



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS
DE SERGIPE - FANESE
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

MARLITON JOSÉ PASSOS COSTAS

**IMPLANTAÇÃO DE CÉLULAS PRODUTIVAS: estudo de
caso em empresa do ramo de confecções**

MARLITON JOSÉ PASSOS COSTA

**IMPLANTAÇÃO DE CÉLULAS PRODUTIVAS: estudo de
caso em empresa do ramo de confecções**

**Monografia apresentada ao curso de
Engenharia de Produção da FANESE,
para obtenção do grau de bacharel em
Engenharia de Produção.**

**Orientador: Prof. Eliabe Vitória
Nascimento**

**Coordenador do Curso: Prof. Alcides
Anastácio de Araújo Filho**

**Aracaju - SE
2015.1**

MARLITON JOSÉ PASSOS COSTAS

IMPLANTAÇÃO DE CÉLULAS PRODUTIVAS: estudo de caso em empresa do ramo de confecções

Monografia apresentada à banca examinadora da FANESE, como requisito parcial para cumprimento do estágio curricular e elemento obrigatório para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2015.2.

Prof. (Orientador). Eliabe Vitória Nascimento

1º Examinador

2º Examinador

Aprovado (a) com a média: _____

Aracaju (SE), _____ de _____ de 2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar por ter me concedido o dom da vida e a capacidade intelectual de absorver conhecimentos de forma prazerosa, pela porta que me abriu quando da oportunidade de fazer este curso e por ter me iluminado durante esta caminhada.

Aos meus pais, irmãs, tios, tias e madrinha por terem me dado todo suporte necessário e por terem proporcionado que eu crescesse em um ambiente onde eu pude estudar e progredir. Pelos ensinamentos e valores transmitidos que levarei para o resto da minha vida como norteadores das minhas decisões.

A Danieli Lima pelos momentos de paz, tranquilidade e descanso proporcionados, pelos conselhos, incentivos, orientações e apoio nesta caminhada, muito obrigado.

Aos meus amigos de turma Alysson Gabriel, Allan Eannes, Fabrício Hora, Igor Rollenberg, Matheus Andrade e Wilton Santos pelos momentos divertidos compartilhados em sala de aula, pelas madrugadas de estudo e experiências transmitidas ao longo destes cinco anos.

Aos mestres do conhecimento, em especial Marcos Aguiar, Bento Francisco, Elisabete Freitas e Kleber Andrade que nos transmitiram seus ensinamentos acadêmicos e de vida, nos preparando para a carreira profissional.

A meu chefe, André Gabillaud, que nos deu um necessário choque de realidade durante o oitavo período do curso, por ter aberto as portas do mercado de trabalho para nós e por ter nos mostrado que os desafios de uma vida profissional bem sucedida exigem bem mais além que os conhecimentos aprendidos em sala de aula.

A meu orientador Eliabe Vitória Nascimento pela paciência, vontade e orientação, no sentido literal da palavra, no decorrer do desenvolvimento deste trabalho. E ao coordenador do curso, professor Alcides, pelos conselhos, informações, oportunidades e orientações dadas.

A todos, muito obrigado!

RESUMO

Em tempos de onde a concorrência é cada vez mais acirrada e os consumidores estão cada vez mais exigentes em termos de preço, qualidade, tempo de entrega e flexibilidade, melhorar o desempenho dos processos produtivos é questão de sobrevivência para as organizações. O estudo de tempos e métodos se apresenta como uma ferramenta muito útil na identificação de desperdícios dentro do processo produtivo. As técnicas de organização do layout por sua vez também atuam com a finalidade de diminuir os desperdícios de movimentações inadequadas e proporcionam um melhor aproveitamento do espaço disponível. Sendo assim, este trabalho utilizou a cronoanálise, o balanceamento de linha e o conceito de células produtivas com o intuito de organizar a rotina produtiva da organização estudada. Para o desenvolvimento de tal estudo fez-se uso de pesquisa de campo e abordagens metodológicas quali - quantitativas na intenção de realizar uma pesquisa de forma estruturada e clara. Os resultados encontrados foram distribuição inadequada de atividades entre os colaboradores, ausência de um parâmetro de avaliação de desempenho dos funcionários, programações de produção feita de forma empírica e ambiente produtivo desorganizado. Em resposta a tais conclusões foi sugerido a adoção de práticas para melhorar a organização do ambiente produtivo e possibilitar a redução dos tempos de fabricação de alguns produtos.

Palavras – chaves: Cronoanálise. Balanceamento de linha. Células de produção

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos sistemas produtivos.....	18
Quadro 2 - Passos para construir fluxograma.....	25
Quadro 3 – Finalidades do estudo de tempos	28
Quadro 4 - Passos para execução do estudo de tempos	29
Quadro 5 - Valores para Tolerâncias	35
Quadro 6 - Princípios básicos dos arranjos físicos 1	37
Quadro 6 - Princípios básicos dos arranjos físicos 2	37
Quadro 7 – Efeitos da falta de balanceamento da linha de produção	44
Quadro 8 - Procedimentos para balanceamento de linha	47
Quadro 9 - Variáveis e indicadores da pesquisa	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Alocação das operações 1.....	63
Tabela 2 - Alocação das operações 2.....	64
Tabela 3 - Alocação das operações 3.....	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Balanceamento da célula 1.....	63
Gráfico 1 - Balanceamento da célula 2.....	64
Gráfico 1 - Balanceamento da célula 3.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de transformação geral	16
Figura 3 - Simbologia utilizada para elaboração de fluxogramas.....	26
Figura 4 – Transformação de layout funcional em layout celular	41
Figura 5 – Exemplo de linha de montagem.....	45
Figura 6 – Alocação de tarefas.....	45
Figura 7 - Fluxograma da camisa regata.....	57
Figura 8 - Tratamento dos tempos.....	61
Figura 9 - Célula da camisa polo com botão.....	66
Figura 10 - Célula da camisa regata	67
Figura 11 - Layout da camisa raglan	67

SUMÁRIO

RESUMO

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE FIGURAS

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Situação Problema.....	13
1.2 Objetivo geral	13
1.2.1 Objetivos específicos.....	13
1.3 Justificativa.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Sistemas Produtivos	15
2.2.1 Classificações dos sistemas produtivos	18
2.2 Ferramentas da Qualidade	24
2.2.1 Fluxograma do processo.....	24
2.3 Estudo de Tempos e Movimentos	26
2.3.1 Estudo de tempos	27
2.3.2 Tipos de tempos	28
2.3.3 Execução do estudo de tempos.....	28
2.3.4 Registro de informações sobre a operação	29
2.3.5 Divisão da operação em elementos.....	30
2.3.6 Observação e registro do tempo gasto pelo operador	30
2.3.7 Número de ciclos de medida.....	31
2.3.8 Avaliar ritmo do operador.....	32
2.3.9 Determinação das tolerâncias e tempo padrão	34
2.4 Arranjo Físico	35
2.4.1 Tipos básicos de arranjo físico	37
3 METODOLOGIA	49
3.1 Abordagem Metodológica	49
3.2 Caracterização da Pesquisa	49
3.2.1 Quanto aos objetivos ou fins	50
3.2.2 Quanto ao objeto ou meios	51
3.2.3 Quanto ao tratamento dos dados	52
3.3 Instrumentos de Pesquisa.....	53
3.4 Unidade, Universo e Amostra da Pesquisa.....	53
3.5 Definição das Variáveis e Indicadores da Pesquisa	54
3.6 Plano de Registro e Análise dos Dados	54

4 ANÁLISE DE RESULTADOS	55
4.1 Sistema Produtivo	55
4.2 Mapeamento dos produtos.....	56
4.3 Cronometragem das atividades	59
4.4 Balanceamento das células.....	61
4.5 Montagem dos layouts.....	65
5 CONCLUSÃO	69
 REFERÊNCIAS.....	 71
 APÊNDICE (S).....	 75
APÊNDICE A – TEMPOS CRONOMETRADOS DO UNIFORME ESCOLAR	
CAMISA REGATA	76
APÊNDICE B – TEMPOS CRONOMETRADOS DO UNIFORME ESCOLAR	
CAMISA RAGLAN.....	77

1 INTRODUÇÃO

As organizações estão vivendo um momento de intensas mudanças na forma como se relacionam com o seu mercado consumidor. A globalização transferiu para os clientes o poder de decisão sobre o que as empresas devem fazer, como fazer e quando fazer. Além disso, os constantes avanços tecnológicos forçam as corporações a se atualizarem rotineiramente para se manterem competitivas.

Precisando reconstruir o país ao final da guerra em 1945, com limitados recursos financeiros e materiais, os japoneses da Toyota Motor Company, desenvolveram um novo conceito de produção, o JUST IN TIME (JIT) - que significa no momento certo.

O objetivo dos japoneses era alcançar a indústria automobilística dos EUA, porém, esta, possuía um nível de produção oito vezes maior que o seu. Sendo assim, diante da falta de recursos, não havia outra opção a não ser eliminar, completamente, todos os tipos de desperdícios e aumentar a produtividade (pilares do novo conceito de produção) para poder concorrer com as máquinas altamente produtivas dos EUA e Europa. Devido ao sucesso do JIT, várias corporações ocidentais passaram a adotar esse sistema de produção, ainda que de forma tardia como vem acontecendo atualmente, algumas por meras questões culturais e outras por falta de maturidade gerencial.

No Brasil, a atual crise econômica e política está resultando em sucessivos aumentos da inflação que, por sua vez, corroem o poder de compra do consumidor. Desta forma, é essencial manter os consumidores fiéis ao negócio, uma vez que, assegurar um cliente é menos dispendioso que conquistar um novo.

Ter que concorrer com países onde a carga tributária é menor, as legislações trabalhistas são menos rigorosas, os juros são mais baixos e possuem maiores subsídios à produção - a China, por exemplo, obriga o empresário brasileiro a repensar a forma de conduzir suas operações produtivas e o modo de tratar seus clientes. No nordeste brasileiro, o nível de desenvolvimento da maioria das organizações é ainda menor se comparado as regiões sul e sudeste. O resultado desse baixo desenvolvimento são operações produtivas que desperdiçam muita matéria prima, possuem alto índice de retrabalho e, conseqüente, baixa produtividade.

Uma das explicações para isto é a visão arcaica e vertical de alguns empresários nordestinos. Alguns deles não têm a real noção do potencial que suas empresas têm para gerarem lucros. Diante disso, melhorar a produtividade do negócio e eliminar desperdícios, por meio da otimização de seus processos se faz necessário.

A implantação do arranjo físico celular é uma forma de operacionalizar a otimização dos processos. O estabelecimento desse tipo de layout resulta em redução dos tempos de setup, de estoques em processo, minimiza a movimentação e, supondo que haja mais de uma célula para a mesma família de produtos na fábrica, não para todo o processo produtivo caso uma das máquinas de uma das células quebre.

1.1 Situação Problema

Com a crescente demanda por seus artigos em virtude de sua qualidade, a Lojas Akemi começou a ter dificuldades em gerenciar a entrega de seus produtos, sobrecarregando a produção e tendo que gerenciar a insatisfação do cliente por não entregar a mercadoria no prazo acordado.

Diante do exposto acima surge a seguinte indagação, **como melhorar o gerenciamento do processo produtivo, para que seja possível aos gestores trabalhar com previsões confiáveis sobre os prazos de entrega dos produtos?**

1.2 Objetivo geral

Propor arranjo físico celular como alternativa de otimização do processo produtivo em indústria de confecções.

1.2.1 Objetivos específicos

- Montar fluxograma dos processos de cada produto da empresa;
- Realizar cronoanálise das atividades dos principais produtos da empresa;
- Aplicar técnica de balanceamento de linha para equilíbrio do trabalho entre os colaboradores;
- Elaborar layout celular a partir do balanceamento de linha para otimização do processo produtivo;

1.3 Justificativa

O presente trabalho está sendo realizado com o intuito de aplicar os conhecimentos teóricos, aprendidos em sala de aula, na resolução de problemas em uma organização real. Aliado a isso, o surgimento da oportunidade de estagiar na Lojas Akemi, com o objetivo de melhorar o processo produtivo da empresa, fundamenta tal estudo.

Analisando de forma macro o processo produtivo da organização, a fim de conhecer e entender como a empresa funciona, verificou-se que os atrasos nas entregas dos pedidos estão gerando desgastes entre a organização e seus clientes além de propiciar altas taxas de retrabalho (por conta da pressa em produzir as peças a tempo) que culminam em vários desperdícios (de materiais, tempo, mão de obra). Sendo assim, o problema apresentado é, hoje, o que gera mais prejuízos para organização.

Com isso, identificou-se uma oportunidade de melhoria que será desenvolvida, por meio de uma pesquisa realizada com o intuito de solucionar o problema verificado e tendo como base um assunto que o autor possui afinidade.

1.4 Caracterização da empresa

A Lojas Akemi, localizada na avenida I, 845, no conjunto João Alves Filho, na cidade de Nossa Senhora do Socorro, no estado de Sergipe, é uma empresa do ramo de confecções, de pequeno porte, que fabrica uniformes escolares, operacional e social, sendo estes dois últimos uniformes personalizados e o primeiro uniformes padronizados. Além disso, comercializa artigos de papelaria.

Sua abrangência de mercado é local, restringindo-se, atualmente, a cidade sede e a Aracaju, porém, já existe a perspectiva de expandir os negócios para outras regiões do estado. Seus principais concorrentes são mini confecções da própria região. Seus principais clientes são os pais dos alunos, no caso dos uniformes escolares, clínicas, restaurantes dentre outros, quando se trate de uniforme social e construtoras para o uniforme operacional. A organização conta, hoje, com dezessete colaboradores, sendo que deste total, dez estão na produção.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para o correto desenvolvimento deste trabalho, a definição de alguns conceitos se faz necessária levando-se em conta que cada organização possui características (volume e variedade de produtos, por exemplo) de produção diferentes que se adequam melhor a um tipo específico de sistema produtivo.

Neste capítulo, serão abordados os principais conceitos referentes a sistemas produtivos, expondo as características básicas de cada um deles. Em seguida, fala-se das ferramentas da qualidade, dando ênfase ao fluxograma, tratando sobre sua simbologia de representação e apresentando um roteiro de construção para a mesma.

Posteriormente, aborda-se o estudo de tempos explicando os tipos de tempos existentes na literatura, exemplificando como executar tal estudo e mostrando como chegar ao tempo padrão (objetivo do estudo). Em sequência, trata-se dos arranjos físicos, definindo os principais tipos segundo a bibliografia e citando suas principais vantagens e desvantagens. A última subseção deste capítulo expõe a definição, os tipos básicos, as principais características e o que influencia na escolha de um sistema de controle gerencial em uma organização.

O estudo dos sistemas produtivos possibilita definir qual, dentre os tipos apresentado pelos autores, se adapta melhor à empresa em estudo, viabilizando o uso de ferramentas e técnicas pertinentes.

2.1 Sistemas Produtivos

Toda empresa produz bens/serviços com o intuito de comercializa-los e para produzir produtos (leia-se, produtos ou serviços), a organização necessita de pessoas, máquinas, matéria prima e energia. É necessário também, licenças fornecidas pelos órgãos competentes, cumprir obrigações na forma de pagamento de impostos, dentre outros. Ou seja, uma organização não existe sozinha, ela interage com diversos fatores, sejam eles internos ou externos, interligados entre si em um sistema. É o que diz Moreira (2014, p. 8).

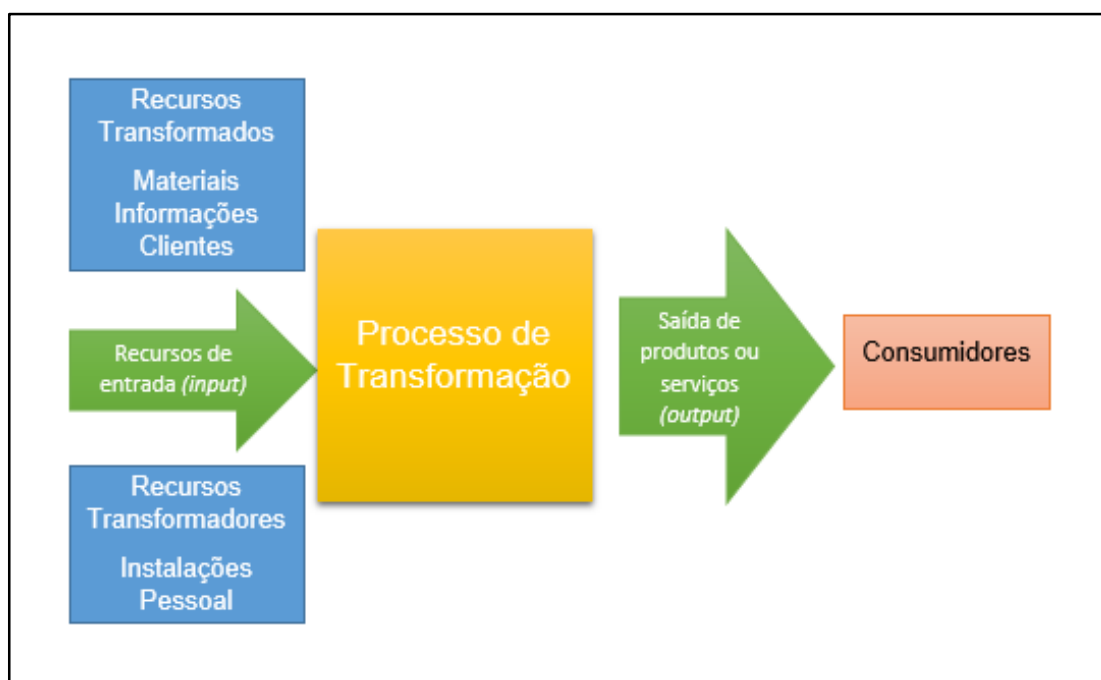
Martins; Laugeni (2008, p. 11) definem sistema como sendo um “[...] conjunto de elementos inter-relacionados com um objetivo comum.”. Já para Oliveira

(2011, p. 6), “Sistema é um conjunto de partes integrantes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam função específica.”

Adequando este conceito à realidade das operações produtivas, define-se sistema produtivo como sendo “[...] aqueles que tem por objetivo a fabricação de bens manufaturados, a prestação de serviços ou o fornecimento de informações;”. Ou seja, é um conjunto de partes, interdependentes, que interagem entre si, gerando um ciclo, com o objetivo de produzir bens e ou serviços através de um processo definido. As partes interdependentes são, os materiais, informações, consumidores, funcionários, instalações e conhecimento na visão de Martins; Laugeni (2008, p. 12).

Slack; Chambers; Johnston, (2009, p. 8) definem que todo processo produtivo (ou sistema produtivo) é dividido em três grupos (Figura 1), são eles: os inputs (entradas), processo de transformação e outputs (saídas). Moreira (2014, p. 8) vai além e acrescenta aos elementos já citados o subsistema de controle como quarto integrante do grupo.

Figura 1 - Modelo de transformação geral



Fonte: Adaptado de Slack; Chambers; Johnston (2007 p. 9)

Os inputs (entradas do processo ou sistema) são divididos em dois grupos: os recursos transformados e os recursos de transformação. Os recursos transformados são compostos, geralmente, por materiais (matérias primas e componentes), informações e consumidores. Por sua vez, os recursos transformadores, que tem como função converter os recursos transformados em

outputs (saídas), também podem ser divididos em três grupos, são eles: instalações ou prédios, conhecimento (*know-how*) e colaboradores (para operarem o sistema) segundo a visão de Peinado; Graeml (2007, p. 52-53).

Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 8), salientam que o processo é onde ocorre a transformação dos inputs em produtos, caso se trate de uma indústria de bens manufaturados, do contrário, quando se trata de serviços, o processo nada mais é que a criação do próprio serviço. Nesse caso, geralmente, há ênfase sobre a tecnologia do conhecimento (*know-how*) em detrimento a equipamentos, segundo Moreira (2014, p. 8). Os outputs, ou saídas, são bens/serviços gerados pelo sistema produtivo.

Para que todo sistema opere dentro do esperado, cumprindo padrões de qualidade, consumindo os recursos da melhor forma possível e executando as programações designadas, ou seja, fazer o sistema ser viável econômica e financeiramente, é preciso que alguém verifique todos esses elementos periodicamente. Esta é a função do sistema de controle na concepção de Moreira (2014, p. 8).

Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 8) dizem ainda que, é comum que um dos elementos do grupo de recursos transformados seja dominante em uma operação. Por exemplo, uma instituição de ensino concentra maior parte de seu esforço em transmitir conhecimento aos seus clientes (informações), sendo que ao mesmo tempo, o estabelecimento de ensino também processa documentos (materiais), a fim de garantir a ordem e o bom gerenciamento de suas operações. Igualmente, um restaurante processa alimentos (materiais) para produzir seus pratos e também possui o serviço de atendimento ao cliente, feito pelo recepcionista.

Com isso, os autores querem mostrar que é muito difícil existir sistemas produtivos (ou operações produtivas) que tenham como outputs apenas produtos ou serviços. É claro que cada operação produtiva terá como resultado principal um dos dois, porém, ambos existirão, sendo um o produto/serviço principal e o outro uma espécie de complemento.

A fim de identificar a qual sistema produtivo se adequa a empresa pesquisada faz-se necessário aprofundar o conhecimento no assunto. Em face disso, a seguir, os tipos de sistemas produtivos serão detalhados segundo classificação definida por Lustosa et al. (2008, p.18), evidenciando as principais

características de cada um deles. Isto possibilitará definir as técnicas e ferramentas adequadas para este estudo.

2.2.1 Classificações dos sistemas produtivos

Para Lustosa et al. (2008, p. 18) “Os sistemas de produção são classificados de diversas maneiras com o intuito de facilitar a compreensão de suas características e a relação entre as atividades produtivas.”

Já para Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 16), as principais diferenças entre as operações produtivas estão no volume dos outputs, na variedade de suas saídas, na variação da demanda de seus produtos e no grau de visibilidade que os consumidores possuem da produção de seus bens/serviços.

O Quadro 1 mostra a divisão da classificação dos sistemas produtivos feita por Lustosa et al. (2008, p.18), o mesmo divide a categorização em três tipos e para cada um deles agrupa os esquemas de produção segundo suas características.

Quadro 1 – Classificação dos sistemas produtivos

TIPO DE CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Grau de padronização dos produtos	Produtos padronizados Produtos sob medida ou personalizados
Tipo de operação	Processos contínuos (larga escala) Processos discretos Repetitivos em massa (larga escala) Repetitivos em lote (<i>flowshop</i> , linha de produção) Por projeto (unitária, <i>layout</i> posicional ou fixo)
Natureza dos produtos	Bens Serviços

Fonte: Adaptado de Lustosa et al. (2008, p. 18)

A primeira classificação definida pelo autor é pelo grau de padronização dos produtos, ele sugere que as operações produtivas sejam agrupadas em sistemas produtores de bens padronizados ou sistemas produtores de artigos personalizados. A subseção seguinte tratará desta categorização, definindo quais tipos de sistemas pertencem a mesma e suas principais diferenças.

2.2.1.1 pelo grau de padronização dos produtos

Tubino (2000, p. 27) explica que esta classificação divide os sistemas produtivos em dois grupos: sistemas que produzem produtos padronizados e sistemas que produzem produtos sob medida. Essa classificação mostra os extremos deste espectro de variação (produtos padronizados-produtos sob medida),

normalmente ocorre uma mistura de ambos com ênfase em um. O grau de padronização dos produtos influi diretamente no controle e na confiabilidade do processo, onde quanto mais padronizado é o produto, maior é a confiabilidade do processo, menor é a flexibilidade e vice e versa.

Produtos padronizados são aqueles que possuem alto grau de uniformidade e são produzidos em larga escala. Por conta disso, o sistema produtivo torna-se mais fácil de ser controlado, uma vez que se faz, sempre, o mesmo produto, favorecendo a automação de seus processos e, além disso, esse tipo de sistema requer que seus colaboradores sejam especialistas. Produção de roupas, alimentos, combustíveis e energia são exemplos abordados na literatura de Lustosa et al. (2008, p. 18).

Produtos sob medida são aqueles feitos, especificamente, para um determinado cliente, o sistema que gera tais bens/serviços é de difícil programação, uma vez que os inputs variam muito, desfavorecendo a automação. A padronização de processo e métodos torna-se complicada e, em virtude disso, seus produtos custam mais caro, como ocorre na construção civil, alta costura e construção de navios segundo Lustosa et al. (2008, p. 18).

A segunda classificação descrita nas referências pesquisadas apresenta os tipos de operações produtivas. Este grupo possui o maior número de classificações e é dividido em processos contínuos e discretos, aglomerando sistemas segundo o grau de padronização dos produtos, tipos de produtos, operações produtivas e ambiente de produção. A subseção seguinte falará dos tipos de produção encontrados na literatura, definindo quais são elas, suas principais características e diferenças.

2.2.1.2 pelo tipo de operação

Os tipos de operações produtivas citados por Lustosa et al. (2008, p. 22) são divididos em dois grupos: processos contínuos e processos discretos. A seguir, mostra-se as características inerentes aos grupos citados.

a) Processos contínuos

Os processos contínuos são destinados a produtos ou serviços altamente padronizados, são processos onde não é possível identificar onde começa e termina

uma unidade de produto. Devido à alta uniformidade dos produtos, os processos favorecem a automação explica Tubino (2000, p. 27).

O mesmo Tubino (2000, p. 27) ratifica que este é um processo intensivo em maquinário, sendo a mão de obra necessária apenas para operar o sistema e realizar manutenções nas ferramentas e instalações, tornando o custo com os trabalhadores indiferente, se comparado a todo processo produtivo. São exemplos de processos contínuos; a produção de energia elétrica, água encanada, petróleo e derivados etc.

b) Processos discretos

Os processos discretos são operações produtivas que permitem a identificação individual das unidades de produtos, ao contrário do processo contínuo, nele é possível visualizar o começo e o final de um lote de peças, por exemplo. Tais processos podem ser repetitivos em massa, repetitivos em lote e processos por projeto comenta Lustosa et al. (2008, p. 22).

c) Repetitivos em massa

Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 95), dizem que “Processos de produção em massa são os que produzem bens em alto volume e variedade relativamente estreita, isto é, em termos dos aspectos fundamentais do projeto do produto.”

Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 95) dão como exemplo a fabricação de carros, nela, são produzidas em grandes quantidades, os diferentes componentes (tipos de motor, opções de pintura e conjuntos de assessorios) do carro. As várias combinações destes componentes formam a “[...] variedade relativamente estreita [...]” do processo, porém, esta variedade não afeta o desempenho da montagem do bem, em virtude de a linha ser adaptável a todos os componentes que são produzidos, tornando as operações repetitivas e, com isso, baixando seus custos. São exemplos, a produção de automóveis, produtos cerâmicos, produção de eletrodomésticos e etc.

d) Repetitivo em lotes

Tubino (2000, p. 28) afirma que o processo repetitivo em lotes tem como principal característica a fabricação de conjuntos de médio porte de produtos

padronizados. Possui relativa flexibilidade, tendo seu maquinário e mão de obra não especializados, visando atender as variações na demanda e os diferentes tipos de produtos oferecidos. Este tipo de processo situa-se entre a produção em massa e a produção por projetos, sendo que os lotes não são suficientemente grandes para tornar o processo repetitivo em massa e nem tão pequenos, aproximando o processo da produção por projetos.

O custo de seus produtos é relativamente baixo, dado a capacidade de se adaptar rapidamente a produção a cada um dos produtos oferecidos. São exemplos ilustrados por Tubino (2000, p. 28), a produção em pequena escala de roupas, sapatos e etc.

e) Por projeto

Na visão de Moreira (2014, p. 11), “O sistema de produção para grandes projetos diferencia-se bastante dos tipos anteriores. Na verdade, cada projeto é um produto único, não havendo, rigorosamente falando, um fluxo do produto.”. Ou seja, é a customização dos produtos atendendo a necessidade específica do cliente.

Sendo assim, por não haver um fluxo determinado, o tempo de produção torna-se maior, dado que, praticamente, não há repetitividade. Isso implica também no aumento dos custos do produto, uma vez que não há padronização de tarefas e processos. Moreira (2014, p. 11) cita como exemplos de grandes projetos, a construção de grandes estruturas, embarcações, aeronaves e etc.

f) Serviços profissionais

Slack; Chambers; Johnston (2007, p. 98) explicam que serviços profissionais são aqueles onde o contato com o cliente é alto, as operações são altamente personalizadas e adaptáveis às necessidades do consumidor. São baseados em pessoas, ou seja, no processo (a forma como o serviço é prestado). Consultorias de gestão, cirurgias, projetos arquitetônicos e etc, são exemplos desses serviços.

g) Lojas de serviço

As lojas de serviços caracterizam-se por contato com clientes, personalização dos serviços, volume de clientes e liberdade de decisão dos colaboradores, medianos, elas estão localizadas entre os serviços profissionais e os

serviços em massa. As agências bancárias são um bom exemplo ilustrado por Slack; Chambers; Johnston (2007, p. 98); nelas, há serviços de alto contato com os clientes (escritórios de linha de frente) como as transações realizadas nos caixas e o atendimento feito pelo gerente. Há também serviços de baixo ou nenhum contato com clientes (escritórios de retaguarda) como o processamento de cheques.

h) Serviços em massa

Slack; Chambers; Johnston (2007, p. 99-100) explicam que os serviços em massa são aqueles onde o contato com cliente é limitado, a customização é mínima ou nenhuma e a maioria das atividades desse tipo de serviço é processada nos escritórios de retaguarda. Estas operações são bem definidas e específicas. Um bom exemplo desse tipo de serviço é o transporte de pessoas entre cidades, os colaboradores das empresas transportadoras podem até sugerir rotas ou fornecer informações sobre horários, porém, não podem desviar uma rota para atender as necessidades de um consumidor especificamente, o mesmo tem que escolher entre uma das rotas pré-estabelecidas pela companhia.

Os próximos parágrafos abordam formas de produzir que se diferenciam pelo tempo de resposta necessário para atender um pedido baseando-se na formação, ou não, de estoques. Elas estão agrupadas numa classificação denominada segundo autor de *pelo ambiente de produção*, nela, são definidos quatro tipos de ambientes de produção. A seguir, mostram-se quais são essas formas de produção e suas características (tempo de entrega, custo, formação de estoques).

A terceira e última classificação apresentada por Lustosa et al. (2008) é relativamente simples, dividida em dois grupos, onde a diferenciação dos sistemas produtivos é feita através da natureza de seus principais *outputs*. Em seguida, as peculiaridades de cada grupo da classificação serão expostas e será feita a diferenciação entre produtos e serviços, a fim de dar sentido a categorização apresentada.

2.2.1.4 pela natureza do produto

Tubino (2000, p. 29) sugere que as operações produtivas sejam aglomeradas em conjuntos que tenham como saídas principais bens manufaturados ou prestação de serviços. Neste ponto, faz-se necessária a distinção entre produtos

(bens manufaturados) e serviços. Segundo Tubino (2007, p. 4), produto é tudo aquilo que é tangível, que se pode tocar, como um lápis, uma bola, etc, porém, quando o bem gerado é algo intangível, que não pode ser tocado, apenas sentido, como o conhecimento e uma consultoria, trata-se então, de um serviço.

Outra grande diferença entre produtos e serviços abordada por Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 11) é a estocabilidade, já que produtos podem ser fabricados previamente e estocados; ao passo que serviços necessitam do cliente para serem realizados, uma vez que o consumidor faz parte do processo de transformação, sendo, na maioria das vezes, uma das matérias primas do processo, tornando o estoque impraticável.

Além disso, para Tubino (2000, p. 30), em serviços, o contato com o cliente é maior, sendo assim, a necessidade de ter colaboradores qualificados para lidar diretamente com o cliente é evidente. É preciso levar em conta também o tempo que o consumidor está disposto a esperar no processo.

A uniformidade dos outputs é maior na manufatura de bens, uma vez que os inputs podem ser padronizados, diferentemente dos inputs da produção de serviços. Desta forma, tal produção não é passível de automação, o que dificulta seu controle e por conta destes fatores, avaliar um sistema gerador de serviços é mais complexo e subjetivo, ao contrário da manufatura de bens, onde a comparação com parâmetros pré-estabelecidos dirá a qualidade do produto explica Tubino (2000, p. 30).

Neste ponto do trabalho, já conhecendo as características dos sistemas produtivos baseado nas classificações apresentadas, é possível enquadrar a organização em estudo em algum dos sistemas produtivos apresentados (primeiro passo para o correto desenvolvimento do estudo).

Dando continuidade a construção do conhecimento necessário para evolução do trabalho, surge, agora, a necessidade de fazer o uso de instrumento que auxilie na descrição dos processos da operação produtiva em estudo. É preciso saber como os elementos (*inputs*, *outputs*, processo de transformação e subsistema de controle) da organização estudada interagem entre si.

Uma das formas de entender como o processo funciona é utilizar uma das ferramentas da qualidade na construção e análise dos fluxos de processo, o resultado desta análise será o fluxograma ou diagrama de processo. Sendo assim, o

próximo tópico deste trabalho abordará as ferramentas da qualidade dando ênfase ao fluxograma de processo.

2.2 Ferramentas da Qualidade

Chiroli; Vieira (2013, p.3) afirmam que as ferramentas da qualidade são ferramentas (gráficos, fluxos de atividades, matrizes, diagramas e etc.) utilizadas para desenvolver, implementar, monitorar e melhorar os processos nas organizações, visando o mais adequado funcionamento dos sistemas de gestão da qualidade. Se usadas de forma correta, identificam problemas e suas causas raiz, evidenciando soluções fundamentadas e, além disso, avaliam o resultado das ações tomadas.

Ou seja, “[...] as ferramentas da qualidade proporcionam o apoio necessário para coleta, classificação, análise e apresentação de dados, para a prevenção e a solução de problemas futuros.” na concepção de Tavares; Ramos; Peçanha (2013, p. 44).

As ferramentas da Gestão da Qualidade exercem (e têm exercido, ao longo do tempo) um papel essencial no êxito da aplicação prática dos princípios e definições que caracterizam esta área: elas asseguram a plena viabilização da estrutura conceitual e das diretrizes básicas da Gestão da Qualidade, por isso, se é verdade que a consistência teórica e a ampla aceitação de seus conceitos têm sido essenciais no êxito da Gestão da Qualidade, também é verdade que as ferramentas a ela associadas constituíram as formas práticas que viabilizaram o emprego desses pressupostos. Assim, estas ferramentas são, também, responsáveis pelo sucesso da área. [...] (CARVALHO; PALADINI, 2012, p. 351)

Corrêa; Corrêa (2012, p. 195-196) dizem que “Noventa e cinco por cento dos problemas relacionados a qualidade podem ser resolvidos com o uso de sete ferramentas quantitativas básicas (Kaoru Ishikawa).”. São elas, folha de verificação, gráfico ou carta de controle, diagrama de Ishikawa, histograma, fluxograma, análise de Pareto e diagrama de dispersão.

2.2.1 Fluxograma do processo

SEBRAE (2005 p. 7) define fluxograma como sendo a “Representação gráfica da seqüência de atividades de um processo.” e complementa dizendo que “Além da seqüência das atividades, o fluxograma mostra o que é realizado em cada etapa, os materiais ou serviços que entram e saem do processo, as decisões que devem ser tomadas e as pessoas envolvidas (cadeia cliente/fornecedor).”

Corrêa; Corrêa (2012, p. 197) falam que os fluxogramas possuem dois requisitos básicos: clareza e fidelidade. A clareza tem como finalidade facilitar o entendimento e promover a participação das pessoas (fluxos enxutos atraem o observador). Fluxos grandes e complexos devem ser divididos em partes, utilizando algum critério, onde o processo geral é mostrado e os sub-processos detalhados em outros fluxos específicos.

A fidelidade diz respeito à atualização dos diagramas a cada alteração feita no processo real, a fim de garantir que o fluxo represente, de forma exata, o que acontece na operação descrita salientam Corrêa; Corrêa (2012, p. 197). Carvalho; Paladini (2012, p. 369) dizem que “A construção de um fluxograma segue, em geral, o mesmo roteiro: [...]”, definido em cinco passos simples, mostrados no Quadro 2.

Quadro 2 - Passos para construir fluxograma

1. Selecionam-se as atividades de cada fase do processo que se deseja representar.
2. Mapeia-se o fluxo dessas atividades.
3. Traça-se um desenho inicial com as atividades colocadas no fluxo em questão.
4. Neste esboço gráfico, associa-se cada atividade a um padrão previamente definido e representado em um conjunto definido por legendas próprias.
5. O fluxo final, assim, utiliza-se de elementos gráficos padronizados para representar as diversas atividades do processo em estudo.

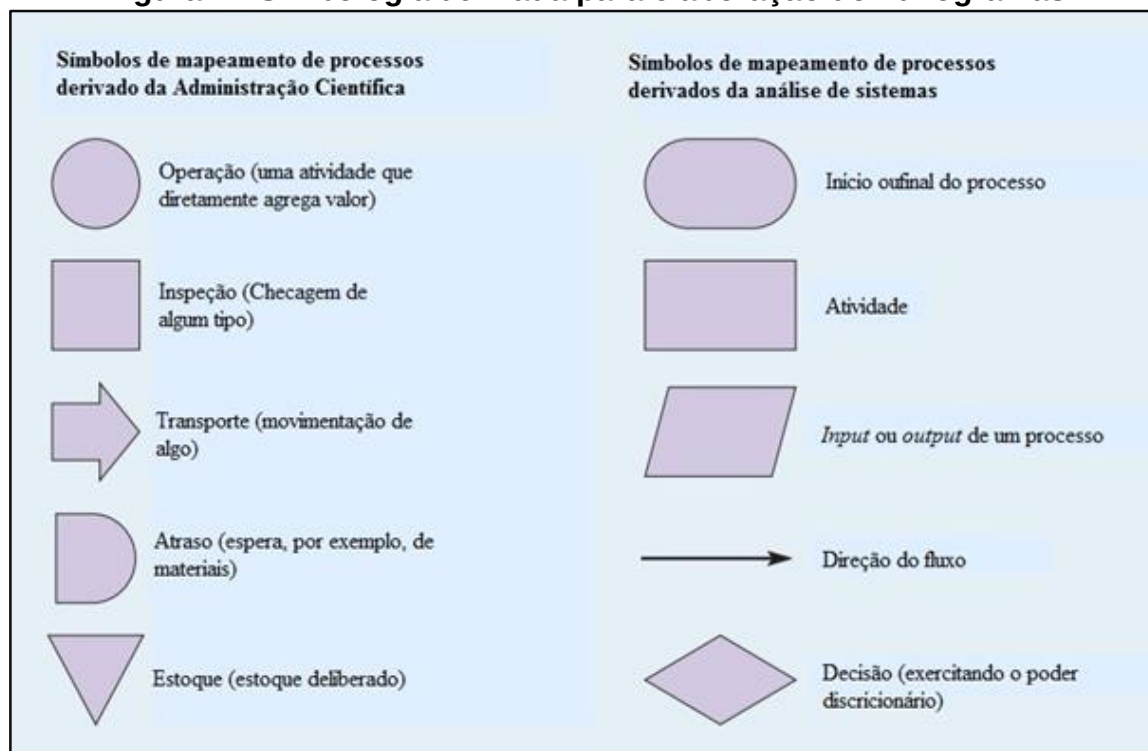
Fonte: Carvalho; Paladini (2012, p. 369)

A Figura 3 mostra a simbologia utilizada nos fluxogramas para representar os vários tipos de atividades do processo, cada símbolo tem um significado, por exemplo, o círculo representa uma operação, o quadrado uma inspeção, o retângulo uma atividade, a seta direciona o fluxo, o losango representa uma decisão, já o paralelogramo representa um *input* (entrada).

Uma vez que o processo está mapeado, o próximo passo é saber quanto tempo cada atividade descrita pelo fluxograma de processo leva para ser executada. A ferramenta que será utilizada para levantar tais tempos será o estudo de tempos e, por conta disso, o próximo tópico abordará tal assunto. Nele, serão apresentadas a definição do estudo de tempos e movimentos, as finalidades do mesmo (quando

foi concebido e atualmente), como surgiu este ramo da engenharia de produção, os tipos de tempos provenientes do estudo, que tratamento deve ser dado a esses tempos e explica também, de forma detalhada, como realizar tal estudo.

Figura 2 - Simbologia utilizada para elaboração de fluxogramas



Fonte: Adaptado de Slack; Chambers; Johnston (2007 p. 102)

2.3 Estudo de Tempos e Movimentos

Barnes (1986, p.1) explica que o termo estudo de tempos e movimentos corresponde a dois campos de estudo, que visam melhorar o desempenho do trabalhador no desenvolvimento de suas atividades cotidianas. O estudo de tempos, introduzido por Taylor, tem como objetivo determinar os tempos padrão das atividades. Já o estudo de movimentos, realizado pelo casal Gilbreth, preocupa-se em encontrar a melhor sequência de movimentos para realizar determinada operação.

O mesmo Barnes (1986, p.1) complementa o texto dizendo que apesar de acontecerem na mesma época, inicialmente, foi dada maior ênfase ao estudo de tempos em detrimento ao estudo de métodos. Somente em 1930, houveram iniciativas a fim de se descobrir qual o melhor método para executar determinada tarefa. A partir de então, os dois campos de estudos passaram a ser usados em conjunto, completando um ao outro.

O estudo de movimentos e de tempos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos: (1) desenvolver o

sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo; (2) padronizar esse sistema e método; (3) determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; e (4) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido. (BARNES, 1986, p.1).

Barnes (1986, p.1) esclarece que, atualmente, a filosofia de pensamento da área difere dos conceitos originais, inicialmente, o processo consistia na melhoria dos métodos de trabalho existentes, sem levar em conta que o problema poderia estar, justamente, na forma como as atividades eram desenvolvidas. Hoje, busca-se a melhor maneira de operacionalizar a atividade em estudo, ou o mais próximo possível disto, independentemente de como a tarefa é executada atualmente.

2.3.1 Estudo de tempos

O estudo de tempos é uma forma de mensurar, usando como ferramenta o cronômetro, quanto tempo uma pessoa gasta para realizar uma atividade. “O termo *cronoanálise* é bastante utilizado nas empresas brasileiras para designar o processo de estudo, mensuração e determinação dos tempos padrão em uma organização.” afirmam Peinado; Graeml (2007, p. 95).

Barnes (1986, p. 1) acrescenta que a atividade deve ser cronometrada quando executada por um colaborador devidamente treinado e trabalhando em ritmo e condições normais. Esta técnica foi desenvolvida por Taylor em 1881 e tem como resultado a determinação do tempo padrão.

Peinado; Graeml (2007, p. 95) quando abordam as finalidades do estudo de tempos dizem que essa técnica não se preocupa somente em determinar a melhor forma de executar uma tarefa específica, mas também busca determinar um padrão que será usado como referência para as atividades descritas no Quadro 3.

O estudo de tempos (ET) tem como produto principal a determinação do tempo padrão, que pode ser usado com diversos fins, segundo Barnes (1986, p. 272-274), porém, para chegar a este resultado é necessário conhecer outras duas durações. Desta forma, temos que o ET envolve o levantamento e tratamento de três tipos de durações e, por isso, a próxima subseção deste trabalho, visando fornecer o embasamento necessário ao desenvolvimento de tal estudo, apresenta quais são esses tempos, como se chega até eles e para que servem.

Quadro 3 – Finalidades do estudo de tempos

- 1) Determinação da capacidade produtiva da empresa;
- 2) Elaboração dos programas de produção;
- 3) Determinação do valor da mão-de-obra direta no cálculo do custo do produto vendido (CPV);
- 4) Estimativa do custo de um novo produto durante seu projeto e criação;
- 5) Balanceamento das linhas de produção e montagem.

Fonte: Peinado; Graeml (2007, p. 95)

2.3.2 Tipos de tempos

Moreira (2014, p. 273) diz que, para calcular o tempo padrão, é necessário antes, determinar dois outros tempos em relação à mesma atividade, são eles, o real e o normal. O tempo real é aquele obtido através da cronometragem direta da operação no posto de trabalho, este varia de operador para operador e também em relação ao mesmo operador, a depender das condições ambientais no momento de sua mensuração. Sendo assim, o analista deve tomar uma quantidade suficiente de amostras a fim de garantir a confiabilidade da média dos tempos reais. Depois de ser devidamente tratado, este resultará no tempo padrão.

Já o tempo normal é aquele que um operador leva para completar sua atividade numa velocidade normal. Por sua vez, velocidade normal é definida como sendo a velocidade que o trabalhador, de eficiência mediana, consegue atingir e manter, durante uma jornada de trabalho sem fadigas indevidas. Para efeito de comparação, a eficiência do trabalhador mediano é definida como sendo 100%, logo, trabalhadores acima da média terão eficiência maior que a definida ao passo que trabalhadores abaixo da média terão eficiência menor explica Moreira (2014, p.273).

Conhecendo os produtos intermediários e principal do estudo de tempos (ET), suas definições, funções e como chegar até eles, o próximo estágio será o detalhamento da realização do ET. Assim sendo, os próximos parágrafos do texto apresentarão alguns passos, definidos por Barnes (1986, p.277), a serem seguidos quando da execução do estudo de tempos.

2.3.3 Execução do estudo de tempos

Segundo Barnes (1986, p.277), “O procedimento a ser seguido na execução do estudo de tempos pode variar com alguma liberdade, dependendo do tipo de operação em estudo e da aplicação a ser dada aos dados obtidos. Entretanto os oito passos seguintes [...]” dispostos no Quadro 4 são necessários.

Observando os passos sugeridos pelo autor citado anteriormente, nota-se que ao iniciar um estudo para determinar o tempo padrão de uma atividade, a primeira ação a ser feita é buscar a maior quantidade de informações possível a respeito da operação que será avaliada e, seguindo este raciocínio, a próxima subseção será destinada ao assunto explicando, de forma detalhada, a importância de conhecer a atividade antes de tomar seus tempos.

Quadro 4 - Passos para execução do estudo de tempos

- 1) Obtenha e registre informações sobre a operação e o operador em estudo.
- 2) Divida a operação em elementos e registre uma descrição completa do método
- 3) Observe e registre o tempo gasto pelo operador.
- 4) Determine o número de ciclos a ser cronometrado.
- 5) Avalie o ritmo do operador.
- 6) Verifique se foi cronometrado um número suficiente de ciclos.
- 7) Determine as tolerâncias.
- 8) Determine o tempo-padrão para a operação.

Fonte: Barnes (1986, p.277)

2.3.4 Registro de informações sobre a operação

É importante, para o bom desenvolvimento do trabalho, que a pessoa que vá tomar os tempos esteja familiarizada com a operação em análise, pois é necessário determinar um ponto de partida que indique o início do ciclo de medição. Para isto, precisa-se saber onde a operação começa e quando termina, quem a precede e quem a sucede. Isto pode ser feito elaborando-se um fluxograma de processo para tal operação. Essa reunião de informações sobre a operação em estudo tem como intuito facilitar e validar o processo de cronometragem ratifica Costa Junior (2008, p. 74-75).

Uma vez que já se conhece a atividade a ser estudada em detalhes, é interessante dividi-la em elementos, a fim de facilitar o processo de cronometragem

das operações e a identificação das atividades mais demoradas. Em virtude dos motivos citados, os dois tópicos seguintes do texto tratam do referido assunto.

2.3.5 Divisão da operação em elementos

Segundo Silva; Coimbra (2008) apud Bortoli (2013, p. 21), elementos são as partes de um ciclo ou operação que possuam início e fim bem definidos, possibilitando suas medições com precisão. Esses elementos são pequenos subgrupos de movimentos da atividade, por exemplo, pregar as mangas ou fazer a bainha da barra da camisa.

Costa Junior (2008, p. 75) afirma que, definidos os elementos da atividade, é possível cronometrar, separadamente, cada operação. Isso é particularmente importante, pois possibilita a identificação das operações gargalo (operações mais demoradas que restringem a capacidade produtiva) e também de operações inúteis que não agregam valor ao produto. Desta forma, fica claro quais operações precisam ser removidas (operações inúteis) e quais operações merecem atenção especial (operações gargalo).

Agora que cada elemento da atividade está devidamente definido, parte-se para observação e registro do tempo gasto pelo colaborador quando da execução da operação em análise, seguindo os passos definidos por Barnes (1986, p.277). A próxima seção detalha como se faz esse registro e quais os cuidados a serem tomados com os dados levantados. Neste estágio do estudo, surgirá o primeiro dos três tipos de tempos citados anteriormente.

2.3.6 Observação e registro do tempo gasto pelo operador

Nesta etapa, seguindo as orientações de Barnes (1986, p. 282-283), toma-se o tempo real, já definido anteriormente, de cada elemento da atividade com o auxílio de cronômetro. Os tempos podem ser tomados de duas maneiras, por leitura contínua, onde o cronômetro é disparado no início do primeiro elemento e, ao final de cada elemento, marca-se a parcial, no final da cronometragem de todos os elementos, o analista passa os dados para folha de anotações. O outro método é por leitura repetitiva, neste caso, ao final de cada elemento, o analista passa os dados para folha de anotações e o cronômetro é zerado

Barnes (1986, p. 280) frisa ainda, a necessidade de cuidado e atenção ao passar os dados para folha de anotações, a fim de garantir que dados errados não

sejam inseridos na folha de anotações e comprometam todo o estudo e esforço dispendidos.

As amostras iniciais tomadas pelo analista do estudo servem de parâmetro, juntamente com outros fatores definidos na próxima seção, para determinar quantas amostras deverão ser colhidas, a fim de atender as especificações referentes ao nível de confiabilidade exigido dos tempos mensurados. A seção posterior mostra como determinar a quantidade de vezes que o tempo de uma mesma atividade deve ser cronometrado.

2.3.7 Número de ciclos de medida

Moreira (2014, p. 276) diz que o número de ciclos (conjunto de elementos que formam a tarefa completa) de medidas depende de três fatores, são eles: a variabilidade dos tempos, a precisão desejada e o nível de confiança sobre a medida tomada. Quanto maior forem estas variáveis, maior será a quantidade de medidas necessárias.

A quantidade de medidas pode ser definida sobre dois aspectos. De acordo com o bom senso do analista, no andamento da cronometragem, parando quando este sentir confiança nos tempos colhidos ou pela via matemática de acordo com a estatística, segundo Moreira (2014, p. 276).

Moreira (2014, p. 277) mostra uma fórmula para calcular o número de medidas, para isso, é preciso fazer n medições iniciais, determinar sua média x e seu desvio padrão s , assim sendo, o número de medidas N é dado pela fórmula abaixo:

$$N = (100zs / ax)^2 \quad \dots(1)$$

Onde:

z = número de desvios padrão da normal padronizada, correspondente ao grau de confiança C desejado

s = desvio padrão da amostra de medidas

a = erro permitido

x = média da amostra de medidas

Moreira (2014, p. 277) diz que, para cada elemento da operação deve ser calculado o coeficiente de variação s/x e utilizar o maior deles como base no cálculo de N para todos os outros elementos da atividade. Se o N calculado for menor ou igual ao número de medidas já feitas, encerra-se o cálculo. Do contrário, realiza-se o

número de medidas que falta para completar a quantidade estabelecida pela Equação 1. O valor encontrado representará o número de medidas necessárias para atender aos níveis de confiança anteriormente determinados.

O quinto passo definido por Barnes (1986, p.277) no desenvolvimento do estudo de tempos é avaliar o ritmo do operador e, em face disso, esta avaliação será explicada e detalhada a seguir. Será definido o que é a avaliação de ritmo, como avaliar o ritmo dos operadores, quais escalas são utilizadas para isso e mostrar-se-ão as faixas de ritmo existentes. É, nesse momento, que surge o segundo tipo de tempo apresentado neste trabalho, o tempo normal.

2.3.8 Avaliar ritmo do operador

Slack; Chambers; Johnston, (2009, p. 259) comentam que um trabalho é observado várias vezes durante a cronometragem de seus elementos. Ao mesmo tempo, cada vez que um elemento é cronometrado, é feita uma avaliação do ritmo de trabalho do operador observado.

Peinado; Graeml (2007, p. 100) definem a “Avaliação da velocidade do operador [...]” como sendo “[...] o processo por meio do qual o cronoanalista compara o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal.”

Já Slack; Chambers; Johnston, (2009, p. 259) definem a avaliação de ritmo como sendo o “[...] processo de avaliar a velocidade de trabalho do trabalhador relativamente ao conceito do observador a respeito da velocidade correspondente ao desempenho padrão.”. Desempenho padrão é o mesmo que desempenho mediano, já definido anteriormente.

Barnes (1986, p. 298-301) define seis sistemas de avaliação de ritmo do operador, são eles: avaliação de ritmo através da habilidade e do esforço, sistema Westinghouse, avaliação sintética do ritmo, avaliação objetiva do ritmo, avaliação fisiológica do nível de desempenho e desempenho de ritmo, dando ênfase maior a este último.

Desempenho do ritmo. Sem dúvida, o sistema de avaliação de ritmo mais usado nos E.U.A. é o de se avaliar um fator único - a velocidade do operador, o ritmo ou o tempo. Este sistema é chamado de *desempenho do ritmo*. Este fator de ritmo pode ser expresso em porcentagem, em pontos por hora ou em outras unidades⁽⁸⁾. [...] (BARNES, 1986, p. 301).

Peinado; Graeml (2007, p. 100) comentam que a avaliação de ritmo pode ser a parte mais difícil e mais importante no estudo de tempos quando do desenvolvimento da cronoanálise, muito em função desta avaliação ser feita de forma subjetiva e depender da conjectura e experiência do cronoanalista.

Ainda segundo Barnes (1986, p. 310), existem várias escalas para avaliar o ritmo dos operadores e, independente de qual delas for usada, é possível chegar a bons resultados se o profissional que estiver desenvolvendo o estudo for competente. O mesmo autor apresenta quatro escalas para avaliação de ritmo e fala que o estudo destas se faz necessário a fim de elucidar as diferenças entre elas. Da mesma forma que a temperatura pode ser lida em grau célsius e fahrenheit, o desempenho do operador pode ser medido em pontos, porcentagem ou alguma outra unidade.

A escala A trabalha em percentual, onde 100% representa o ritmo normal de trabalho (tempo normal ou velocidade normal). Nesse caso, velocidade normal é o desempenho do operador trabalhando de forma uniforme e confortável durante toda jornada de trabalho. A escala B, por sua vez, trabalha com pontos, nesta escala, 60 pontos equivalem ao desempenho normal ou padrão de trabalho, que correspondente ao tempo normal na escala A. Acima do padrão estabelecido, o operador estará trabalhando em ritmo acelerado e, obviamente, abaixo do parâmetro determinado o colaborador estará desempenhando suas atividades em ritmo lento explica Barnes (1986, p. 301).

Na escala C, a empresa determina que o ritmo médio de trabalho seja 25% maior que a velocidade normal de execução das atividades, comparado à escala A o tempo padrão equivale a 125% do tempo normal, isto é, se o tempo necessário para produzir uma peça for 2 minutos (min), fixa-se como velocidade padrão 1,6 min. Por sua vez, a escala D impõe um ritmo médio de desempenho maior que a velocidade normal; porém, este é fixado em 100% e não 125% como em C. Ou seja, o ritmo normal de trabalho em D, comparado A, é 80%. Logo, se um produto tem 1 min como tempo padrão de produção na escala A, na D este tempo seria 1,25 min complementa Barnes (1986, p. 301).

A finalização do estudo de tempos se dá, segundo os passos apresentados por Barnes (1986, p.277), definindo e aplicando as tolerâncias inerentes a atividade estudada ao tempo normal já conhecido. Por conta disto, a próxima subseção define o que é tempo padrão, explica como calcular o tempo

padrão, exibe as equações utilizadas no estudo de tempos e expõe e detalha os tipos de tolerâncias e seus respectivos valores.

2.3.9 Determinação das tolerâncias e tempo padrão

Moreira (2014, p. 273) conceitua o tempo padrão como sendo “[...] aquele requerido por uma operação, quando as interrupções e condições especiais da operação forem levadas em conta.”. Ou seja, para chegar-se ao mesmo, acrescenta-se ao tempo normal percentuais de tolerância que representam a fadiga do operador e os possíveis atrasos inerentes ao processo (elementos que fogem do controle dos colaboradores).

Seguindo o raciocínio do mesmo autor, de posse dos tempos cronometrados e do fator de eficiência do trabalhador, calcula-se o tempo normal, Equação 2. Conhecendo as condições em que a atividade é desenvolvida bem como o nível de monotonia da mesma, calcula-se o fator de tolerância, Equação 3. Este fator representa um percentual acrescido aos 100% normais da tarefa a fim de cobrir tempos gastos com necessidades pessoais dos colaboradores, perda de ritmo por monotonia ou esperas no processo.

Para cada condição citada por Moreira (2014 p. 273-274), há um valor de tolerância pré-determinado, esses valores estão detalhados no Quadro 5, nele, são definidos dois tipos de tolerâncias: constantes (tempo pessoal e fadiga básica) e variáveis (posição anormal de trabalho, uso de força muscular, iluminação, nível de ruído e monotonia). O próximo passo é calcular o tempo padrão da atividade, Equação 4.

$$TN = \sum TR * EF / 100 \quad \dots(2)$$

$$FT = 100 + T \quad \dots(3)$$

$$TP = TN * FT / 100 \quad \dots(4)$$

Onde:

TR = tempo real

TN = tempo normal

TP = tempo padrão

EF = eficiência

FT = fator de tolerância

Nesta seção, foi visto a definição de estudo de tempos e movimentos (ETM), suas finalidades, os tipos de tempos usados no cálculo do tempo padrão e

como executar tal estudo. Dentre as finalidades do ETM citadas por Peinado; Graeml (2007, p. 95) expostas neste trabalho, está a determinação da capacidade produtiva e auxílio no balanceamento de linhas de montagem.

Tais finalidades influenciam, diretamente, na forma como será distribuída no espaço físico da empresa todas as máquinas, postos de trabalho e setores. Essas decisões de alocação de recursos fazem parte do estudo do layout. Deste modo, faz-se necessária uma abordagem acerca dos tipos de arranjo físico contidos em literaturas específicas, esclarecendo as características de cada um, a fim de fundamentar a sugestão layout que melhor se adeque à empresa.

Quadro 5 - Valores para Tolerâncias

I. Tolerâncias Constantes	Porcentagem
1. Tempo Pessoal	5
2. Fadiga Básica	4
II. Tolerâncias Variáveis	
1. Posição anormal de trabalho	
a. Curvado	2
b. Deitado, esticado	7
2. Uso de força muscular (erguer,empurrar,puxar)	
Peso erguido em libras	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
3. Iluminação	
a. Abaixo do recomendado	2
b. Bastante Inadequada	5
4. Nível de Ruído	
a. Intermitente e alto	2
b. Intermitente e muito alto	5
5. Monotonia	
a. Pequena	0
b. Média	1
c. Alta	4

Fonte: Moreira (2014 p. 275)

2.4 Arranjo Físico

Slack; Chambers; Johnston, (2009, p. 181) dizem que o arranjo físico de uma unidade produtiva nada mais é que a disposição física dos seus recursos transformadores, ou seja, é a distribuição das máquinas, postos de trabalho e pessoal dentro das instalações da empresa. O layout (arranjo físico) determina a aparência da organização, é o que primeiro se nota, na maioria das vezes, ao se ver uma atividade produtiva, ele determina de que forma os recursos transformados fluirão pela operação produtiva. Qualquer mudança, ainda que pequena, de um desses componentes do arranjo físico, pode implicar em mudanças no fluxo dos recursos transformados, acarretando em aumento ou diminuição de custos de processo.

As decisões de arranjo físico definem como a empresa vai produzir. O leiaute, ou arranjo físico é a parte mais visível e exposta de qualquer organização. A necessidade de estudá-lo existe sempre que se pretende a implantação de uma nova fábrica ou unidade de serviços ou quando se estiver promovendo a reformulação de plantas industriais ou outras operações produtivas já em funcionamento. (PEINADO; GRAEML, 2007 p. 200)

A definição de um arranjo físico adequado para a atividade produtiva da organização é vital, pois, layouts mal planejados podem gerar fluxos de recursos confusos, demora no processo produtivo, grandes filas de clientes, operações inflexíveis e, conseqüentemente, alto custo de produção. Outrossim, na maioria das vezes, mudar o arranjo de máquinas e equipamentos é muito complicado em função da disposição da estrutura do prédio, das instalações elétricas e hidráulicas explana Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 183).

Além disso, tais mudanças podem exigir que a organização interrompa seu funcionamento. De mais a mais, geralmente, estas mudanças custam caro e, em função de todos esses fatores, é comum que este tipo de mudança não seja frequente no dia a dia das empresas, aclara Slack; Chambers; Johnston (2009 p. 183).

Peinado; Graeml, (2007, p. 201-202) dizem que as mudanças no arranjo físico decorrem de vários motivos, dentre eles estão a necessidade de expansão da capacidade produtiva, elevado custo operacional, introdução de nova linha de produtos e melhoria no ambiente de trabalho. Os autores definem alguns princípios básicos que todo arranjo físico deve seguir para oferecer condições adequadas de trabalho para os colaboradores que nele trabalham. Tais princípios são expostos no Quadro 6.

Quadro 6 - Princípios básicos dos arranjos físicos 1

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

Fonte: Peinado; Graeml, (2007, p. 201-202)

Slack; Chambers; Johnston, (2009, p. 183) vão além e acrescentam mais três princípios a essa lista, apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 - Princípios básicos dos arranjos físicos 2

6. Conforto para os funcionários: Os funcionários devem ser localizados longe das partes barulhentas ou desagradáveis da operação. O arranjo físico deve oferecer um ambiente de trabalho bem ventilado, bem iluminado e, sempre que possível, agradável.
7. Coordenação gerencial: Supervisão e comunicação devem ser facilitadas pela localização dos funcionários e disposição de comunicação.
8. Acessibilidade: Toda as máquinas, instalações e equipamentos devem apresentar um nível de acessibilidade suficiente para limpeza e manutenção adequadas.

Fonte: Slack; Chambers; Johnston, (2009, p. 183)

2.4.1 Tipos básicos de arranjo físico

Slack et al. (2006, p. 162-163) falam que, invariavelmente, a literatura sobre o assunto apresenta quatro tipos de arranjos básicos, são eles: arranjo físico

posicional, arranjo físico por processo, arranjo físico celular e arranjo físico por produto.

Peinado; Graeml, (2007, p. 202) vão mais além que o autor anteriormente citado e acrescenta aos quatro tipos já apresentados mais um modelo de arranjo físico, ao qual dão a denominação de arranjo físico misto.

Cada tipo de layout mencionado pelos dois autores citados acima possui particulares características que resultam em vantagens e desvantagens, as quais serão detalhadas nos próximos tópicos deste trabalho.

2.4.1.1 arranjo físico posicional

O arranjo físico posicional ou de posição fixa, como também é conhecido, funciona de forma contrária a todos os outros modelos de layout, nele, são os recursos de transformação (máquinas, equipamentos e pessoas) que se movem em volta dos recursos transformados afirma Slack et al. (2006, p. 163).

Peinado; Graeml, (2007, p. 228) dizem que, geralmente, esse tipo de arranjo físico é usado em dois casos, quando se trata de produtos grandes, volumosos, de difícil locomoção, como por exemplo, construções de grandes prédios, exploração mineral, agricultura, construção de hidroelétricas e construção de navios. Ou então, quando a locomoção é inconveniente ou muito delicada e perigosa como no caso de cirurgias, trabalhos artesanais, montagem de equipamentos delicados ou arriscados.

Martins; Laugeni (2008, p. 140) dizem que este tipo de arranjo “É recomendado para um produto único, em quantidade pequena ou unitária e, em geral, não repetitivo. É o caso da fabricação de navios, grandes transformadores elétricos, turbinas, pontes rolantes, grandes prensas, balanças rodoferroviárias [...]”

Peinado; Graeml, (2007, p. 228) comentam que as principais vantagens desse tipo de layout são o fato de não haver movimentação do produto, quando da construção de navios ou prédios é possível fazer uso de técnicas de programação e controle da produção, tais como a técnica de avaliação e revisão (PERT) e método do caminho crítico (CPM), com o uso de softwares bem acessíveis, além disso, é possível terceirizar partes ou o projeto completo.

Já as desvantagens são a dificuldade de supervisionar materiais, mão de obra e ferramentas, a necessidade de grandes áreas próximas ao local da produção para realizar sub-montagens, guardar materiais e ferramentas ou mesmo abrigar os

colaboradores (canteiros de obras, por exemplo) e a produção e de baixa escala com quase nenhum grau de padronização assegura Peinado; Graeml (2007, p. 228).

2.4.1.2 arranjo físico por processo

Corrêa; Corrêa (2012, p. 400-401) dizem que o arranjo físico por processo concentra, na mesma área, todas as máquinas, equipamentos e ferramentas semelhantes ou de mesma função, sendo assim, também costuma ser conhecido como arranjo funcional. Neste tipo de layout, os produtos procuram, segundo sua ordem, o processo que necessita no momento. Portanto, não há um fluxo predeterminado para todos os produtos, cada um tem o seu, de acordo com suas necessidades.

Slack; Chambers; Johnston, (2009 p. 186) comentam que “A razão para isso é que pode ser conveniente para operação mantê-los juntos, ou que dessa forma a utilização dos recursos transformadores seja beneficiada.”. Quando o autor fala em manter juntos está se referindo aos equipamentos e máquinas iguais ou de funções semelhantes.

Slack; Chambers; Johnston, (2009, p. 187) dão como exemplo de arranjo físico funcional uma biblioteca. Nela, há vários setores tais como as mesas de estudo, a área dos livros de referência, o balcão de atendimento, a área de copiadoras, dentre outras. Cada aluno (cliente ou produto) percorre um roteiro de acordo com sua conveniência e a análise de quais caminhos a maioria dos alunos percorrem é uma informação importante para o planejamento detalhado deste tipo de arranjo.

Segundo Peinado; Graeml, (2007, p. 213-214), as vantagens deste tipo de arranjo são grande flexibilidade para atender as variações da demanda, bom nível de motivação, atender a produtos diversificados em quantidades variadas ao mesmo tempo, menor investimento para montagem da fábrica e maior margem de contribuição do produto.

Ainda segundo Peinado; Graeml, (2007, p. 214), as desvantagens deste tipo de layout são apresentar fluxo longo dentro da fábrica, menor diluição do custo fixo devido a menor expectativa de produção, dificuldade de balanceamento das atividades, exigir mão de obra qualificada com maior necessidade de preparo e setup (tempo de preparação) das máquinas.

2.4.1.3 arranjo físico celular

“O arranjo físico celular é aquele em que os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados (ou pré-selecionam-se a si próprios) para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) [...]” explana Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 187).

O arranjo físico do tipo celular procura unir as vantagens do arranjo físico por processo, com as vantagens do arranjo físico por produto. A célula de manufatura consiste em arranjar em um só local, conhecido como célula, máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro. O material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários, porém o deslocamento ocorre em linha. Alguns gerentes de produção que se referem ao arranjo celular como “mini linhas de produção”. (PEINADO; GRAEML, 2007, p. 225).

Slack et al. (2006, p. 165) dizem que o arranjo físico celular é uma tentativa de organizar melhor a complexidade de fluxo que é característica marcante no arranjo físico por processo.

Apesar de ser, geralmente, associado a operações de manufatura, o layout celular pode ser usado também em serviços. Uma loja de departamentos que contem seções de produtos específicos como, camisas, sapatos, revistas e livros, por exemplo, pode ter um setor destinado a artigos esportivos. Nele, encontram-se todos os produtos da loja relacionados a esportes. Portanto, tal departamento é a célula e os artigos esportivos a família de produtos *produzidos* por ela, exemplifica Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 188).

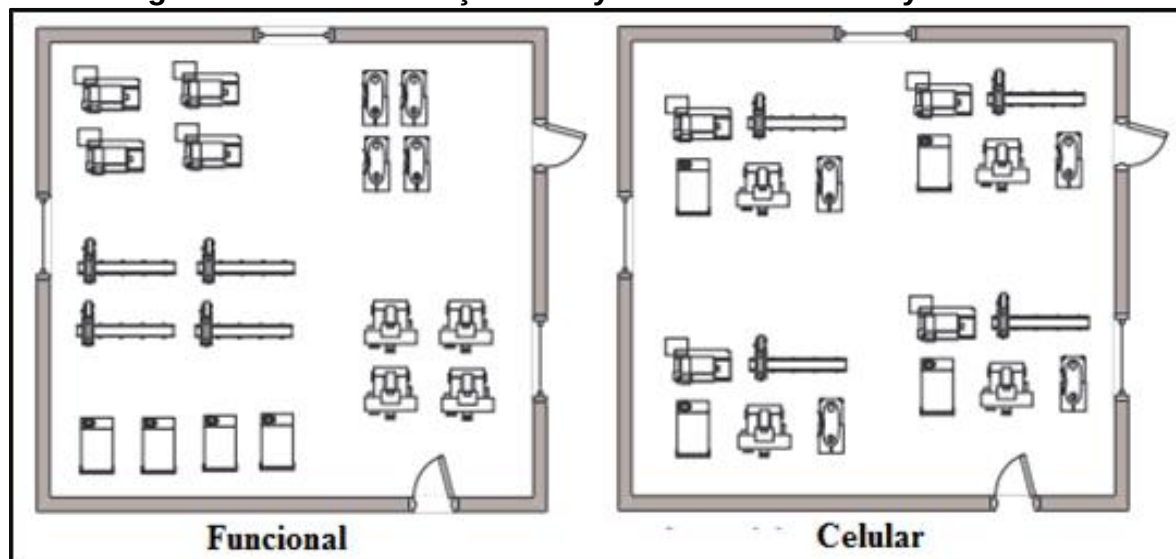
Martins; Laugen (2008, p. 139) dizem que o maior benefício deste tipo de arranjo é a flexibilidade referente à quantidade a ser produzida de cada produto por vez, conseqüentemente, com isso, consegue-se padrões de qualidade e produtividade elevados, dado que este layout atende famílias específicas de itens.

Os autores citados acima comentam ainda, que outro benefício inerente a esta forma de dispor as máquinas no ambiente produtivo é a diminuição da locomoção de matéria prima e produtos acabados, pois como as minis linhas de produção são específicas a determinada família de bens manufaturados, estes não percorrem toda fábrica em busca dos processos que necessitam. Os operadores da célula sentem-se motivados com a metodologia de divisão do trabalho.

Já Peinado; Graeml (2007, p. 227) citam duas desvantagens desta forma de organizar os recursos transformadores, a primeira é a especificidade para um grupo de produtos, ou seja, normalmente, uma célula é preparada para atender um

conjunto específico de artigos, o que implica em ociosidade caso não haja demanda para os itens daquela família. A outra desvantagem é a dificuldade em elaborar o layout, pois, geralmente, este tipo de arranjo é mais complexo de ser disposto. A figura 3 mostra a conversão de um layout funcional em celular.

Figura 3 – Transformação de layout funcional em layout celular



Fonte: Adaptado Peinado; Graeml, (2007 p. 225 - 226)

2.4.1.4 arranjo físico por produto

Peinado; Graeml (2007, p. 202) ratificam que “A primeira linha de produção de que se tem notícia foi idealizada por Henry Ford em 1939. É um arranjo muito utilizado pela indústria e também por algumas organizações prestadoras de serviços.”

Slack; Chambers; Johnston, (2009, p. 189) dizem que arranjo físico por produto significa dispor os recursos transformadores segundo a melhor sequência para os recursos transformados. Todo produto, cliente ou informação, segue um fluxo único que coincide com a disposição das máquinas ao longo do layout. Os recursos que estão sendo transformados seguem um fluxo em linha no processo, por isso, este tipo de layout também é conhecido como arranjo físico em fluxo ou em linha. A complexidade de controle deste tipo de arranjo é baixa. Normalmente, quando o processo possui uniformidade de recursos, escolhe-se este tipo de layout.

Peinado; Graeml, (2007, p. 203) comentam que o layout em linha oferece rapidez na fabricação de produtos padronizados, que exigem atividades de montagem sempre iguais. O capital empregado na compra de máquinas e equipamentos é alto, portanto, o custo fixo deste tipo de layout é alto. Porém, devido

à padronização de produtos e consequente alta produtividade, o custo unitário dos produtos é baixo, visto que, o grande volume de produção dilui o alto custo fixo.

Martins; Laugeni (2008, p. 139) colocam que esta forma de dispor as máquinas no ambiente produtivo é indicada para produção com pouca ou nenhuma diversificação, que possuam grandes volumes de produção e quantidades constantes ao longo do tempo.

Peinado; Graeml (2007, p. 203) comentam que quando se fala em arranjo físico em linha não, necessariamente, as máquinas estarão dispostas em linha reta. Se assim fosse, algumas linhas de produção ocupariam um grande comprimento, o que muitas vezes não é possível. A solução para tal problema é disposição destas linhas em formato de U ou de S, desta forma, economiza-se espaço, mantem-se as pessoas umas mais próximas das outras e diminui a distância percorrida pela matéria prima para abastecer os postos de trabalho do arranjo.

No caso do formato em U, especificamente, a expedição pode acontecer vizinho ao departamento de recebimento, visto que, o produto sai por onde entra a matéria prima esclarece Freitas; Olave; Vieira (2008, p. 2).

O alto grau de divisão do trabalho, e consequente especialização, deixam as operações monótonas, pobres e repetitivas neste layout, isso leva a altos índices de absenteísmo, longos períodos de afastamento relacionado a problemas nas articulações e outras doenças ocupacionais. Os colaboradores não se sentem motivados a cuidar de seus equipamentos, possibilitando, inclusive, sabotagens alerta Peinado; Graeml (2007, p. 204).

Outra desvantagem deste layout exposta, por Peinado; Graeml (2007, p. 205), diz respeito à falta de flexibilidade da linha, o sistema possui longo tempo de resposta a variações na produção e introdução de novos produtos. Os tempos para preparação do maquinário (setup) são longos e há ainda sensibilidade a paralisações e subordinação a gargalos, quando um equipamento da linha quebra toda linha para, a velocidade do processo é a velocidade do equipamento com menor eficiência.

a) Balanceamento de linha de produção

Peinado; Graeml, (2007, p. 205) comentam que, apesar da rotina monótona que tarefas simples e repetitivas proporcionam, o maior benefício do layout em linha é justamente a divisão de tarefas em atividades elementares, onde a

curva de aprendizagem (tempo que uma pessoa leva para aprender a realizar uma determinada atividade) é próxima a 100%, portanto, o tempo de aprendizado é desprezível.

O balanceamento de linha é a alocação das tarefas aos postos de trabalho que constituem a “[...] linha de modo a alcançar a taxa de produção desejada com o menor número de estações de trabalho.” na concepção de Krajewski; Ritzman; Malhotra (2009, p. 273).

Já para Corrêa; Corrêa (2012, p. 406), o objetivo do balanceamento de linha consiste na alocação de tarefas aos postos de trabalho de forma a minimizar o tempo ocioso da mão de obra e dos equipamentos além de diminuir os efeitos negativos dos gargalos de produção.

O balanceamento de linha de montagem, como método de dimensionamento de capacidade de produção, permite obter melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. O balanceamento, também mostra-se necessário devido à ocorrência de mudanças no processo de montagem, como a inclusão ou exclusão de novas operações, mudanças no tempo de processamento, alteração de componentes e alteração na taxa de produção. Operações com tempo ocioso ou sobrecarregado representam problemas de eficiência da linha, o que gera alterações na capacidade e aumento no custo unitário de produção. (FARNES; PEREIRA, 2007, p. 126)

Peinado; Graeml, (2007, p. 205-206) salientam que o tempo das tarefas de cada operador em seus postos de trabalho deverão ser iguais ou mais próximos possível, para que não ocasione atrasos nas demais operações e gerem estoques em processo. As linhas bem balanceadas possuem fluidez suave e ritmo de trabalho contínuo, pois, os colaboradores trabalham na mesma cadência, gerando maior produtividade da mão de obra e equipamentos.

A maior dificuldade em balancear linhas, segundo Peinado; Graeml (2007, p. 206), está na divisão das tarefas para que todos os postos de trabalho fiquem ocupados com atividades que durem o mesmo ou quase o mesmo tempo, porém, existem atividades que são grandes demais e não podem ser separadas, da mesma forma que existem atividades pequenas que não podem ser agrupadas.

Quando acontece de uma atividade ser grande demais ou muito pequena, a linha fica desbalanceada; neste caso, pode ocorrer uma das situações abordadas no Quadro 8, situações estas que comprometem a velocidade da linha e a capacidade da mesma, podendo ocorrer danos aos colaboradores em função do ritmo de trabalho exigido em alguns postos.

Quadro 8 – Efeitos da falta de balanceamento da linha de produção

- O operador mais carregado de trabalho tenta compensar. Quando existir uma ou mais tarefas com maior tempo de montagem, os operadores designados para estas tarefas, não raro, vão tentar compensar a desvantagem, trabalhando em ritmo acelerado. Isto pode gerar problemas de fadiga e doenças do trabalho. É comum encontrar este problema em linhas de produção mais artesanais;
- Muitas vezes se alocam os operadores mais ágeis e velozes para os postos de trabalho mais difíceis. Este procedimento pode trazer consequências futuras ao gestor da produção pelos problemas de saúde, já citados, quando um funcionário trabalha muito tempo em ritmo acelerado;
- A soma do tempo ocioso dos demais operadores, com tarefas de menor duração, será alta, elevando os custos por não aproveitar a mão-de-obra;
- A velocidade da linha de produção será a velocidade da operação mais lenta, com maior tempo de duração. Em outras palavras, a linha de produção estará subordinada à operação do gargalo.

Fonte: Peinado; Graeml (2007, p. 206)

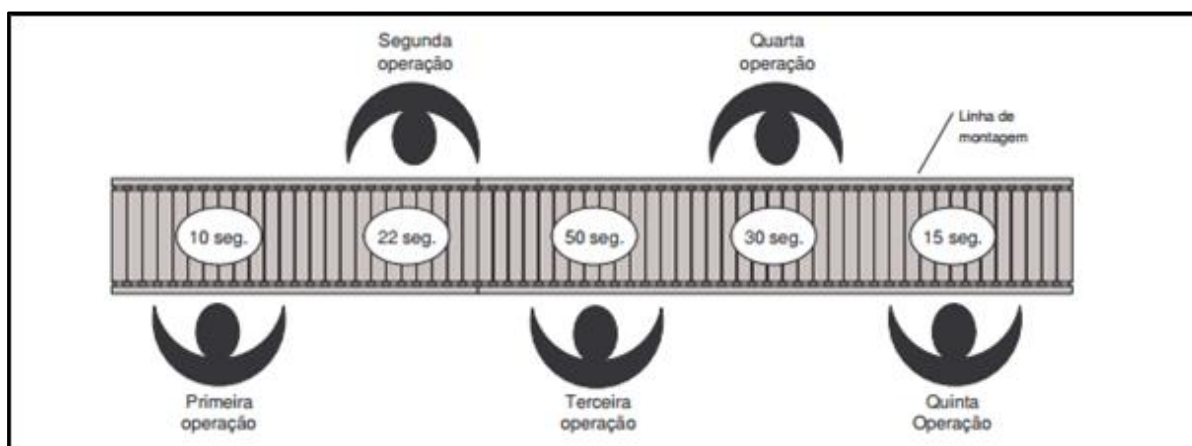
b) Indicadores da linha de produção

Tempo de ciclo é o tempo necessário para a linha montar uma peça. É o tempo que cada posto tem até passar o produto para o posto seguinte. O tempo de ciclo mínimo é igual ao tempo utilizado no desenvolvimento da atividade mais longa e o tempo de ciclo máximo é a soma de todos os tempos das atividades define Peinado; Graeml (2007, p. 206).

Por sua vez Alvarez; Antunes (2001, p. 8-9) afirmam que o *takt time* é tempo disponível para fabricação de um produto visando atender a um nível específico da demanda considerando algumas restrições de capacidade da linha.

A Figura 4 é um exemplo de linha de produção com cinco estações de trabalho apresentado por Peinado; Graeml (2007, p. 207); nela, o tempo de ciclo é 50 segundos (terceira operação) e o tempo de ciclo máximo é $10 + 22 + 50 + 30 + 15 = 127$ segundos ou 2,12 minutos. Este seria o tempo necessário para produzir um produto se só existisse um posto de trabalho na linha.

Figura 4 – Exemplo de linha de montagem



Fonte: Peinado; Graeml, (2007 p. 206)

A Figura 5 mostra a alocação das tarefas com base no tempo da 3ª operação (mais demorada com 50 segundos de duração) na tentativa de balancear a linha de produção. Outras combinações podem ser testadas com o intuito de diminuir a diferença do tempo ocioso nos três postos.

Figura 5 – Alocação de tarefas

Estação de trabalho	Tarefas	Tempo de trabalho	Tempo total disponível	Tempo ocioso
A	1ª e 2ª operações	32 s	50 s	18 s
B	3ª operação	50 s	50 s	0 s
C	4ª e 5ª operações	45 s	50 s	5 s

Fonte: Peinado; Graeml, (2007 p. 207)

Capacidade de produção nada mais é que o tempo disponível para produzir dividido pelo tempo necessário para produzir um produto (tempo ciclo máximo). No exemplo da Figura 6, supondo que um dia de trabalho tenha oito horas, teríamos, segundo Peinado; Graeml (2007, p. 207) conforme expressão abaixo.

$$\text{Capacidade de produção} = \frac{480}{0,83} = 576 \text{ peças por dia}$$

Seguindo o mesmo raciocínio, o nível de produção desejado é definido da seguinte forma, se a demanda for maior que a capacidade, será necessário modificar programação da produção. Para calcular tempo de ciclo necessário para atender o nível de produção desejado, divide-se a capacidade disponível pela demanda, supondo que a quantidade desejada seja de 900 peças por dia no exemplo ilustrado por Peinado; Graeml (2007, p. 207) conforme expressão abaixo.

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{480}{900} = 0,533 \text{ minutos por peças}$$

Peinado; Graeml (2007, p. 208) definem o número de estações de trabalho de tal forma que este pode ser calculado da seguinte maneira, divide-se o somatório dos tempos individuais pelo tempo de ciclo, então, para o exemplo que estamos usando ficará da seguinte forma:

$$N = \frac{2,12}{0,533} = 3,978 \text{ estações de trabalho}$$

Peinado; Graeml (2007, p. 208) salienta que este é um número teórico, que indica a quantidade mínima de estações para atender a demanda. Na realidade, a quantidade exata de estações de trabalho dependerá da configuração da linha e do balanceamento. No exemplo usado, esse número de estações não será possível, se considerarmos as cinco operações como indivisíveis.

Outro conceito importante explorado por Peinado; Graeml (2007, p. 208) é o índice de ociosidade, pois por melhor que seja o balanceamento de uma linha de produção, é praticamente impossível conseguir que todos os postos possuam atividades com tempos exatamente iguais. Ou seja, quase sempre haverá ociosidade e o indicador que mede o percentual de tempo em que os colaboradores ficam parados é calculado dividindo o somatório dos tempos ociosos em cada posto de trabalho pelo número de estações multiplicado pelo tempo de ciclo conforme expressão abaixo.

$$\% \text{ de ociosidade} = \frac{23}{3 \times 50} = 15,33 \%$$

Grau de utilização: este indicador representa o quanto de mão de obra e maquinário está sendo realmente aproveitado. É o que falta no índice de ociosidade para completar os 100 %, ou seja, para o exemplo abordado por Peinado; Graeml (2007, p. 208-209) conforme expressão abaixo.

$$\% \text{ de utilização} = 100 - 15,33 = 84,67 \%$$

Peinado; Graeml, (2007, p. 209) definem uma sequência de nove passos que fornecem uma forma lógica de balancear linhas de produção conforme é mostrado no Quadro 9.

Quadro 9 - Procedimentos para balanceamento de linha

- 1 - Dividir as operações de trabalho em elementos de trabalho que possam ser executados de modo independente.
- 2 - Levantar o tempo padrão para cada um dos elementos de trabalho, por meio de criteriosa cronoanálise.
- 3 - Definir a sequência de tarefas e suas predecessoras.
- 4 - Desenhar o diagrama de precedências.
- 5 - Calcular o tempo de duração do ciclo e determinar o número mínimo de estações de trabalho.
- 6 - Atribuir as tarefas às estações de trabalho seguindo a ordem natural de montagem. A seguinte regra deve ser seguida para determinar as tarefas que podem ser atribuídas a cada estação:
 - a - todas as tarefas precedentes já devem ter sido alocadas;
 - b - o tempo da tarefa a ser alocada não deve ser superior ao tempo que resta para a estação de trabalho;
 - c - quando houver mais de uma tarefa que pode ser alocada, dar preferência à tarefa que tenha maior duração, ou à que esteja mais no início da montagem, ou seja, que tenha mais tarefas subsequentes;
 - d - se ainda houver empate, escolha uma tarefa arbitrariamente.
 Quando não houver nenhuma tarefa que possa ser alocada para a estação de trabalho, passar para a estação de trabalho seguinte, até completar toda a linha de produção.
- 7 - Verificar se não existe uma forma melhor de balanceamento, buscando deixar a mesma quantidade de tempos ociosos em cada estação de trabalho.
- 8 - Calcular o percentual de tempo ocioso e o índice de eficiência para a linha de produção.
- 9 - Se todos os passos anteriores tiverem sido seguidos, a única forma de balancear melhor a linha será pela utilização de estações em paralelo para realizar operações elementares, demoradas, que não podem ser subdivididas. Duas estações de trabalho paralelas, realizando a mesma operação, são capazes de dobrar a velocidade de produção daquele “elo” do processo produtivo.

Fonte: Adaptado Peinado; Graeml, (2007, p. 209)

2.4.1.5 arranjo físico misto

Slack; Chambers; Johnston, (2009, p. 190) falam que a maioria das organizações possui este tipo de arranjo que nada mais é que a combinação de mais um dos quatro tipos tradicionais de layout. Por mais que determinadas operações tendam a possuir, em destaque, um dos quatro tipos de arranjo tradicionais, se for considerar a empresa como um todo, haverá departamentos onde

se encontra arranjos que reúnam as características de mais de um dos layouts tradicionais.

Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 190) demonstram que um complexo de restaurantes é um exemplo, nele, as mesas onde os clientes são servidos é o layout fixo (as mesas não mudam de lugar), a cozinha é organizada segundo processos (fornos, frízeres, mesas de preparação), a lanchonete está disposta em linha, uma vez que os clientes enfrentam uma única fila para fazer o pedido, pagar e receber o lanche e a parte dos *buffets* seria as células, já que os mesmos são separados em entradas, pratos principais e sobremesas.

3 METODOLOGIA

Na metodologia apresenta-se o tipo de estudo, a caracterização da pesquisa, quais ferramentas, instrumentos, procedimentos e métodos serão utilizados na resolução do problema abordado. Sucendendo a utilização das técnicas e ferramentas fundamentadas teoricamente, sempre se baseando em citações de vários autores que conceituam e definem os termos utilizados em todo o estudo, e a coleta dos dados gerados, o próximo passo é a avaliação dos resultados obtidos.

Santos (2006 p. 35-36) apud Ubirajara (2014, p. 125) define metodologia como sendo uma

Descrição detalhada e rigorosa dos procedimentos [documentais] de campo ou laboratório utilizados, bem como dos recursos humanos e materiais envolvidos, do universo da pesquisa, dos critérios para a seleção da amostra, dos instrumentos de coleta, dos métodos de tratamento de dados etc.;

3.1 Abordagem Metodológica

Lakatos; Marconi (2009, p. 223), dizem que

[...] 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.

Neste trabalho, foi utilizado o método científico *estudo de caso* levando em consideração que o estudo foi desenvolvido em um local específico tratando de problemas particulares, segundo Ubirajara (2014, p.10).

O *estudo de caso* desenvolvido na Lojas Akemi expõe situações, geradas por fatores que acarretam em problemas, em concordância com o que foi apresentado nos objetivos específicos **(1.2.1)**. O corolário do estudo é bastante influenciado pelo conhecimento técnico do pesquisador, a forma como tal estudo é conduzido, os dados que serão levantados e analisados e a tipologia de pesquisa que será usada. É importante estar sempre atento no decorrer do processo de investigação, a fim de identificar e usar todas as informações relevantes para o estudo.

3.2 Caracterização da Pesquisa

Ruiz (2008, p. 48) comenta que

Pesquisa científica é a realização concreta de uma investigação planejada, desenvolvida e redigida de acordo com as normas da metodologia consagradas pela ciência. É o método de abordagem de um problema em estudo que caracteriza o aspecto científico de uma pesquisa.

Pesquisar cientificamente é seguir um método definido de ações a serem feitas que ajudarão o investigador a planejar, coordenar e avaliar os dados colhidos, garantindo que nenhuma informação importante deixe de ser coletada e analisada, assegurando um resultado coerente e relevante para o estudo. A pesquisa pode ser caracterizada: a) quanto aos objetivos ou fins; b) quanto aos meios ou objeto (modelo conceitual) e c) quanto à abordagem (tratamento) dos dados coletados.

3.2.1 Quanto aos objetivos ou fins

Lakatos; Marconi (2009, p. 158) diz que “Toda pesquisa deve ter um objetivo determinado para saber o que vai procurar e o que se pretende alcançar.”. Toda pesquisa necessita de dados que serão colhidos e posteriormente avaliados, por isso, é importante, antes de dar início ao estudo, definir o que vai ser pesquisado, qual a finalidade da pesquisa e, conseqüentemente, quais informações precisam ser colhidas. Desta forma, evita-se que se perca tempo buscando informações desnecessárias e que não estejam de acordo com o escopo do estudo.

Já para Santos (2006, p 25) apud Ubirajara (2014, p. 126), a pesquisa é influenciada pelo nível de conhecimento que o pesquisador possui sobre o assunto ou problema estudado, podendo ser *exploratórias descritivas* ou *analíticas*. A classificação de pesquisa utilizada, quanto aos objetivos ou fins, é: exploratórias, descritivas e explicativas (ou explanatórias).

Segundo Lakatos; Marconi (2009, p. 190), as pesquisas *exploratórias*

[...] são investigações de pesquisa empírica cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos.

A pesquisa exploratória consiste na busca, pelo pesquisador, de uma quantidade maior de informações a respeito do tema, dado que este tipo de estudo é feito quando o problema apurado é pouco conhecido e dispõe de poucas informações a seu respeito.

Vergara (2009, p. 47) comenta que a pesquisa descritiva busca, como o próprio nome sugere, descrever características de um determinado acontecimento ou amostra em estudo, podendo estabelecer ou não, uma relação entre variáveis. Possui procedimentos que direcionam à resolução de problemas seguindo uma estrutura formalizada. Portanto, o resultado de tal pesquisa é a descrição de caracterizas, propriedades ou personalidades dos grupos estudados.

Por sua vez, as pesquisas *explicativas*, de acordo com Ubirajara (2014, p. 117), buscam esclarecer as relações entre as causas e efeitos, estímulos e reações, a fim de elucidar como um determinado fator, combinado ou não com outros fatores, gera uma determinada situação.

Neste tipo de estudo, buscam-se os porquês, as explicações, pretextos ou justificativas que conduzem ao problema, a fim de ter o embasamento necessário para testar hipóteses e analisar resultados, portanto, trata-se de uma pesquisa explicativa. Porém, para se explicar alguns porquês, fez necessário descrever alguns processos, por isso, tal pesquisa também é descritiva.

3.2.2 Quanto ao objeto ou meios

Ubirajara (2014, p. 117) define que a pesquisa quanto aos meios pode ser: bibliográfica, documental, experimental/laboratorial, de observação participante, de campo, pesquisa-ação, dentre outras categorias de acordo com o problema abordado ou instrumentos viabilizados.

A pesquisa *bibliográfica*, conforme Ubirajara (2014, p. 42), é aquela que usa como fonte de informações somente bibliografias – livros, artigos científicos, publicações periódicas. A vantagem deste tipo de pesquisa é a possibilidade de obter informações sobre diversos fenômenos que o pesquisador dificilmente poderia verificar diretamente.

A pesquisa *documental*, afirma Ubirajara (2014, p. 42), é muito parecida com a bibliográfica, sendo que a diferenciação se dá na fonte de informações utilizada, pois na pesquisa documental usam-se fontes que não receberam nenhum tipo de tratamento ou verificação, tais como fotografias, certidões, atas de reunião ou laudas.

Já a pesquisa *de campo*, conforme Ubirajara (2014, p. 42-43), é aquela onde as informações são colhidas através de observações diretas, registrando o que

se vê (neste ponto identifica-se, também, a observação participante), ou indiretas, por meio de questionários e formulários.

A *observação participante*, segundo Ludwig (2009, p. 59) apud Ubirajara (2014, p. 30)

[...] refere-se ao compartilhamento do pesquisador com os papéis e hábitos dos integrantes de um determinado grupo social, durante um certo período, tendo em vista observar acontecimentos que não ocorreriam ou seriam alterados na presença momentânea do pesquisador.

Na pesquisa *experimental/laboratorial* o observador manipula várias variáveis, uma a uma, mantendo as outras variáveis estáveis, a fim de identificar qual delas influência de forma significativa o que está sendo estudado e sob quais circunstâncias isso ocorre, segundo Ruiz (2008, p. 52).

Por sua vez, a *pesquisa ação*, na concepção de Ludwig (2009, p. 60) apud Ubirajara (2014, p. 30), é “[...] uma atividade cooperativa entre os representantes de uma determinada situação e os pesquisadores convidados, com vistas a solucionar um problema coletivo.”

De acordo com a definição dos tipos de pesquisas expostas, foi utilizado, neste estudo, o meio pesquisa *de campo*, dado que foi necessário permanecer um certo tempo na empresa em questão, observando seus processos e sua sistemática diária.

3.2.3 Quanto ao tratamento dos dados

Uma pesquisa pode ser de cunho qualitativo, quantitativo ou ambos. A depender da quantidade de dados obtidos pode-se optar por condensar estas informações quantitativamente, em se tratando de grandes amostras, ou qualitativamente, quando da análise de pequenos universos amostrais.

A pesquisa é definida como quantitativa quando são usados dados estáticos e variáveis mensuráveis, com ou sem cruzamento destas. Já a qualitativa é aquela que faz uso de análises subjetivas e interpretação de fatos relacionados ao problema estudado segundo, Ubirajara (2014, p. 43).

Neste estudo, foi utilizada a abordagem de dados quali-quantitativa, uma vez que, inicialmente, foi feita uma análise do processo produtivo da empresa em estudo, a fim de entender sua sistemática de funcionamento e, com base nos resultados desta análise, foram feitas tomadas de tempos visando melhorar a programação da produção e sugerir mudanças no layout da organização.

3.3 Instrumentos de Pesquisa

São vários os instrumentos utilizados em pesquisas, dentre os mais comuns podem-se citar as entrevistas, os questionários e os formulários segundo Ubirajara (2014, p. 118).

Lakatos; Marconi (2009, p. 197) definem entrevista como sendo um encontro entre duas ou mais pessoas onde uma delas busca, por meio de perguntas e de forma profissional, extrair informações das outras pessoas que não se encontram em documentos ou registros. A entrevista pode ser feita presencialmente ou por telefone, e as informações adquiridas são anotadas para posterior análise.

Para Lakatos; Marconi (2006, p. 201), questionário é uma ferramenta de coleta de dados constituída por várias perguntas dispostas ordenadamente que devem ser respondidas de forma escrita na ausência do entrevistador.

Ubirajara (2014, p.118-119) cita que o fato de conseguir tomar as respostas de várias pessoas ao mesmo tempo, a necessidade de poucas pessoas para sua aplicação, a agilidade com que se colhe as respostas e a diminuição das chances de haverem respostas distorcidas são vantagens dessa ferramenta de coleta de dados.

Porém, pode acontecer de questionários retornarem ao pesquisador em branco ou com algumas perguntas não respondidas, segundo Lakatos; Marconi (2004, p. 202), essas são algumas das desvantagens deste método.

Os formulários, segundo Lakatos; Marconi (2004, p. 214), são instrumentos de coleta de dados importantes, neles, a tomada de informações é feita diretamente com o entrevistado e o registro desses dados é feito em um documento com campos predefinidos.

Neste trabalho, foi utilizado um formulário (modelo preenchido nos apêndices) onde foi anotado os tempos cronometrados das atividades observadas dos produtos analisados e a observação pessoal quando o processo estudado foi analisado.

3.4 Unidade, Universo e Amostra da Pesquisa

Segundo Ubirajara (2014, p.130), unidade é o local onde a pesquisa é desenvolvida, sendo assim, a unidade de pesquisa nada mais é que o lugar onde o estudo foi desenvolvido. Ou seja, para este estudo a unidade de pesquisa foi a Lojas

Akemi, localizada na avenida I, 845, no conjunto João Alves Filho, na cidade de Nossa Senhora do Socorro/SE.

Segundo vergara (2009, p. 50), “[...] universo ou população é um conjunto de elementos (empresas, produtos, pessoas, por exemplo) que possuem as características que serão objeto de estudo.”

O universo pesquisado é o conjunto de todos os produtos fabricados pela empresa, são eles: uniformes escolares, uniformes sociais e uniformes operacionais. Por sua vez, a amostra corresponde a três artigos considerados como produtos base, se tratando de uniforme escolar, especificamente, camisas, são eles: a camisa polo com botão, a camisa raglan e a camisa regata.

3.5 Definição das Variáveis e Indicadores da Pesquisa

Variável é um valor, propriedade ou característica que pode ser medida de diversas formas e que permite observar as relações entre as características ou fatores segundo Gil (2005) apud Ubirajara (2014, p.120). Baseando-se nos objetivos específicos, as variáveis e indicadores deste trabalho estão listadas no Quadro 10.

Quadro 10 - Variáveis e indicadores da pesquisa

Variável	Indicadores
Mapeamento dos produtos	Fluxograma de produtos
Cronometragem das atividades	Quantidade de tempos cronometrados
	Atendimento ao número mínimo de cronometragens
Balanceamento das células	Índice de ociosidade da célula
	Percentual de utilização da célula
Montagem de layout	Espaço utilizado pelo layout
	Progressividade do layout

Fonte: Autor da pesquisa

3.6 Plano de Registro e Análise dos Dados

Para o mapeamento do processo dos produtos analisados (análise qualitativa) utilizou-se o Microsoft Visio na construção dos fluxogramas dos produtos, em seguida, na manipulação dos dados quantitativos fez-se uso de planilhas de Microsoft Excel para montagem do formulário de coleta de dados e realização de cálculos. Novamente fez-se uso do Microsoft Visio no balanceamento da linha de produção e na montagem do layout. Posteriormente, para escrever o relatório de estágio a ferramenta utilizada foi o Microsoft Word.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesta seção, serão detalhados todos os passos realizados no desenvolvimento do estudo, ou seja, será feito na prática, o que foi fundamentado teoricamente no decorrer do trabalho.

Cada sub tópico (ao todo serão 5) se refere a um dos objetivos específicos enunciados no início do trabalho, e a junção destes culminará no atendimento do objetivo geral do estudo que, por sua vez, resultará na solução para a questão problema apresentada neste estudo (o problema detectado na empresa avaliada).

Inicialmente, foi feita uma análise das características de produção da empresa, a fim de se determinar que tipo de sistema produtivo seria estudado posteriormente. Sabendo que tal sistema era passível de aplicação de algumas técnicas, foram feitos os mapeamentos dos produtos (malhas – fardamentos) junto à gestora da empresa, para que, em seguida, fossem realizados o sequenciamento das atividades referentes aos produtos selecionados, a verificação das inter-relações entre as tarefas.

De posse do sequenciamento das atividades, partiu-se para coleta e tratamento dos tempos necessários para a produção de cada um dos produtos, o balanceamento das linhas de produção e a construção das células produtivas.

4.1 Sistema Produtivo

Conforme abordado na fundamentação teórica, os sistemas de produção podem ser agrupados em três classificações tradicionais, são elas: pelo grau de padronização dos produtos, pelo tipo de operação produtiva e pela natureza dos *outputs* do sistema.

Dentro deste aspecto, o sistema da empresa estudada pode ser classificado como sistema produtor de artigos padronizados, segundo a primeira classificação abordada na fundamentação teórica, uma vez que os uniformes escolares possuem graduação de tamanho e modelos fixos e as atualizações de modelo só acontecem anualmente.

Porém, apesar de trabalhar com produtos padronizados o *mix* de artigos é muito grande (a confecção atende a 25 escolas) o que dificulta a produção de

usufruir de um dos benefícios deste tipo de sistema que é o ganho de produtividade pelo alto volume de fabricação de um mesmo produto.

Se analisado sob o aspecto da segunda classificação apresentada neste trabalho, a empresa possui um sistema que trabalha com processos repetitivos em lotes, ou seja, primeiro é processado um lote de camisas do colégio x, de tamanho y, do modelo z, em seguida é processado outro lote referente a outro modelo de outro colégio com outros tamanhos. A empresa se baseia nas vendas de sua loja para saber que prioridade dar aos colégios, modelos e tamanhos que fabrica, o sequenciamento é feito levando-se em conta o nível de estoque.

Por fim, quando analisados sobre a natureza dos *outputs* do seu sistema, a empresa fabrica bens manufaturados.

4.2 Mapeamento dos produtos

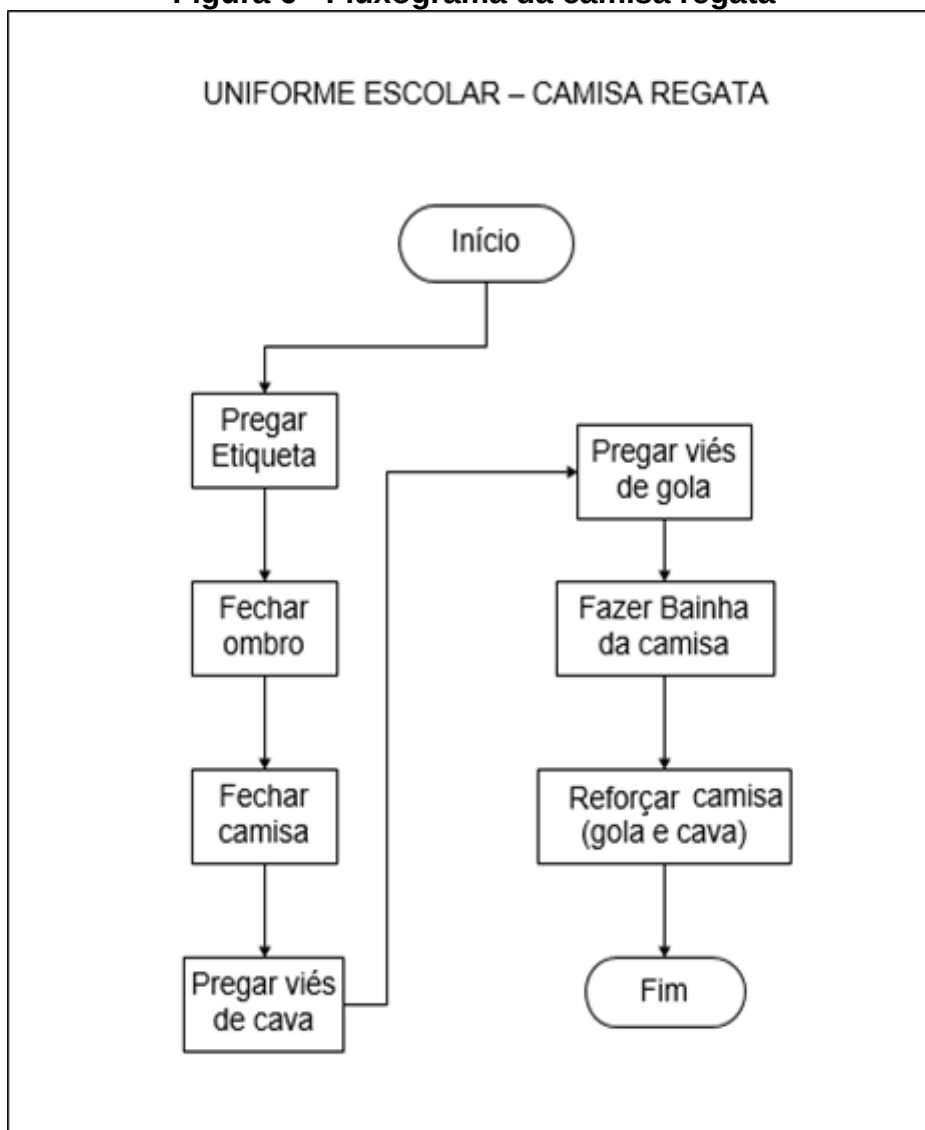
Foi definido, juntamente com a gestora da empresa, quais são os produtos base da organização e, dentre eles, foram avaliados os uniformes *camisa regata*, *camisa raglan* e *camisa polo com botão* (ambos pertencentes a classe de uniformes escolares). As Figuras 7, 8, 9 mostram os fluxogramas do processo de produção de cada um deles.

O primeiro produto trata-se do uniforme escolar *camisa regata*, seu processo de produção (leia-se processo de costura) possui sete operações, excluindo operações de alimentação (enfesto e corte do tecido) e operações de acabamento (limpeza e embalagem), ou seja, foi analisado apenas as operações que serão executadas dentro das células.

O processo se inicia com a operação de pregamento de etiqueta que é feito na máquina de costura reta, em seguida, é feita a união dos ombros (junção da parte frontal com a traseira da camisa) na máquina overlock, posteriormente as laterais da camisa são fechadas, operação realizada também na máquina de costura overlock.

As próximas operações são os pregamentos de viés nas cavas da camisa (mangas e gola) feitos com a máquina de costura galoneira, em seguida faz-se a bainha na barra do uniforme também na máquina galoneira e finaliza-se o processo de costura com uma costura de reforço que é feita na junção das duas pontas do viés da gola, da cava e na barra da peça, ambos feitos com a máquina de costura overlock.

Figura 6 - Fluxograma da camisa regata



Fonte: Autor da pesquisa

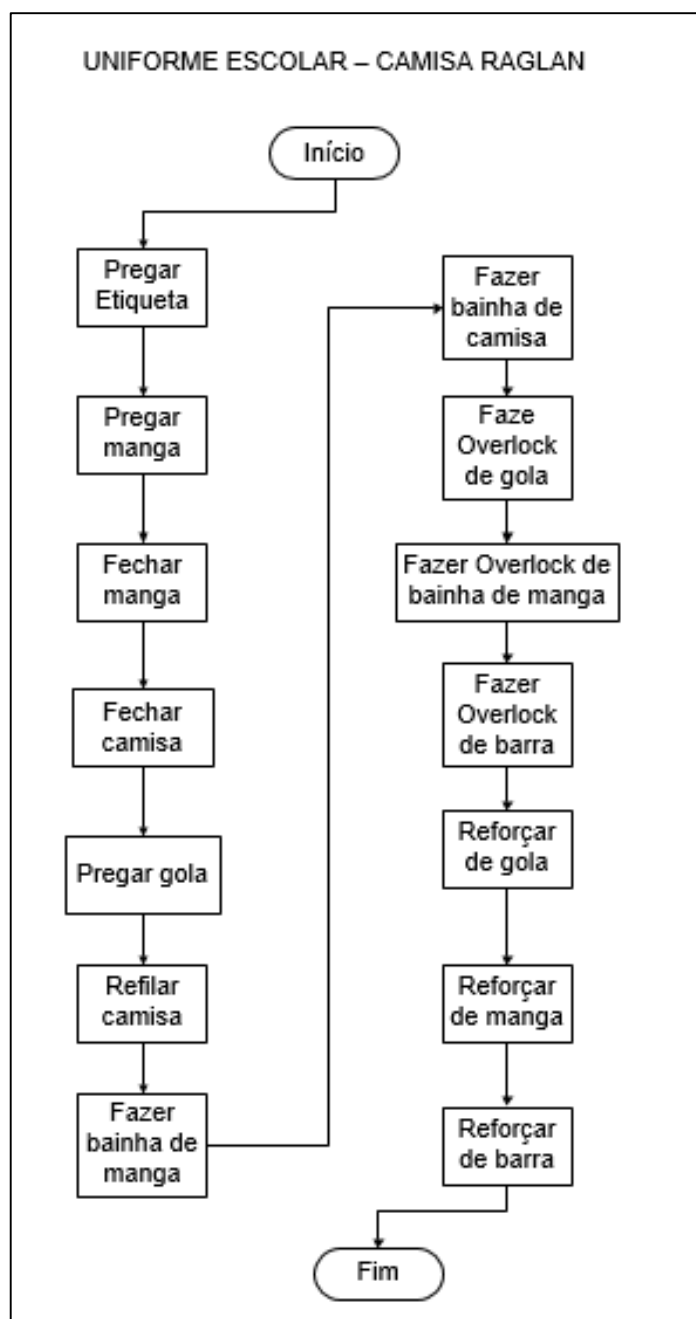
O segundo produto abordado trata-se do uniforme escolar *camisa raglan*, seu processo de criação envolve quatorze operações sendo que a primeira delas também é o pregamento de etiqueta realizado, assim como no uniforme escolar *camisa regata*, na máquina de costura reta.

Na sequência, vem as operações de pregar e fechar manga, a partir daí dar-se-á o fechamento da camisa, o pregamento de gola e o refilo da peça (cortar excessos de tecidos nas extremidades do produto, por exemplo, na manga, na barra, na cava da gola). Todas as operações citadas, a exceção do refilo que é uma atividade manual, são feitas na máquina overlock.

Em seguida, faz-se as bainhas das mangas e da barra usando a máquina galoneira, posteriormente é feita a costura overlock para reforçar as bainhas feitas nas mangas, na gola e na barra da camisa.

As últimas três operações são reforços na gola, manga e barra da camisa, feitos também na máquina galoneira. Depois disto, o produto sai da célula e vai para o processo de limpeza e embalagem.

Figura 7 - Fluxograma da camisa raglan



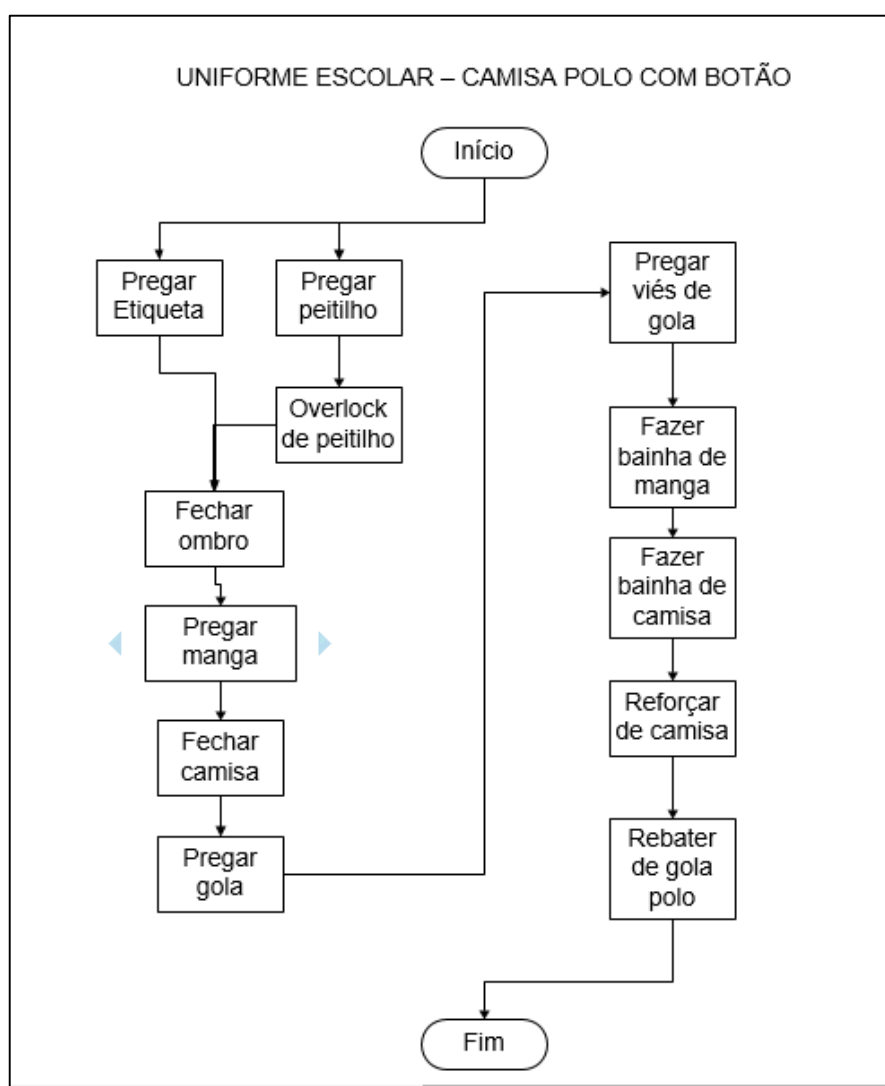
Fonte: Autor da pesquisa

O terceiro produto analisado é o uniforme escolar *camisa polo com botão*, seu processo de confecção se dá com o desenvolvimento de doze operações, diferentemente dos outros dois produtos já citados este, pode ter seu processo de confecção iniciando com duas atividades ao mesmo tempo uma vez que ambas são independentes (pregar etiqueta não depende de pregar peitinho – parte onde fica os

botões da camisa, no peito). Depois que o peitilho é pregado, o mesmo precisa passar pela costura overlock antes da união dos ombros da camisa.

Na sequência do fechamento dos ombros acontece o pregamento das mangas, o fechamento das laterais e o pregamento de gola, em seguida, é pregado o viés na gola da camisa e são feitas as bainhas das mangas e da barra. Para finalizar, é feito um reforço nas junções da gola, das mangas e da barra da camisa e é feito o pesponto (tipo de costura que assenta o tecido) da gola polo.

Figura 8 - Fluxograma da camisa polo com botão



Fonte: Autor da pesquisa

4.3 Cronometragem das atividades

Após conclusão da etapa anterior (**tópico 4.2**) e com todas as atividades dos produtos sequenciadas e detalhadas em fluxogramas, foi dado início a coleta de tempos para verificar o tempo que os colaboradores levam para executar as tarefas relacionadas a cada produto e, conseqüentemente, determinar o tempo padrão.

Os tempos foram coletados com o auxílio de cronômetro e um formulário de anotações. Inicialmente, depois da coleta, normatizou-se os tempos a fim de eliminar amostras distorcidas por erros de medição, erros do operador durante o processo ou por medidas distorcidas em função das quebras de máquinas, medições interrompidas por paradas para beber água ou ir ao banheiro, ou qualquer outro motivo que tenha interrompido a atividade.

Feito isso, calculou-se o número de amostras necessárias para garantir um percentual de confiabilidade nos tempos coletados, este cálculo é baseado na fórmula:

$$N=(100zs/ax)^2 \quad \dots(1)$$

Onde:

z = número de desvios padrão da normal padronizada, correspondente ao grau de confiança C desejado;

s = desvio padrão da amostra de medidas;

a = erro máximo permitido; x = média da amostra de medidas.

Foi utilizado o grau de confiança de 95% (1,96) e um erro de 10% para determinar o número mínimo de amostras que precisariam ser coletadas para garantir a confiabilidade, por exemplo, para atividade *pregamento de etiqueta* do produto *camisa polo com botão*:

$$N = [(100 \cdot 1,96 \cdot 1,88) / (10 \cdot 14,54)]^2$$

$$N = 7$$

Em seguida, calculou-se a média dos tempos normatizados, aplicou-se a essa média um percentual que representa a eficiência do colaborador cronometrado (e obteve-se o tempo normal), inseriu-se no tempo normal as tolerâncias recomendadas na literatura referentes a monotonia, temperatura, iluminação e um percentual para as necessidades pessoais dos colaboradores de acordo com o que foi observado no local onde as atividades são feitas, chegando-se, finalmente, ao tempo padrão.

Um modelo do formulário que foi utilizado e de como o processo de normatização dos tempos foi realizado pode ser visto na Figura 9, onde os tempos da camisa polo com botão foram registrados para que a análise fosse realizada. Os tratamentos referentes aos outros dois produtos estão nos **Apêndices A e B**.

Os tempos em vermelho foram descartados e os que estão em preto usados para calcular o tempo padrão. Na figura 9, M representa a média, EF

eficiência, *TN* tempo normal, *FT* fator de tolerância, *TP* tempo padrão e *Nº* o número de medidas mínimas. Os tempos cronometrados estão em segundos.

Figura 9 - Tratamento dos tempos

UNIFORME ESCOLAR - CAMISA POLO COM BOTÃO												
Nº	Pregar etiqueta	Pregar peitilho	Overlock de peitilho	Fechar ombro	Pregar manga	Fechar camisa	Pregar gola	Pregar Vies de gola	Bainha de manga	Bainha de camisa	Refoço de camisa (manga e barra)	Rebater gola polo
1	14,37	121,67	23,05	54,52	90,92	85,48	60,70	23,45	61,89	100,56	38,52	69,69
2	13,73	126,79	18,24	48,95	91,63	88,55	50,92	23,76	64,10	96,80	38,82	72,72
3	15,75	117,05	19,72	47,85	88,03	87,18	59,97	20,82	70,25	97,11	52,38	74,23
4	12,91	113,32	19,10	48,50	92,82	82,74	57,12	23,12	59,41	106,67	51,09	74,10
5	13,61	182,61	20,47	67,86	95,87	82,62	66,00	22,44	68,56	97,61	41,88	64,11
6	12,13	161,48	22,01	59,79	89,55	87,69	54,89	22,97	65,42	102,00	39,78	71,13
7	17,93	140,11	19,79	73,46	141,95	90,84	50,14	21,25	62,55	103,31	52,02	74,10
8	15,89	153,96	18,57	64,33	98,15	116,19	51,48	18,37	69,26	75,30	52,41	71,19
9	20,74	144,64	18,47	60,14	72,95	112,13	49,50	19,61	61,93	121,66	47,34	69,41
10	37,25	164,73	18,14	39,51	81,15	97,66	51,59	20,24	57,16	83,26	39,75	71,10
11	23,07		20,07	79,49	117,56	95,67	63,24	18,01	56,52		36,78	92,02
12	24,73		19,41		115,69	130,06	51,22	19,53	101,31		53,19	113,74
13	27,44		23,31		98,13		71,17	19,33	138,53		40,17	78,53
14	48,65		17,72				72,56	19,76	127,36		37,23	106,08
15	58,72		17,21				42,42	20,65	340,70		41,46	77,35
16	25,22		16,73				49,04	37,71	141,94		54,30	78,18
17	10,55		17,23				48,63	27,08	311,25		78,42	110,35
18			32,71				39,84	25,38	83,87		113,70	97,37
19			29,64				46,26	27,30	93,54		60,42	59,89
20			62,67				46,96	16,30	77,15		80,64	60,03
21							43,28					
22							48,64					
23							164,26					
24							47,11					
M	14,54	119,71	20,03	49,96	91,47	86,44	55,56	20,89	63,37	100,58	44,19	71,18
EF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
TN	14,54	119,71	20,03	49,96	91,47	86,44	55,56	20,89	63,37	100,58	44,19	71,18
FT	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
TP	16,72	137,66	23,03	57,45	105,19	99,41	63,90	24,02	72,87	115,67	50,82	81,85
Nº	7	1	3	2	1	1	5	4	3	1	8	1

Fonte: Autor da pesquisa

4.4 Balanceamento das células

O primeiro passo no balanceamento das células é calcular a capacidade de produção segundo o tempo padrão de fabricação dos produtos analisados. O uniforme escolar *camisa polo com botão* possui tempo padrão de 14,14 minutos, sendo assim, e levando em consideração que a empresa funciona oito horas por dia, a capacidade de produção de um colaborador é:

$$\text{Capacidade de produção} = \frac{480}{14,14} = 33,95 \text{ peças por dia}$$

Para o uniforme escolar *camisa raglan* o tempo padrão de produção é 15,72 minutos, portanto, levando em consideração a mesma quantidade de horas trabalhadas por dia que foi utilizada no cálculo da *camisa polo com botão*, a capacidade de produção de um colaborador é:

$$\text{Capacidade de produção} = \frac{480}{15,72} = 30,55 \text{ peças por dia}$$

Por sua vez, o uniforme escolar *camisa regata* tem como tempo padrão de produção 6,53 minutos, seguindo as mesmas considerações usadas nos cálculos anteriores, a capacidade de produção de um colaborador é:

$$\text{Capacidade de produção} = \frac{480}{6,53} = 75,51 \text{ peças por dia}$$

Em seguida, foi calculado o tempo takt desejado levando em consideração uma demanda diária de 65 unidades do uniforme escolar *camisa polo com botão*, 60 unidades do uniforme escolar *camisa raglan* e 145 unidades do uniforme escolar *camisa regata*. Sendo assim, o tempo de produção desejado para o uniforme escolar *camisa polo com botão* é:

$$\text{Tempo takt} = \frac{480}{65} = 7,38 \text{ minutos por peças}$$

Já o uniforme escolar *camisa raglan*, tem como tempo de produção desejado segundo a demanda é:

$$\text{Tempo de takt} = \frac{480}{60} = 8 \text{ minutos por peças}$$

Por sua vez, o uniforme escolar *camisa regata* tem que ser produzido, segundo sua demanda diária, a razão de:

$$\text{Tempo de takt} = \frac{480}{145} = 3,3 \text{ minutos por peças}$$

De acordo com o tempo takt calculado e tempo total de produção dos três produtos calculou-se o número mínimo de estações de trabalho que atendem à demanda levada em consideração. Para uniforme escolar *camisa polo com botão* o número mínimo de estações de trabalho é:

$$N = \frac{14,13}{7,38} = 1,92 \text{ estações de trabalho}$$

Já uniforme escolar *camisa raglan* tem como número mínimo de estações de trabalho é:

$$N = \frac{15,71}{8} = 1,96 \text{ estações de trabalho}$$

Por sua vez, o uniforme escolar *camisa regata* tem como número mínimo de estações de trabalho de:

$$N = \frac{6,53}{3,3} = 1,97 \text{ estações de trabalho}$$

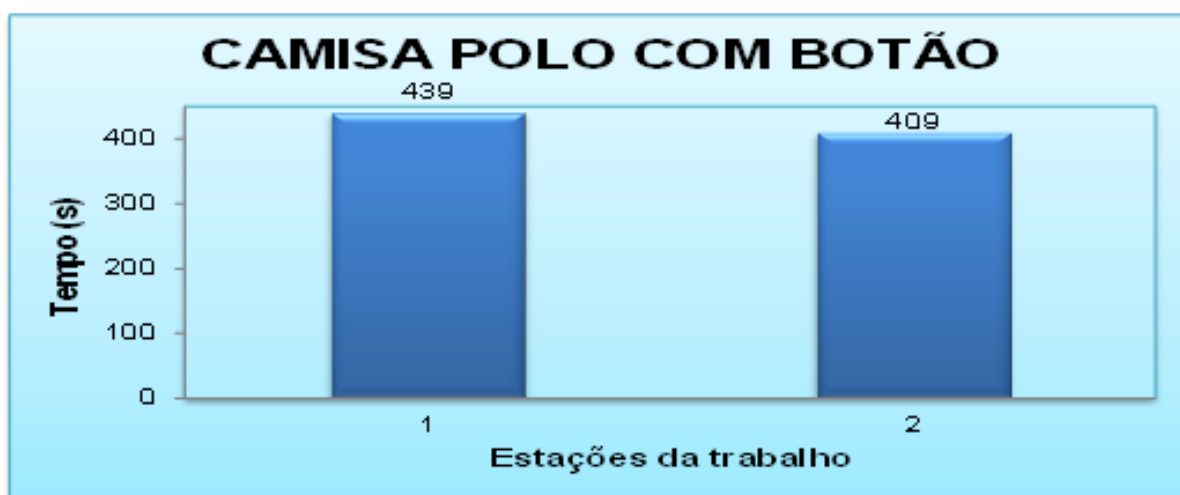
Os números encontrados representam o número mínimo de postos de trabalho que atendem o nível de produção desejado, o que não quer dizer que seja essa a quantidade real de estações de trabalho, isto dependerá da distribuição das atividades entre os postos. A alocação das atividades aos postos de trabalho dos produtos *camisa polo com botão*, *camisa raglan* e *camisa regata*, juntamente com o percentual de ociosidade e o percentual de utilização das células estão detalhados nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1 - Alocação das operações 1

UNIFORME ESCOLAR - CAMISA POLO COM BOTÃO						
ESTAÇÃO DE TRABALHO	TAREFAS	TEMPO DE TRABALHO (S)	TEMPO TOTAL DISPONÍVEL (S)	TEMPO OCIOSO (S)	% DE OCIOSIDADE	% DE UTILIZAÇÃO
A	1º; 2º; 3º; 4º; 5º; 6º	439	439	0	0,0	
B	7º; 8º; 9º; 10º; 11º; 12º	409	439	30	3,5	
TOTAL	-	-	-	30	3,5	96,5

Fonte: Autor da pesquisa

Gráfico 1 - Balanceamento da célula 1



Fonte: Autor da pesquisa

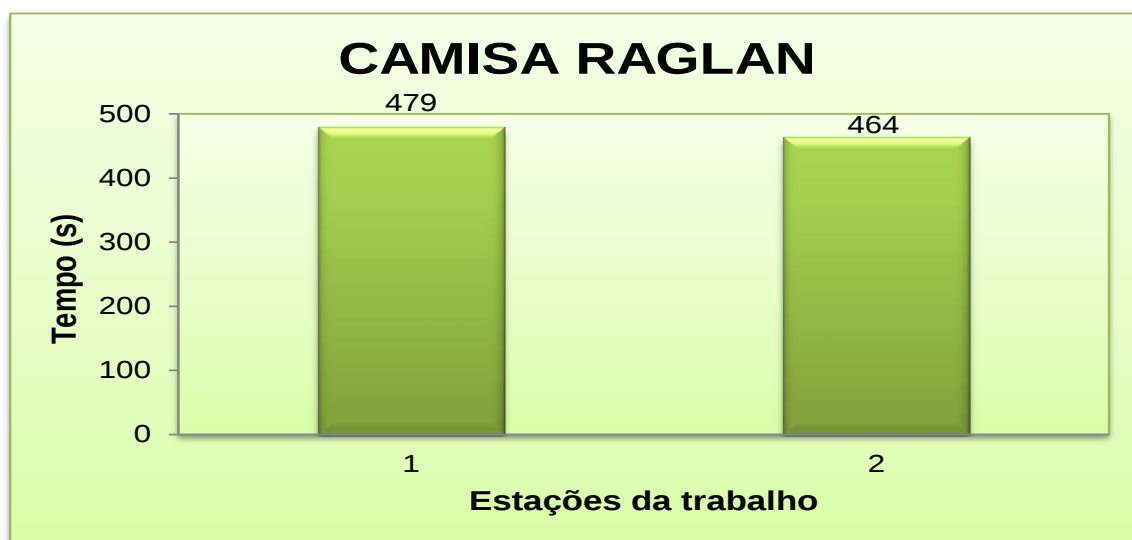
Com duas estações de trabalho na célula da *camisa polo com botão* a capacidade de produção passa agora a ser:

$$\text{Capacidade de produção} = \frac{480}{7,32} = 65,57 \text{ peças por dia}$$

Tabela 2 - Alocação das operações 2

UNIFORME ESCOLAR - CAMISA RAGLAN						
ESTAÇÃO DE TRABALHO	TAREFAS	TEMPO DE TRABALHO (S)	TEMPO TOTAL DISPONÍVEL (S)	TEMPO OCIOSO (S)	% DE OCIOSIDADE	% DE UTILIZAÇÃO
A	1º; 2º; 3º; 4º; 5º; 6º; 7º	479	479	0	0,0	-
B	8º; 9º; 10º; 11º; 12º; 13º; 14º	464	479	15	1,6	-
TOTAL	-	-	-	15	1,6	98,4

Fonte: Autor da pesquisa

Gráfico 2 - Balanceamento da célula 2

Fonte: Autor da pesquisa

Assim como na *camisa polo com botão*, com duas estações de trabalho na célula da *camisa raglan* a capacidade de produção aumentou para:

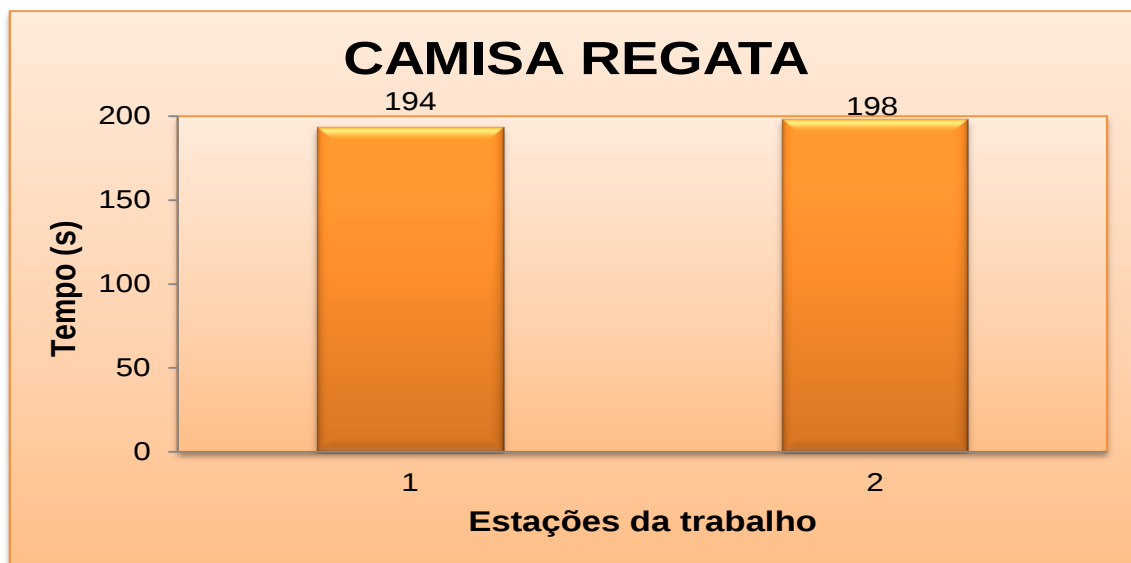
$$\text{Capacidade de produção} = \frac{480}{7,98} = 60,15 \text{ peças por dia}$$

Tabela 3 - Alocação das operações 3

UNIFORME ESCOLAR - CAMISA REGATA						
ESTAÇÃO DE TRABALHO	TAREFAS	TEMPO DE TRABALHO (S)	TEMPO TOTAL DISPONÍVEL (S)	TEMPO OCIOSO (S)	% DE OCIOSIDADE	% DE UTILIZAÇÃO
A	1º; 2º; 3º; 4º	194	198	5	1,2	-
B	5º; 6º; 7º	198	198	0	0,0	-
TOTAL	-	-	-	5	1,2	98,8

Fonte: Autor da pesquisa

Gráfico 3 - Balanceamento da célula 3



Fonte: Autor da pesquisa

Na célula da camisa regata, a capacidade de produção com duas estações de trabalho é:

$$\text{Capacidade de produção} = \frac{480}{3,3} = 145,5 \text{ peças por dia}$$

4.5 Montagem dos layouts

As células foram construídas para serem operadas por duas pessoas levando-se em consideração o número de colaboradores aptos a costurar que a empresa possui apesar de haverem mais de duas máquinas nelas. Os layouts foram concebidos em formato de *U* respeitando o princípio da progressividade, da economia de movimentos e visando também aproximar os colaboradores uns dos outros.

Tal forma de dispor as máquinas no ambiente produtivo tem como objetivo otimizar a utilização do espaço disponível e proporcionar que o mesmo colaborador que alimenta as células faça o recolhimento das peças prontas e as encaminhe para o processo de limpeza e embalagem (operações que não são feitas nas células por não serem atividades de costura).

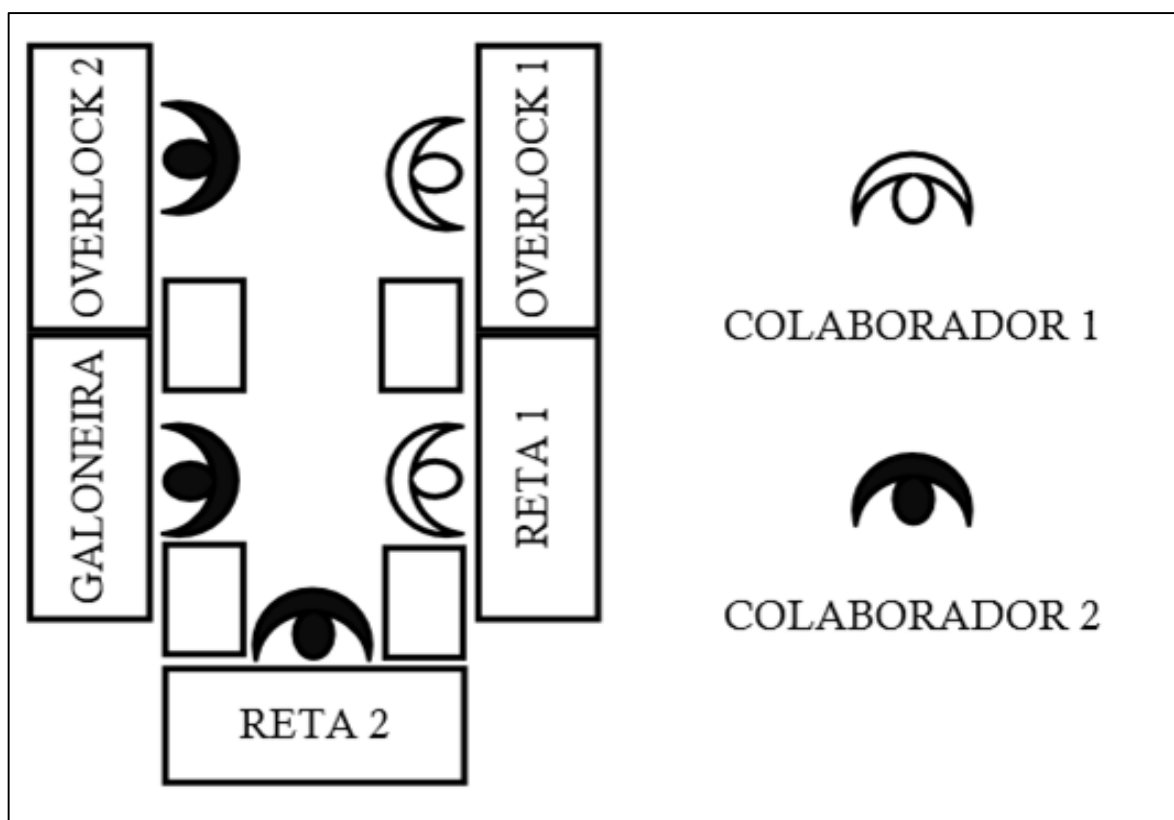
Foram montadas três células produtivas, uma para cada produto estudado, ambas necessitaram de um total de quatorze máquinas e onze bancadas para dispor as peças que são processadas. Destas quatorze máquinas, quatro são do tipo overlock, outras quatro são máquinas de costura reta e seis máquinas galoneiras.

A seguir as Figuras 10, 11 e 12 apresentam as células criadas, a partir do balanceamento feito com base nos tempos cronometrados, para os uniformes escolares *camisa polo com botão*, *camisa raglan* e *camisa regata* na ordem que foram citados.

Na célula da *camisa polo com botão* o ciclo de produção começa na máquina overlock 1, passa para a máquina reta 1, em seguida vai para máquina reta 2, depois passa para a máquina galoneira e finaliza na máquina overlock 2. Como mostrado na figura que representa o layout, um dos colaboradores ficara responsável por operar as máquinas overlock 1 e reta 1 e o outro desenvolverá suas atividades nas máquinas reta 2, galoneira e overlock 2.

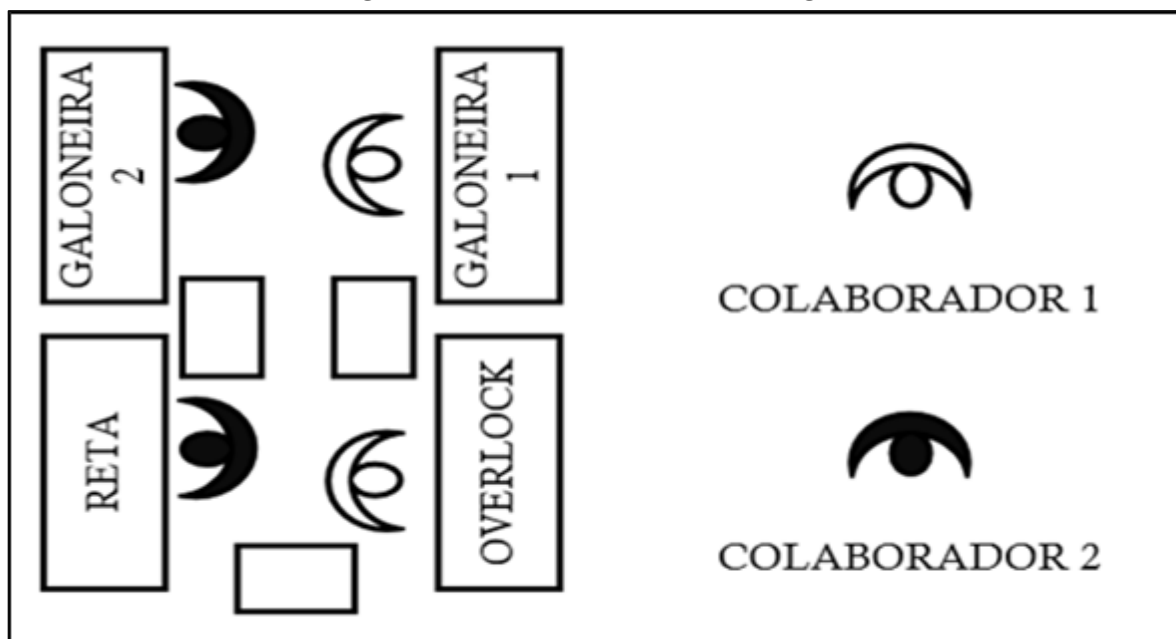
A célula da *camisa regata* possui quatro máquinas, o processo inicia com uma máquina galoneira, em seguida vem uma máquina overlock, depois uma máquina de costura reta e por fim outra máquina galoneira dispostas na sequencia citada. Além das máquinas a célula conta com três bancadas para alocação de peças em processo. Dois colaboradores são necessários para operar está célula, cada um é responsável por duas máquinas, o colaborador 1 pela galoneira 1 e pela overlock e colaborador 2 pela reta e pela galoneira 2.

Figura 10 - Célula da camisa polo com botão



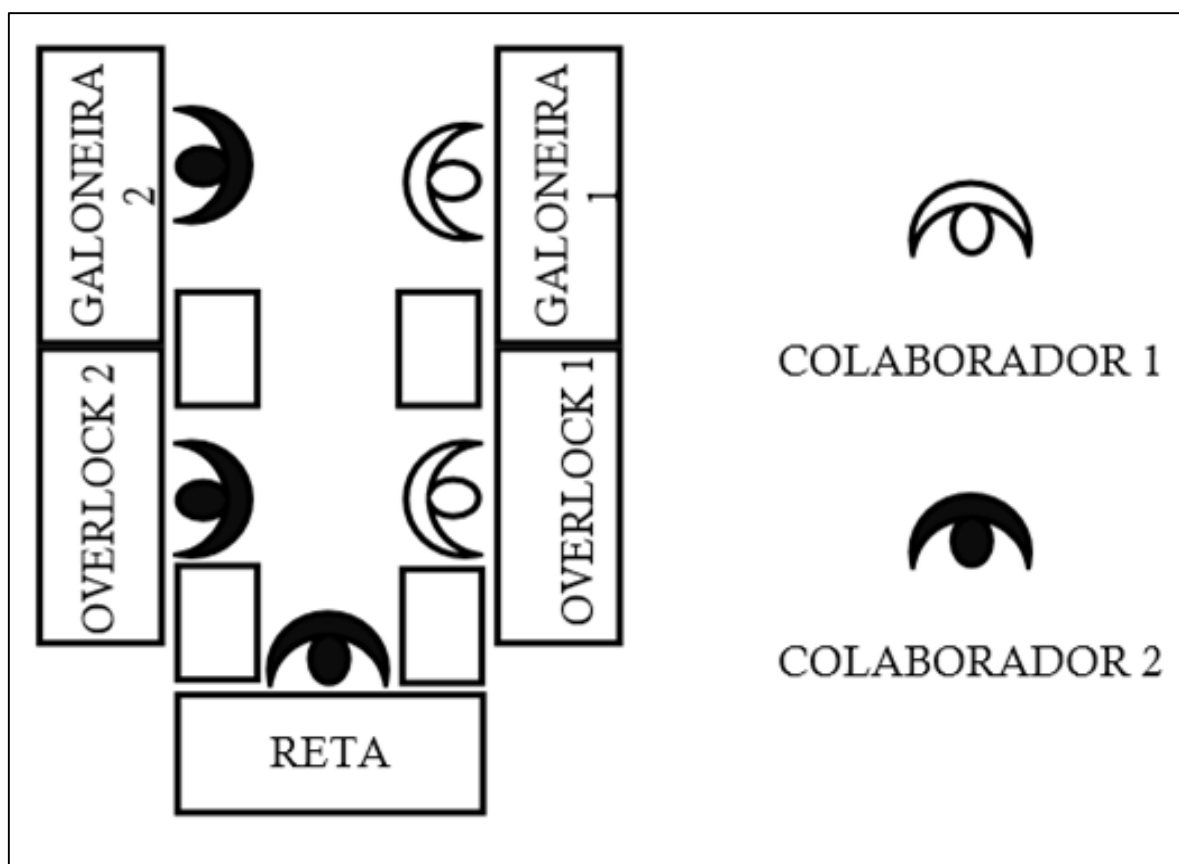
Fonte: Autor da pesquisa

Figura 11 - Célula da camisa regata



Fonte: Autor da pesquisa

Figura 12 - Layout da camisa raglan



Fonte: Autor da pesquisa

Por sua vez, o layout da *camisa raglan* tem seu fluxo de atividades sequenciado na seguinte ordem, a primeira operação é feita na máquina galoneira 1, a segunda máquina é a overlock 1, em seguida, os produtos vão para máquina reta,

depois passam pela overlock 2 e encerra seu fluxo de produção máquina galoneira 2. São necessários dois colaboradores para operar as cinco máquinas da célula de acordo com o balanceamento feito. O colaborador 1 fica responsável pela galoneira e overlock 1 e colaborador 2 fica com a reta e a overlock e galoneira 2.

Quando este estudo foi iniciado a empresa não possuía uma rotina produtiva organizada, os colaboradores não tinham orientação de como trabalhar e não dispunham de nenhum procedimento de como produzir. Os produtos não possuíam um sequenciamento de atividades a ser seguido, por várias vezes uma peça era produzida inteiramente por um colaborador, o que impossibilitava a avaliação da quantidade ou qualidade do produto (dado que não havia avaliação ou contagem da produção individual – histórico de produção).

Não havia controle sobre a ociosidade dos colaboradores e os gargalos do processo não eram conhecidos, sendo assim, não haviam informações que possibilitassem uma comparação do modelo sugerido neste trabalho com a forma que a empresa trabalhava anteriormente.

Diante do cenário exposto acima, a implantação das células sugeridas proporcionou a elaboração de uma rotina de produção mais organizada na fabricação das peças. A sequência de atividades para produzir um determinado fardamento foi esclarecida e padronizada, gerando economia de tempo e os colaboradores foram alocados em atividades específicas.

Sendo assim, foi possível estabelecer metas de produção, avaliar as produções individuais dos colaboradores, medir a ociosidade dos funcionários, determinar quanto tempo, de fato, é gasto para produzir determinado fardamento, determinar a capacidade produtiva da empresa e fornecer informações mais consistentes sobre o custo da mão obra de cada produto.

5 CONCLUSÃO

O layout celular é uma forma bastante prática de dispor os recursos transformadores no ambiente de trabalho, dentre os benefícios apresentados por este cita-se como um dos mais marcantes que é a flexibilidade produtiva proporcionada. Além disso, redução de movimentação de produtos em processo, menor insubordinação a gargalos e facilidade de gerenciamento (uma célula é grupo relativamente pequeno de máquinas e colaboradores) são pontos positivos que complementam o leque de melhorias proporcionadas por este tipo de arranjo físico.

Esta pesquisa teve o intuito de entender como funciona a dinâmica produtiva da empresa em estudo, a fim de encontrar a raiz do problema levantado e propor as ferramentas e técnicas adequadas que devem ser utilizadas para solucioná-lo.

Foi utilizado a ferramenta da qualidade fluxograma para elucidar a sequência produtiva dos uniformes; a cronoanálise, a fim de determinar quanto tempo é necessário para produzir uma unidade de cada produto; o balanceamento de linha, com o intuito de distribuir as tarefas produtivas para cada operador de forma tão igualitária quanto possível e as técnicas de layout para estabelecer a melhor distribuição dos postos de trabalho, seguindo o modelo celular, no ambiente produtivo.

Todos os objetivos estabelecidos foram alcançados, uma vez que conseguiu-se determinar, de forma organizada, como a empresa deve proceder no controle diário de suas atividades produtivas, demonstrando como usar as ferramentas de sequenciamento produtivo, cronoanálise, balanceamento de linha e montagem de layout.

Na verdade, constatou-se que tal estudo foi além dos objetivos estabelecidos, levando em consideração que, com este, foi possível determinar qual a capacidade produtiva da organização, além de permitir ao gestor da empresa, saber qual é o tempo exato para a fabricação de um produto, possibilitando melhor definição do custo da mão de obra necessária para fabricar uma unidade de cada uniforme e com isso possibilitar uma melhor formação de preço baseada em custos melhor determinados.

As dificuldades encontradas foram o baixo volume de produção da organização, que impossibilitou o levantamento de uma quantidade maior de amostras, a presença de muitos colaboradores recém-chegados à empresa que entram no processo sem um treinamento prévio, acarretando em altos índices de retrabalho, o alto índice de quebra de máquinas que contribuíram para o grande número de tempos descartados, ambiente em condições de temperatura não adequado e colaboradores desmotivados.

O fato de não haver histórico de produção impossibilitou uma avaliação quantitativa entre o modelo anterior e o proposto, desta forma, a promoção da organização do ambiente produtivo evidencia-se como um resultado qualitativo que buscou formar as bases para que dados quantitativos pudessem começar a serem colhidos.

REFERÊNCIAS

ANTHONY, ROBERT N.; GOVINDARAJAN, VIJAY. **SISTEMAS DE CONTROLE GERENCIAL**. Porto Alegre: AMGH, 2011.

BARCELLOS, S. R. **MODELAGEM DO PROCESSO DE PROGRAMAÇÃO DETALHADA DA PRODUÇÃO EM AMBIENTE Job Shop**. 2009. 81 f Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

BARNES, Ralph M. **Estudo de Movimentos e de Tempos**: projeto e medida do trabalho: 6. ed. São Paulo: Blucher, 1986.

BORTOLI, H. W. **APLICAÇÃO DA CRONOANÁLISE PARA MELHORIA DE PROCESSOS NO SETOR LOGÍSTICO DE UMA EMPRESA DE GRANDE PORTE DO RAMO AGRÍCOLA**. 2013. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Faculdade Horizontina. Horizontina, 2013.

BOUÇAS, A. S.; GOMES, J. S.. Sistemas de controle gerencial em empresas brasileiras internacionalizadas: o caso de uma empresa de material elétrico. **Revista Universo Contábil**, Blumenau, v. 6, n. 2, 2010, p. 06-26.

CANAN, I.; FONSECA, A. C. P. D.. Sistemas de controle gerencial: estudo de caso nas empresas Bunge e Amaggi. **Revista Capital Científico-Eletrônica**, Guarapuava, v. 4, n. 1, 2010, p. 89-110.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **GESTÃO DA QUALIDADE Teoria e Casos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

CHIROLI, D. M. G; VIEIRA, A. A.. MELHORIA DE PROCESSO UTILIZANDO DE FERRAMENTAS DA ENGENHARIA DA QUALIDADE. **Revista Tecnológica**, Maringá, 2013, p. 35-48.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**: uma abordagem estratégica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA JÚNIOR, E.D. **Gestão em processos produtivos**. Curitiba: Ibpex, 2008.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

FARNES, V. C. F.; PEREIRA, N. A.. Balanceamento de linha de montagem com o uso de heurística e simulação: estudo de caso na linha branca. **Revista GEPROS**, Bauru, v. 2, n. 1, 2007, p.125- 136.

FREITAS, A. O.; OLAVE, M. E. L.; VIEIRA, R. K. MANUFATURA ENXUTA COMO FERRAMENTA NA MUDANÇA DE LAYOUT DO FORMATO DE “U” PARA O FORMATO EM “I”. UM ESTUDO DE CASO. ENCONTRO NACIONAL DE

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: KJK, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **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: Atlas, 2009.

LUSTOSA, L. J.; MESQUITA, M. A.; QUELAS, O. L. G.; OLIVEIRA, R. J. **PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, Eva M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução** São Paulo: Atlas, 2006.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO**. 2 ed. rev. aum e atual. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, D. A. **ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, organizações e métodos: uma abordagem gerencial**. 20 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007

RUIZ, João Álvaro. **Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos**. 6. ed. 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **MANUAL DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE**. 2005. Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABh9YAC/ferramentasdaqualidade-sebrae> >. Acesso em: 17 abril. 2015

SIMONS, R. **LEVERS OF CONTROL: HOW NEW TOP MANAGERS USE CONTROL SYSTEMS AS LEVERS OF STRATEGIC RENEWAL**. Boston, Harvard Business School Press. 1994.

SLCAK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C; HARRISON, A. JOHNSTON, R. **Administração Da Produção. Edição Compacta**. 10 reimpr. São Paulo: Atlas, 2006.

SLCAK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração Da Produção**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLCAK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **OPERATIONS MANAGEMENT**. 5 ed. Madrid: Pearson Education, 2007.

TAVARES, P. A.; RAMOS, M. C.; PEÇANHA, A. da S. Aplicação das sete ferramentas da qualidade em uma empresa de recapagem de pneus no centro-oeste de Minas Gerais. **Revista Científica UNIFOR**, Formiga, v. 8, n. 1, 2013, p. 41-58.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

TUBINO; D. F. **MANUAL DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

UBIRAJARA, Eduardo. **Guia de orientação de TCC's**. Aracaju: FANESE, 2014 (caderno)

VAZ, S. R. S.; GOMES, J. S. **Características dos Sistemas de Controle Gerencial das Redes de Franquias de Alimentação**. In: V Congresso Nacional de Administração e Ciências Contábeis-AdCont 2014. 2014, Rio de Janeiro.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

APÊNDICE

Apêndice A – Tempos cronometrados do uniforme escolar *camisa regata*

UNIFORME ESCOLAR - CAMISA REGATA							
Nº	Pregar etiqueta	Fechar Ombro	Fechar camisa	Pregar Viés de Cava	Pregar Viés de Gola	Bainha de camisa	Reforço de Camisa (Gola e cava)
1	14,37	33,69	49,47	70,61	57,76	100,56	24,21
2	13,73	36,34	48,15	75,30	52,79	96,80	20,73
3	15,75	30,55	43,71	74,73	52,50	97,11	20,37
4	12,91	34,12	46,96	76,82	48,59	106,67	21,42
5	13,61	31,98	42,52	76,25	45,87	97,61	22,73
6	12,13	33,66	47,49	75,69	49,83	102,00	18,28
7	17,93	32,42	53,83	64,02	51,57	103,31	21,87
8	15,89	32,15	50,58	73,37	46,90	75,30	19,77
9	20,74	31,87	41,53	74,34	33,71	121,66	20,87
10	37,25	31,59	42,21	65,88	65,64	83,26	29,86
11	23,07		48,42	87,12	81,59		36,46
12	24,73		46,95	84,56	89,90		
13	27,44		47,03	81,29	67,21		
14	48,65		50,34	80,00	62,17		
15	58,72		53,60	99,87			
16	25,22		105,77				
17	10,55		76,16				
18			59,51				
19			110,97				
20			55,14				
21			38,87				
22			77,72				
23			40,60				
24							
M	14,54	32,84	47,52	73,46	50,73	100,58	21,14
EF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
TN	14,54	32,84	47,52	73,46	50,73	100,58	21,14
FT	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
TP	16,72	37,76	54,65	84,48	58,34	115,67	24,31
Nº	7	1	3	2	3	1	3

Apêndice B – Tempos cronometrados do uniforme escolar *camisa raglan*

UNIFORME ESCOLAR - CAMISA RAGLAN															
Nº	Pregar etiqueta	Pregar manga	Fechar manga	Fechar camisa	Pregar gola	Refilar camisa	Bainha de manga	Bainha de camisa	Overlock de gola		Overlock de bainha de manga	Overlock de barra	Reforço de manga	Reforço de gola	Reforço de barra
1	14,37	90,00	28,68	81,00	62,00	41,07	88,98	86,40	16,96	32,05	43,39	27,94	77,14	56,92	54,42
2	13,73	100,00	29,59	75,00	68,00	39,71	95,94	89,87	16,98	28,21	47,72	29,91	69,89	53,44	55,08
3	15,75	105,00	29,38	77,00	71,00	32,54	93,79	90,11	14,51	26,10	40,82	21,02	67,38	42,92	45,61
4	12,91	104,00	29,97	72,00	67,00	30,82	93,32	87,52	15,85	50,87	43,09	22,69	68,11	43,71	53,47
5	13,61	98,00	28,85	70,00	62,00	34,40	90,23	99,10	17,66	22,53	48,60	22,50	70,18	44,38	52,34
6	12,13	105,00	28,38	81,00	73,00	34,46	92,76	98,95	16,13	34,14	40,47	23,72	77,98	54,82	44,14
7	17,93	92,00	30,96	80,00	69,00	37,47	87,87	96,50	20,05	25,20	51,58	23,21	76,20	43,99	51,46
8	15,89	187,00	29,49	78,00	65,00	32,37	98,73	101,56	14,85	22,32	51,71	28,57	78,00	54,69	52,07
9	20,74	83,00	33,91	73,00	65,00	43,34	89,19	109,62	19,55	57,91	44,02	25,36	74,07	56,41	43,23
10	37,25	111,00	27,10	80,00	63,00	41,33	95,73	76,02	20,43	34,81	41,93	24,11	73,00	54,33	43,03
11	23,07	112,00	57,91	118,00	65,00	49,47	100,01	80,48	14,81	25,40	85,54	23,24	65,72	41,86	48,63
12	24,73	163,00	48,33	101,00	76,00	56,23	97,56	76,62	18,12	50,16	57,30	24,93	75,88	58,07	77,95
13	27,44	123,00	23,89	87,00	77,00	46,48	156,78	74,32	20,88		79,03	26,37	109,79	125,65	39,82
14	48,65	130,00		105,00	76,00	50,63	160,27		18,49		56,64	26,75	166,75	66,49	
15	58,72	113,00		117,00	79,00	28,23	140,71		14,78		69,17	27,96	89,90	100,05	
16	25,22			116,00	119,00	52,15	162,42		21,18		72,49	85,82	82,73	28,18	
17	10,55			98,00	82,00	52,77	161,96		18,43		69,09	36,95	62,74	147,56	
18					55,43		105,43		18,83		106,88	78,48	82,25	100,23	
19					52,00		105,81		19,20		54,36	32,83	84,00	36,17	
20					58,32				20,97		93,29	31,65	62,67	87,69	
21					186,00				19,07		58,29	39,40	102,40	74,15	
22					192,00				19,32			36,69	137,17	69,14	
23									19,73			37,82	84,30	33,66	
24									16,94			41,38	165,1	73,12	
25									20,53			33,94		33,62	
26									18,60			56,88		66,89	
27									45,41			31,54		85,86	
M	14,54	99,14	29,63	76,70	66,36	36,76	93,68	92,64	18,19		45,33	25,22	72,80	49,77	49,41
EF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
TN	14,54	99,14	29,63	76,70	66,36	36,76	93,68	92,64	18,19		45,33	25,22	72,80	49,77	98,81
FT	15	15	15	15	15	15	15	15	15		15	15	15	15	16
TP	16,72	114,01	34,08	88,21	76,32	42,27	107,73	106,53	20,91		52,13	29,00	83,72	57,24	114,62
Nº	7	2	2	2	2	6	1	2	6		4	5	2	7	4