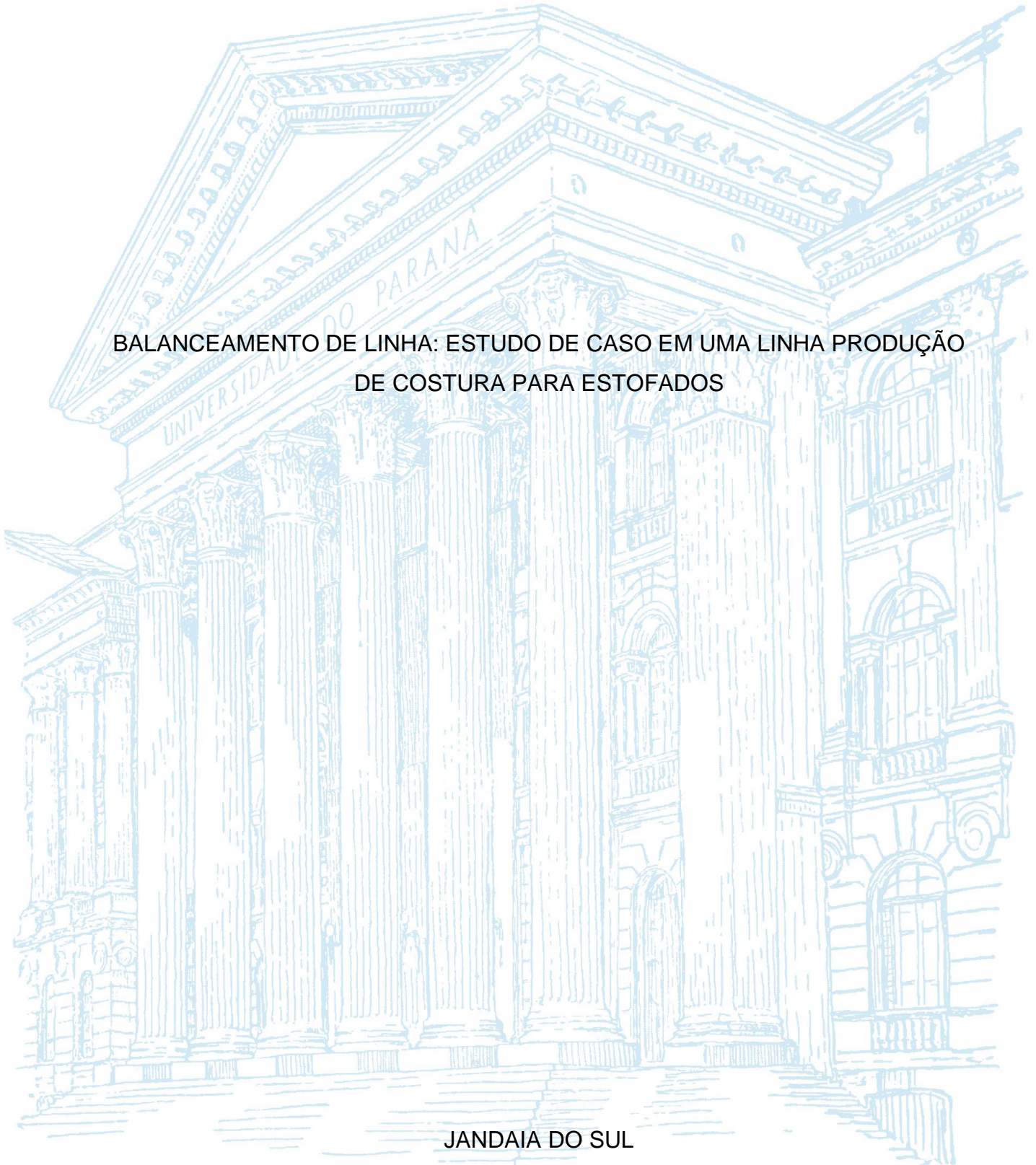


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LETÍCIA DEJAVITE MARCUSSI

BALANCEAMENTO DE LINHA: ESTUDO DE CASO EM UMA LINHA PRODUÇÃO
DE COSTURA PARA ESTOFADOS



JANDAIA DO SUL

2018

LETÍCIA DEJAVITE MARCUSSI

BALANCEAMENTO DE LINHA: ESTUDO DE CASO EM UMA LINHA DE
PRODUÇÃO DE COSTURA PARA ESTOFADOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me. Carlos Roberto Beleti Junior

JANDAIA DO SUL

2018

Marcussi, Leticia Dejavite
M322b Balanceamento de linha: estudo de caso em uma linha de produção de costura para estofados. / Leticia Dejavite Marcussi. – Jandaia do Sul, 2018. 59 f.

Orientador: Prof. Me. Carlos Roberto Beleti Junior
Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação) – Universidade Federal do Paraná. Campus Jandaia do Sul. Curso de Graduação em Engenharia de Produção.

1. Balanceamento de linha. 2. Cronoanálise. 3. *Takt time*. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD: 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARER Nº 002/2019/2019/UFPR/R/JA
PROCESSO Nº 23075.002051/2019-16
INTERESSADO: UFPR/R/JA/CCEP - COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - JANDAIA

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: BALANCEAMENTO DE LINHA: ESTUDO DE CASO EM UMA LINHA PRODUÇÃO DE COSTURA PARA ESTOFADOS

Autor(a): LETÍCIA DEJAVITE MARCUSSI

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de Engenharia de Produção, aprovado pela seguinte banca examinadora.

- Carlos Roberto Beleti Junior
- Marco Aurélio Reis dos Santos
- William Rodrigues dos Santos

Jandaia do Sul, 17 de dezembro de 2018.



Documento assinado eletronicamente por **CARLOS ROBERTO BELETI JUNIOR, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/01/2019, às 16:29, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **MARCO AURELIO REIS DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/01/2019, às 10:40, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/01/2019, às 14:09, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **1511325** e o código CRC **97618DC4**.

Dedico este trabalho a todos de que alguma forma ajudaram durante a minha graduação, apoiando, incentivando e contribuindo para o meu sucesso.

A minha família que sempre estiveram presentes nos momentos mais difíceis dessa jornada. Em especial ao meu pai Natalino que infelizmente não pode estar presente neste momento tão feliz da minha vida, mas que não poderia deixar de dedicar a ele, pois se hoje estou aqui, devo muitas coisas a ele e por seus ensinamentos e valores passados. Obrigada por tudo! Saudades eternas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me orientar em toda minha jornada.

A minha família pelo incentivo e principalmente confiança que depositaram em mim em toda essa caminhada.

Aos amigos e colegas, que sempre permaneceram ao meu lado nos momentos em que mais precisei.

Aos professores que me ajudaram adquirir conhecimento e sabedoria.

Agradeço especialmente ao meu orientador Prof. Me. Carlos Roberto Beleti Junior pela paciência e dedicação durante a orientação deste trabalho.

Agradeço a todos pelo apoio e compreensão que colaboraram de alguma maneira para a elaboração deste trabalho.

Agradeço também a empresa em que realizei este estudo pela oportunidade e aos colaboradores pela compreensão, atenção, apoio e confiança.

Que todos os nossos esforços estejam sempre focados no desafio à impossibilidade.

Todas as grandes conquistas humanas vieram daquilo que parecia impossível

(CHARLES CHAPLIN).

RESUMO

O setor de estofados vem sendo alavancado nas últimas décadas graças ao aumento da demanda e dessa forma, as empresas necessitam se adaptar a essa procura. Para que isso ocorra, as empresas são obrigadas a aperfeiçoar suas operações em busca de aumentar sua produtividade e diminuir o tempo de entrega do produto. Diante disso, o dimensionamento adequado da eficiência da produção é essencial para ordenar o posicionamento estratégico em um mercado cada vez mais competitivo. Assim, este estudo foi realizado no setor da costura em uma empresa de médio porte, do ramo de estofados, e busca balancear este processo, a fim de deixá-lo alinhado com os demais setores da empresa, aumentando assim sua produtividade e identificando melhorias e possibilidades de ganhos potenciais para a empresa. Neste contexto, o trabalho teve como objetivo propor o balanceamento no setor da costura, utilizando métodos da gestão da produtividade, com intuito de adequar a capacidade de produção com a demanda. Para a realização deste estudo foi necessária à coleta de tempos a partir do método da cronoanálise das atividades envolvidas no processo, levando-se em consideração os elementos que impactam na produção. Os resultados obtidos neste estudo demonstraram uma redução significativa dos tempos de execução das atividades, onde houve redução de 48% do tempo ocioso do processo.

Palavras-chave: Balanceamento de linha. Cronoanálise. *Takt time*.

ABSTRACT

The upholstery industry has been leveraging in recent decades thanks to increased demand and thus, companies need to adapt to this demand. For this to occur, companies are required to improve their operations in search of increasing their productivity and decreasing the product delivery time. Therefore, the proper sizing of production efficiency is essential to order strategic positioning in an increasingly competitive market. Thus, this study was carried out in the sewing sector in a medium sized company, from the upholstery industry, and seeks to balance this process, in order to leave it aligned with the other sectors of the company, thus increasing its productivity and identifying improvements and potential gains for the company. In this context, the objective of this work was to propose balancing in the sewing sector, using methods of productivity management, in order to adapt the production capacity with demand. To accomplish this study, it was necessary to collect time from the Chronoanalyse method of the activities involved in the process, taking into account the elements that impact the production. The results obtained in this study demonstrated a significant reduction of the execution times of the activities, where there was a reduction of 48% of the idle time of the process.

Keywords: Line balancing. Chronoanalyse. Takt time.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - SISTEMA <i>WESTINGHOUSE</i> PARA AVALIAÇÃO DO RITMO.....	33
FIGURA 2 - ESQUEMA DAS ETAPAS DO ESTUDO DE CASO	36
FIGURA 3 - CÁLCULO DO RITMO, TEMPO NORMAL E TEMPO PADRÃO DOS ELEMENTOS	38
FIGURA 4 - TOMADA DE TEMPOS	38
FIGURA 5 - FLUXO DE ROTINAS.....	39
FIGURA 6 - ESTRUTURA DO PRODUTO EM ESTUDO	41
FIGURA 7 - TOMADA DE TEMPOS DAS ATIVIDADES ENVOLVIDAS NO PROCESSO.....	44
FIGURA 8 - FLUXO DE ROTINA DO PROCESSO.....	45
FIGURA 9 - CÁLCULO DO RITMO, TEMPO NORMAL E TEMPO PADRÃO DOS ELEMENTOS (FT = 1,15)	46
FIGURA 10 - CENÁRIO ATUAL.....	47
FIGURA 11 - CÁLCULO DO RITMO, TEMPO NORMAL E TEMPO PADRÃO DOS ELEMENTOS DAS SUBATIVIDADES DA COSTURA (FT = 1,15)	48
FIGURA 12 - ATRIBUIÇÃO DE TAREFAS ÀS ESTAÇÕES DE TRABALHO	49
FIGURA 13 - CENÁRIO PROPOSTO	50
FIGURA 14 - LAYOUT ATUAL.....	51
FIGURA 15 - LAYOUT MODIFICADO	51

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - CONJUNTO DE FERRAMENTAS DO PROCESSO DE RACIOCÍNIO DA TOC	30
--	----

LISTA DE SIGLAS

- APR - Árvore de Pré-Requisitos
- ARA - Árvore da Realidade Atual
- ARF - Árvore da Realidade Futura
- AT - Árvore de Transição
- CRLs - Categorias de Reservas Legítimas
- DDN - Diagrama de Dispersão de Nuvem
- OPT - Optimized Production Technology
- PMEs - Pequenas e Médias Empresas
- STP - Sistema Toyota de Produção
- TOC - Teoria das Restrições

LISTA DE SÍMBOLOS

Σ - Somatório de números

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 Objetivo geral	18
1.3.2 Objetivos específicos.....	18
1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 MANUFATURA ENXUTA	20
2.1.1 Sistema Toyota de Produção	20
2.1.2 <i>Takt time</i>	21
2.1.3 Tempo de ciclo	22
2.1.4 Ociosidade	23
2.1.5 Balanceamento de linha	23
2.1.6 Redução de desperdício.....	25
2.2 TEORIA DAS RESTRIÇÕES	25
2.2.1 Princípios da otimização.....	26
2.2.2 Gargalo.....	27
2.2.3 O processo de raciocínio da teoria das restrições.....	29
2.3 CRONOANÁLISE	30
2.3.1 Estudos de tempos.....	31
2.3.2 Tempo padrão	32
2.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	34
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	35
3.1 ENQUADRAMENTO DA PESQUISA.....	35
3.2 INSTRUMENTO DE PESQUISA	37
3.3 COLETA DE DADOS	37
3.4 RELATO DE ESTUDO DE CASO	40
3.4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA PESQUISADA.....	40
3.4.2 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO	40
3.4.3 ESTRUTURA DE DADOS.....	41
3.4.4 PROCEDIMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO..	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	44

4.1 PROCESSO ATUAL.....	44
4.2 PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO	49
4.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PROPOSTA DE MELHORIA.....	52
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
5.1 LIMITAÇÕES	54
REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial nos séculos XVIII e XIX e no começo do século XX possibilitou uma grande evolução na tecnologia. Com isso as empresas foram impulsionadas pela produção em larga escala gerando uma crescente demanda por produtos e serviços. O aumento crescente das empresas estabeleceu grandes desafios tanto tecnológicos quanto administrativos, havendo necessidades de uma melhor capacitação dos seus gestores para administrar os processos produtivos (OLIVEIRA, 2006).

Em um cenário altamente competitivo e as diversas mudanças tecnológicas, onde o mercado gera uma busca constante por melhorias de processo, as empresas são obrigadas a aperfeiçoar suas operações na busca de maior produtividade (MARTINHAGO; PIPER, 2017). Para isso, a padronização dos processos e a definição de tempos padrões para cada atividade são elementos fundamentais para que as empresas possam alinhar todos seus processos, tornando possível identificar a eficiência da produção e até mesmo onde o processo está falhando.

Diante disso, é evidente a necessidade de cada vez mais otimizar os recursos de uma empresa, devido à alta concorrência, o que pode causar uma redução no preço de mercado dos produtos e, por sua vez, reduzir a margem de lucro da empresa.

Para empresas de produção em massa uma forma de buscar um nível maior de competitividade é por meio do balanceamento de linhas do processo, onde os custos de produção são reduzidos e, conseqüentemente, o processo otimizado.

Para a aplicação da técnica de balanceamento de linha torna-se necessário analisar o local em que as atividades são realizadas, além de definir o tempo total de produção pela aplicação do método da cronoanálise. A análise envolve mapear as atividades do processo, aplicar os tempos cronometrados para avaliar o processo, para assim estudar melhorias tanto para a empresa como para os operadores (BATTISTI, 2013).

Neste contexto, obteve-se a oportunidade de aplicar a técnica de balanceamento de linha em uma empresa de médio porte, do ramo de estofados, localizada na região Norte do estado do Paraná, onde foi proposta a aplicação do método da cronoanálise, juntamente com o balanceamento de linha no setor da costura. A partir da aplicação desses métodos foram definidos os principais elementos

para obtenção do tempo padrão de processo, permitindo assim, o balanceamento da produção.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Com base em pesquisas, o desempenho competitivo das Pequenas e Médias Empresas (PMEs) indicam que existem limitações de desempenho que são comuns as empresas de países em desenvolvimento, tais como máquinas obsoletas, administração inadequada e dificuldades em melhorar sua produtividade (ROVERE, 2001). Partindo dessas limitações o balanceamento de linha pode contribuir para melhorar os problemas de produtividade que essas PMEs enfrentam.

Com o aumento da demanda de produtos e conseqüentemente da produção, há um desequilíbrio no setor da costura, que gerou um gargalo na empresa impedindo-a de produzir dentro de sua maior capacidade, causando inúmeros problemas em relação ao tempo de entrega do produto, tempos maiores de produção e a falta de organização da linha e do processo. Tais fatores podem ser melhorados por meio de métodos que visam atingir a melhor produtividade sem atrasos na linha de produção. Assim, como a cronoanálise e o balanceamento de linha poderão ser utilizados para a melhoria da produtividade?

1.2 JUSTIFICATIVA

Devido ao aumento da competitividade das empresas nesse ramo de atuação é necessário utilizar estratégias e métodos que ajudem a decidir a capacidade produtiva. Desse modo, o balanceamento da linha de produção pode apresentar soluções eficientes para a melhoria do processo.

O balanceamento busca reduzir os gargalos identificados durante o processo, sendo essa uma ferramenta muito importante na área de Engenharia de Produção. Diante deste contexto, o estudo busca acrescentar ao acadêmico conhecimentos sobre a aplicação da cronoanálise e balanceamento de linha dentro de uma empresa. Além disso, permite o desenvolvimento pessoal e profissional, sendo possível alinhar os conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula com a prática podendo elencar as vantagens e desvantagens da aplicação.

Assim, este trabalho se torna importante por utilizar métodos que aperfeiçoam os conceitos de produção pré-determinados, entender e analisar os tempos coletados, e com isso, descobrir as causas que interferem na produção.

Desse modo, justifica-se a utilização da cronoanálise e do balanceamento de linha neste trabalho de conclusão de curso. Um processo balanceado possibilitará a otimização do processo produtivo, aumentando assim a produção, ou ainda utilizando de melhor forma a mão de obra disponível.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Propor melhorias na linha de produção no setor da costura utilizando-se o tempo de produção do produto, no qual é determinado pelos postos de trabalho das costureiras e a partir disso propor o balanceamento de linha da produção em estudo.

1.3.2 Objetivos específicos

Do que se almeja alcançar com a realização do trabalho, três objetivos são considerados específicos:

- a) obter o mapeamento das atividades do setor da costureira;
- b) aplicar os tempos encontrados para balanceamento das atividades;
- c) apresentar o balanceamento de linha aplicando os tempos encontrados.

1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Este Trabalho de Conclusão de Curso está estruturado em 5 capítulos, conforme descrito a seguir:

Capítulo 1: apresentou a contextualização seguida da problemática de pesquisa, justificativa e objetivos.

Capítulo 2: expõe o referencial teórico, trazendo conceitos referentes à definição do balanceamento de linha por meio de suas principais razões que conduzem ao balanceamento de uma linha de produção e suas vantagens.

Capítulo 3: revela os procedimentos metodológicos utilizados, iniciando com o enquadramento metodológico da pesquisa e especificação dos métodos de coleta, análise dos dados e o relato do estudo de caso, descrevendo as características da empresa e do setor em estudo.

Capítulo 4: expõe a proposta do modelo de cronoanálise utilizado na pesquisa e o balanceamento de linha, contendo todos os parâmetros necessários para determinar o tempo padrão das operações de preparação e costura, bem como aplicação do balanceamento do processo.

Capítulo 5: apresentam-se as considerações finais do trabalho demonstrando as possíveis melhorias com a utilização do modelo de cronoanálise e balanceamento da linha.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo encontra-se o arcabouço teórico utilizado na construção da pesquisa, de forma a apresentar as definições atuais. O capítulo está baseado em duas grandes teorias de gestão da produção: Manufatura Enxuta e Teoria das Restrições.

2.1 MANUFATURA ENXUTA

2.1.1 Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção (STP) é conhecido como um marco na evolução tecnológica, motivador, em parte, de um enorme salto das indústrias japonesas e, provavelmente da economia mundial em uma nova fase de crescimento (COLEMAN; VAGHEFI, 1994; GHINATO, 1996; SABATINI, 2000; STROZNIAK, 2001).

O STP também conhecido como Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing*, surgiu no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, aplicado primeiramente na Toyota Motor Company, onde procurava um sistema de administração para organizar a produção de acordo com determinada demanda, modelo e cor (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Segundo Shingo (1996), o Sistema Toyota de Produção busca impulsionar um fluxo harmônico dos produtos entre os postos de trabalho, fazendo com que os produtos sejam produzidos na quantidade certa e no momento em que são necessários. Para isso acontecer, a comunicação entre os postos de trabalho deve ocorrer de forma eficiente.

Ainda segundo Shingo (1996), existem sete tipos de desperdícios que são: por movimentação, por processamento, por estoque, por superprodução, por espera, por logística e má qualidade dos produtos.

O Sistema Toyota de Produção é fundamentado em dois principais conceitos que, para Maximiano (2008), são: a eliminação de desperdícios e a fabricação com qualidade. O conceito de eliminação de desperdício vem da produção enxuta, que é fabricar com o máximo de economia. O segundo conceito, que é fabricar com qualidade, tem por finalidade produzir sem falhas, sendo essa uma forma de eliminar

os desperdícios, possibilitando que os produtos sejam produzidos com alta qualidade e baixo preço.

A padronização busca atingir a maior produtividade possível identificando e eliminando as perdas no processo, e para isso a programação tem a necessidade de estar nivelada. O nivelamento dos tipos de produtos e das quantidades de cada item é o que permite a produção de diferenciados itens assegurando o fluxo da produção. Já a melhoria contínua, é a melhoria de uma atividade, focalizando a eliminação de perdas no processo, adicionando maior valor ao produto final sem muito investimento (RICCI, 2013).

Ainda segundo Ricci, (2013) para implementação de um fluxo contínuo faz-se indispensável o balanceamento das operações, que está ligado de modo direto ao *Takt time*, que é o tempo necessário para produzir um determinado produto completo, conforme sua demanda.

A Produção Enxuta, tem por objetivo implementar um processo ótimo, reduzindo os recursos desnecessários vistos como desperdício. A quantidade de postos de trabalho e o tempo de espera são considerados perdas. As principais finalidades são a valorização da qualidade e da flexibilidade do processo, aumentando assim sua eficiência de produção e a disponibilidade de concorrer em um mercado globalizado (NAZARENO; RENTES, 2001).

2.1.2 *Takt time*

O *Takt time* tem como definição o tempo de ritmo de produção, visto que dependendo da demanda do mercado a produção terá a necessidade de ajustar a produção com o tempo do cliente. Pode-se considerar o tempo que determina o fluxo dos recursos em uma linha de produção (ALVAREZ e JUNIOR, 2001).

Segundo Rother (2010), o tempo de operação real é o tempo disponível menos as paradas programadas, tais como intervalo, horário de almoço, limpeza, intervalos, dentre outros. O *Takt time* é determinado por meio da razão entre o tempo disponível de produção e a demanda. Desta forma apresenta-se a equação (1).

$$TAKT\ TIME = \frac{TEMPO\ DISPONÍVEL}{DEMANDA} \quad (1)$$

FONTE: Rother (2010)

O *Takt time* cadencia a produção em função da demanda do mercado, orientando o abastecimento da matéria prima conduzindo deste modo a um sistema de produção *Lean*.

O equilíbrio da produção ocorre quando, o *Takt time* e os recursos indispensáveis para produzir com a menor perda possível sem influenciar a qualidade do produto, ou seja, obtendo resultados positivos com o mesmo planejamento (KAMADA, 2007).

2.1.3 Tempo de ciclo

O tempo de ciclo é o tempo necessário para a produção de determinado produto, sendo o tempo equivalente para o operador realizar um ciclo do processo em sua maior duração, pois dita o ritmo de produção da linha.

O tempo de ciclo refere-se às etapas seguidas para completar um processo, como ensinar o programa a uma classe, fabricar um carro ou atender a um cliente. A simplificação de ciclos de trabalho, a queda de barreiras entre etapas improdutivas no processo permite que a qualidade total seja bem-sucedida. O ciclo operacional permite a competição pelo tempo, o atendimento mais rápido do cliente, etapas de produção mais encadeadas entre si, queda de barreiras e obstáculos intermediários. Os conceitos de fábrica enxuta e *Just in time* são baseados no ciclo de tempo reduzido. (CHIAVENATO, 2006, p.333).

Para os autores Alvarez e Junior (2001), o tempo de ciclo é analisado pelas situações operacionais do sistema produtivo. Considerando uma linha como posto de trabalho, o tempo de ciclo está associado com dois elementos principais que são:

- a) Tempo padrão;
- b) Número de trabalhadores na linha.

As mensurações de tempo de ciclo são aplicadas para averiguar a distribuição da quantidade de operador entre as operações.

De acordo com Cantidio (2009b), o tempo de ciclo é um fator de limita o *Takt time*, isto é, o tempo de ciclo é determinado pelo gargalo encontrado na produção e não pela cadência da linha em função do tempo disponível e da demanda. Desde modo, o tempo de produção será sempre limitado pela capacidade ou pela demanda. Com esses dados é possível calcular o número de operadores necessários por meio da equação 2.

$$N^{\circ} \text{ DE OPERADORES} = \frac{\text{TEMPO DE ATRAVESSAMENTO}}{\text{TAKT TIME}} \quad (2)$$

FONTE: Cantidio (2009b)

2.1.4 Ociosidade

Para fins de avaliação do desempenho do balanceamento, faz-se necessário a análise de alguns indicadores, tais como a ociosidade. Com a ociosidade podemos entender aqueles postos de trabalho que possuem operações que demandam um menor tempo de produção, determinando assim a diminuição do ritmo do operador (PEINADO; GRAEML, 2007).

Ainda segundo Peinado e Graeml (2007), o percentual de tempo ocioso na linha de produção é dado pela soma dos tempos ociosos de todas as operações envolvidas no processo que tiveram carga de trabalho inferior à maior carga destinada a uma estação, dividido pelo tempo de ciclo multiplicado pelo número de estações de trabalho, conforme a equação 3.

$$\% \text{OCIOSIDADE} = \frac{\sum \text{TEMPOS OCIOSOS DAS ESTAÇÕES}}{N^{\circ} \text{ DAS ESTAÇÕES} \times \text{TC}} \quad (3)$$

FONTE: Peinado e Graeml (2007)

Desse modo, o balanceamento da linha proporciona benefícios para as empresas, pois utiliza-se cálculos com a finalidade de reduzir tempos ocioso ou sobrecarregados que apresentam problemas de eficiência na linha, o que gera alterações na capacidade e aumento no custo unitário de produção.

2.1.5 Balanceamento de linha

Dentro da área organizacional, faz-se necessário ter diferenciais competitivos. Tais diferenciais podem ser atingidos por meio da melhoria contínua do processo produtivo e gestão. O balanceamento de linha é um dos métodos para que o processo seja melhorado e facilite a gestão (DEMBOGURSKI; OLIVEIRA; NEUMANN, 2008).

No Sistema Toyota de Produção, o balanceamento de linha acontece quando há um equilíbrio entre a capacidade de produção, isto é, quando a capacidade de trabalho a ser realizado e a máquina operada por um operador conseguem atingir a demanda desejada (SHINGO, 1996).

O balanceamento está diretamente ligado à agilidade do sistema produtivo, pois o ato balancear significa nivelar o tempo das atividades com o tempo padrão, método esse que não pode ser descartado (AMÉRICO; MERETIKA; OGAWA, 2006).

Para Kumar (2013), o balanceamento da linha de produção é nivelar as atividades ao longo do fluxo de produção para remover gargalos e excesso de capacidade. O intuito do balanceamento é utilizar os recursos produtivos de forma eficiente (HAZIR; DOLGUI, 2014). Segundo Sivasankaran e Shahabudeen (2014), a eficiência de uma atividade é analisada considerando o tempo livre, ocioso, que determinada atividade gera.

O balanceamento de linha possibilita que a realização de determinada atividade seja desenvolvida com base em indicadores, de forma que seja capaz de avaliar os resultados obtidos ao longo da implementação. Para que a implementação da técnica de balanceamento de linha seja realizada de modo correto, precisa-se analisar elementos indispensáveis para a medição dos tempos e dos indicadores de desempenho posteriormente necessários.

De acordo com Roldão e Ribeiro (2007), os indicadores de desempenho têm a necessidade de comparar e mensurar os resultados obtidos antes e depois da implementação do balanceamento. São eles:

- a) Relação sequencial entre as atividades;
- b) *Takt time*;
- c) Determinar o número mínimo de postos de trabalho;
- d) Determinar o tempo de ciclo;
- e) Analisar a eficiência e produtividade da linha balanceada.

Segundo Carravilla (1988), o balanceamento de linha consiste na classificação dos grupos operacionais distribuídos em postos de trabalho, melhorando a utilização de mão de obra e equipamentos evitando tempos ociosos. A partir disso, um operador pode realizar uma ou mais atividades dependendo do ciclo da atividade. É essencial agrupar as atividades em que os tempos de ciclo somados resultem no resultado obtido.

2.1.6 Redução de desperdício

De acordo com Robles (1996), desperdício é toda a perda de recursos escassos. Estes recursos vão desde material, mão de obra e energia perdida, até mesmo a perda de horas de treinamento e aprendizado. Os desperdícios são vistos como um problema da indústria desde Henry Ford pois no processo produtivo qualquer entrada ou saída desnecessária pode ser compreendido como um desperdício (REIS; FIGUEIREDO, 1995).

Segundo Ohno (1997), desperdício pode ser considerado toda a atividade que não agrega valor ao produto final. Autores como Nakagawa (1993), compartilham do mesmo raciocínio, que desperdício é todo o custo que não adiciona valor qualquer ao produto sob a visão do cliente.

Uma empresa que pretende ter uma redução de custos devido a desperdícios de seus recursos, devem repensar no seu processo produtivo, buscando identificar os desperdícios e conseqüentemente as oportunidades de melhorias (CANTIDIO, 2009a).

Fantin (2016), diz que:

Reduzir os custos e o tempo de produção, ampliando a produtividade, está entre os objetivos de todas as indústrias e nem sempre é algo fácil de conseguir. No entanto, uma metodologia inovadora vem sendo apresentada ao setor produtivo paranaense. É a Manufatura Enxuta (Lean Manufacturing), que gera resultados significativos sem a necessidade de investimento em maquinário ou tecnologias (FANTIN, 2016, n. p.).

A Manufatura Enxuta busca à redução de desperdícios de recursos e matéria-prima além de tempo. A partir disso, é possível alcançar consideravelmente um ganho de produtividade, ajustando-se as demandas e aos prazos junto aos fornecedores, além das etapas de produção, no layout e adequação dos estoques de matérias-primas ou dos produtos acabados (FANTIN, 2016).

2.2 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

A Teoria das Restrições (TOC, na sigla do original em inglês *Theory of Constraints*) foi desenvolvida por Eliyahu Goldratt na década de 1980. A TOC surgiu com base em um sistema de informação conhecido como *Optimized Production Technology* (OPT) que procurava auxiliar no processo de planejamento da produção por meio da administração dos gargalos.

Segundo Ferreira (2007):

Optimized Production Technology (OPT), foi posteriormente transformada numa técnica de gestão mais ampla que define os objetivos da companhia como sendo: ganhar dinheiro agora, assim como no futuro, provendo sua própria estrutura para guiar na busca destes objetivos. Neste sentido, os ganhos serão obtidos a partir da administração eficiente de todos os recursos e do conjunto de restrições a que a empresa está submetida (FERREIRA, 2007, p. 60).

Para se compreender de forma mais clara a Teoria das Restrições, faz-se necessário estabelecer que a restrição pode ser qualquer fator que limita o processo em obter o maior desempenho em relação ao objetivo da empresa, sendo esta restrição física ou não (GOLDRATT; COX, 2002).

De acordo com Goldratt (1994), a finalidade de uma empresa é ganhar capital hoje e futuramente. Com isso, a TOC mostra um conjunto de fatores que tem por objetivo acompanhar o resultado da empresa.

2.2.1 Princípios da otimização

A Teoria das Restrições determina nove princípios para a programação da produção. Baseando-se na teoria propõem o lema “a soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo total”, contrapondo com o lema tradicional “a única maneira de chegar ao ótimo total é a garantia dos ótimos locais” de acordo com Goldratt e Cox (2002).

Conforme Goldratt e Cox (2002) os nove princípios são:

1. Balancear o fluxo e não a capacidade: A importância está no controle do fluxo de produção e a demanda, dando ênfase sobre o fluxo de matéria prima e não na capacidade produtiva dos recursos. Para isso se faz necessário a identificação das restrições do processo que vão limitar o fluxo.

2. O nível de utilização de um recurso não-gargalo não é determinado pelo seu próprio potencial, mas por outra restrição do sistema: Estabelece a utilização do recurso não-gargalo e determina a função das restrições presentes no processo, por limitação de capacidade ou de demanda do mercado.

3. A utilização e a ativação de um recurso não são sinônimos: A utilização caracteriza o uso de recursos não-gargalos a partir da capacidade do recurso gargalo, já a ativação caracteriza a utilização do recurso não-gargalo em maior quantidade do que a capacidade do recurso gargalo, não contribuindo para o objetivo da otimização que seria o balanceamento do fluxo de produção.

4. Uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro: Sabendo-se que deve existir um balanceamento do fluxo determinado pelo gargalo, sendo que qualquer tempo perdido no gargalo, seja por meio da preparação de máquinas, da produção de produtos defeituosos ou por produtos não demandados pelo mercado, minimiza o tempo total disponível para atender a quantidade necessária, visto que só haverá benefícios na programação da produção se reduzir o tempo de preparação nos recursos gargalos, aumentando assim a capacidade de produção.

5. Uma hora economizada onde não é gargalo é apenas uma ilusão: A economia de tempo em um processo gargalo é uma ilusão, considerando que os recursos não-gargalos trabalham conforme o nível do gargalo, não terá nenhum benefício na economia, visto que estaria aumentando o montante de tempo ocioso já existente no sistema.

6. Os gargalos governam os ganhos e o inventário: De acordo com o que foi mencionado acima o sistema é administrado pelo recurso gargalo, sabendo-se que isso determina o fluxo de produção e conseqüentemente os ganhos.

7. O lote de transferência não pode e muitas vezes não deve ser igual ao lote de processamento: O lote de transferência corresponde a capacidade do setor em que será transferida para uma próxima operação, visto que não traz benefício repassar todo lote processado se este não pode de fato ser concluído em uma próxima etapa do processo.

8. O lote de processo deve ser variável e não fixo: O lote de processamento pode ter alguma variação de uma operação para outra, ao contrário da maioria dos sistemas tradicionais, levando a um problema na escolha do tamanho a ser adotado, uma vez que as particularidades de cada operação podem conduzir a um cálculo de lote diferente.

9. Os programas devem ser estabelecidos considerando todas as restrições simultaneamente: A programação da produção, ao responder à questão sobre o quê, quanto e quando produzir algo, levando em consideração as restrições do sistema.

2.2.2 Gargalo

As indústrias hoje em dia têm foco na velocidade máxima de todos os processos e setores, sem que se tenha gargalos no sistema produtivo que possam

atrapalhar a realização da produção planejada. Segundo Cox III e Spencer (2008), uma das maiores dificuldades das indústrias é alinhar o fluxo da produção com a demanda do mercado.

Para Goldratt e Cox (2002), “Gargalo é qualquer recurso cuja capacidade é igual ou menor que a demanda de mercado imposta sobre ele”. De acordo com os autores, o gargalo surge quando o mercado requer uma demanda maior que sua capacidade produtiva para supri-lo.

Para Davis, Aquilano e Chase (2008), “Uma vez que o gargalo é o componente mais lento do processo, ele fixa o ritmo do sistema – como uma batida de tambor fixa o ritmo da marcha para a banda”. Conforme os autores, o gargalo dita o ritmo de trabalho do sistema.

Com base nisso, o gargalo se caracteriza a partir de uma restrição à saída do sistema produtivo, onde limita o desempenho ou capacidade de todo o sistema. Para atingir uma maior eficiência do processo produtivo, faz-se necessário que o controle do gargalo seja diferente do restante do sistema. O desperdício por desempenho consiste na perda direta, enquanto um desperdício imprevisível em outro processo pode ser simplesmente recuperado no tempo da produção (GOLDRATT; FOX, 1997).

De acordo com Tubino (2009), a indústria deve focalizar nos processos que contem gargalos:

Uma hora perdida num recurso gargalo é uma perda em todo o sistema produtivo: como os recursos gargalos não possuem tempos ociosos, caso algum problema venha a acontecer com estes recursos, a perda de produção repercutirá em todo o sistema, reduzindo o fluxo (TUBINO, 2009, p. 118).

De acordo com o autor, todas as etapas do processo são influenciadas caso o gargalo venha acontecer.

Segundo Cox III e Spencer (2008), a administração dos gargalos pressupõem uma desordem no processo, que podem ser identificados em cinco passos que são:

- a) Identificar o gargalo;
- b) Definir como analisar o gargalo;
- c) Gerenciar a decisão acima;
- d) Aumentar a capacidade do processo onde existe o gargalo;
- e) Se o gargalo for solucionado, ao começo, não permitir que a falta de supervisão dos gestores ocasione um novo gargalo.

Primeiramente é necessário identificar o gargalo que limita a indústria a produzir mais. Neste contexto, identificar é uma tarefa difícil às vezes, por se localizar no processo produtivo.

2.2.3 O processo de raciocínio da teoria das restrições

A Teoria das Restrições normalmente é aplicada em empresas que tenha identificado problemas em seu processo produtivo. Conforme Noreen, Smith e Mackey (1996), “segundo as afirmações dos defensores da TOC, esta abordagem pode ser usada para solucionar virtualmente qualquer problema em qualquer parte da organização”. Os resultados obtidos por meio da TOC no chão de fábrica podem ser rápidos, e resultar em lucros significativos para empresa.

Goldratt (1994), defende o processo de raciocínio como uma estratégia específica para casos difíceis: “quando parece que não há saída; quando parece que a única coisa que resta é desistir”.

O processo de raciocínio é bastante válido na solução das devidas restrições procedentes de políticas. De acordo com Goldratt (1994), “os processos de raciocínio sempre levam a uma solução ganha-ganha”. Conforme Corbett (1997), “os processos de raciocínio são baseados nas leis de causa e efeito, são diagramas lógicos que nos ajudam a explicar nossa intuição”. Goldratt (1994) expõem que:

Se não tiver intuição, método nenhum vai ajudá-lo. Mas se tiver intuição, mesmo assim poderá fracassar. A intuição é uma condição necessária para encontrar soluções, mas na minha experiência ela está longe de ser suficiente. Você precisa ter um método para libertar, focalizar e criticar a sua intuição se quiser chegar a soluções simples e práticas (GOLDRATT, 1994, p. 100).

Os processos de raciocínio começam com o princípio que, para melhorar as pessoas precisam ser capazes de responder a três questões: “O que mudar?”, “Para o quê mudar?” e “Como mudar?”. Tais processos representa ferramentas analíticas formais, com a finalidade de auxiliar as pessoas responderem estas perguntas.

Este processo de raciocínio da TOC envolve cinco ferramentas:

- a) Árvore da Realidade Atual (ARA);
- b) Diagrama de Dispersão de Nuvem (DDN);
- c) Árvore da Realidade Futura (ARF);
- d) Árvore de Pré-Requisitos (APR);
- e) Árvore de Transição (AT).

O Quadro 1 apresenta o conjunto de relação de ferramentas com as perguntas do processo de raciocínio.

QUADRO 1 - CONJUNTO DE FERRAMENTAS DO PROCESSO DE RACIOCÍNIO DA TOC

Perguntas	Ferramenta	Objetivo
O que mudar?	Árvore da Realidade Atual.	Identificar o problema central.
Para o quê mudar?	Diagrama de Dispersão de Nuvem. Árvore da Realidade Futura.	Desenvolver soluções e prever os benefícios.
Como mudar?	Árvore de Pré-Requisitos. Árvore de Transição.	Determinar pré-requisitos e plano de ação.

FONTE: Adaptado de Cox III e Spencer (2008)

Cox III e Schleier (2013), apresentam a existência da divisão dos três componentes lógicos do processo de raciocínio da TOC. A aplicabilidade das ferramentas ARA, ARF e AT são utilizadas como primeiro componente, baseado no raciocínio de causa e efeito e na lógica de suficiência. Já o segundo componente utiliza-se para a concepção das ferramentas DDN e APR, a partir da lógica “devemos ser” ou “é necessário ter” baseando-se nas necessidades. O terceiro componente refere-se as Categorias de Reservas Legítimas (CRLs), que são regras desenvolvidas por Goldratt (GOLDRATT, 1994).

2.3 CRONOANÁLISE

A cronoanálise é uma das técnicas utilizadas para determinação do tempo padrão.

De acordo com Almeida (2009), a cronoanálise é determinada como um método de mensuração de tempos e índices de trabalho específico realizado perante certas situações, tendo por objetivo obter o tempo necessário para realizar determinadas atividades em um nível de especificação definido.

O método da cronoanálise analisa as técnicas, materiais, ferramentas e instalações utilizadas para a realização de uma atividade, visando encontrar uma maneira mais econômica de realizar determinada atividade. Este método determina

de forma exata e segura, o tempo necessário do operador realizar uma atividade em ritmo normal (MIRANDA, 2009).

De acordo com Toledo Jr e Kuratomi (1977), a cronoanálise é a base para a racionalização da produção, do espaço físico, das máquinas, e do ser humano.

Barnes (1977), considera que a realização da cronoanálise se dá por seis passos:

- a) Conseguir informações sobre as atividades realizadas e do operador em análise;
- b) Fracionar a atividades em elementos;
- c) Observar e marcar o tempo gasto pelo operador;
- d) Analisar a cadência do operador;
- e) Estabelecer as tolerâncias;
- f) Definir o tempo padrão para o operador.

Ainda conforme o autor, “Cronometria é o cálculo, realizado para chegar ao Tempo padrão. Cronoanálise é a tabulação, que é a arte de utilização do tempo padrão, visando à melhoria no método de trabalho”.

2.3.1 Estudos de tempos

O estudo dos tempos trata-se de métodos que levam a uma análise de determinada atividade com o objetivo de eliminar todos os fatores desnecessários e estabelecer a melhor forma de realizá-la.

De acordo com Martins e Laugení (2006), o estudo dos tempos possibilita determinar padrões para processos produtivos de forma a simplificar o planejamento do processo, para que os recursos disponíveis sejam utilizados de forma eficaz, e atendendo o tempo padrão para execução de cada atividade.

O estudo de tempos é utilizado para mensurar o tempo necessário que um colaborador treinado levará para executar uma determinada atividade. O resultado desse estudo é o tempo que um operador qualificado e adaptado necessitará para realizar a atividade em ritmo normal (BARNES, 1977).

Ainda segundo Barnes (1977), além de estudar o método de tempos, também são analisadas as ferramentas, materiais e equipamentos da produção. Levando a uma padronização dos métodos de trabalho, analisando de forma a utilizá-lo da

melhor maneira, determinando os tempos necessários para execução das atividades de modo eficiente.

De acordo com Peinado e Graeml (2007), o estudo de tempos por meio do método da cronoanálise é utilizado para mensurar e controlar estaticamente as atividades a ser executadas, calculando o tempo padrão que estabelece qual a capacidade produtiva do sistema. O tempo padrão abrange elementos como a agilidade da execução da atividade e da sua eficiência, exaustão do operador e as necessidades do operador.

2.3.2 Tempo padrão

O tempo padrão é o tempo médio que um operador leva para realizar uma determinada atividade. Esse tempo é utilizado para medir o desempenho de uma determinada linha de produção.

Conforme Martins e Laugeni (2006), uma vez obtida as N cronometragens e o tempo médio de cada operador, precisa-se calcular o tempo normal de cada operação cronometrada multiplicando o tempo médio por um fator de ritmo do operador, como a equação 4.

$$TN = TM \times V \quad (4)$$

FONTE: Martins e Laugeni (2006)

Onde:

TN = tempo normal para a operação,

TM = tempo médio,

V = ritmo do operador.

A avaliação do ritmo depende da ponderação pessoal do analista, e não há outra maneira de estabelecer um tempo padrão para a operação sem esta análise subjetiva. Segundo Barnes (1977), existem vários sistemas que são empregados para avaliar o ritmo, e, para o desenvolvimento deste trabalho será utilizado o Sistema *Westinghouse* para avaliação do ritmo.

O Sistema *Westinghouse* para avaliação do ritmo utiliza-se quatro fatores para estimar a eficiência do operador que são: habilidade, esforço, condições e consistência. Esta avaliação fornece uma tabela com valores numéricos para cada

atributo e o fator de ritmo do operador é obtido por meio da soma das avaliações para os quatro fatores, como a equação 5.

$$V = 1 + \sum A \quad (5)$$

Onde:

V = fator de ritmo

A = atributo do Sistema *Westinghouse* para avaliação do ritmo

FIGURA 1 - SISTEMA *WESTINGHOUSE* PARA AVALIAÇÃO DO RITMO

Habilidade			Esforço		
+0,15	A1	Super-hábil	+0,13	A1	Excessivo
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	Excelente	+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	Bom	+0,05	C1	Bom
+0,03	C2		+0,02	C2	
0,00	D	Médio	0,00	D	Médio
-0,05	E1	Regular	-0,04	E1	Regular
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Fraco	-0,12	F1	Fraco
-0,22	F2		-0,17	F2	
Condições			Consistência		
+0,06	A	Ideal	+0,04	A	Perfeita
+0,04	B	Excelente	+0,03	B	Excelente
+0,02	C	Boa	+0,01	C	Boa
0,00	D	Média	0,00	D	Média
-0,03	E	Regular	-0,02	E	Regular
-0,07	F	Fraca	-0,04	F	Fraca

FONTE: Barnes (1997)

Segundo Moreira (1998), segundo o cálculo do tempo normal, o tempo padrão pode ser obtido pelo produto entre o tempo normal e o fator de tolerância, que deve ser levado em conta a fadiga do operador e suas necessidades fisiológicas, como a equação 6.

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

FONTE: Moreira (1998)

Onde:

TP = tempo padrão,

TN = tempo normal,

FT = fator de tolerância.

De acordo Martins e Laugeni (2006), o fator de tolerância é importante, visto que não é possível um operador trabalhar sem que haja pausas em suas atividades nem que o mesmo desconsidere suas necessidades fisiológicas e efeitos da fadiga, visando a diferença entre homem e máquina.

A fadiga no trabalho é oriunda não somente do trabalho realizado, mas também das condições ambientais do local de trabalho. Segundo Barnes (1977), ambientes de trabalho com excesso de ruídos, mais que 80 decibéis, iluminação insuficiente, menos que 200 luzes, condições de conforto térmico inadequadas, temperaturas ambientais fora da faixa de 20° a 24° C e umidade relativa abaixo de 40% ou acima de 60%, vibrações, cores inadequadas do ambiente e desrespeito a ergonomia nas estações de trabalho, geram fadiga.

Até hoje não existe uma forma adequada de se calcular a fadiga do operador. A tolerâncias concedidas para um trabalho leve e um bom ambiente tem um valor de 10%, e de 50% para trabalhos pesados e condições inadequadas. No entanto, utiliza-se uma tolerância entre 15% e 20% do tempo para trabalhos normais em um ambiente normal, para as empresas industriais, sendo que Barnes (1977), expõe que o mínimo de tolerância para um operador é de 5%, mas, quando o operador submete-se a trabalhos mais pesados necessita de um fator de tolerância maior. Desse modo o fator de tolerância é determinado pela a equação 7.

$$FT = \frac{1}{1-p} \quad (7)$$

FONTE: Martins e Laugeni (2006).

Onde:

FT = fator de tolerância,

P = proporção de tempo concedido em relação ao tempo de trabalho diário.

2.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentados os fundamentos sobre o balanceamento de linha, que darão embasamento para as análises dos dados coletados.

No próximo capítulo serão utilizadas técnicas de balanceamento de linha, juntamente com a cronoanálise para que o balanceamento proposto no estudo seja realizado.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

De acordo com Prado (2004), a definição da metodologia é um conjunto de métodos, ferramentas e técnicas que são utilizados para atingir um determinado objetivo, delineando o que e como se realizar em cada etapa da pesquisa.

3.1 ENQUADRAMENTO DA PESQUISA

A metodologia utilizada neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi estudo de caso, onde se pode mensurar as vantagens e desvantagens aplicadas a qualquer processo.

Esta metodologia de pesquisa caracteriza-se por ter um caráter exploratório-descritivo. Segundo Gil (2008), o estudo de caso caracteriza-se pelo estudo intenso de um ou de poucos elementos, de uma maneira que permite o seu conhecimento amplo e detalhado pelo elemento de estudo, tarefa praticamente inviável a outros tipos de metodologias.

Yin (2005), define que o estudo de caso é:

Um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência (YIN, 2005, p. 32).

Yin (2005) demonstra ainda os cinco componentes essenciais para um estudo de caso:

- a) As questões de um estudo;
- b) Suas proposições;
- c) Suas unidades de análise;
- d) A lógica que une os dados as proposições;
- e) Os critérios para se interpretar as descobertas.

Já Gil (2008) aponta como o estudo de caso vem sendo utilizado com regularidade por pesquisadores, visando servir a vários propósitos, tais como:

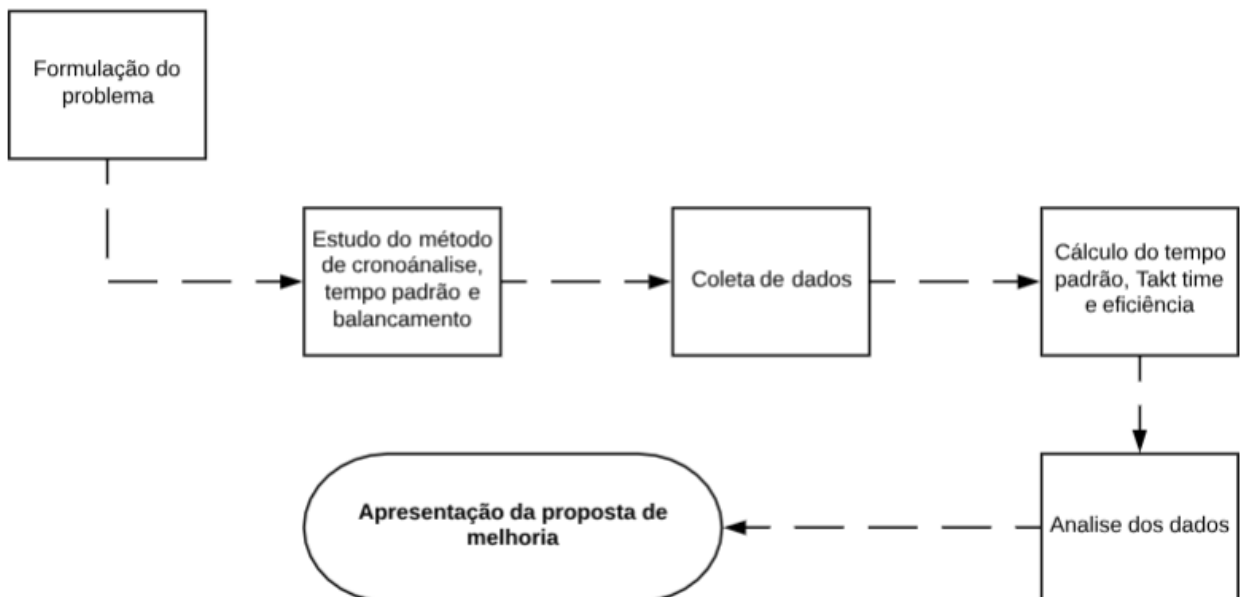
- a) Analisar problemas da vida real, sendo que os limites não estão diretamente definidos;
- b) Relatar a situação do contexto que está sendo realizada a análise;

- c) Esclarecer os fatores eventuais de determinado fenômeno em circunstâncias de complexidade que não possibilitam o uso de levantamento e experimentos.

Um bom estudo de caso não é uma tarefa de fácil execução, pois para se obter um bom resultado deve-se estar ligado as circunstâncias em que deverão ser adotadas, para que o trabalho não seja inválido no final da pesquisa (GIL, 2009).

Ainda segundo Gil (2009), não existe uma determinação por parte dos pesquisadores quanto aos passos que devem ser seguidos. Porém, no trabalho de alguns autores que se designaram a essa questão, como Yin (2005) e Stake (2005), pode-se desenvolver um esquema dos passos, das táticas de avaliação e dos testes de um estudo de caso. A Figura 2 apresenta este esquema.

FIGURA 2 - ESQUEMA DAS ETAPAS DO ESTUDO DE CASO



FONTE: O autor (2018).

A Figura 2 destaca que um trabalho completo de pesquisa envolve o desenvolvimento de uma estrutura teórica para o estudo de caso que será conduzido. Segundo Yin (2005), a utilização da teoria, no desenvolvimento do estudo de caso caracteriza um grande auxílio na definição do trabalho de pesquisa e na coleta de dados adequados, tornando-se o elo principal para a generalização dos resultados da pesquisa.

Portanto, no estudo de caso objetiva-se aprofundar e detalhar o conhecimento de um determinado propósito, pretendendo instigar a compreensão, propondo suposições e questões ou desenvolvendo teorias. A principal função do estudo de caso é tentar esclarecer o motivo pelo qual a solução ou conjunto de soluções foram resolvidas, como foi realizado e como os resultados foram obtidos (MIGUEL, 2007).

3.2 INSTRUMENTO DE PESQUISA

De acordo com Vilaça (2010), as pesquisas aplicadas buscam construir conhecimentos para aplicações práticas, direcionando a solução de problemas específicos. Além disso, as pesquisas dependem do levantamento de dados que podem ser coletados de diversas formas, tais com: pesquisa de campo, entrevistas, formulários, pesquisas em laboratórios e questionários. Apesar de ser mais complexa em relação às teóricas, o estudo de caso também requer estudos teóricos.

Os instrumentos de pesquisas deste trabalho são realizados por meio de pesquisas de campo, método observacional e também entrevista com o consultor da empresa visando o levantamento dos dados e atividades desempenhadas pelo setor estudado bem como análise de tempos das mesmas e análises de histórico de produção para a realização do balanceamento da linha da produção.

3.3 COLETA DE DADOS

O levantamento dos dados foi realizado por meio de observações das atividades assim como a análise dos tempos coletados e de possíveis análises de históricos de produção. Para cada ação observada, foram realizadas cinco tomadas de tempo e o tempo padrão foi calculado a partir do tempo normal para realizar a operação, levando em consideração os fatores de tolerância. Para a determinação do ritmo do operador foi utilizado o Sistema *Westinghouse*, definindo cada atributo de acordo com a eficiência média da pessoa em um dia de trabalho. A Figura 3 mostra a tabela utilizada para o cálculo do ritmo, tempo normal e tempo padrão.

FIGURA 3 - CÁLCULO DO RITMO, TEMPO NORMAL E TEMPO PADRÃO DOS ELEMENTOS

OPERAÇÃO	DESCRIÇÃO	MÉDIA GLOBAL (min)	AVALIAÇÃO DE RITMO			V	TN	TP
			HABILIDADE	ESFORÇO	CONDIÇÃO CONSISTÊ			
								TOTAL

FONTE: O autor (2018).

Para a coleta dos tempos foi utilizado um *software* de planilhas eletrônicas. A Figura 4 ilustra a folha de cronometragem utilizada na coleta de dados.

FIGURA 4 - TOMADA DE TEMPOS

TOMADA DE TEMPO						Balanceamento de linha Costura		
Atividades								
Pes Ponto			Costura			Inspeção		
Tom	Tempo (s)	Volume	Tom	Tempo (s)	Volume	Tom	Tempo (s)	Volume
Média								
Unidade (minutos)								

FONTE: O autor (2018).

O método de aplicabilidade é observacional e abrange algumas informações que dão embasamento para o balanceamento de linha, que são:

- Nome do setor que está sendo analisado;
- As atividades desenvolvidas, dentre elas, a quantidade de vezes que foi cronometrada as atividades; os tempos coletados; o volume;
- Com as informações coleadas é possível calcular tempo normal para realizar a operação.

A Figura 5 apresenta o método de tomadas de tempos, no entanto este modelo descreve as operações desenvolvidas pelos operadores na sua rotina assim

sendo uma outra forma de observar as operações envolvidas no processo como demonstra o Fluxo de Rotinas na Figura 5:

FIGURA 5 - FLUXO DE ROTINAS

FLUXO DE ROTINA						
Nome do Processo:		COSTURA				
Nome do Produto:		CAMARO				
Responsável da Área:		SIRLEY				
ITEM	TAREFA	DESCRIÇÃO DA ROTINA	REFERENCIAL		OPERADOR	FREQUÊNCIA
			TEMPO UNIT.	UNI. TEMPO		
TOTAL					min	

FONTE: O autor (2018).

A Figura 5 ilustra as informações que são fundamentais para o balanceamento da linha em estudo:

- O nome do processo em análise;
- O nome do produto em que está sendo realizado as medições;
- O nome do responsável pelo setor;
- O número de atividades realizadas pelos funcionários quando o produto está no processo;
- A descrição das atividades executadas pelos funcionários;
- Referencial que está sendo adotado nas coletas de tempo;
- Calculo de quantas horas é necessário para realizar essa tarefa.

As observações e folhas de observações foram utilizadas como método de coleta de dados, marcando os tempos de operação para cada operador.

Nas análises referentes a este estudo, utiliza-se a pesquisa exploratória, que possibilita maior contato com o problema, e a descritiva, que apresenta características de determinada amostra, podendo demonstrar a correlação entre os fatores e definir sua natureza.

De acordo com Gil (2000), na análise exploratória, procura-se desenvolver, esclarecer e modificar conceitos. Dessa forma, os dados de produção, que serviram como base para o estudo, buscam identificar os fatores determinantes no processo

de análise, como volume de produção diária e número de operadores no processo de produção. A característica descritiva se justifica nesta pesquisa devido a utilização de fórmulas já construídas.

Para analisar e tratar os dados coletados serão utilizados métodos qualitativos.

3.4 RELATO DE ESTUDO DE CASO

3.4.1 Caracterização da empresa pesquisada

A empresa na qual foi desenvolvido o trabalho, é especializada na fabricação de estofados, possui grande destaque na região norte do Paraná, tem por missão oferecer soluções para ambientes de convivência, criando produtos inovadores com *design* diferenciado, sempre respeitando o meio ambiente por meio de ações integradas. A empresa dispõe de um portfólio composto por diversos modelos de estofados.

O expediente de trabalho inicia-se às 7h e 40 minutos da manhã, seguindo até às 18h da tarde, tendo intervalo de uma hora e meia de almoço que representa uma jornada diária de trabalho de 8h e 50 minutos.

Dentro da empresa, o setor acompanhado neste estudo é o da costura, onde são costuradas as capas dos estofados que posteriormente são levadas para outro setor, onde será tapeçado nas estruturas de madeiras, que em seguida será realizado o processo de montagem final de todos os componentes do produto.

3.4.2 Caracterização do Produto

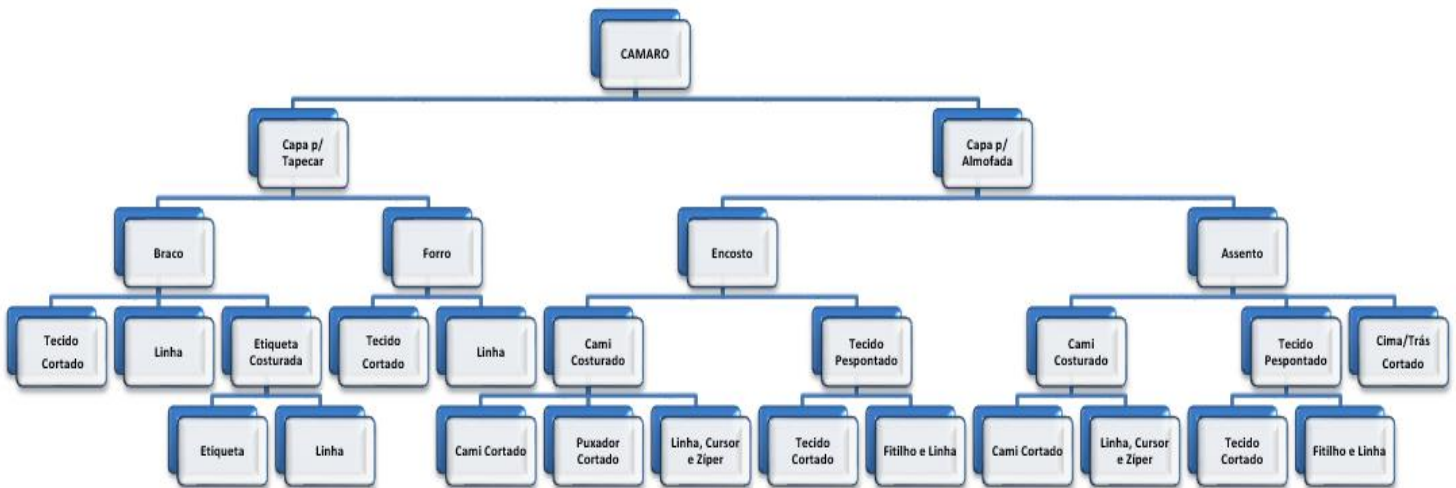
O setor de costura atualmente é dividido em 27 estações de trabalho pelos quais os produtos seguem um fluxo pré-determinado do processo. Todo o processo de preparação, costura e inspeção são realizados manualmente.

As peças dos produtos são inseridas em caixas e deslocados para o setor da costura que serão colocadas em camadas de forma organizada. Em seguida, o produto passa pelo processo do pesponto e após este processo o produto segue para a costura onde as caixas ficam de forma organizada até algum operador pegar para

costurar. No final da linha as caixas encontram-se empilhadas para a inspeção que verifica se o produto tem algum defeito de processamento.

Nesta pesquisa foi selecionado um modelo de sofá de dificuldade de produção intermediária, pois seria inviável coletar os dados de todos os modelos fabricados. No entanto, tal processo envolve algumas fases, como a preparação, costura e inspeção. A estrutura do produto pesquisado pode ser visualizada por um diagrama que identifica e descreve os componentes de um produto final. A Figura 6 apresenta o diagrama do produto estudado.

FIGURA 6 - ESTRUTURA DO PRODUTO EM ESTUDO



FONTE: O autor (2018).

Cada linha de componentes, na estrutura do produto, é chamada de nível. O primeiro nível recebe o número zero (0) e os demais níveis são numerados de forma crescente, isto é, o nível em seguida abaixo do primeiro é o nível um (1), depois o nível dois (2) e assim por diante.

3.4.3 Estrutura de dados

A aplicação do balanceamento de linha para o setor em estudo, foi devido ao alto tempo de processamento do produto. Com isso, realizou-se o desenvolvimento de módulos de operações em que tais operações seriam o resultado do agrupamento de diversas atividades e subatividades.

O principal objetivo desta estrutura de dados é dar maior agilidade no processo de cálculo do tempo das operações e balanceamento, bem como a realocação das tarefas envolvidas no processo.

Uma operação nivelada é constituída a partir da separação das atividades do processo, presente em cada operação. Na empresa em estudo, esta separação foi realizada a partir do levantamento de dados do processo, por exemplo, a operação “Costurar Encosto” foi construída a partir da separação da operação do processo “Costurar”.

O tempo das operações niveladas é determinado pela somatória dos tempos de todas as operações do processo que compõem cada atividade.

O balanceamento é realizado com base nas operações niveladas que são agregadas a cada posto de trabalho respeitando o limite do tempo do *Takt time* da linha.

3.4.4 Procedimento para o desenvolvimento do estudo de caso

No primeiro momento foi realizado uma entrevista informal com o supervisor responsável pelo processo produtivo em estudo, para levantar e analisar os dados pertinentes para o andamento da pesquisa. Posteriormente foi enviada uma proposta para a empresa com a abordagem do trabalho juntamente com o cronograma de atividades da pesquisa.

Quando o supervisor foi questionado sobre a relevância do balanceamento de linha e o que ele esperava da pesquisa, a resposta foi que ele achava o balanceamento de linha muito importante para o setor.

Realizou-se então a observação e coleta dos dados. Analisou-se no setor de estudo, que a linha contava com 2 operadoras na máquina de pesponto, 17 costureiras e 2 operadoras na inspeção final. Descrição das atividades:

- Duas operadoras ficam no começo do processo na máquina de pespontar, onde passam o pesponto no tecido e colocam fitilho.
- Dezesete operadoras ficam, cada uma em sua mesa de costura, em um layout em linha, onde cada uma pega sua caixa com o tecido cortado para iniciar o processo de costura do produto.
- Duas operadoras ficam em uma mesa no final do processo, inspecionando o produto acabado que irá sair do setor.

O desenvolvimento do estudo foi baseado na coleta de dados na empresa em estudo, na qual foram levantadas todas as descrições das operações realizadas pelos operadores da linha de costura. Os dados coletados foram armazenados em um *software* de planilha eletrônica, onde foi gerado um arquivo, que contém a descrição com seus respectivos tempos de operação.

Para determinação da análise do tempo padrão, realizou-se o estudo do ritmo pelo sistema *Westinghouse* para avaliação do ritmo.

Com o tempo padrão da atividade envolvida foram realizadas análises para determinação do tempo de ciclo do processo atual. Com base nos dados levantados e analisados foi possível obter o cálculo da ociosidade do processo e a quantidade de peças produzidas diariamente.

Vale ressaltar que a empresa em estudo processa uma variabilidade muito grande de estofados. Por esse motivo o trabalho analisou somente um dos modelos, que é um dos mais vendidos atualmente pela empresa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos resultados e discussões foi aplicado o método especificado na revisão de literatura, adaptando as características da empresa em estudo, definindo assim o modelo de cronoanálise com todas as informações necessárias para o estudo de tempos e balanceamento da linha do setor analisado.

4.1 PROCESSO ATUAL

O índice de produtividade esperada para o setor em estudo é de 90% para que atinjam a meta diária. Bachmann e Bachmann (2004), asseguram que para realizar melhorias no processo é necessário realizar a mensuração do processo produtivo, utilizando os parâmetros e índices de produtividade. Estes indicadores fazem com que a empresa analise sua produção verificando o que está colaborando ou não para o processo, diminuindo assim os custos desnecessários da produção e com isso a empresa se expande ainda mais no mercado.

Como já mencionado anteriormente analisou-se um produto separadamente dos demais produtos. A Figura 7 detalha como foi realizado o estudo. As atividades observadas são: pesponto, costura e inspeção.

FIGURA 7 - TOMADA DE TEMPOS DAS ATIVIDADES ENVOLVIDAS NO PROCESSO

TOMADA DE TEMPO						Balanceamento de linha Costura			
Atividades									
Pes Ponto			Costura			Inspeção			
Tom	Tempo (s)	Volume	Tom	Tempo (s)	Volume	Tom	Tempo (s)	Volume	
1	1680	1	1	6659	1	1	480	1	
2	1560	1	2	5323	1	2	420	1	
3	935	1	3	5135	1	3	480	1	
4	1513	1	4	5830	1	4	360	1	
5	960	1	5	7109	1	5	540	1	
Média	1329,6			6011,2			456		
Unidade (minutos)	22,16			100,18			7,6		

FONTE: O autor (2018).

A Figura 7 demonstra que para cada atividade observada foram coletadas 5 amostras de tempos de cada processo que o produto passa dentro do setor, obtendo um tempo médio para cada uma das três etapas. Na atividade de pespontar obteve-se um tempo médio de 22,16 minutos. Já a atividade de costurar, possui um tempo médio de 100,18 minutos. E por fim a atividade de inspecionar, que se obteve um tempo médio de 7,6 minutos. O volume foi definido por meio da quantidade de tecido dentro das caixas, onde cada caixa tinha o volume para se produzir um sofá do modelo especificado anteriormente.

A Figura 8 apresenta as tomadas de tempos. As observações foram realizadas com os operadores que realizam as operações de pespontar, costura e inspeção.

As operações descritas na Figura 8 são operações diárias realizadas por cada operador. O processo utiliza-se de 3 operadores para desenvolver as operações: pespontar, costurar e inspecionar; visto que essas são realizadas em cada produto como observado anteriormente. Os operadores realizam 15 tarefas durante todo o processo.

FIGURA 8 - FLUXO DE ROTINA DO PROCESSO

FLUXO DE ROTINA						
Nome do Processo:		COSTURA				
Nome do Produto:		CAMARO				
Responsável da Área:		SIRLEY				
ITEM	TAREFA	DESCRIÇÃO DA ROTINA	REFERENCIAL		OPERADOR	FREQUÊNCIA
			TEMPO UNIT.	UNI. TEMPO		
1	A	Pegar caixa	0,17	min	1	D
2	B	Pegar materia prima	0,28	min	1	D
3	C	Trocar linha	1,50	min	1	D
4	D	Arrumar linha	1,62	min	1	D
5	E	Pespontar	19,68	min	1	D
6	F	Pegar caixa	0,19	min	2	D
7	G	Anotar na pasta (produto)	1,08	min	2	D
8	H	Trocar linha	1,85	min	2	D
9	I	Separar peças	2,66	min	2	D
10	J	Pegar materia prima	2,57	min	2	D
11	K	Costura	89,91	min	2	D
12	L	Pegar caixa	0,22	min	3	D
13	M	Desdobrar peça	0,24	min	3	D
14	N	Identificar produto por setor	0,90	min	3	D
15	O	Inspesionar	6,24	min	3	D
TOTAL			129,11	min		

FONTE: O autor (2018).

Para a determinação do tempo padrão de produção do produto em estudo foram coletadas 5 tomadas de tempo em dias e horas variadas. O processo produtivo foi, então, analisado e dividido em 15 operações significativas, como mostrado na Figura 8.

De posse do tempo médio de todas as operações envolvidas no processo, foi calculado o tempo normal e o tempo padrão de cada operação. Para o cálculo do tempo normal, utilizou-se a avaliação do ritmo pelo sistema *Westinghouse*. Cada operador foi avaliado em relação a sua habilidade, esforço para manter o processo sempre em movimento, condições de ambiente e consistência de trabalho.

Para obter o tempo padrão de produção, calculou-se o fator de tolerância levando em consideração que os trabalhadores começam às 7h 40 minutos, ocorre uma pausa para o almoço às 11h 30 minutos, o retorno acontece às 13h e o término das atividades é às 18h, havendo um total de 8 horas e 50 minutos de trabalho por dia. Vale ressaltar que segundo a direção da empresa, é frequente serem feitas empreitas no sábado. Apesar de não influenciar na capacidade diária de produção, esse fator pode apontar que a empresa teve mais demanda que sua capacidade produtiva.

Os valores de cada atributo do cálculo do ritmo, os valores de tempo normal e tempo padrão de cada operação podem ser visualizados na Figura 9.

FIGURA 9 - CÁLCULO DO RITMO, TEMPO NORMAL E TEMPO PADRÃO DOS ELEMENTOS (FT = 1,15)

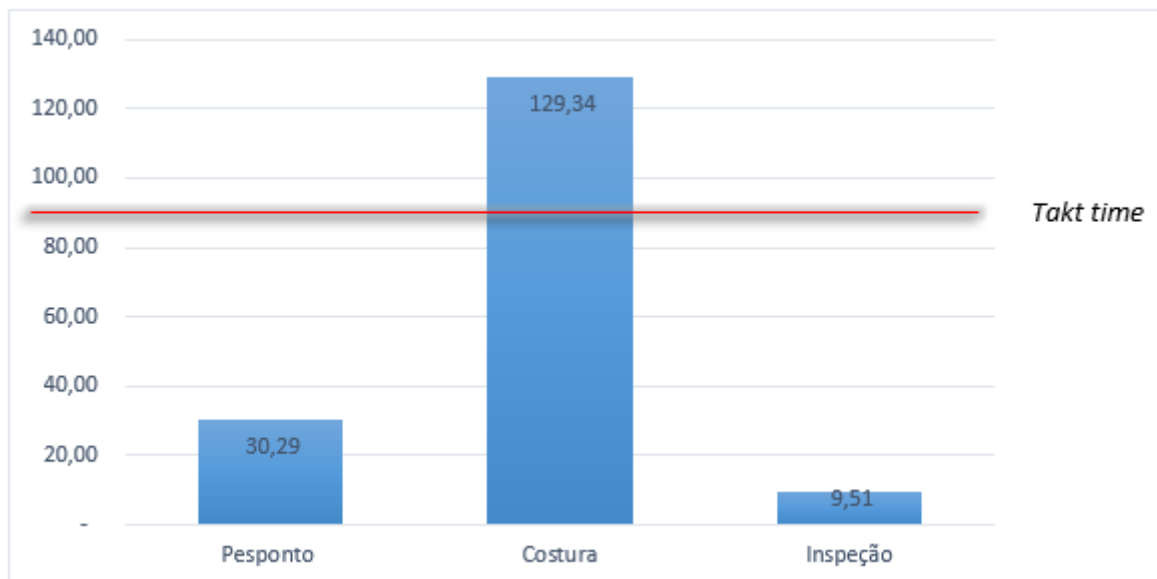
OPERAÇÃO	DESCRIÇÃO	MÉDIA GLOBAL (min)	AVALIAÇÃO DE RITMO				V	TN	TP	
			HABILIDADE	ESFORÇO	CONDIÇÕES	CONSISTÊNCIA				
1	Pegar caixa	0,17	0	0,05	0	0	1,05	0,18	0,21	
2	Pegar matéria prima	0,28	0,06	0,03	0	0,01	1,1	0,31	0,35	
3	Trocar linha	1,50	0,06	0,02	0,02	-0,02	1,08	1,62	1,86	
4	Arrumar linha	1,62	0,06	0,02	0,03	0	1,11	1,80	2,07	
5	Pespontar	19,68	0,08	0,05	0	0,01	1,14	22,44	25,80	
6	Pegar caixa	0,19	0	0,05	0,02	0	1,07	0,20	0,23	
7	Anotar na pasta (produto)	1,08	0	0	0,02	0,01	1,03	1,11	1,28	
8	Trocar linha	1,85	0,08	0,02	0	0,01	1,11	2,05	2,36	
9	Separar peças	2,66	0,06	0,02	0,02	0	1,1	2,93	3,36	
10	Pegar matéria prima	2,57	0,03	0,02	0,02	0,01	1,08	2,78	3,19	
11	Costurar	89,91	0,06	0,08	0	0,01	1,15	103,40	118,91	
12	Pegar caixa	0,22	0	0,05	0,02	0	1,07	0,24	0,27	
13	Desdobrar peça	0,24	0,03	0,05	0,02	0	1,1	0,26	0,30	
14	Identificar produto por setor	0,90	0,03	0,02	0,02	0,01	1,08	0,97	1,12	
15	Inspeccionar	6,24	0,06	0,02	0	0,01	1,09	6,80	7,82	
							TOTAL		169,14	

FONTE: O autor (2018).

Como mencionado na revisão da literatura, o operador está sujeito a vários fatores que interferem no seu rendimento diário. Durante a jornada de trabalho o operador precisa fazer suas necessidades fisiológicas, entre outros, o que faz com que o operador não consiga manter seu ritmo constante de trabalho. Com isso, é necessário acrescentar um percentual de tolerância no tempo padrão de cada atividade. Na empresa, onde o estudo foi realizado, o percentual de tolerância adotada foi de 15%.

Posteriormente analisou-se o tempo de duração do ciclo. Sabe-se que tempo de ciclo se dá pela operação que possui maior tempo de processamento, pois dita o ritmo da produção da linha. Conforme os tempos analisados, pode-se observar que o tempo da operação da costura é a que dita o ritmo da produção, que é 129,34 minutos, sendo obtido a partir da soma das operações de 6 a 11. A partir dos tempos coletados foi calculado o *Takt time* do setor como citado na revisão de literatura. O *Takt time* foi determinado por meio do quociente do tempo disponível diário (530 minutos) pela demanda diária (6 peças), resultando em 88 minutos/peças. Com isso percebeu-se um gargalo em uma das operações deste processo, que é 129,34 minutos. Esta operação é de costurar, sendo esse considerado um gargalo, pois seu tempo de ciclo é superior ao *Takt time* como podemos observar na Figura 10.

FIGURA 10 - CENÁRIO ATUAL



FONTE: O autor (2018).

A Figura 10 apresenta as operações distribuídas para 3 operadores, cada barra do gráfico representa um operador, onde fica evidente que os postos de trabalhos estão desbalanceados em relação ao *Takt time* calculado no processo. A linha do *Takt time* é determinada e colocada como referência para a distribuição de tarefas e balanceamento. De acordo com Slack (2000), quando a capacidade produtiva não está balanceada em todas as operações, a capacidade de todo o sistema é limitada pela operação gargalo.

Devido ao alto tempo de ciclo da costura, foi realizada a divisão das subatividades envolvidas dentro da operação (11 - costurar) pelo histórico de tempos da empresa. Estas atividades são separadas em costura do braço, forro, encosto e assento, e os respectivos tempos juntamente com os tempos padrões são apresentados na Figura 11.

FIGURA 11 - CÁLCULO DO RITMO, TEMPO NORMAL E TEMPO PADRÃO DOS ELEMENTOS DAS SUBATIVIDADES DA COSTURA (FT = 1,15)

SUB ATIVIDADES DA COTURA										
ITENS	TAREFAS	DESCRIÇÃO	MÉDIA GLOBAL	AVALIAÇÃO DE RITMO				V	TN	TP
				HABILIDADE	ESFORÇO	CONDIÇÕES	CONSISTÊNCIA			
1	K1	Braço	28,49	0,06	0,08	0	0,01	1,15	32,76	37,68
2	K2	Forro	2,42	0,06	0,08	0	0,01	1,15	2,78	3,20
3	K3	Encosto	47,90	0,06	0,08	0	0,01	1,15	55,09	63,35
4	K4	Assento	11,20	0,06	0,08	0	0,01	1,15	12,88	14,81

FONTE: O autor (2018).

Para a quantificação do nível do desbalanceamento é então calculado o percentual de ociosidade do processo. O cálculo é obtido pela equação 8 conforme exposto na revisão da literatura.

$$\%OCIOSIDADE = \frac{\Sigma \text{TEMPOS OCIOSOS DAS ESTAÇÕES}}{\text{N}^{\circ} \text{ DAS ESTAÇÕES} \times \text{TC}} \quad (8)$$

FONTE: Peinado e Graeml (2007).

O tempo ocioso de um posto de trabalho é a diferença entre o tempo de ciclo e o tempo utilizado pelo operador para executar a operação. Assim, a soma dos tempos ociosos da linha de costura resultou em 56% do tempo de toda a operação. Diante deste cenário fica evidente o desbalanceamento da linha de costura para este produto, onde se faz necessário o balanceamento do processo.

4.2 PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO

Conforme observado anteriormente, a operação de costurar é o gargalo no processo e com isso propõe-se uma proposta de melhoria do processo.

A proposta consiste em balancear a linha em estudo por meio da redistribuição de algumas operações, ou seja, realocar algumas operações para os operadores que estejam com o maior tempo ocioso, além de separar as subatividades contidas dentro da operação da costura. A operação da costura é considerada a operação com maior grau de dificuldade e com maior tempo de execução no setor em estudo.

Segundo Peinado e Graeml (2007), o balanceamento da linha ocorre pela atribuição de operações dos postos de trabalhos que compõem a linha de forma que todas as ações desempenham as operações conforme o tempo padrão. Com isso reduz o tempo de desperdício de mão-de-obra e de equipamento. Em uma linha de produção, o trabalho ocorre de uma estação para outra.

Para a separação dessas operações, precisam ser realizadas determinadas mudanças, tais como, o operador que realiza a operação de pespontar irá atuar nas operações referentes a ele, da inspeção e algumas operações da costura. Já a operação de costurar será dividida em dois postos de trabalho para que as subatividades sejam separadas para operadores distintos, visto que tais mudanças não irão impactar na realização das operações, como pode-se observar na Figura 12.

FIGURA 12 - ATRIBUIÇÃO DE TAREFAS ÀS ESTAÇÕES DE TRABALHO

Estação de trabalho	Tarefas alocadas	Tempo total
1	A, B, C, D, E, F, G, I, J, L, M, N, O	47,87
2	K1, K4	52,49
3	K3, K2	66,55

FONTE: O autor (2018).

Após realocar as operações entre os postos de trabalho, foi possível visualizar um novo cenário, que corresponde a um tempo de ciclo menor que o *Takt time*, como pode ser visualizado na Figura 13.

FIGURA 13 - CENÁRIO PROPOSTO



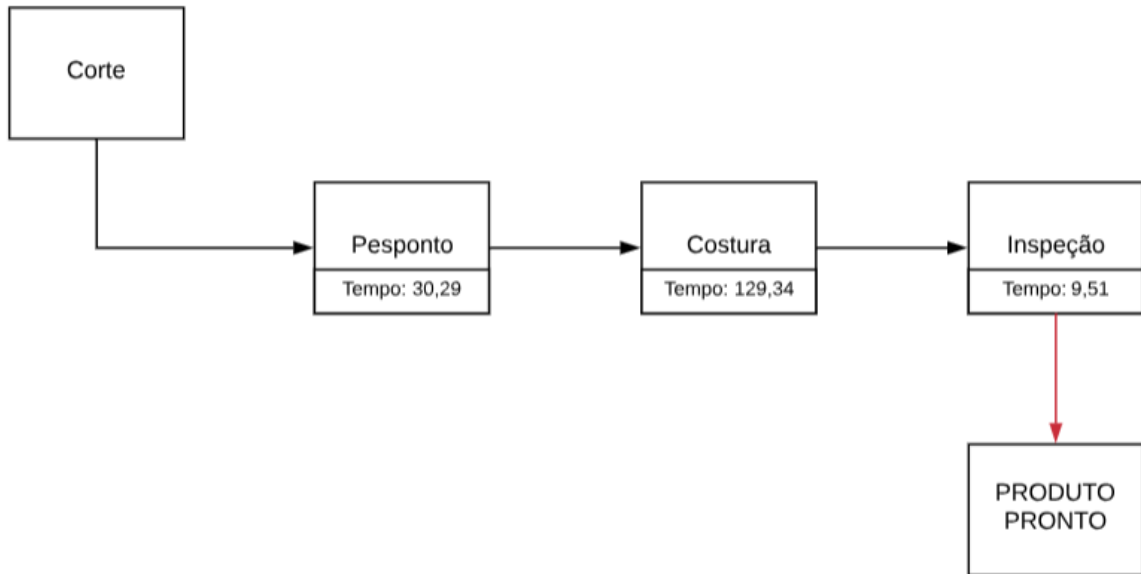
FONTE: O autor (2018).

Como se pode observar, o novo tempo de ciclo do processo é de 66,55 minutos e o *Takt time* de 88 minutos/peças.

Com o balanceamento da linha, foi possível calcular o novo percentual de tempo de ocioso do cenário proposto, que passou de 56% para 8%, nota-se uma redução de 48% do tempo ocioso do processo. Como demonstrado nas análises, é possível reduzir a ociosidade na linha executando o mesmo serviço com 3 operadores treinados e aptos para realizar as operações, aproveitando melhor a mão-de-obra e o tempo disponível de trabalho.

Após o levantamento de todos os dados necessários e realocação das operações no setor foi possível configurar uma nova apresentação do layout da linha. No layout atual, a pesponto recebe a caixa com o tecido do corte, após esta operação vai para a costura e em seguida para a inspeção, como pode ser visto na Figura 14.

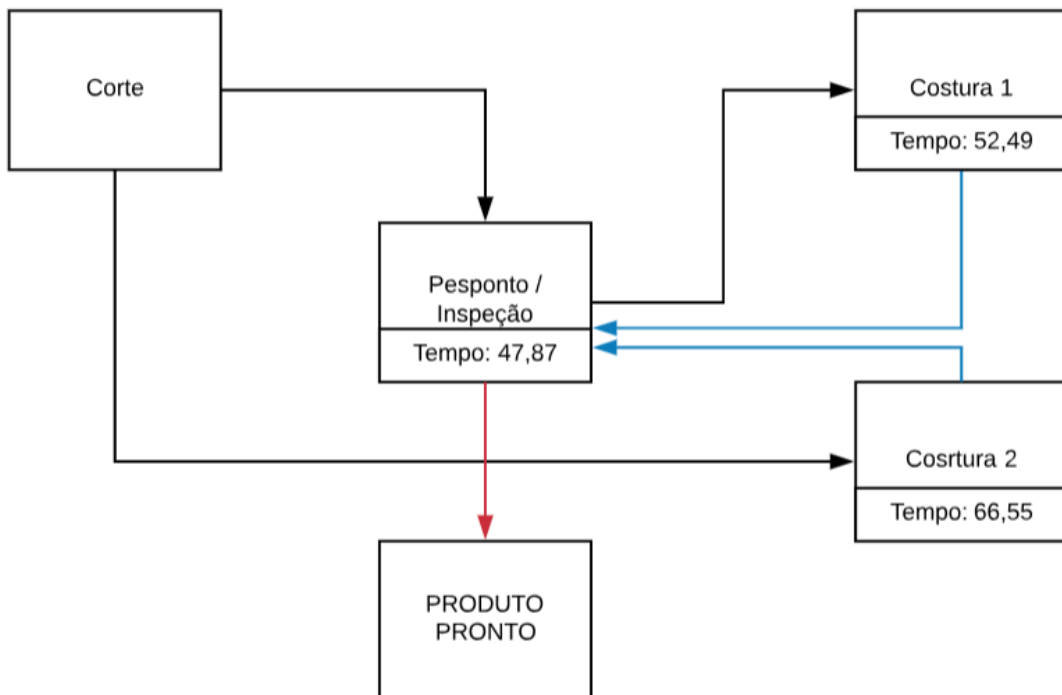
FIGURA 14 - LAYOUT ATUAL



FONTE: O autor (2018).

Já na nova configuração do layout as operações foram realocadas, como mencionado anteriormente nas atribuições de tarefas das estações de trabalho. O novo layout pode ser visualizado na Figura 15.

FIGURA 15 - LAYOUT MODIFICADO



FONTE: O autor (2018).

Pode-se observar o novo fluxo das operações, onde o corte manda para pesponto/inspeção e para a costura 2. Em seguida a pesponto/inspeção passa para a costura 1, pois só a subatividade K4 (Assento) é pespontada e após finalizar a costura 1 e 2, volta para o operador da pesponto/inspeção que também realizará a inspeção do produto.

O ganho obtido nesta proposta de trabalho está relacionado diretamente com a diminuição do tempo de ciclo do processo, juntamente com a diminuição do tempo de ociosidade, em que o tempo de operação ficou abaixo do *Takt time*, o que implica em uma maior capacidade de produção no dia.

4.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PROPOSTA DE MELHORIA

Com base nos resultados analisados, para que a melhoria seja colocada em pratica, deverá ser realizado algumas implementações tais como:

- Mudança de layout e modificações na movimentação de materiais;
- Treinamentos dos operadores;
- Mudanças na coordenação do trabalho.

Com essas modificações o ganho de produção em relação ao *Takt time* é bem significativo para o setor em estudo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente as empresas visam cada vez mais a otimização de seus processos, tendo como finalidade a redução de custos e ganho na competitividade no mercado de atuação. Visto que uma empresa que possui seus processos alinhados e padronizados tende a ser mais competitiva e oferecer um produto com mais qualidade aos seus clientes.

O balanceamento da linha baseia-se em dividir as operações de trabalhos em elementos de trabalho que devem ser realizadas de modo independente. Com o levantamento dos tempos das operações mostra-se o quanto é preciso executar determinada operação, além de mostrar o tempo padrão para cada elemento de trabalho. Tais dados foram coletados por meio da cronoanálise, e com esses dados pode-se definir as sequencias de operação da melhor maneira possível.

O objetivo principal deste trabalho foi utilizar a cronoanálise com intuito de balancear a linha de produção do setor da costura.

Para os objetivos específicos, de acordo com o estabelecido no objetivo “a”, que visa a obter o mapeamento da linha em estudo, as análises indicaram que haviam condições para adequar as operações, com isso foi realizado acompanhamento de todo o setor em estudo.

Conforme determinado no segundo objetivo “b”, que propõe realizar as coletas de tempos das operações e aplicar os tempos cronometrados para o balanceamento da linha, tais atividades foram realizadas sem nenhuma divergência.

De acordo com o estabelecido no objetivo “c”, foram apresentados os resultados obtidos a partir dos tempos encontrados, além de apresentar as oportunidades encontradas nas análises do setor em estudo.

A partir da coleta de dados, foram realizadas análises que forneceram fundamentação para alcançar todos os objetivos especificados anteriormente, analisando a partir deste trabalho que a utilização da cronoanálise como método para aplicação do balanceamento da linha, foi eficaz, uma vez que ela serve para mensurar e estabelecer reais capacidades produtivas proporcionando ganhos para a empresa.

O principal ponto observado a partir dos resultados obtidos é que houve uma redução significativa nos tempos ociosos do setor, e no tempo de ciclo que a partir de então poderá aumentar sua capacidade produtiva.

De modo geral os objetivos do trabalho foram alcançados, tornando-se viável a proposta apresentada. Além disso, este trabalho foi de grande importância, tanto para a vida profissional quanto para a vida pessoal, pois foi possível perceber a relevância de uma coleta de tempos realizadas de forma correta, das tolerâncias que devem ser levadas em consideração aos tempos obtidos e como uma simples readequação das operações pode resultar em vários ganhos para o processo como um todo.

Vale destacar ainda, que é importante ficar atento às mudanças no processo, em novos produtos e as características individuais de cada operador que executam as operações. Pois cada operador possui seu ritmo de trabalho e uma maneira diferente de realizar o processo.

5.1 LIMITAÇÕES

Esta pesquisa se limita a estudar a linha de produção da área em questão e aplicar melhorias no processo, propostas pelas ferramentas que foram citadas ao decorrer do trabalho. Não foram realizadas análises estatísticas para confiabilidade em relação aos tempos, embora fique evidente o ganho na eficiência do processo em estudo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, B. F. O. de. **Método da elaboração da folha de processos em sistemas de manufatura**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Juiz de Fora, 2009. 42 f.: il. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2009_1_Bruno-Fernandes.pdf>. Acesso em: 22 Junho 2018.
- ALVAREZ, R. R.; JUNIOR, J.A.V.A. **Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção**. Gestão & Produção, Vol.8 n.1, São Carlos, Abr. 2001.
- AMÉRICO, D. A.; MERETIKA, M. R.; OGAWA, R. Y. **Estudo de ferramentas para Dimensionamento e aperfeiçoamento de linhas de produção**. 2006. 266 f. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- ANTUNES, et al. **Sistemas de produção: Conceitos e práticas para projetos e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- BACHMANN, D. L.; BACHMANN, C. L. **O uso de Indicadores de Desempenho na Produção de Materiais Cerâmicos**. Curitiba, 2004.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos, Projeto e Medida de Trabalho**. São Paulo: Edgar Blucher, 1977.
- BATTISTI, J. F. **Dimensionamento e balanceamento de linha: Estudo de caso para melhorias dos recursos de produção em uma indústria de laticínios**. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Medianeira, 2013.
- CANTIDIO, S. **Reduzir os desperdícios para melhorar a produtividade**. 13 mai. 2009a. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/reduziros-desperdicios-para-melhorar-a-produtividade/29947/>>. Acesso em: 22 junho de 2018.
- CANTIDIO, S. **As técnicas e atividades do sistema de gestão Lean**. 2009b. Disponível em: <<http://sandrocan.wordpress.com/tag/takt-time/>>. Acesso: 21 de junho de 2018.
- CARRAVILLA, M. A. **Layouts e Balanceamento de Linhas**. 1998. 23 f. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- CHIAVENATO, I. **Administração Geral e Pública: tória de mais 500 questões com gabarito**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- COLEMAN, B. J., VAGHEFI, M. R. **Heijunka (?)**: A key to the Toyota Production System. Department of management, Marketing and Logistics, University of North Florida, Jacksonville, FL 32224. Production and Inventory Journal, 1994.

CORBETT, T. **Contabilidade de Ganhos: A nova contabilidade gerencial de acordo com a Teoria das Restrições** - São Paulo, Nobel - 1997.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COX III, J. F., SCHLEIER, J. G. **Handbook da Teoria das Restrições.** Bookman, VitalBook file, 2013.

COX III, J. F., SPENCER, M. S., trad. Fernanda Kohmann Dietrich. **Manual da teoria das restrições.** Rio Grande do Sul: Bookmann, reimp. 2008.

DAVIS, M. M., AQUILANO, N. J., CHASE, Richard B. **Fundamentos da administração da produção.** 3. ed. Bookman, reip. 2008.

DEMBOGURSKI, R. A; OLIVEIRA M; NEUMANN C. **Balanceamento de Linha de Produção.** XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_069_490_11644.pdf>.
Acesso: 23 jul. 2018.

FANTIN, E. **Manufatura enxuta aumenta produtividade e reduz custos para as indústrias.** Boletim da Indústria, Curitiba, nov. 2016.

FERREIRA, A. H. **Aspectos importantes na implantação da teoria das restrições na gestão da produção:** um estudo multicaso. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção:** mais do que implemente junt-in-time. Autonomia e Zero Defeitos. Caxias do Sul: Educus, 1996. 177p.

GIL, A. C. (2000). **Técnicas de pesquisa em economia e elaboração de monografias.** São Paulo: Atlas

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

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa,** 4 ed, São Paulo, Atlas, 2009.

GOLDRATT, E. M. **Mais que Sorte, um processo de raciocínio** - São Paulo, Educator 1994.

GOLDRATT, E.; FOX, J. **A meta: um processo de aprimoramento contínuo.** São Paulo: Educador, 1997.

GOLDRATT, E. M., COX, J. **A Meta um processo de melhoria contínua.** 2. edição. São Paulo: Nobel, 2002.

HAZIR, O.; DOLGUI, A. **Robust assembly line balancing**: state of the art and new research perspectives (Cap. 9, pp. 211-223). Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, 2014.

KAMADA, S. **Estabilidade na produção da Toyota do Brasil**. 2007.

KUMAR, D. M. **Assembly line balancing**: a review of developments and trends in approach to industrial application. Global Journal of Research In Engineering, 13(2), 2013.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2006.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração**: da revolução urbana à revolução digital. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 491 p.

MARTINHAGO, V. S. ; PIPER, H. . **Cronoanálise para melhoria da linha de produção em uma indústria de pré-fabricados**. Revista ciência (IN) CENA, v. 1, p. 48-69-69, 2017.

MIGUEL, P. A. C. **Estudo de Caso na Engenharia De Produção**: Estruturação e Recomendações para sua Condução., p. 219, POLI-USP, 2007

MIRANDA, D. **Cronoanálise e o Lean Manufacturing**. Artigonal diretório de artigos gratuitos. 2009. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/ciencias-artigos/cronoanalise-e-olean-manufacturing-897751.html>>. Acesso em 21 de junho de 2018.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 3 ed. Pioneira: São Paulo, 1998.

NAKAGAWA, M. (1993) **Gestão estratégica de custos**: conceitos, sistemas e implementação. São Paulo. Atlas.

NAZARENO, R. R.; RENTES, A. F.. **Implantado técnicas e conceitos da produção enxuta integradas à dimensão de análise de custos**. In: ENEGEP, 2001, Salvador. Anais do XXI ENEGEP. SALVADOR: ABEPRO, 2001

NOREEN, E. W; SMITH, D.; MACKEY, J. T. **A Teoria das Restrições e suas Implicações na Contabilidade Gerencial** - São Paulo, Educator – 1996.

OHNO, T. (1997) **Sistema Toyota de produção**. Além da produção em larga escala. Porto Alegre. Bookman.

OLIVEIRA N., ALVIM A. de. **Introdução a Engenharia**. 2. Reimp./Alvim Antônio de Oliveira Netto; Wolmer Ricardo Tavares. – Florianópolis: Visual Books, 2006.

PARANHOS, M. F. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: Editoria Ibpex, 2007.

- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007. 750p.
- PEÑA, C, R. **Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA)**. Revista em Administração Contemporânea. Curitiba, v. 12, n. 1, p. 83 – 106. Jan./Mar. 2008.
- PRADO, D. **Planejamento e controle de projetos**. Nova Lima: INDG, 2004.
- REIS, H. L.; FIGUEIREDO, K. F. **A redução de desperdícios na indústria**. Revista de Administração, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 39-49, abr./jun. 1995.
- RICCI, M. R. **Sistema Toyota de Produção**: Um estudo na linha de produção em uma indústria de confecção de ternos. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Medianeira, 2013.
- ROBLES, A. J. (1996) **Custos da qualidade: uma estratégia para competição global**. São Paulo. Atlas.
- ROLDÃO, V.; RIBEIRO, J. **“Gestão das Operações”**, Monitor, 2007.
- ROTHER, M. Toyota Kata: **Gerenciando Pessoas para Melhoria, Adaptabilidade e Resultados**. São Paulo: Bookman. 2010.
- ROVERE, R. L. La. **Perspectivas das Micro, Pequenas e Médias Empresas no Brasil**. *Revista de Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro, v. 5, n.Ed. Espec., p. 20-38, 2001.
- SABATINI, J.; “Old News”. **Automotive Manufacturing & Production**. Cincinnati, Proquest. Copyright Garder Publications, Inc. Set 2000.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**: do ponto de vista da Engenharia de Produção. 2. Ed., Porto Alegre: Bookmark, 1996.
- SILVA, R. F de. **Indicadores de Eficiência e Eficácia – Uma Visão Prática Sobre Indicadores de Desempenho para Avaliar a Eficiência e Eficácia dos Processo s Organizacionais**. Qualypro, 2007.
- SLACK, N. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2000.
- STAKE, R. Case Studies. In: DENZIN, N.; LINCOLN, T. **Handbook of Qualitative Research**. London: Sage, 2005.
- STROZNIAK, P. Industry Week. **Toyota alters face of production**. Cleveland, Proquest. Copyright Penton Media, Inc. Aug. 2001.
- SIVASANKARAN, P.; SHAHABUDEEN, P. (2014). **Literature review of assembly line balancing problems**. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 73(9-12), 1665-1694.

TOLEDO JR, I.F.B.; KURATOMI, S. **Cronoanálise base da racionalização, da produtividade da redução de custos.** 3^o ed. São Paulo: Itysho, 1977.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VILAÇA, M. L. C. **Pesquisa e ensino:** considerações e reflexões, 2010.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.