLIVEIRA, J.L.P.; ELIAS, S.J.B. *et. al.* Balanceamento de linha de montagem na indústria automotiva - um estudo de caso. Em anais: **XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Rio de Janeiro-RJ, 2008.

GUSMAO, A.P.H.; CANDIDO, A.K.B.; JUNIOR, H.L.S. Análise da capacidade produtiva de uma indústria de transfers utilizando o estudo dos tempos. Em anais: **XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Rio de Janeiro-RJ, 2012.

KRAJEWKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj. **Administração de Produção e Operações**. 8 ed., São Paulo:Pearson Prentice Hall, 2009.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. Metodologia científica. 5. ed., 3. reimp., São Paulo: Editora Atlas S.A., 2009.

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

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed., rev. e ampl., São Paulo: Cengage Learning, 2014.

NASCIMENTO, E. V. **Análise e Diagnóstico de Processo: estudo de caso de racionalização em indústria metal mecânica**. Aracaju: FANESE, 2013.

NOGUEIRA, N.F.; OLIVEIRA, A.P.V.D. Análise do sistema produtivo de uma empresa metalúrgica de pequeno porte. **SynThesis Revista Digital FAPAM**. Pará de Minas, v.1, n.1, p. 231-260, 2009.

SMIDERLE, C.D.; VITO, S.L.; FRIES, C.E. **A busca da eficiência e a importância do balanceamento de linhas de produção**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T5207.PDF>. Acesso 05 de Nov. de 2014.

SLACK, Nigel. **Administração da Produção**. Tradução de Henrique Luiz Corrêa. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2009.

STEVENSON, William J. **Administração das Operações de Produção**. Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos e Científicos S.A., 2001.

SILVA, M.M.; GUSMAO, A.P.H.; MELO, R.M. Aplicação da técnica de balanceamento de linhas em uma indústria de produtos de pvc. Em anais: **XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Belo Horizonte–MG, 2011.

TOLEDO, Itys-Fides Bueno de. **Lay-Out Arranjo Físico**. São Paulo: Gráfica Brasil, 2007.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2009.

BATISTA, Eduardo Ubirajara Rodrigues. **Guia de orientação de TCC's**. Aracaju: FANESE, 2013.1 (caderno)

ZIM, C.B. **Estágio Supervisionado em Engenharia de Produção: Marisol Indústria do Vestuário Ltda**. Blumenau: FURB, 2008.