

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANALIZ ROSSI FLORES

APLICAÇÃO DO SISTEMA VELOCIDADE DE ATRAVESSAMENTO CONSTANTE  
DE PRODUÇÃO EM UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BONÉS

JANDAIA DO SUL

2019

ANALIZ ROSSI FLORES

**APLICAÇÃO DO SISTEMA VELOCIDADE DE ATRAVESSAMENTO CONSTANTE  
DE PRODUÇÃO EM UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BONÉS**

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

Orientador: Prof. Dr. William Rodrigues dos Santos

JANDAIA DO SUL

2019

Flores, Analiz Rossi  
F328a      Aplicação do sistema velocidade de atravessamento constante de produção em um processo de fabricação de bonés. / Analiz Rossi Flores. – Jandaia do Sul, 2019.  
                61 f.

Orientador: Prof. Dr. William Rodrigues dos Santos  
Trabalho de Conclusão do Curso (graduação) – Universidade Federal do Paraná. Campus Jandaia do Sul. Graduação em Engenharia de Produção.

1. Sistemas de produção. 2. VAC. 3. JIT. 4. Tempos e métodos. 5. Balanceamento de cargas. 6. Confecções de bonés. I. Santos, William Rodrigues dos. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD: 658.5

Sistema de Bibliotecas/UFPR, Biblioteca do Campus Jandaia do Sul  
César A. Galvão F. Conde – CRB 9/1747



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**024 ANALIZ ROSSI FLORES/2019/UFPR/R/JA/CCEP**

**PARECER Nº**  
**PROCESSO Nº**  
**INTERESSADO:**

23075.079917/2019-87

ANALIZ ROSSI FLORES

## TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

Título: APLICAÇÃO DO SISTEMA VELOCIDADE DE ATRAVESSAMENTO CONSTANTE DE PRODUÇÃO EM UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BONÉS

Autor(a): Analiz Rossi Flores

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.

William Rodrigues dos Santos (Orientador)

André Luiz Gazoli de Oliveira

Rafael Germano Dal Molin Filho



Documento assinado eletronicamente por **WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 15/12/2019, às 22:15, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL GERMANO DAL MOLIN FILHO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 16/12/2019, às 08:47, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **ANDRE LUIZ GAZOLI DE OLIVEIRA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 16/12/2019, às 16:51, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **2385018** e o código CRC **2B2DD1AF**.

Dedico aos meus pais, minha mãe por toda garra, força e coragem que me inspira cada dia mais e meu pai por toda atenção, carinho e cuidado em todos os momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus pela minha saúde e por me dar forças para superar todos as dificuldades durante a minha trajetória acadêmica.

Aos meus pais por serem minha maior inspiração, pelo apoio durante esses cinco anos de faculdade, por todo o incentivo e nunca me deixar desistir.

Ao meu namorado, por sempre me apoiar e ficar ao meu lado, me incentivando me ajudando em tudo que precisava.

À empresa que abriu as portas para eu fazer este trabalho e por sempre estarem dispostos e colaborando com as informações necessárias.

E ao Prof. Dr. William Rodrigues dos Santos por todos os ensinamentos e orientações para que este trabalho fosse possível.

## **RESUMO**

A Indústrias de confecções estão permanentemente em busca de inovações, tecnologias a fim de acompanhar as tendências da moda, desta forma além de toda essa busca é preciso estar preparado para conseguir acompanhar os lançamentos e produzir a tempo dos lançamentos das coleções. Com esta visão de melhorar a linha de produção uma boa alternativa é realizar o balanceamento da linha de produção, cujo seu objetivo é fazer com que diferentes centros de montagens dos produtos tenham o mesmo ritmo e esse ritmo esteja em ligação com o planejamento e controle da produção. A fim de conseguir melhorar a produção e conseguir estar sempre acompanhando a demanda dos clientes, surgiu um novo modelo de administração da produção, um sistema voltado para o ramo de confecção, conhecido como sistema de produção VAC – Velocidade de Atravessamento Constante, que possui técnicas e princípios do estudo de tempos e métodos, da filosofia *Just in Time* e do sistema Kanban, para conseguir melhores resultados dentro das empresas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é desenvolver o processo de produção de bonés, visando o aumento de produção, utilizando o sistema de Velocidade de Atravessamento Constante (VAC) como modelo de representação produtiva. Os resultados mostraram que o método implantado trouxe o aumento de 20% na produção nos setores preparação/aba e montagem 6 gomos, 14% no setor de montagem especial e 12% no setor de acabamento, além de melhorias na organização dos setores e gestão dos grupos de trabalho. A partir dos resultados obtidos, é possível concluir que o sistema VAC pode contribuir para melhoria dos índices de produtividade e redução do estoque em processo nos processos produtivos.

**Palavras-chave:** Sistemas de Produção. VAC. JIT. Tempos e Métodos. Balanceamento de Cargas. Confecções de Bonés.

## **ABSTRACT**

*Clothing industries are constantly looking for innovations, technologies in order to keep up with fashion trends, so in addition to all this search you must be prepared to keep up with the releases and produce in time for the releases of the collections. With this vision of improving the production line a good alternative is to balance the production line, whose objective is to make different assembly centers of the products have the same pace and this pace is in connection with the planning and control of the production line. production. In order to be able to improve production and always be able to keep up with customer demand, a new production management model has emerged, a system focused on the branch of production, known as the production system VAC - Constant Crossing Speed, which has techniques and principles of time and method study, Just in Time philosophy, and the Kanban system to achieve better results within companies. In this context, the objective of this work is to develop the cap production process, aiming at the increase of production, using the Constant Crossing Speed (VAC) system as a productive representation model. The results showed that the method implemented brought a 20% increase in production in the preparation / flap and assembly sectors by 6 buds, 14% in the special assembly sector and 12% in the finishing sector, as well as improvements in the sectors organization and management. working groups. From the obtained results, it is possible to conclude that the system can contribute to the improvement of the productivity indices and reduction of the stock in process in the productive processes.*

**Keywords:** Production System. VAC. JIT. Times and Methods. Load Balancing. Clothing of Caps.

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 – PROCESSO DE MONTAGEM.....	21
FIGURA 2 – ABASTECEDORES.....	21
FIGURA 3 – LINHA DE MONTAGEM BALANCEADA.....	23
FIGURA 4 – PERDAS DE BALANCEAMENTO.....	25
FIGURA 5 – FILOSOFIA JIT REDUÇÃO DE ESTOQUES .....	26
FIGURA 6 – SISTEMA KANKAN.....	27
FIGURA 7 – LAYOUT POR LINHA OU PRODUTO.....	28
FIGURA 8 – LAYOUT POR PROCESSO OU FUNCIONALIDADE.....	29
FIGURA 9 – LAYOUT CELULAR .....	30
FIGURA 10 – LAYOUT POR POSIÇÃO FIXA .....	30
FIGURA 11 – CARRINHO PARA LOTE DE PRODUÇÃO.....	33
FIGURA 12 – ETAPAS PARA A IMPLANTAÇÃO DO VAC.....	37
FIGURA 13 – FOLHA DE OBSERVAÇÕES.....	41
FIGURA 14 – BALANCEAMENTO DO GRUPO MONTAGEM .....	45
FIGURA 15 – RELACIONAMENTO ENTRE AMBIENTE PRÁTICA E MODELOS.....	52

## **LISTA DE GRÁFICOS**

GRÁFICO 1 – RESULTADOS DO SETOR PREPARAÇÃO/ABA .....	48
GRÁFICO 2 – RESULTADOS DO SETOR MONTAGEM 6 GOMOS .....	49
GRÁFICO 3 – RESULTADOS DO SETOR MONTAGEM ESPECIAL.....	49
GRÁFICO 4 – RESULTADOS DO SETOR ACABAMENTO .....	50

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 – VALORES DE Z PARA A EQUAÇÃO 1.....	19
QUADRO 2 – LEITURAS E DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO.....	34
QUADRO 3 – BALANCEAMENTO DE LINHA E TIMES .....	35
QUADRO 4 – FICHA DESCRIPTIVA DAS TAREFAS .....	40
QUADRO 5 – BALACEAMENTO DO SETOR DE MONTAGEM ESPECIAL	44
QUADRO 6 – VALIDAÇÃO DO SISTEMA VAC .....	53

## **LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS**

D	- Demanda
INT	- Máquina Interlock
JIT	- <i>Just in Time</i>
MVTs	- Máquina de passar viés traseiro
OVF	- Máquina de overlock com aparelho para fitilho
PCP	- Programação e Controle da Produção
PESP	- Máquina de pesponto
R1EL	- Máquina reta eletônica
RF	- Refiladeira
ROP	- Rotina de operação-padrão
TC	- Tempo cronometrado
TCI	- Tempo de ciclo
TD	- Tempo disponível para produção
TL	- Tamanho do lote de produção
TN	- Tempo normal
TP	- Tempo padrão
VAC	- Velocidade de Atravessamento Constante

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	13
1.2	JUSTIFICATIVA .....	13
1.3	OBJETIVOS .....	14
1.3.1	Objetivo geral .....	14
1.3.2	Objetivos específicos.....	14
1.4	ESTRUTURA DA PESQUISA.....	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
2.1	PROJETO DO TRABALHO.....	16
2.2	ESTUDO DE MOVIMENTOS E DE TEMPOS .....	16
2.2.1	Estudo de tempos .....	17
2.2.2	Cronoanálise.....	19
2.2.3	Estudo de movimentos.....	20
2.3	BALANCEAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO.....	22
2.4	FILOSOFIA <i>JUST IN TIME</i> .....	25
2.5	SISTEMA KANBAN .....	26
2.6	<i>LAYOUT</i> INDUSTRIAL .....	27
2.6.1	Sistema de células de montagem .....	31
2.7	VELOCIDADE DE ATRAVESSAMENTO CONSTANTE (VAC).....	31
2.7.1	Implantação do VAC.....	33
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	37
3.2	FICHA DESCRIPTIVA DAS ATIVIDADES.....	38
3.3	DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO.....	40
3.4	DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DO LOTE DE PRODUÇÃO .....	41
3.5	BALANCEAMENTO DA CARGA DE TRABALHO DA LINHA.....	42
3.6	MUDANÇA DO <i>LAYOUT</i> .....	45
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>55</b>
5.1	PRINCIPAIS RESULTADOS .....	56
5.2	CONCLUSÕES ACERCA DOS OBJETIVOS DE PESQUISA .....	56
5.3	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS .....	57

**REFERÊNCIAS .....** **59**

## 1 INTRODUÇÃO

Indústrias de confecções estão permanentemente em busca de inovações, tecnologias a fim de acompanhar as tendências da moda, desta forma além de toda essa busca é preciso estar preparado para conseguir acompanhar os lançamentos e produzir a tempo dos lançamentos das coleções. Com esta visão de melhorar a linha de produção uma boa alternativa é realizar o balanceamento da linha de produção, cujo seu objetivo é fazer com que diferentes centros de montagens dos produtos tenham o mesmo ritmo e esse ritmo esteja em ligação com o planejamento e controle da produção (PCP) (TUBINO, 2017).

A fim de conseguir melhorar a produção e conseguir estar sempre acompanhando a demanda dos clientes, surgiu um novo modelo de administração da produção, um sistema voltado para o ramo de confecção, conhecido como sistema de produção VAC – Velocidade de Atravessamento Constante, que tem como finalidade buscar pela melhoria contínua no processo e conseguir uma eficiência maior para a produtividade.

O sistema VAC utiliza o método estudo de tempos e movimentos e realiza a cronoanálise das atividades do processo produtivo, a fim de descobrir o tempo padrão de cada uma delas, realiza o balanceamento de linha e faz divisões por times em cada setor a ser implementado, utiliza a filosofia *Just in Time* (JIT) no princípio de reduzir estoques e produzir a quantidade certa no tempo certo e possui também conceitos do sistema Kankan, onde são abastecidos carrinhos com as peças e aviamentos necessários para a produção e quando acabado é voltado para ser abastecido novamente, portanto o sistema VAC é uma combinação de vários elementos já conhecidos teoricamente e programados para melhorar e facilitar uma linha de produção.

Desta forma, o presente trabalho mostra a implantação do sistema VAC de produção em uma empresa de confecções de bonés da cidade de Apucarana – PR. Nos setores de preparação/aba, montagem 6 gomos, montagem especial, e acabamento. Com o intuito de mostrar quais foram os resultados obtidos e realizar a comparação da produção dos três primeiros meses com o VAC e os mesmos meses do ano passado, sem o sistema VAC. Conseguinte também destacar além da comparação dos meses, as melhorias que o sistema trouxe e as dificuldades enfrentadas durante a aplicação do método.

## 1.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

As Indústrias estão sempre enfrentando problemas com a produção, buscando pelo aumento da produção, atingir metas e melhorar a forma de trabalho. Para enfrentar esses problemas existem vários tipos de ferramentas e métodos. Começando pela produção em massa, que tem como objetivo aumentar a produção, porém não se preocupa com a qualidade dos produtos e nem com a forma de produção. Depois surge a produção enxuta, focada em redução de desperdícios e muito atenta na qualidade dos produtos, produzindo a quantidade certa, no tempo certo e com qualidade certa, para evitar o retrabalho e reduzir estoques.

Com base nas ferramentas e métodos, existem vários sistemas de produção, onde cada um possui um foco e de adapta a um modelo de produção. Dentro do contexto recente, existe o sistema de Velocidade de Atravessamento Constante (VAC). Um sistema com o propósito que une métodos tanto da produção em massa quanto da enxuta, a fim de alcançar o aumento da produção, mas com um olhar atento com a qualidade e sem gerar grandes estoques. Este sistema é novo e pouco explorado, com poucos relatos sobre sua aplicação, existem apresentações em indústrias de confecções e estofados, para a produção de biquínis, camisas e sofás.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo implantar o sistema VAC em uma indústria de confecção de bonés, com o intuito de provar que o sistema realmente funciona, ou seja, com suas alterações dentro do sistema produtivo consegue atingir o aumento da produção.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Visando que as empresas almejam conseguir atingir sua meta diária de produção, o balanceamento de cargas é uma ferramenta que busca reduzir possíveis gargalos no processo de produção. Conseguindo equilibrar as cargas e encontrar a capacidade produtiva da empresa.

O sistema VAC busca por aumentar a produtividade e qualidade de seus produtos. Trazendo com uma abordagem diferente de como alcançar esses objetivos. Um sistema que não possui muito conhecimento dentro da literatura, o que dificulta

sua aplicação, mas que possui como objetivo o aumento da produção através do balanceamento de cargas.

O sistema VAC é uma nova teoria, decorrente da junção de teorias já existentes, como a Teoria das Restrições, a Filosofia JIT e o sistema Kanban. Assim o sistema traz princípios dessas teorias para o sistema, com uma abordagem diferente. Ou seja, é uma teoria existente com uma abordagem nova, tornando o sistema como novo.

O VAC é uma nova forma de gerenciar a produção e com pouca publicação sobre o tema, existe a aplicação em processo de fabricação de estofados, roupas de banho e camisas. O processo de fabricação de bonés também é uma indústria de confecções, mas possui processos bem diferentes dos que já tiveram a aplicação do VAC. Deste modo, com o intuito de buscar pela institucionalidade o sistema VAC neste novo segmento, este trabalho realiza a implantação do sistema de velocidade de travessamento constante em uma empresa de confecção de bonés.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver o processo de produção de bonés, visando o aumento de produção, utilizando o sistema de Velocidade de Atravessamento Constante (VAC) como modelo de representação produtiva.

### 1.3.2 Objetivos específicos

Para conseguir alcançar o objetivo geral deste trabalho serão realizados quatro objetivos específicos:

- 1) Determinar a carga de trabalho dos centros de produção;
- 2) Estabelecer o tamanho do lote de produção para manter a produção constante;
- 3) Realizar o balanceamento carga de trabalho de cada célula de produção;

## 1.4 A PESQUISA

Esta pesquisa é composta por cinco capítulos:

- i. No capítulo 1 é apresentado a introdução do trabalho, em seguida a problemática de pesquisa, a justificativa e os objetivos.
- ii. No capítulo 2 são mostrados os referenciais teóricos, trazendo conceitos que compõem o sistema VAC, começando pelo entendimento do estudo de tempos e métodos, seguido pelo balanceamento de cargas, a filosofia JIT, o sistema Kanban, o estudo de layout e por fim, o sistema VAC.
- iii. No capítulo 3 é revelado a metodologia, começando com o posicionamento metodológico da pesquisa, seguido com a contextualização da empresa, a coleta de dados e todas as atividades realizadas para a implantação do VAC.
- iv. No capítulo 4 são apresentados todos os resultados recorrentes da aplicação do novo sistema, as dificuldades enfrentadas e as mudanças necessárias após a execução, adaptação de cada setor.
- v. No capítulo 5 expõem as considerações finais do trabalho, apresentando melhorias para o sistema VAC, quando implantado em uma indústria de confecção de bonés, e sugestões para possíveis trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PROJETO DO TRABALHO

O projeto do trabalho, segundo Slack *et al* (2015), tem como objetivo explicar a estrutura do trabalho de cada trabalhador, a equipe na qual ele pertence, o local de trabalho e quanto suas tarefas estão relacionadas com a tecnologia. Para conseguir realizar o projeto do trabalho é necessário obter conhecimento de vários elementos como:

- a) As tarefas que cada pessoa realiza dentro da operação e como é efetuada a divisão dessas tarefas;
- b) Os métodos para exercer suas funções e assim conseguir encontrar o melhor para a operação;
- c) O tempo necessário para realizar o trabalho e consequentemente quantas pessoas será fundamental para ele;
- d) O comprometimento dos trabalhadores para com o trabalho, conseguir manter esse comprometimento fazendo com que eles entendam sua importância na operação;
- e) Quais tecnologias estão presentes no processo e como são utilizadas, bem como as que podem estar presentes para melhorar o segmento e também qual a ligação dessas tecnologias com os operadores;
- f) As condições ambientais do local de trabalho.

Peinado e Graeml (2007) acreditam que projeto de trabalho define a maneira com que os trabalhadores agem em seus trabalhos, levando em consideração o relacionamento entre pessoas, a tecnologia utilizada no processo e os métodos estabelecidos na produção.

### 2.2 ESTUDO DE MOVIMENTOS E DE TEMPOS

Segundo Barnes (1986), o estudo de movimentos e tempos eram vistos de maneira separada, começaram a ser utilizados em conjunto apenas no ano de 1930, pois antes dessa junção o foco era apenas na melhoria dos métodos que já existiam

e não se preocupavam em estabelecer qual é o problema e assim conseguire encontrar uma solução para o mesmo.

O estudo de tempos e movimentos é realizado a partir de uma análise detalhada das operações de um processo ou produto, com o objetivo de conseguir eliminar elementos que não são necessários para a operação, conseguindo assim encontrar o método mais eficiente para ela (PEINADO e GRAEML, 2007).

De acordo com Barnes (1986), existem quatro objetivos principais para o estudo de movimentos e tempos, que são eles:

- a) Desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo;
- b) Padronizar esse sistema e método;
- c) Determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em um ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica;
- d) Orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

### 2.2.1 Estudo de tempos

O estudo de tempos surgiu através de Frederick Taylor, em 1881, quando trabalhava na usina da Midvale Steel Company e ao observar o sistema operacional da empresa obteve uma visão que ao realizar um estudo mais aprofundado conseguiria melhores resultados na produção. Para este estudo, Taylor escolheu dois operários, sem o intuito de descobrir o máximo que cada um trabalhava durante seu turno de trabalho, mas conseguir definir quanto um colaborador produz em um dia completo de trabalho, assim chegou à conclusão que a quantidade de energia que um homem despende durante o trabalho está relacionada com os períodos de trabalho e de descanso, principalmente com a duração e a frequência de cada um, e para descobrir esses tempos utilizou a cronometragem (BARNES, 1986).

Slack et al (2015) dizem que o estudo de tempos é uma maneira de conseguir medir e registrar os tempos e a taxa de trabalho dentro das especificações de uma função analisada, assim obter o tempo necessário para realizar o trabalho com um nível de desempenho já definido. Para chegar neste tempo desejado é preciso primeiramente observar e medir o tempo necessário para realizar a função analisada, após este passo, é realizado um ajuste, ou seja, trazer mais perto do normal os tempos

observados e por fim fazer a média dos tempos já ajustados para conseguir o tempo básico para realizar o trabalho.

Martins e Laugeni (2015) afirmam que a cronometragem é o método mais utilizado para medir a função de um trabalhador dentro da indústria, conseguindo assim chegar no tempo padrão da produção de uma empresa. Sendo possível, com esse tempo, realizar um melhor planejamento da fábrica, tendo como conhecimento sua eficácia e recursos disponíveis, determinar o custo de fabricação e utilizar os dados para realizar um balanceamento de linha sendo possível realizar um melhor planejamento da capacidade industrial.

Para Corrêa e Corrêa (2017), antes de começar a coletar os tempos do posto de trabalho, é preciso determinar o tamanho da amostra, ou seja, quantas vezes serão necessárias cronometrar a mesma operação para conseguir chegar o tempo padrão da operação. É realizada uma cronometragem preliminar para conseguir valores base, eliminando causas especiais de variação, após essa cronometragem é feito o cálculo do tamanho da amostra conforme demonstra a equação 1.

$$n = \left[ \left( \frac{z}{p} \right) \left( \frac{\sigma}{\bar{t}} \right) \right]^2 \quad (1)$$

FONTE: Corrêa e Corrêa (2017).

Onde:

$n$  = tamanho necessário da amostra;

$z$  = quantidade de desvios-padrão necessários para o nível de confiança desejado, dados presentes no QUADRO 1.

$p$  = precisão requerida para o tempo estimado como proporção do valor verdadeiro;

$\sigma$  = desvio-padrão dos tempos representativos do elemento (preliminar);

$\bar{t}$  = média dos tempos para o elemento (preliminar).

QUADRO 1 – VALORES DE Z PARA A EQUAÇÃO 1

Confiança desejada (%)	Z
90	1,65
95	1,96
96	2,05
97	2,17
98	2,33
99	2,58

FONTE: Corrêa e Corrêa (2017).

## 2.2.2 Cronoanálise

A cronoanálise é conhecida como um estudo de tempos, como maneira de mensurar o trabalho a partir de métodos estatísticos, onde conseguimos calcular o tempo padrão (TP), ou seja, o tempo que determina a capacidade produtiva de uma empresa englobando conseguir determinar a velocidade do trabalho realizado pelo operador e depois aplicar o fator de tolerância, afinal é preciso considerar um tempo para as necessidades pessoais, fadiga e tempo de espera do processo. Ainda não existe uma análise aperfeiçoada para aplicar a porcentagem de tolerância necessária para o processo, mas é comumente utilizando entre 15% a 20% do tempo, lembrando que esse valor é para trabalhos e condição de ambiente de trabalho normais (PEINADO E GRAEML, 2007).

Após realizar a cronometragem preliminar e determinar o tamanho da amostra vista na equação 1 e definir a tolerância do trabalho, Martins e Laugeni (2015) acreditam que é preciso avaliar o ritmo do operador, cuja a mesma é determinada pelo cronometrista, pois ao analisar o operador é preciso perceber o seu ritmo, quando considerado normal é dado o valor 100, caso contrário esse valor pode variar para mais ou para menos. Posteriormente esta avaliação, é determinado o tempo padrão (TP) da operação, para isso, primeiramente é calculado a média dos tempos cronometrados (TC), em seguida é calculado o tempo normal (TN) presente na equação 2 e por fim o tempo padrão (TP) apresentado na equação 3.

$$TN = TC \times V \quad (2)$$

$$TP = TN \times FT \quad (3)$$

FONTE: Martins e Laugeni (2015).

Onde:

$TN$  = tempo normal;

$TC$  = média do tempo cronometrado;

$V$  = velocidade/ritmo do operador;

$TP$  = tempo padrão;

$FT$  = fator de tolerância.

### 2.2.3 Estudo de movimentos

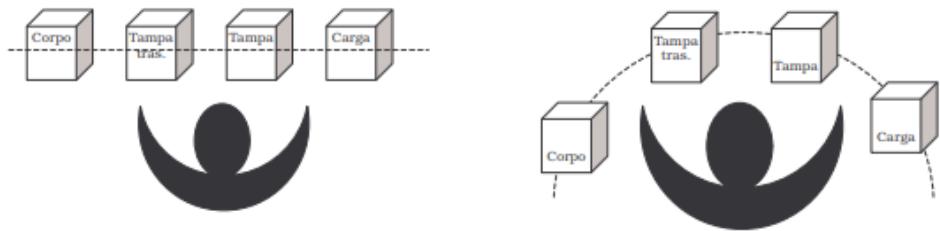
Gilbreth, em 1885, trabalhava em uma empreiteira e aprendeu a assentar tijolos, por sua eficiência foi promovido e logo em seguida abriu sua própria empreiteira. Desde começo de seu trabalho, ele sempre analisava os movimentos dos pedreiros e chegou a conclusão que o mesmo operário faz movimentos diferentes para a mesma função, quando mais rápido faz de um jeito e quando está mais lento faz de outro ou quando vai ensinar outro operário também ocorre mudança dos movimentos, com essas análise e sua facilidade de perceber os movimentos, Gilbreth começou a implantar melhorias no setor de trabalho reduzindo a quantidade de movimentos e consequentemente trazendo um aumento na produção para empresa (BARNES, 1986).

Uma operação de trabalho, na maioria das vezes, possui vários movimentos e Slack *et al* (2015) acreditam que para conseguir fazer o estudo dos movimentos dessas operações é preciso selecionar o trabalho a ser analisado, registrar todos os fatos consideráveis relevantes, como a sequência das operações, o intervalo de tempo entre os movimentos e o percurso dos mesmos. Após esses registros os fatos devem ser examinados criticamente, pois é preciso entender o propósito e a importância de cada movimento dentro do processo, finalizando este exame é desenvolvido um novo método para o trabalho analisado, com uma nova sequência de movimentos que proporcionam uma economia de movimentos e consequentemente um maior aproveitamento do tempo. Por fim, é realizando a implantação e acompanhamento do novo método.

Para melhor entendimento sobre o estudo de movimento, na FIGURA 1 Peinado e Graelm (2007) demostram um processo de montagem de canetas manual, observando a disposição dos alimentadores para realizar a montagem da imagem localizada à esquerda da figura é linear, fazendo com que o operador precise fazer

movimentos maiores para conseguir montar a caneta e a imagem à direita da figura traz os alimentadores mais próximo do operador, facilitando para realizar o movimento de pegar as peças e ainda com movimentos mais curtos.

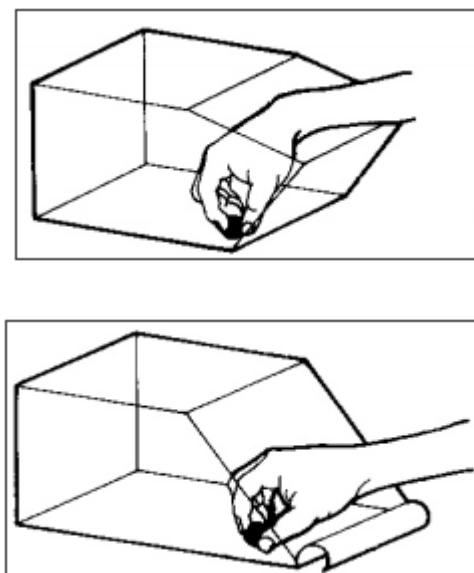
FIGURA 1 – PROCESSO DE MONTAGEM



FONTE: Peinado e Graeml (2007).

Outra maneira de visualizar formas de movimentos é comparando os dois abastecedores da FIGURA 2, onde o de cima possui uma barreira deixando a abertura limitada e dificultando o movimento do operador, em contrapartida o abastecedor de baixo não possui a barreira e o operador não precisa levantar a mão para pegar no abastecedor fazendo com que diminua movimentos do operador e consequentemente também diminui o tempo da operação.

FIGURA 2 – ABASTECEDORES



FONTE: Lida (2000).

## 2.3 BALANCEAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO

Para Kumar e Mahto (2013), balanceamento de linha tem como objetivo equilibrar uma produção em linha, distribuindo uniformemente as tarefas das estações de trabalho. A fim de diminuir o tempo ocioso do operador de máquina, para que isso ocorra são feitos grupos de operações ou trabalhadores. Conseguindo assim uma estabilidade mais eficiente das capacidades e dos fluxos da produção ou montagem e processos. Com as cargas de trabalho niveladas, em todos os processos do fluxo de valor são possíveis remover gargalos e excessos de capacidade, ou seja, o balanceamento de linha é uma clássica Pesquisa Operacional técnica de otimização, utilizado para aumentar a eficiência e a produtividade de uma linha de produção.

Problemas de balanceamento de linha priorizam principalmente a distribuição das operações às estações de trabalho e ao mesmo tempo otimizar algumas funções com objetivos já definidos. Para isso é necessário ter conhecimento sobre as restrições das ordens de processamento das operações e é preciso levar em consideração os modelos de otimização de capacidade ou de custo (HAZIR e DOLGUI, 2014).

Segundo Sivasankaran e Shahabudeen (2014), os problemas de balanceamento de linha podem ser classificados a partir da quantidade de modelos produzidas na linha, se é produzido apenas um modelo, então o sistema de produção é um sistema de modelo único, caso contrário é um sistema de multi-modelo, é realizada a classificação da natureza dos tempos de cada tarefa e a classe do fluxo. Para conseguir os tempos dos processos podem ser utilizados tanto a forma determinística quanto probabilística e é preciso fazer uma análise das ferramentas necessárias e utilizadas no processo, assim é importante ter conhecimento de disponibilidade de operadores com habilidades para as funções da linha de produção.

De acordo com Tubino (2017) para realizar o balanceamento de linha é preciso igualar a rotina de operações-padrão (ROP), a sequência de funções presente nos postos de trabalho, com o tempo de ciclo (TCI) apresentado na equação 4, tempo necessário para ter um produto acabado, com o intuito de conseguir atender a demanda (D), assim é necessário também ter o conhecimento do tempo disponível de trabalho (TD) e fazer uma ligação com o TCI, conseguindo assim chegar na capacidade de produção diária da empresa, presente na equação 5.

$$TC = \frac{TD}{D} \quad (4)$$

$$CP = \frac{TD}{TC} \quad (5)$$

FONTE: Tubino (2017).

Onde:

$TC$  = tempo de ciclo em minutos por unidade;

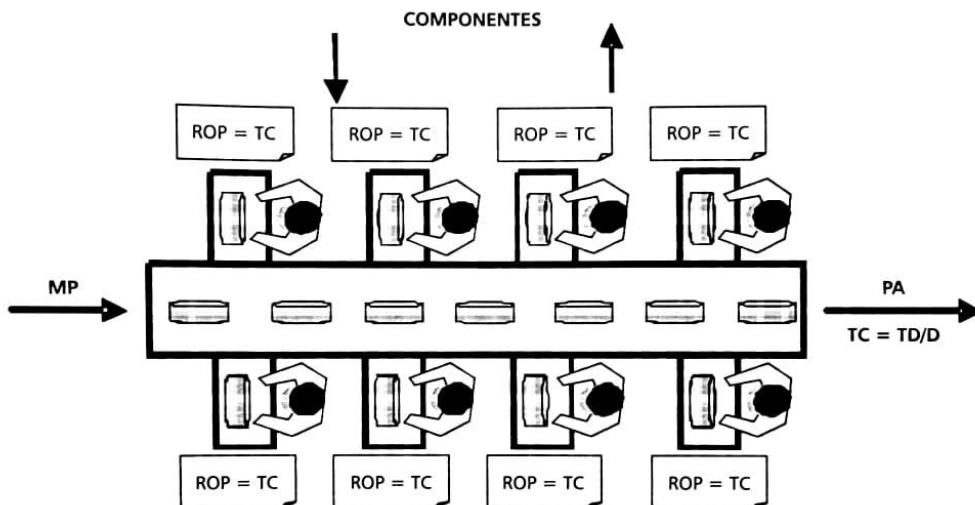
$TD$  = tempo disponível para produção em minutos por dia;

$D$  = demanda média em unidades por dia;

$CP$  = capacidade de produção em unidades por dia.

Para melhor entendimento sobre uma linha de montagem com o balanceamento de linha a FIGURA 3 demonstra um linha onde possui a entrada de matéria prima, cada posto de trabalho com o ROP igual ao TC e tem a saída como a quantidade estabelecida pelo PCP, lembrando que o tempo de ciclo está relacionado com o tempo disponível por dia e a demanda, tempos todos em minutos.

FIGURA 3 – LINHA DE MONTAGEM BALANCEADA



FONTE: Tubino (2017).

Complementando o balanceamento, Slack *et al* (2015) explica como fazer o cálculo do número de estágios, ou seja, quantidade de divisões para as tarefas da linha de produção, conseguindo assim uma divisão que possui menores perdas, levando em consideração que as tarefas possuem tempos diferentes para a execução.

Desta forma é feito a soma dos tempos da linha e dividido pelo tempo de ciclo (TC), visto na equação 4, encontrando o número de estágios requeridos para a linha analisada, indicada na equação 6 e para ter conhecimento sobre as perdas do balanceamento basta fazer a diferença do TC com a soma dos tempos das atividades de cada estágio ( $t_i$ ), mais precisamente como demonstra a equação 7, e em seguida dividir pelo número de estágios com o TC, presente na equação 8.

$$\text{Número de estágios requerido} = \frac{TL}{TC} \quad (6)$$

$$\text{Tempo ideal de cada ciclo} = (TC - t_i) \quad (7)$$

$$\text{Perda de balanceamento} = \frac{\text{Tempo ideal de cada ciclo}}{\text{Número de estágios requerido} \times TC} \quad (8)$$

FONTE: Slack et al (2015).

Onde:

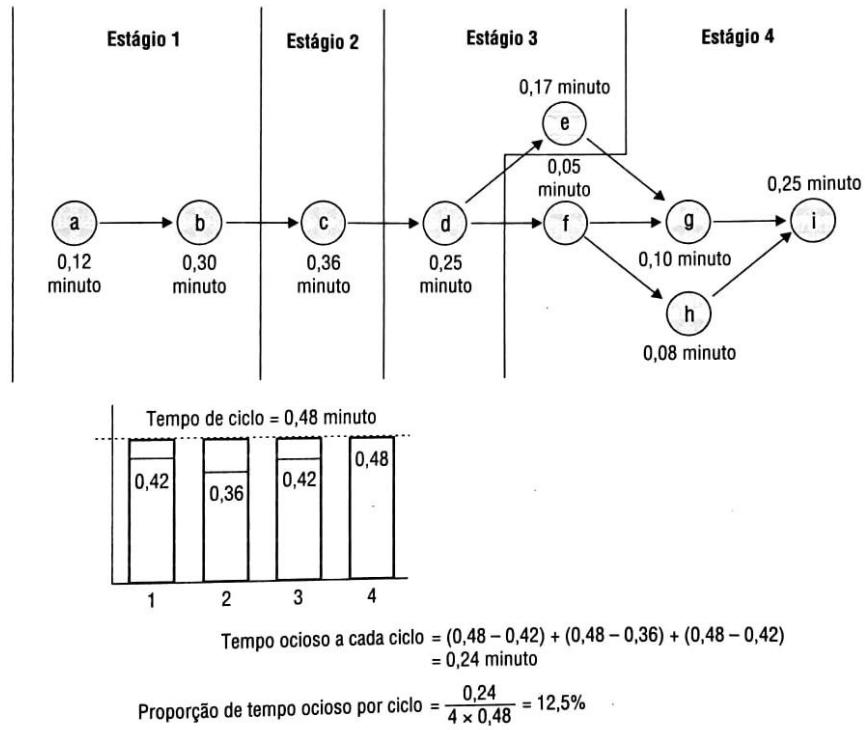
$TL$  = total do conteúdo de trabalho, soma de todas as operações da linha;

$TC$  = tempo de ciclo;

$t_i$  = soma dos tempos de cada estágio.

Observando a FIGURA 4, facilita o entendimento dos números de estágios e as perdas, cada letra representa uma atividade da linha de produção e seus respectivos tempos de operação, desta forma foi encontrado o tempo de ciclo de 0,48 minutos e o número de estágios de 3,5, ou seja, 4 estágios, após estes cálculos entendemos que o tempo máximo para cada estágio tem que ser equivalente ao TC, desta forma as tarefas foram alocadas com duas operações no estágio 1 e no 3, uma operação no estágio 2 e 4 operações no estágio 4, desta forma conseguimos encontrar o tempo ocioso de cada estágio e a proporção que afeta a linha.

FIGURA 4 – PERDAS DE BALANCEAMENTO



FONTE: Slack *et al* (2016).

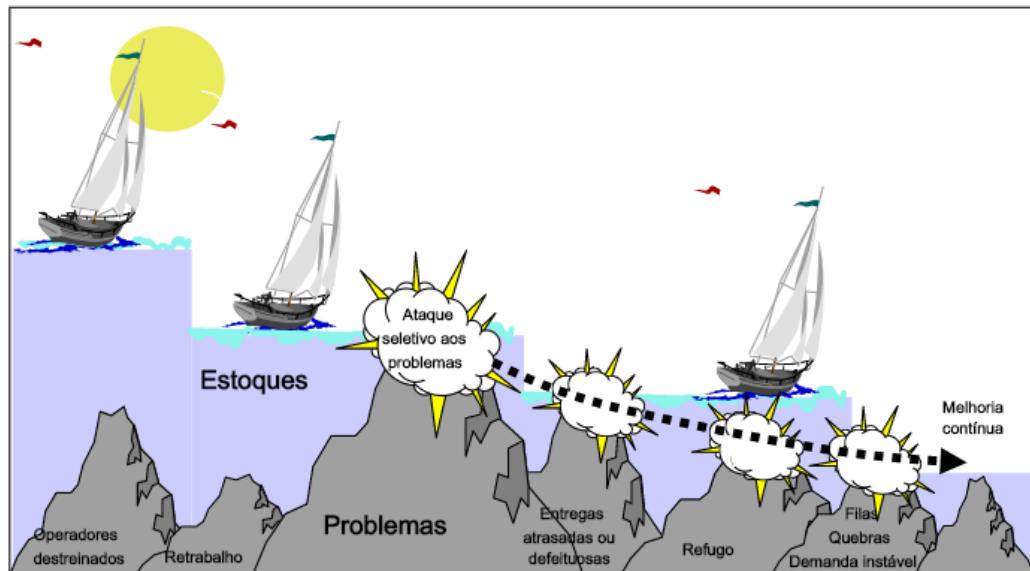
## 2.4 FILOSOFIA JUST IN TIME

A filosofia *Just in Time* (JIT) para Slack *et al* (2006) significa produzir bens e serviços na quantidade certa e no momento certo para que a produção não vire estoque, mas sempre atento para não perder a qualidade do produto, melhorando a produtividade e eliminando desperdícios, para alcançar esses objetivos é necessário o comprometimento dos funcionários e um bom trabalho em equipe.

Reduzindo os estoques, um dos objetivos da filosofia JIT, Corrêa e Corrêa (2016) entendem que com a redução dos estoques os problemas passam a ser mais visíveis e desta forma é possível ter um foco concentrado neles para conseguir solucioná-los, os estoques acabam disfarçando possíveis problemas e quando aparece um problema maior, que o estoque não consegue esconder, dificulta muito a resolução dele, assim como mostra a FIGURA 5, os estoques e investimentos são representados pela água que vem escondendo as pedras do fundo, que são definidas como os problemas de um processo produtivo, e pôr fim a produção que é representada pelo veleiro. Com a redução da água, as pedras ficam visíveis e quando

são eliminadas o veleiro consegue seguir seu fluxo mais tranquilo, ou seja, com a redução dos estoques os problemas passam a ser visíveis e assim é possível eliminá-los para conseguir seguir o fluxo da produção com o tamanho do estoque reduzido.

FIGURA 5 – FILOSOFIA JIT REDUÇÃO DE ESTOQUES



FONTE: Corrêa e Corrêa (2016).

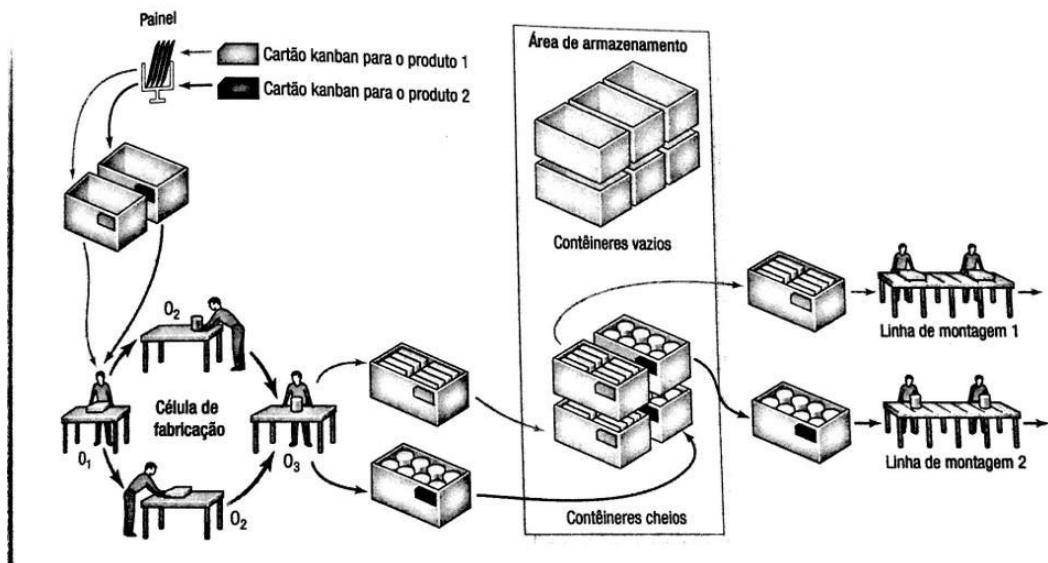
Krajewski *et al* (2009) acreditam que a filosofia JIT coloca como meta gerar serviços e produtos apenas quando necessários, assim os estoques e desperdícios são reduzidos, desta forma o sistema JIT organiza os recursos e as informações facilitando a tomada de decisão perante o seu sistema de produção.

## 2.5 SISTEMA KANBAN

O Kankan é conhecido como um sistema que utiliza cartões para conseguir controlar o fluxo de produção de uma empresa. Esses cartões são fixados em contêineres, onde em cada contêiner possui itens necessários para a produção de um produto, quando esses itens acabam o contêiner é levado para uma área de armazenamento e o cartão é colocado em um painel, o cartão sinaliza qual a necessidade de reabastecer o contêiner e quanto ele é reabastecido, o cartão é colocado novamente no contêiner, assim quando o operador precisar novamente das peças contidas no contêiner, ele recupera o contêiner com o cartão já fixado e o ciclo começa outra vez (KRAJEWSKI *et al*, 2009).

Ao observar a FIGURA 6, é possível compreender melhor sobre o funcionamento do sistema Kankan de cartão quando uma célula de fabricação fornece material para duas linhas de montagem, quando uma linha de montagem necessita de mais peças, é colocado o cartão Kankan, referente a essas peças, no painel e assim o contêiner cheio dessas peças é retirado da área de armazenamento e levado para a linha de montagem. O painel com os cartões são organizados conforme a sequência de produção de peças de reabastecimento, esse processo é feito por um programador, desta forma é pego o cartão da ordem e é anexado em um contêiner vazio e então a célula, que nesta figura possui três operações e a operação dois possui duas estações de trabalho, o produto começa na operação um e pode seguir em qualquer um das estações da operação dois e assim ir para a três, após passar pela célula o contêiner é abastecido e volta para a área de armazenamento, formando assim um ciclo.

FIGURA 6 - SISTEMA KANBAN



FONTE: Krajewski et al (2009).

## 2.6 LAYOUT INDUSTRIAL

O *Layout* ou arranjo físico Industrial é a delimitação dos locais que serão alocadas as máquinas, os equipamentos, os postos de trabalho, as pessoas e as instalações. Para definir um modelo de *layout* a ser utilizado na empresa, é analisado

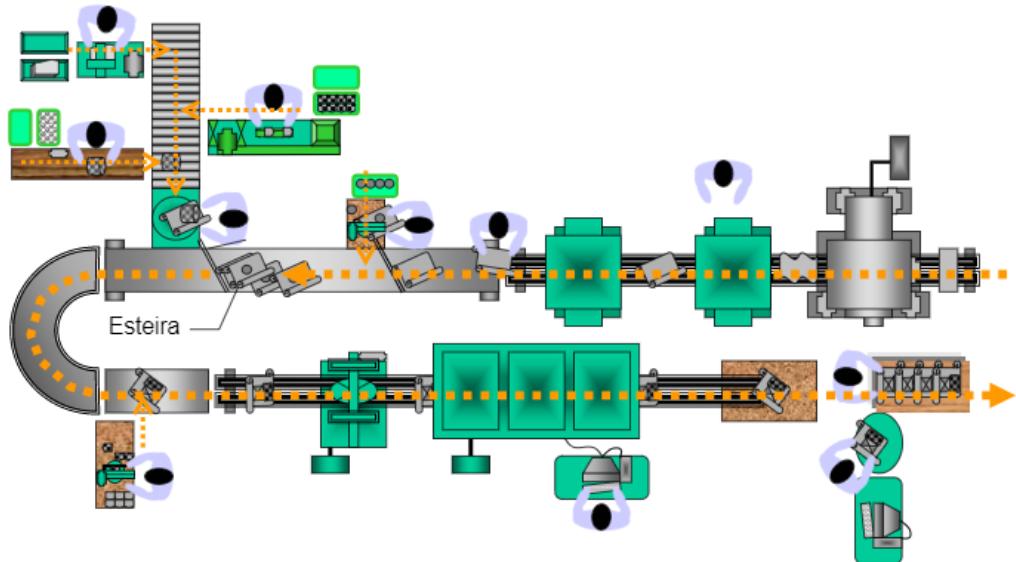
as necessidades e os objetivos, juntamente com o tipo de produto e processo (GADELHA *et al*, 2015).

Segundo Peinado e Graeml (2004), existem quatro tipos básicos de arranjo físico, são eles: arranjo por produto ou linha, arranjo por processo ou funcional, arranjo celular e arranjo por posição fixa. Onde cada um deles serão brevemente explicados.

*Layout* por produto ou linha é um tipo muito utilizados nas indústrias, foi desenvolvido por Henry Ford em 1939. Os equipamentos são alocados de acordo com a sequência de montagem, não possui outros caminhos para o fluxo produtivo. Permite um fluxo rápido quando se tratando de produtos padronizados com operações de produção/montagem sempre iguais (PEINADO e GRAEML, 2004).

Para facilitar o entendimento sobre o funcionamento do *layout* por produto ou linha, a FIGURA 7 demonstra como ele se desempenha em uma produção. Os equipamentos estão alocados em sua sequência de produção, fazendo com que o produto passe apenas por um caminho.

FIGURA 7 – LAYOUT POR PRODUTO OU LINHA

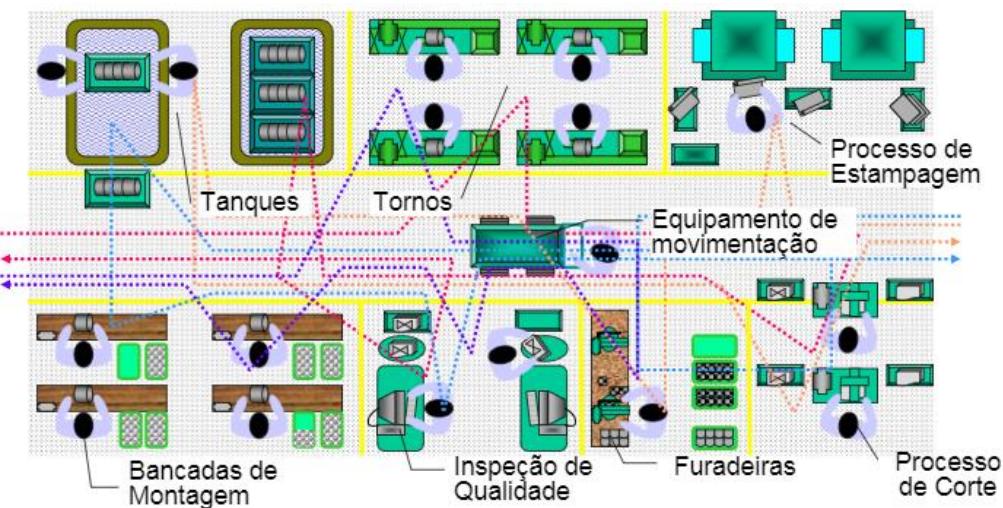


FONTE: Miyake (2005).

*Layout* por processo ou funcional os processos, equipamentos e operações que são similares, são posicionados próximos uns dos outros. É utilizado para a produção de produtos variados e quantidades diversificadas (MARTINS e LAUGENI, 2015).

A FIGURA 8 mostra como o *layout* por processo ou funcional atua em uma produção. Os processos equivalentes estão posicionados próximos e assim o produto segue pelo caminho que passe pelos processos que são necessários para sua formação. Tornando possível fabricar produtos e quantidades variadas.

FIGURA 8 – LAYOUT POR PROCESSO OU FUNCIONAL

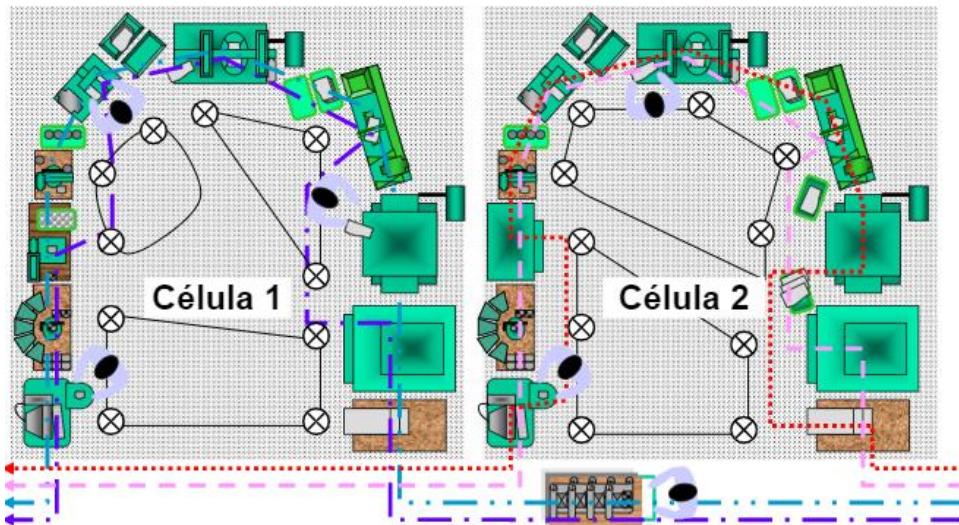


FONTE: Miyake (2005).

*Layout* celular é a união das vantagens do *layout* por processo e do *layout* por produto. Aloca em um só local, uma célula, diferentes máquinas para produzir o produto por inteiro. O produto se movimenta em linha dentro da célula buscando pelos processos necessários (PEINADO e GRAEML, 2004).

Para demonstrar como é o desenvolvimento de um *layout* celular basta observar a FIGURA 9, que apresenta um processo produtivo em *layout* celular. Os processos são alocados em formas de células com diferentes tipos de máquinas necessárias para a elaboração do produto. É possível formar várias células, de acordo com a exigência da sequência de produção.

FIGURA 9 – LAYOUT CELULAR

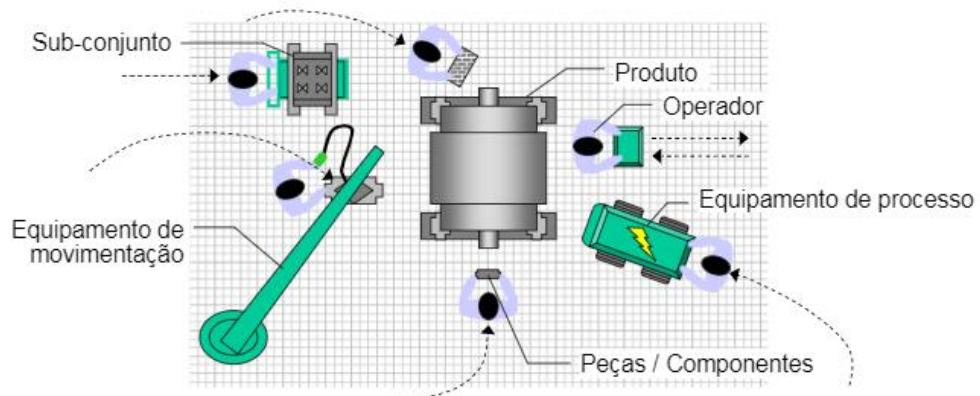


FONTE: Miyake (2005).

*Layout* por posição fixa possuiu seu sequenciamento e disposição das estações de trabalho, ao redor do produto. É um tipo de *layout* mais utilizado para a produção de grandes produtos, como aviões, navios, construção civil, turbinas, ou seja, produtos de grande porte de difícil locomoção. Por isso é chamado de *layout* fixo, por estar fixo próximo do produto que será produzido (KRAJEWSKI e RITZMAN, 2009).

E para finalizar os tipos de *layout*, a FIGURA 10 apresenta o funcionamento de um *layout* por posição fixa. O produto é fixado e os operadores vão até ele, levando todo o material necessário para sua produção.

FIGURA 10 – LAYOUT POR POSIÇÃO FIXA



FONTE: Miyake (2005).

Esses são os tipos básicos de *layout* e cada empresa busca por meio de um tipo, o melhor que se adeque ao tipo de produto fabricado. Pode acontecer de mudar o tipo em outros setores da mesma empresa e não há problemas, desde que traga melhores desempenhos para a indústria.

#### 2.6.1 Sistema de células de montagem

As operações realizadas em uma célula de montagem, segundo Black (1998), são normalmente, manuais, ou seja, é necessário um operador no posto de trabalho para realizar a operação, diferente de uma célula de manufatura, onde o operador coloca a peça na máquina e espera que fique pronta, conseguindo operar em várias máquinas na mesma célula. As células de montagens são divididas em estações conforme a sequência de tarefas do produto fabricado e em cada estação possui um quadrado *kanban*, utilizado para puxar o material através da célula, conhecido também como desacopladores do controle de produção. Os desacopladores são utilizados para proporcionar flexibilidade e controle de produção e atraso no processo da célula, reduzindo a dependência de um processo dentro da célula.

Black (1998) afirma que o tempo de ciclo para células precisa ser ajustado de forma que entre de acordo com o tempo de ciclo da linha de montagem, desta maneira a célula é sincronizada com a linha de produção. Para uma mudança na taxa de produção da célula é possível fazer um reajuste no número de trabalhadores, porém durante o tempo já programado de produção, é necessário manter um número fixo de colaboradores, assim quando a programação mudar pode acontecer de precisar mudar o número de funcionários também.

#### 2.7 VELOCIDADE DE ATRAVESSAMENTO CONSTANTE (VAC)

Sistema de administração da produção, velocidade de atravessamento constante (VAC) começou em indústrias do ramo de confecções, mas hoje abrange outros tipos de empresas e não só de confecções, utiliza os princípios de *Just in Time* (JIT) e da Teoria das Restrições com o intuito de aumentar a capacidade produtiva, realizando um balanceamento de linha por carga. Tem como objetivo atuar nos setores de costura e acabamento da empresa propondo mudanças na maneira de

administrar a produção, levando em consideração que esses setores precisam de mais atenção, pois possuem grande variedade em equipamentos e operações (NÓBREGA e VILLAR, 2003).

Para a implantação do VAC o setor escolhido é dividido em células, onde cada célula possui um supervisor, o líder, operadores e um montador de carrinhos. Dentro da célula possui times, que foram definidos através do balanceamento de linha, e cada time possui dois carrinhos de forma que um é reserva pelo fato de que o tempo das operações variam muito, desta forma quando acabar de produzir o lote do primeiro carrinho, o mesmo é passado para o time seguinte e pode começar a produzir as peças do segundo carrinho, desta forma é possível absorver variações dos times, consequentemente não gera gargalos e nem operadores ociosos. No final de cada time possuem quadros com as informações sobre o produto presente em cada carrinho, nome dos operadores e operações de cada time, facilitando para que cada colaborador tenha entendimento do que é preciso fazer (OKOSHI *et al*, 2006).

Nóbrega e Villar (2003) explicam que os carrinhos possuem lotes de produção para 30 minutos de trabalho, o tamanho do lote (TL) é calculado com base no número de operadores e o tempo padrão, como mostra a equação 9. Neste carrinho, representado na FIGURA 11, vão estar todas as partes necessárias para a produção do produto final, como as partes a serem costuradas e as linhas utilizadas. Após o balanceamento, divisão dos times e tamanho do lote, é realizado um estudo do *layout*, fazendo com que os times fiquem na sequência da produção e tenha um espaço para passar os carrinhos por todos os times, a cada 30 minutos o time produz o lote do carrinho e passa para o time seguinte, em seguida faz anotação no quadro com o número do carrinho já produzido.

$$TL = \frac{(n^{\circ} \text{ de operadores} \times 30 \text{ minutos})}{TP} \quad (9)$$

FONTE: Nóbrega e Villar (2003).

Onde:

$TL$  = tamanho do lote;

$TP$  = tempo padrão.

FIGURA 11 – CARRINHO PARA LOTE DE PRODUÇÃO



FONTE: Nóbrega e Villar (2003).

### 2.7.1 Implantação do VAC

Para implantação do VAC é preciso, primeiramente, estabelecer a sequência de produção juntamente com suas tarefas de dependência e máquinas necessárias, após este estudo é realizada a cronoanálise dos postos de trabalho e estabelecido o tempo padrão de cada um, o QUADRO 2 facilita o entendimento de como é realizado este estudo (NÓBREGA E VILLAR, 2003).

QUADRO 2 – LEITURAS E DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO

PRODUTO: Biquine X						OPERADORA: Maria				
MAQ	OPER.	LEITURAS				TEMPO TOTAL	TOT LEIT	TEMPO MÉDIO	TOLER %	TEMPO PADRÃO
OV3	1	0,58	0,62	0,60	0,59	2,39	4	0,60	18	0,71
OV3	2	1,30	1,32	1,31	1,34	5,27	4	1,32	18	1,55
OES	3	0,66	0,65	0,65	0,63	2,59	4	0,65	18	0,76
GOL	4	0,65	0,62	0,66	0,64	2,57	4	0,64	18	0,76
TVT	5	0,26	0,24	0,25	0,24	0,99	4	0,25	18	0,29
MAN	6	0,60	0,60	0,61	0,59	2,40	4	0,60	16	0,70
OV3	8	0,64	0,63	0,62	0,62	2,51	4	0,63	18	0,74
GOLV	9	1,01	1,03	1,02	1,02	4,08	4	1,02	18	1,20
RT1	10	0,20	0,22	0,21	0,21	0,84	4	0,21	18	0,25
ROL	11	0,21	0,19	0,22	0,21	0,83	4	0,21	18	0,24
MAN	12	1,21	1,18	1,2	1,18	4,77	4	1,19	16	1,38
MAN	13	0,21	0,23	0,21	0,22	0,87	4	0,22	16	0,25
MAN	14	0,13	0,14	0,13	0,14	0,54	4	0,14	16	0,16
TEMPO PADRÃO DO PRODUTO										9,00

FONTE: Nóbrega e Villar (2003).

Após a determinação do Tempo Padrão é realizado o balanceamento de produção que Danielski (2013) explica que este balanceamento é realizado a partir da carga pensando sempre nos 30 minutos de produção, onde as peças que já foram recém-produzidas no time atual é passado para o próximo time dar continuidade ao processo, e com o lote de produção já definido é realizado o balanceamento da linha e dos times, o QUADRO 3 demonstra um exemplo de balanceamento dos times.

QUADRO 3 – BALANCEAMENTO DE LINHA E TIMES

OPERADOR	MAQ	OPERAÇÃO	TEMPO UNIT	TOTAL PEÇAS	CARGA
A	OV3	1	0,71	26	18,46
A	OV3	2	1,56	7	10,92
			<b>Tempo do operador A</b>	<b>29,38</b>	
B	OV3	2	1,56	19	29,64
			<b>Tempo do operador B</b>	<b>29,64</b>	
		<b>TEMPO DO TIME 1</b>		<b>59,02</b>	
OPERADOR	MAQ	OPERAÇÃO	TEMPO UNIT	TOTAL PEÇAS	CARGA
C	OES	3	0,76	26	19,76
C	GOL	4	0,76	13	9,88
			<b>Tempo do operador C</b>	<b>29,64</b>	
D	GOL	4	0,76	13	9,88
D	OV3	7	0,74	26	19,24
			<b>Tempo do operador D</b>	<b>29,12</b>	
		<b>TEMPO DO TIME 2</b>		<b>58,76</b>	
OPERADOR	MAQ	OPERAÇÃO	TEMPO UNIT	TOTAL PEÇAS	CARGA
E	TVT	5	0,29	26	7,54
E	VIE	8	1,20	18	21,60
			<b>Tempo do operador E</b>	<b>29,14</b>	
F	VIE	8	1,20	8	9,60
F	RTI	9	0,25	26	6,50
F	ROL	10	0,25	26	6,50
F	MAN	6	0,7	10	7,00
			<b>Tempo do operador D</b>	<b>29,60</b>	
		<b>TEMPO DO TIME 3</b>		<b>58,74</b>	
OPERADOR	MAQ	OPERAÇÃO	TEMPO UNIT	TOTAL PEÇAS	CARGA
G	MAN	6	0,70	16	11,20
G	MAN	11	1,38	13	17,94
			<b>Tempo do operador G</b>	<b>29,14</b>	
H	MAN	11	1,38	13	17,94
H	MAN	12	0,25	26	6,50
H	MAN	13	0,15	26	3,90
			<b>Tempo do operador H</b>	<b>28,34</b>	
		<b>TEMPO DO TIME 4</b>		<b>57,48</b>	

FONTE: Nóbrega e Villar (2003).

Finalizando o balanceamento dos times e da linha de produção, é preciso realizar a mudança do *layout* de forma que o fluxo seja contínuo e de maneira que

consigo passar os carrinhos entre os times. Com o decorrer do trabalho ficará mais fácil o entendimento do VAC, afinal conseguindo ter um exemplo tudo passa a ficar mais claro, cada empresa faz suas adaptações do sistema, pois possuem suas limitações e diferentes tipos de produtos, mas o princípio é o mesmo, com a definição do tamanho do lote, a divisão dos times, o balanceamento da linha e a mudança do *layout*, de forma com que os colaboradores tenham tarefas sempre a cada 30 minutos.

## METODOLOGIA

Para elaboração do presente trabalho, a metodologia utilizada foi a do método estudo de caso exploratório-descritivo com uma perspectiva de análise quantitativa.

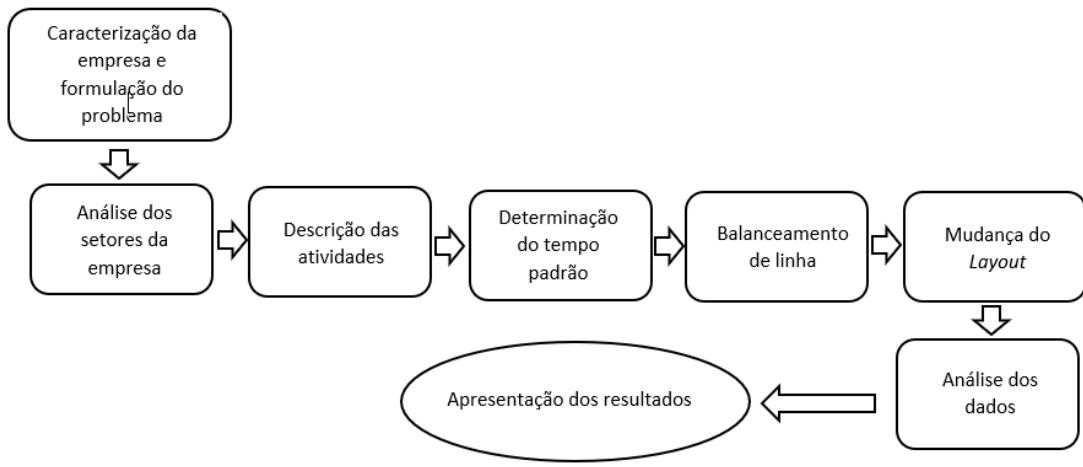
Segundo Gil (2008), estudo de caso é uma maneira de conseguir um conhecimento detalhado e amplo de um ou poucos objetos, através de um estudo profundo. Yin (2001), completa dizendo que o estudo de caso é um método para quem tem intenção de lidar com condições contextuais, de forma a acreditar que possa ser apropriado ao evento de estudo.

Gil (2008) ainda afirma que as pesquisas exploratórias tem como objetivo explorar um tema que é pouco explorado, com o intuito de possibilitar uma visão geral do tema, pois é mais complicado conseguir respostas precisas e desta forma abre uma oportunidade para próximas pesquisas aprofundarem mais ao tema, e as pesquisas descritivas tem o propósito de explicar e estudar as características de um tema.

As pesquisas com análise quantitativa realizam suas conclusões através de dados coletados, como documentos estatísticos que por meio desses documentos são elaboradas tabelas para facilitar o entendimento dos dados (GIL, 2002).

Para realização deste trabalho a FIGURA 12 demonstra a maneira que este estudo de caso foi realizado, mostrando o passo a passo que foi utilizado para a implantação do VAC na empresa de bonés.

FIGURA 12 – ETAPAS PARA A IMPLANTAÇÃO DO VAC



FONTE: A autora (2019).

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa que foi utilizada para o estudo de caso é do ramo de confecções de bonés, chapéus e viseiras. Uma empresa familiar, está localizada no norte do Paraná e possui 320 colaboradores. Os produtos fabricados não possuem muita variação de modelagem, mas estão sempre em busca de inovações por novos tecidos e detalhes para conseguir acompanhar a moda. A empresa possui *private label*, ou seja, contém a licença para produzir bonés, viseiras e chapéus para grandes marcas conhecidas no mercado. Além dos setores de corte, costura e acabamento, a empresa dispõem dos setores de bordados e serigrafia, tornando mais fácil o desenvolvimento das peças e ainda controlar a qualidade delas.

O setor de costura é dividido em três grupos, sendo um de preparação e aba, onde é realizado a preparação da frente, traseiro e aba das peças. Tendo em vista que a maioria das peças possuem um bordado ou *silk* na frente ou no traseiro, desta forma as peças passam pela preparação destas partes para que antes de ser realizada a montagem dos bonés, seja possível bordar ou *silk*. A produção de abas está no mesmo grupo, pelo fato de exigir máquinas diferentes do processo de montagem, fazendo com que seja necessário deixá-las prontas para facilitar o próximo processo. Dando continuidade ao processo, existem dois grupos de montagem, onde o produto é costurado por completo, um grupo para fabricar bonés básicos e outro para os modelos especiais. Finalizando a parte de costura, os produtos são encaminhados para o setor de acabamento, onde são retiradas as linhas que sobram,

pregado o botão a fivela e depois as peças são passadas, passam por uma revisão e em seguida são embaladas para seguirem até a expedição.

Cada setor da empresa possui uma meta mensal de produção e estão sujeitos a uma análise de comportamento. Os funcionários podem chegar a receber uma premiação no valor máximo de 300 reais no mês, deste valor 190 reais é analisado o comportamento, como atrasos e faltas e os 210 reais são em cima da produção, todos os dias são contabilizados a produção e a avaliação dos colaboradores. No fim do mês recebem a premiação referente os parâmetros citados acima. A existência de uma premiação, faz com que os trabalhadores se comprometam com a produção, em passar os carrinhos no tempo certo, e evita ao máximo de faltar, para não perder o prêmio do dia.

Para introduzir o sistema VAC na empresa foi contratado um consultor especialista neste sistema, ele atuou duas vezes por semana durante três meses, esses dias de treinamento eram repassados estudos e tarefas para serem realizadas durante a semana, quando ele não estivesse presente. Para facilitar o desenvolvimento dos balanceamentos e acompanhamento da produção, o consultor disponibilizou tabelas com configurações próprias para a realização dessas tarefas. Finalizando assim a implantação do VAC na empresa, porém não acompanhou o desenvolvimento após a finalização de seu contrato.

Com o término do contrato do consultor, dois colaboradores da empresa ficaram responsáveis pelo VAC. Acompanhando a produção constantemente, observando possíveis melhorias e adaptações, coletando a produção diária, lançando o prêmio mensal, cronometrando novos processos e solucionando problemas relacionados ao VAC.

O estudo de caso é sobre a implantação do sistema VAC (velocidade de travessamento constante) nos setores de preparação e aba, os de montagem e no acabamento, em busca de melhores resultados da produtividade da empresa.

### 3.2 FICHA DESCRIPTIVA DAS ATIVIDADES

Para iniciar a implantação do VAC, o primeiro passo foi conhecer e entender a sequência operacional do boné. Durante uma semana foi realizada a análise nos setores preparação e aba, montagens e acabamento, e assim foi identificado quais

atividades são encadeadas, qual é o nome de cada operação e suas respectivas máquinas.

Esta análise é de muita importância, pois é preciso conhecer os processos para conseguir realizar a cronoanalise das operações. Para efetuar o balanceamento, é necessário entender a disposição das operações e suas máquinas, para não atrapalhar o processo. Visto que não é possível balancear sem a quantidade exata de máquinas e o entendimento de qual máquina se utiliza em cada operação, pois sem essas informações pode ocorrer o risco de balancear e não ter máquinas suficientes na empresa, ou até esquecer de alguma operação.

O QUADRO 4 demonstra a análise realizada na empresa que vem sendo estudada.

QUADRO 4 – FICHA DESCRIPTIVA DAS TAREFAS

Produto:	Boné 1			
Setor	Operação	Descrição da operação	Máquina	Dependência
Preparação e aba	1	Unir frente	INT	
	2	Unir traseiro	INT	
	3	Pespontar frente	PESP	1
	4	Pespontar traseiro	PESP	2
	5	Passar viés no traseiro	MVTs	4
	6	Circular aba	R1 EL	
	7	Firmar aba	R1 EL	6
	8	Passar costuras na aba	Filigrama	7
	9	refilar aba	RF	8
Montagem	10	Unir frente com lateral	INT	3
	11	Unir traseiro com lateral	INT	5
	12	Pespontar frente com lateral	PESP	10
	13	Pespontar traseiro com lateral	PESP	11
	14	Fechar cabeça	INT	12 e 13
	15	Pespontar cabeça	PESP	14
	16	Passar fitilho com etiqueta	OVF	15
	17	Pregar bico	Coluna	16
	18	Pregar etiqueta na carneira	R1 EL	17
	19	Pregar etiqueta no regulador	R1 EL	
	20	Pregar regulador	R1 EL	17
Acabamento	21	Cortar tecido para encapar botão	Maq. Pressão	
	22	Encapar botão	Maq. Pneumática e.	21
	23	Pregar botão	Maq. Pneumática b.	22
	24	Tirar linha	Manual	
	25	Cortar excesso de carneira	Manual	24

26	Dobrar etiqueta e fechar boné	Manual	24
27	Passar	Maq. Vapor	26
28	Revisar	Manual	27
29	Colocar alma	Manual	28
30	Taguear	Manual	29
31	Embalar	Manual	30

FONTE: A autora (2019).

Com a ficha descritiva das atividades formada, é adquirido o conhecimento sobre todos os setores que será implantado o sistema, tornando possível seguir para a próxima etapa da implantação.

### 3.3 DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO

O próximo passo para seguir com a implantação do VAC, é determinar o tempo padrão de cada atividade do processo. Para conseguir os tempos das operações foi realizado o método de cronoanálise, onde durante um mês foi efetuada a cronometragem de cada uma das operações do processo, com o uso de um cronômetro de minuto decimal. Os tempos foram anotados em uma folha de observações, ilustrada na FIGURA 13. Na própria folha de observações já foi classificado o ritmo do operador, para conseguir avaliar o ritmo, quando foi realizada a análise das atividades já foi possível ter uma base de como seria o ritmo a 100% e assim conseguir fazer o comparativo. Se o operador está mais rápido ou mais lento do que os demais, o ritmo pode ser maior que 100% ou menor.

A tolerância também foi adicionada ao tempo, de 18%, para necessidades básicas, troca de linha e se levantar para pegar as peças dos carrinhos. Os livros trazem que geralmente são utilizados de 15% a 20% de tolerância, dependendo do processo analisado, desta forma os 18% está entre essa margem utilizada.

FIGURA 13 – FOLHA DE OBSERVAÇÕES

FONTE: A autora (2019).

Depois de coletar os tempos, inserir o ritmo e a tolerância, foi calculado o Tempo Padrão (TP) de cada operação, utilizando a equação 3, já vista no começo deste trabalho. Em seguida foi somado os tempos das operações de cada setor, sendo possível chegar no tempo final para produzir o boné em cada setor. Por conseguinte, foi capaz de reconhecer o gargalo de cada departamento, que será o limitante no momento de realizar o balanceamento de linha.

### 3.4 DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DO LOTE DE PRODUÇÃO

Com o TP do boné, de cada setor, já encontrado, é preciso definir qual será o tamanho do lote de produção. Desta forma foi utilizada a equação 9 para chegar no Tamanho do Lote (TL), onde foi identificado o TL para cada setor.

A empresa trabalha 9 horas por dia, em razão de que eles “pagam” o sábado durante a semana e apenas na sexta feira são trabalhados 8 horas, portanto são trabalhados 540 minutos de segunda a quinta e 480 minutos na sexta feira. Dividindo os minutos trabalhados por 30 minutos, tempo em que o carrinho precisa ser finalizado no time atual e passado para o próximo, o resultado é de 18 carrinhos por dia, de

segunda a quinta e 16 carrinhos na sexta. Multiplicando o TL pela quantidade de carrinhos diários é encontrado a quantidade de peças produzidas por dia e é possível calcular a produção mensal.

### 3.5 BALANCEAMENTO DA CARGA DE TRABALHO DA LINHA

Posteriormente o cálculo do TL, é preciso balancear a carga de trabalho. O balanceamento foi realizado a partir da capacidade de operação dos operadores, onde a carga máxima para cada um deve ser de no máximo 30 minutos, pois cada carrinho deve ser produzido a cada 30 minutos. Desta forma o primeiro passo foi realizar o sequenciamento das operações, dado que possuem operações encadeadas. Deste modo foi realizado a separação das operações em times, onde o time 1 foi composto pelas operações primárias, o time 2 pelas operações que dependem do time 1 e assim por diante.

Após elaborar a divisão dos times foi calculado a carga de cada operação. Para essa atividade foi utilizado o tempo da operação multiplicado pelo TL, o resultado representa a carga da operação. Com o resultado de cada carga é realizado o cálculo da carga de cada time. Para esse procedimento basta somar as cargas das operações de cada time. A partir desta carga é definido a quantidade de colaboradores de cada time, quando a carga ultrapassar a 30 minutos, significa que é preciso mais de um operador. Contudo, caso o segundo operador deste time fique com uma carga muito inferior, para conseguir o balanceamento, é viável colocá-lo para trabalhar em mais de um time e chegar próximo da carga de 30 minutos.

Próximo foi estabelecer exatamente a quantidade de peças que cada colaborador precisa costurar. Visto que as operações possuem tempos diferentes, é preciso deixar dividido quantas peças cada pessoa do time irá produzir. Um detalhe muito importante e que é preciso ter atenção, nem todos os colaboradores operam todas as máquinas, logo é preciso tomar cuidado quando realizar a separações dos times e a distribuição das peças. Neste caso pode acontecer de fazer um balanceamento que não irá funcionar na prática, pelo fato de que a operação estabelecida para algum operador não seja o que ele realmente faz. Por isso é tão importante a primeira etapa da implantação do VAC, porque é lá que inicia todo o conhecimento das atividades e o conhecimento de quem tem habilidade em cada operação.

Ao realizar o balanceamento é de extrema importância analisar as máquinas necessárias em cada time e as máquinas disponíveis na empresa. É preciso balancear de forma que tenha a menor perda, mas com atenção às máquinas necessárias. É necessário encontrar uma maneira que os times fiquem平衡ados e que tenham as máquinas fundamentais para as operações, caso contrário é preciso refazer o balanceamento até encontrar uma maneira que seja viável para a empresa.

O balanceamento de cargas com a separação de times e distribuição das peças por colaborador do setor de montagem especial do boné 1, da empresa analisada está representado no QUADRO 5. Nele estão as informações sobre o modelo, o tempo padrão, a quantidade de peças por carrinho e a quantidade estimada no dia, em seguida está a distribuição dos times com as operações e os seus tempos, a divisão da quantidade de peças que cada colaborador precisa fazer e a carga de cada operador e de cada time.

QUADRO 5 – BALANCEAMENTO DO SETOR DE MONTAGEM ESPECIAL

<b>Produto:</b>	<b>Boné 1</b>	<b>Setor:</b>	<b>Montagem especial</b>		
<b>Tempo Padrão da peça:</b>	<b>1,75</b>	<b>Minutos trabalhados:</b>	<b>540 min/dia</b>		
<b>Quant. peças no carrinho:</b>	<b>138</b>	<b>Meta diária:</b>	<b>2484</b>		
<b>TIME 1</b>					
OPERADOR	MAQ	OPERAÇÃO	TEMPO UN.	TOTAL PEÇAS	CARGA
A	INT	Fechar frente com lateral	0,13	138	17,94
A	INT	Fechar traseiro com lateral	0,12	70	8,4
<b>Total carga do operador A</b>					<b>26,34</b>
B	INT	Fechar traseiro com lateral	0,12	68	8,16
<b>Total carga do operador B no time 1</b>					<b>8,16</b>
<b>TEMPO TOTAL DO TIME 1</b>					<b>34,5</b>
<b>TIME 2</b>					
OPERADOR	MAQ	OPERAÇÃO	TEMPO UN.	TOTAL PEÇAS	CARGA
B	PESP	Pespontar lateral com frente	0,13	100	13,00
<b>Total carga do operador B no time 2</b>					<b>13,00</b>
<b>Total carga do operador B (time 1 e 2)</b>					<b>21,16</b>
C	PESP	Pespontar lateral com frente	0,13	38	4,94
C	PESP	Pespontar lateral com traseiro	0,12	138	16,56
<b>Total carga do operador C</b>					<b>21,50</b>
<b>TEMPO TOTAL DO TIME 2</b>					<b>34,50</b>
<b>TIME 3</b>					
OPERADOR	MAQ	OPERAÇÃO	TEMPO UN.	TOTAL PEÇAS	CARGA
D	INT	Fechar cabeça	0,22	138	30,36
<b>Total carga do operador D</b>					<b>30,36</b>
<b>TEMPO TOTAL DO TIME 3</b>					<b>30,36</b>

<b>TIME 4</b>					
OPERADOR	MAQ	OPERAÇÃO	TEMPO UN.	TOTAL PEÇAS	CARGA
E	PESP	Pespontar cabeça	0,22	138	30,36
<b>Total carga do operador E</b>					<b>30,36</b>
<b>TEMPO TOTAL DO TIME 4</b>					<b>30,36</b>
<b>TIME 5</b>					
OPERADOR	MAQ	OPERAÇÃO	TEMPO UN.	TOTAL PEÇAS	CARGA
F	OV	Passar fitilho com etiqueta	0,14	138	19,32
F	COLUNA	Pregar bico	0,27	38	10,26
<b>Total carga do operador F</b>					<b>29,58</b>
G	COLUNA	Pregar bico	0,27	100	27,00
<b>Total carga do operador G</b>					<b>27,00</b>
<b>TEMPO TOTAL DO TIME 5</b>					<b>56,58</b>
<b>TIME 6</b>					
OPERADOR	MAQ	OPERAÇÃO	TEMPO UN.	TOTAL PEÇAS	CARGA
H	R1EL	Pregar etiqueta carneira	0,13	138	17,94
H	R1EL	Pregar regulador	0,20	50	10,00
<b>Total carga do operador H</b>					<b>27,94</b>
I	R1EL	Pregar regulador	0,20	88	17,6
I	R1EL	Pregar etiqueta no regulador	0,07	138	9,66
<b>Total carga do operador I</b>					<b>27,26</b>
<b>TEMPO TOTAL DO TIME 6</b>					<b>55,20</b>

FONTE: A autora (2019).

Para facilitar o desenvolvimento do balanceamento das cargas, a separação das operações por time e o tamanho do lote, o consultor contratado pela empresa para realizar a implantação do VAC disponibilizou uma planilha eletrônica. Esta planilha realiza os cálculos realizados no QUADRO 5. O cabeçário é preenchido com as informações do setor, como a quantidade de operadores, os minutos diários disponíveis e o produto/setor que está sendo analisado. Para colocar o produto/setor possui uma aba para cadastrar as operações e seus respectivos tempos, com essas informações a planilha já disponibiliza o TL, a quantidade de carrinhos e as operações para realizar o balanceamento. Com todas as operações disponíveis, basta realizar a distribuição dos times e a planilha já informa a carga de cada operação e dos times. Após essa distribuição a planilha possui abas onde é possível fazer a separação de quantas peças cada operador irá produzir em cada time, da mesma maneira explicada no QUADRO 5.

A FIGURA 14 é um exemplo da forma que os dados aparecem para serem balanceados por times, na planilha disponibilizada, do setor de montagem.

FIGURA 14 – BALANCEAMENTO DO GRUPO MONTAGEM

Produto .....	22	MONTAR BONÉ 1	Tempo Usado	1,75		
Data/hora de emissão .....	06 de junho de 2019 às 22:49	Tempo Padrão da Peça .....	1,75			
Quantidade de operadoras .....	9	Quantidade de Carrinhos .....	18			
Minutos à Produzir .....	540	Quantas Peças no Carrinho .....	138			
Arredondar quant. de peças (S/N) .....	N	Meta Dia .....	2.484			
Eficiencia do Balanceamento .....	99%	Média de Peças p/ pessoa .....	276			
Quant. Pessoas necessário Real .....	8,05	Cronoanalista responsável pelo balanceamento				
						Limpar Dados
						Salvar Dados
						Este balanceamento não existe, crie e quando estiver correto, salve-o, assim poderá buscá-lo novamente
Operações	Maquina	Tempo	Oper. no time	Operação	Unir lateral com frente	Unir Traseiro com lateral
1 Unir lateral com frente	INT	0,13	1,2	1	1	INT
2 Unir Traseiro com lateral	INT	0,12	Tempo Total	Máquina	2	INT
3 Pespontar Frente com Lateral	PESP	0,13	0,25	Tempo	0,13	0,12
4 Pespontar Traseiro com Lateral	PESP	0,12	34,50	Carga	17,94	16,56
5 Fechar cabeça	INT	0,22				
6 Pespontar cabeça	PESP	0,22	Oper. no time	Operação	Pespontar Frente com Lateral	Pespontar Traseiro com Lateral
7 Passar fitilho com Etiqu.	OV	0,14	1,2	2	3	PESP
8 Pregar Bico	COLUNA	0,27	Tempo Total	Máquina	4	PESP
9 Pregar etiq na carneira	R1 EL	0,13	0,25	Tempo	0,13	0,12
10 Pregar regulador	R1 EL	0,20	34,50	Carga	17,94	16,56
11 Pregar Etiq REGULADOR	R1 EL	0,07				
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						

FONTE: A autora (2019).

### 3.6 MUDANÇA DO LAYOUT

Balanceamento de carga realizado, para finalizar a implantação do VAC foi preciso reorganizar o *layout* para que não atrapalhar o processo e fazer com que ele fique contínuo. Desta forma foi realizado a mudança da localização das máquinas conforme foi feito a distribuição dos times. Deste modo, os times ficaram em sequência e com espaço em volta para conseguir passar os carrinhos. Lembrando que ao final de cada time foi colocado um quadro na parede para serem anotados os carrinhos que forem passados para frente, este quadro também fica visível caso algum time perca um carrinho, ou seja, não passa nos 30 minutos estabelecidos.

Antes a empresa trabalhava com o *layout* por processo, ou seja, com as máquinas iguais próximas umas das outras. Com a implantação do VAC o *layout* passou a ser celular, com máquinas diferentes dentro das células, mas que formem o sequenciamento e obedecendo os times do balanceamento de cargas.

Após a realização da mudança de *layout*, o sistema VAC está quase pronto para ser operado. Antes de começar a produzir com o novo sistema implantado, é

muito importante que seja realizada uma reunião com cada um dos operadores. Reunião essa que será explicado todo o processo produtivo, todas as novidades, como os carrinhos e os quadros. É interessante passar para eles como ficou o balanceamento de cargas, para terem o conhecimento de quais operações irão fazer e a quantidade de peças que precisarão produzir a cada 30 minutos.

Nesta reunião surgem muitas dúvidas e os colaboradores ficam receosos com as mudanças. Desta forma, é preciso explicar detalhadamente cada particularidade, passando confiança a eles.

Posteriormente a essa reunião, o sistema está pronto para começar a ser operado. Nos primeiros meses que o processo está rodando no sistema, é preciso estar no chão de fábrica acompanhando o dia todo o funcionamento do sistema. Pois muitas dúvidas surgem na hora que o processo está acontecendo e ter alguém que entende do sistema próximo deles, os tranquilizam e consegue sanar as dúvidas no mesmo instante.

Depois de um mês, mais ou menos, os colaboradores já passam a entender o processo 100%, adquirem o ritmo fixo dos 30 minutos e passam os carrinhos tranquilamente. Sempre que entrar um produto novo no sistema, é preciso realizar todos os cálculos vistos anteriormente e passar para a gerente do setor o balanceamento deste produto. Afinal um produto novo a quantidade de peças no carrinho muda, se não foi avisado a gerente do setor, os carrinhos vão travar na produção. Assim quando acontecer algum problema que a gerente do setor não consegue resolver, irá procurar pelo responsável do VAC para ajudar a resolver o problema.

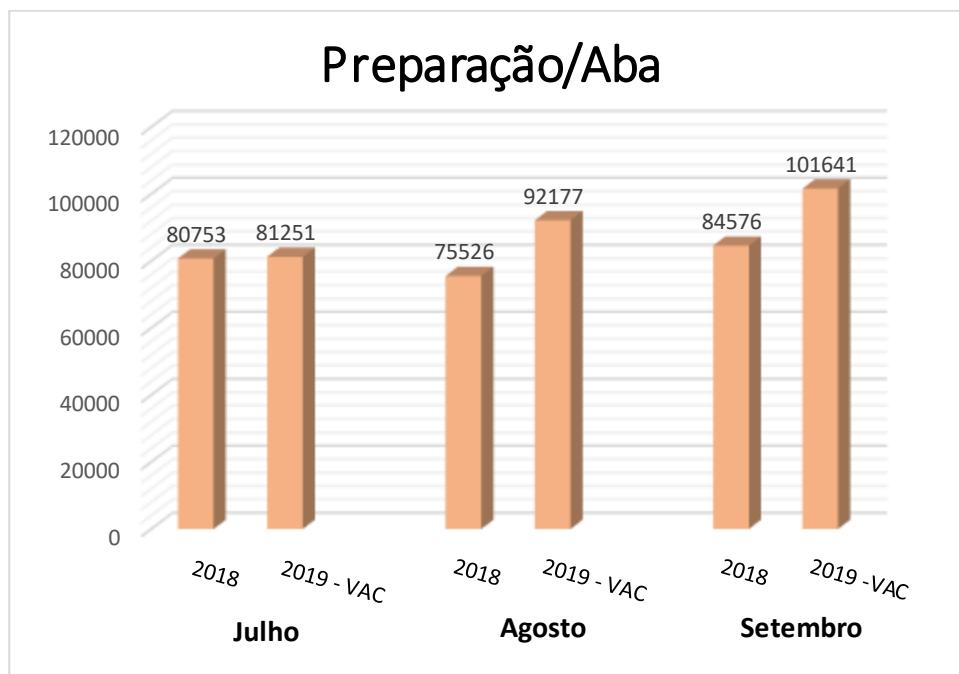
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O sistema VAC foi implantado primeiro no setor de preparação/aba, após 1 mês foi implantado no setor de montagem especial e 6 gomos e no acabamento. Os setores analisados obtiveram ótimos resultados logo no primeiro mês de implantação, a produção aumentou nestes setores e estão mantendo um bom volume de produção por mês, logo alcançou o objetivo principal da empresa. Nos GRÁFICOS 1,2,3 e 4 é possível ver o desenvolvimento e crescimento dos setores, com a produção de julho,

agosto e setembro de 2018 (antes do VAC) e os mesmos meses deste ano (com o VAC).

O GRÁFICO 1 é referente à produção do setor Preparação/Aba, este setor não obteve muita mudança em julho, mas os outros dois meses a diferença foi grande, trouxe mais de 15000 peças em cada

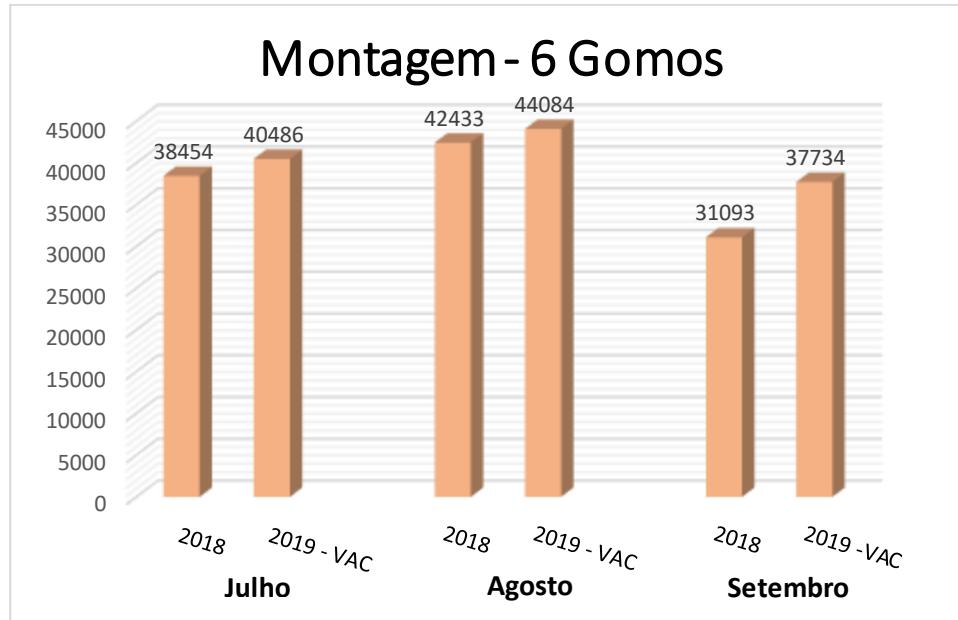
GRÁFICO 1 – RESULTADOS DO SETOR PREPARAÇÃO/ABA



FONTE: A autora (2019).

O GRÁFICO 2 se refere a produção do setor de Montagem 6 Gomos, este setor não obteve muita mudança nos dois primeiros meses, mas em setembro a produção aumentou mais de 6000 peças.

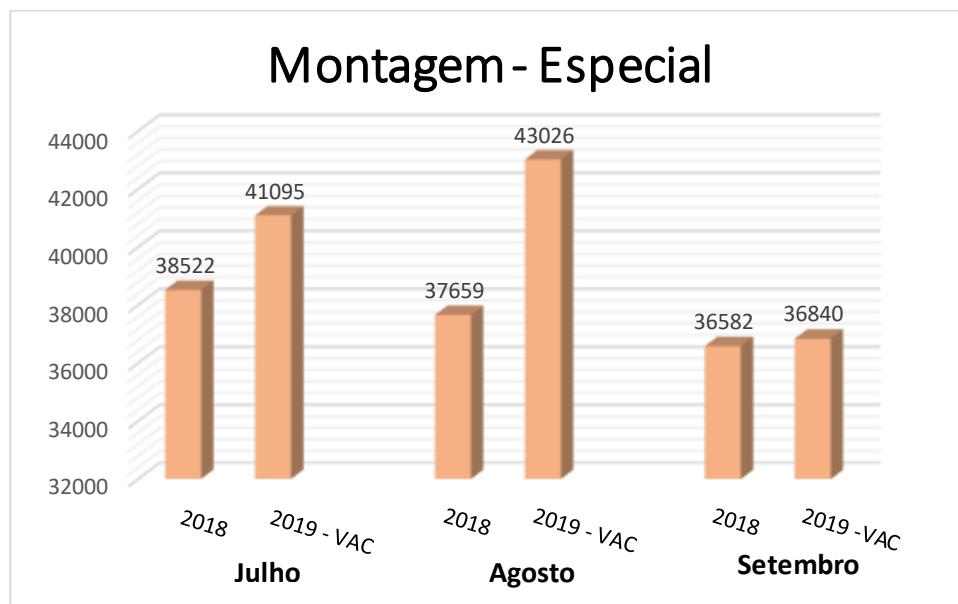
GRÁFICO 2 – RESULTADOS DO SETOR MONTAGEM 6 GOMOS



FONTE: A autora (2019).

O GRÁFICO 3 é relativo à produção do setor de Montagem Especial, diferente dos dois grupos já apresentados, este setor obteve aumento maior de produção no mês de agosto, com mais de 5000 peças comparando com o ano passado.

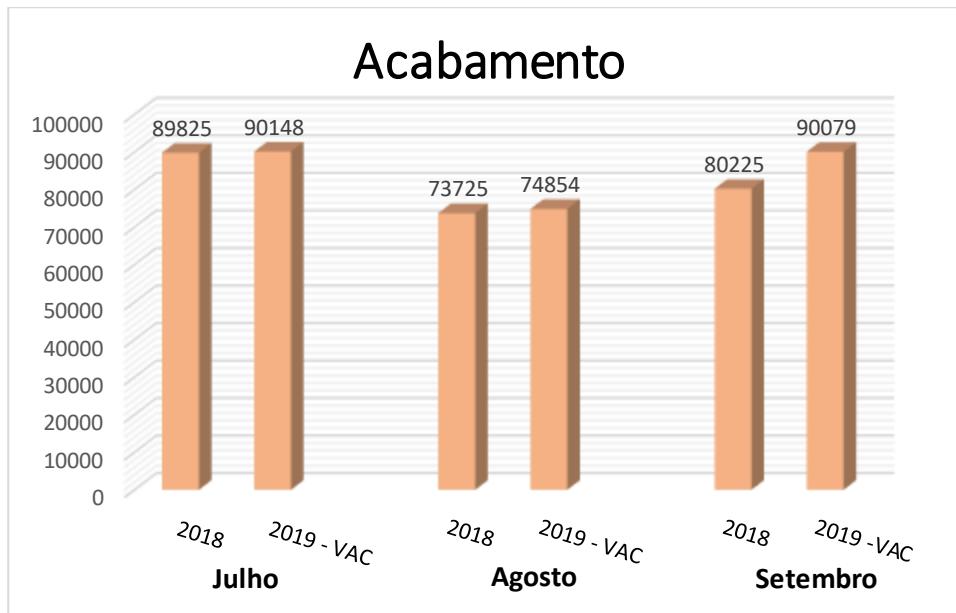
GRÁFICO 3 – RESULTADOS DO SETOR MONTAGEM ESPECIAL



FONTE: A autora (2019).

Por último o GRÁFICO 4 representa a produção do setor de Acabamento, este setor alcançou um aumento de quase 10000 peças a mais no mês de setembro de 2019, após a implantação do VAC.

GRÁFICO 4 – RESULTADOS DO SETOR DE ACABAMENTO



FONTE: A autora (2019).

O crescimento da produção é a forma mais visível e esperada após a implantação de um novo modelo de produção, mas a implantação do VAC foi além e alcançou mais formas de melhorias, como:

- a organização, tanto do ambiente de trabalho quanto na produção em si, no ambiente as peças sempre são costuradas e voltam para os carrinhos fazendo com que fique fácil a identificação das peças e desta forma não ficam espalhadas pelo setor e no quesito da produção os colaboradores passaram a ter as suas funções já estabelecidas, não acontece mais de cada um fazer o que tem preferência e no final não ter o pedido completo costurado;
- o *layout*, que ficou mais claro o sequenciamento da produção e o entendimento da divisão dos times, fazendo com que os times fiquem próximos e possibilitando o espaço para o deslocamento dos carrinhos;
- a administração dos setores, com os quadros no final de cada time e com os carrinhos, as encarregadas dos setores conseguem ver pelos quadros

qual time está atrasando as produções, quando anotam que perderam carrinhos e assim a encarregada no mesmo momento consegue ir até o time e solucionar o problema no mesmo instante sem atrapalhar a produção;

- d) a fila de produção, que passou a ficar mais fácil saber quando o pedido será concluído em cada setor, sabendo a quantidade de times e que cada carrinho leva 30 minutos para ser produzido, desta forma a partir do momento que o pedido entra na produção já é possível saber, mais ou menos, o momento que será finalizado, facilitando o controle da produção e tornando a entrega mais precisa;
- e) o ambiente de trabalho, após a consolidação do VAC, fez com que os colaboradores se comprometessesem em passar os carrinhos a cada 30 minutos e assim passaram a ficar mais focados na produção, com isso a produção aumentou e o prêmio também, agora trabalham mais motivados pois querem continuar ganhando um bom prêmio.

Analizando esses resultados é possível ver que as melhorias com a implantação do VAC vão muito além dos resultados explícitos, como o aumento da produção, mas é importante ressaltar que implantar um novo modelo de produção não é fácil, afinal propor mudanças em um ambiente onde estão acostumados há anos em fazer da mesma forma, gera rejeição.

Zilbovicius (1997) diz que a aceitação do modelo que está sendo implantado depende de sua validação, ou seja, quando os resultados começam a aparecer. A FIGURA 14 torna esta explicação mais clara. A figura demonstra três pontos que se conectam e demonstram o desenrolar da aplicação de um novo sistema.

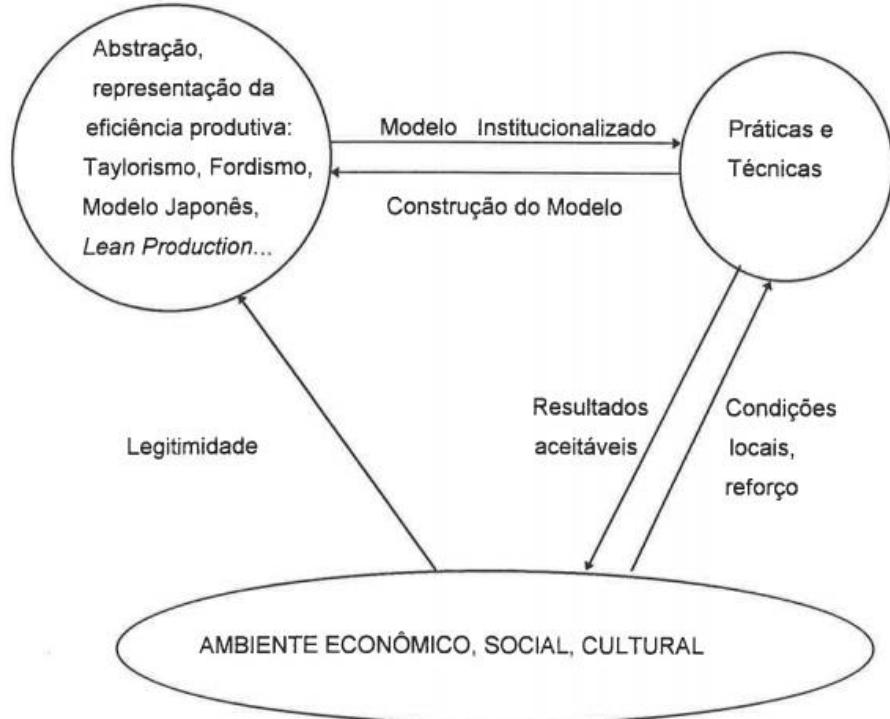
Começando com a apresentação do novo sistema que possui uma ligação de mão dupla com as práticas e técnicas. Ao exibir o sistema é procurado uma forma de torná-lo um modelo institucionalizado, desta forma é buscado por prática e técnicas, pois a partir desta ligação é possível entender a relação de ações do novo sistema com outras já institucionalizadas. A segunda ligação, para melhor entendimento, é demonstrada após a segunda relação.

A segunda relação da FIGURA 15 é a das práticas e técnicas com o ambiente econômico, social e cultural, que também possui uma ligação de mão dupla. A primeira ligação é que com as práticas e técnicas é esperado alcançar resultados aceitáveis,

e para conseguir esses resultados é necessário uma boa aceitação e entendimento do ambiente. E para alcançar esses resultados surge a segunda ligação, o ambiente precisa de boas condições de trabalho para garantir bons efeitos. Desta forma, voltamos para a primeira relação, quando o ambiente se adequa com o sistema proposto pelas práticas e técnicas, surge a segunda ligação entre as práticas e o sistema, a construção do modelo. Pois quando você tem um sistema com bons resultados, a aceitação do ambiente é boa e é possível realizar a construção do modelo.

Para finalizar as relações da figura, tem a relação do ambiente diretamente com o sistema apresentado. O intuito desta ligação é pela legitimidade do sistema. Depois de apresentado o sistema, buscar em torná-lo um modelo institucionalizado, com as práticas e técnicas, encontrar a aceitação do ambiente e alcançar resultados aceitáveis, a legitimidade do processo é atingida.

FIGURA 15 – RELACIONAMENTO ENTRE AMBIENTE, PRÁTICAS E MODELOS



FONTE: Zilbovicius (1997).

Com o intuito de construir um modelo institucionalizado do sistema VAC, foi construído o QUADRO 6 que relaciona os processos do VAC com os sistemas já conhecidos e citados na revisão bibliográfica. Observando o quadro é possível

compreender que o sistema velocidade de atravessamento constante é a união de parte de ferramentas e métodos muito conhecidos dentro da literatura.

QUADRO 6 – VALIDAÇÃO DO SISTEMA VAC

Etapas do VAC	Sistema de produção	Ferramenta/Método de referência	Principal autor referencial
Cronoanálise	Produção em massa	Estudo de tempos	Barnes (1977)
Balanceamento de carga de trabalho	Produção em massa	Balanceamento de linha	Ford (1913)
Carrinhos	Produção enxuta	Sistema Kanban	Taiichi Ohno Sistema Toyota de Produção (1953)
Produção de lotes em tempo determinado	Produção enxuta	Filosofia <i>Just In Time</i>	Taiichi Ohno Sistema Toyota de Produção (1953)
Mudança de <i>layout</i>	Produção enxuta	<i>Layout</i> celular	Black (1998)

FONTE: A autora (2019).

Neste quadro é possível entender exatamente como surgiu o sistema VAC e dizer que realmente é um sistema novo decorrente de sistema e ferramentas já conhecidas. O QUADRO 6 faz com que essa relação entre as etapas do VAC e suas ferramentas de referências fique mais claro o entendimento sobre o porquê de cada etapa do sistema.

Dando início com a etapa de cronoanálise, é derivado do sistema de produção em massa, sua referência é o estudo de tempos do autor Barnes (1977). O estudo de tempos é bem amplo e busca pelo entendimento de cada processo para assim conseguir uma forma de diminuir os tempos de produção. Desta maneira é realizado o processo de cronometragens e depois a análise desses tempos, chegando ao tempo padrão das operações. Da mesma forma, para iniciar o sistema VAC é preciso

entender o processo e suas operações, para conseguir realizar o estudo dos tempos com o método de cronoanálise.

A segunda etapa é o balanceamento de carga de trabalho, que procede do sistema de produção em massa, se diz respeito do balanceamento de linha de Ford (1913). O balanceamento de linha surge quando Ford começa a realizar a produção em linha e assim facilitar a maneira de produzir, para produzir mais. Desta forma o tempo de folga é minimizado, tornando a o processo balanceado. A partir deste princípio surge o balanceamento de carga, que possui o foco em deixar as cargas dos postos de trabalho iguais ou próximas. A fim de que não tenha acúmulos e perdas no decorrer do processo, por estar com cargas balanceadas. O VAC, realizada este balanceamento de cargas e faz com que cada operador saiba o que precisa produzir e a quantidade, para conseguir finalizar a produção e não produzir mais de um processo e menos de outro. Pois sem o balanceamento gera estoque e no final do processo não possui partes suficientes para finalizar o produto.

O VAC funciona a partir de lotes de produção, produzidos em tempo determinado. Esta etapa se origina da produção enxuta referente à filosofia JIT, criada por Taiichi Ohno (1953). O JIT tem como princípio a produção na hora certa, na quantidade certa, com a qualidade certa. Ou seja, cada lote de produção é na quantidade certa, quantidade esta descoberta a partir da cronoanálise, na hora certa, no caso do VAC a cada 30 minutos, e precisa estar com a qualidade certa, pois já está com uma quantidade para ser produzida com qualidade e não correr com a produção, afinal o estudo de tempos já foi realizado.

Os lotes de produção são colocados em carrinhos, esses carrinhos são derivados do sistema kanban, originado da produção enxuta e também foi criado por Taiichi Ohno (1953). O sistema kanban utiliza cartões com as necessidades da produção e desta forma abastecidos contêineres com os materiais que a produção está precisando. Desta forma, após utilizar o conteúdo do contêiner, ele volta vazio para ser reabastecido com a próxima necessidade da produção. No VAC, são utilizados carrinhos onde são colocados os lotes de produção e todos os materiais necessários para a produção daquele lote. No final da produção o produto sai pronto e o carrinho volta vario para ser abastecido novamente e voltar para a produção.

Por último acontece a mudança do *layout*, originado da produção enxuta, para o VAC é utilizado como método o sistema de *layout* celular e explicado melhor por Black (1998). As células são divididas em estações conforme a sequência de tarefas

do produto fabricado. Para o sistema VAC o modelo de *layout* celular é o que melhor se adequa à produção, conseguindo separar parte do processo de fabricação em células. Sendo possível dividir a célula por times de produção e conseguir o produto finalizado em cada célula.

Após análise do QUADRO 6, é possível trazer a construção do modelo institucional do sistema VAC. A FIGURA 10 demonstra que primeiro o sistema é implantado, depois começam as práticas e técnica, onde faz ligação com o ambiente social. Quando o sistema começa a demonstrar resultados, o ambiente social desperta a aceitação e busca pela legitimidade dele.

Com a implantação do VAC na empresa analisada, a primeira impressão de dos colaboradores foi de rejeição, não queriam que a forma de produção tivesse mudança. Desta maneira não colaboravam muito com os passo a passo da implantação. Começando pela etapa da cronoanálise, onde sempre que era preciso cronometrar os tempos dos processos, todos faziam cara feia e reclamavam por estarem sendo cronometrados. Agindo desse jeito acabavam ficando nervosos dificultando o processo de cronometragem. Outro ponto complicado foi conseguir fazer com que as encarregadas aceitassem as mudanças e ajudassem com todo o processo da implantação. Mas quando, logo no primeiro mês de VAC, a produção melhorou e o prêmio passou a ser maior, esses pensamentos contra o processo começou a mudar e agora, após quatro meses de VAC, entendem e gostam de trabalhar no novo processo.

Vale lembrar que quando é aplicado um novo modelo de produção em uma empresa, o estudo teórico que é realizado para este modelo acontecer nem sempre vai ocorrer exatamente como planejado. A prática é muito mais complexa do que o estudo teórico e cada empresa possui suas particularidades que faz com que o estudo teórico se adapte à prática da empresa. No caso deste trabalho, após todo o processo de implantação do VAC, não foi possível seguir o balanceamento exatamente à risca como foi realizado no estudo. O balanceamento realizado foi mostrado para cada operador a fim de que entendem o que precisam produzir a cada 30 minutos. Quando chegou na prática, os operadores que precisavam sair de suas máquinas para realizar outra operação, dentro da meia hora, não funcionou. Desta forma foi realizado um ajuste, o operador fica 30 minutos em uma máquina e depois 30 minutos na outra. Para não atrapalhar o processo foi colocado um carrinho a mais neste time, assim fica um carrinho extra e o time seguinte não fica na cola do outro.

Os setores preparação/aba e acabamento, para facilitar a montagem dos carrinhos que levam uma quantidade maior de peças comparado com os setores de montagem, foi viável encontrar uma média com os tempos encontrados e montar todos os carrinhos com a mesma quantidade, fazendo com que os bonés mais demorados sejam compensados pelos menos demorados, outra adaptação que não estava prevista no estudo teórico, foi uma mudança realizada após o primeiro mês de implantação do VAC.

Outro ponto que fugiu do planejado foi a questão dos aviamentos, para o sistema funcionar 100% é preciso ter todos os aviamentos necessários para os bonés no momento de montar os carrinhos, como linha, viés, etiqueta, carneira, botão, fivela etc. Não contendo a quantidade e os modelos de aviamentos necessários para a produção, os carrinhos acabam parando no time que necessita desses aviamentos e travam a produção. Esta falta acontece com muita frequência, por falta de atenção e falta de engajamento com o novo sistema, então as montadoras de carrinho precisam de muita atenção ao montar os carrinhos para não colocar um pedido que esteja sem os aviamentos completos. Por consequência desta situação, o almoxarifado está em processo de mudança e adaptação, os funcionários estão mudando a maneira de separar os pedidos e a forma de passar os aviamentos para as montadoras de carrinhos.

Desta forma é preciso estar ciente que algumas situações podem acabar saindo do controle e que será preciso realizar algumas mudanças para que o novo processo de produção fique adequado à empresa em estudo. Contudo, é preciso ficar atento para que essas mudanças não façam com que os princípios do sistema sejam modificados e sim que apenas seja ajustado às particularidades de cada processo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com o intuito principal deste trabalho vale ressaltar que o objetivo foi realizar o balanceamento de cargas nos setores de preparação/aba, os grupos de montagem e o acabamento, para conseguir em seguida seguindo os passos da implantação do sistema VAC, conseguir inserir o sistema nestes setores. A fim de conseguir melhores resultados na produção da empresa de bonés analisada.

## 5.1 PRINCIPAIS RESULTADOS

No capítulo 4 foram apresentados os resultados alcançados com a implantação do VAC. Como o aumento da produção nos três primeiros meses de implantação do novo sistema, comparados com os mesmos meses sem o VAC do ano passado. Cada setor obteve seus resultados específicos, preparação/aba se destacou mais em agosto e setembro onde chegou a conseguir produzir 15000 peças a mais, a montagem seis gomos chegou no melhor resultado em setembro com 6000 peças a mais, a montagem especial se destacou no mês de agosto com 5000 peças a mais e o acabamento chegou a 10000 a mais no mês de setembro.

Além do aumento da produção os setores passaram a ficar mais organizados, facilitando o trabalho das encarregadas na administração dos setores, pois todos passaram a saber exatamente o que precisava costurar em cada 30 minutos. As peças sempre são costuradas e voltam para os carrinhos, assim não misturam os pedidos. Com os quadros é possível saber se os times estão produzindo os carrinhos em cada meia hora ou se estão atrasando-os, com as anotações nos quadros ficou mais prático ver qual grupo está atrasando a produção e consequentemente ficou mais rápido resolver os problemas que surgem na produção. O *layout* modificado para celular, fez com que os times ficassem próximos e deixou o fluxo de produção mais fluido, melhorando o fluxo da produção. Com os carrinhos sendo passados em cada 30 minutos é possível saber quando o pedido ficará pronto, melhorando o planejamento da produção.

## 5.2 CONCLUSÕES ACERCA DOS OBJETIVOS DE PESQUISA

Os objetivos específicos estipulados para esse estudo são importantes que sejam enfatizados os seus resultados com o decorrer do trabalho.

O primeiro objetivo, determinar a carga de trabalho dos centros de produção, foi determinado ao realizar o balanceamento das cargas. Possibilitando encontrar a carga de cada estação de trabalho se atentando à carga máxima de 30 minutos trabalhados. Ao garantir que a carga não ultrapassasse a 30 e nem que um

colaborador ficasse com uma diferença grande comparado com os outros, foi possível balancear as cargas de trabalho em cada setor analisado.

O objetivo de estabelecer o tamanho do lote de produção para manter a produção constante, foi estabelecido após a realização da cronoanálise. Com o tempo padrão das operações e desta maneira ter encontrado com o tempo total para a fabricação do modelo do boné e tendo conhecimento da carga horária trabalhada por dia, foi possível estabelecer o tamanho do lote de produção. Determinado o TL de cada modelo, as montadoras de carrinhos conseguem manter a quantidade exata de peças produzidas por dia e desta forma mantém a produção constante.

O último objetivo específico estabelecido no início deste trabalho é o de realizar o balanceamento de carga de trabalho de cada célula de produção. Com a carga de trabalho e o TL estabelecidos, foi possível realizar o balanceamento de cargas das células. Ao efetuar o balanceamento das cargas, as células ficaram equilibradas, ou seja, com cargas aproximadamente a 30 minutos. Desta forma, os produtos são costurados por completo e cada colaborador tem o conhecimento de qual operação e a quantidade de peças que precisa costurar. Fazendo com que todas as partes sejam costuradas na mesma quantidade e no final do dia as peças saem finalizadas.

### 5.3 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Os objetivos deste trabalho foram cumpridos, porém após verificar o desenvolvimento deste trabalho na prática foi possível detectar pontos que ainda precisam ser analisados para conseguir um resultado ainda melhor, lembrando que o sistema VAC tem como referências a filosofia JIT e Kanban, é preciso estar sempre em melhoria contínua.

Um ponto a ser estudado mais a fundo dentro do processo é a questão ergonômica de cada posto de trabalho, tendo em vista que estão sujeitos a manter um ritmo de produção durante todo o período de trabalho, se preocupando em passar os carrinhos para conseguir também um bom prêmio no final do mês, a postura e a maneira de trabalhar acabam sendo prejudicados. Estar mais atento tanto com a questão física e psicológica dos trabalhadores.

Outro ponto a ser analisado em um próximo trabalho é sobre os defeitos, em todos os setores possuem peças com defeitos e cada setor possui um processo que

gera o maior número de defeitos, como por exemplo, na preparação/aba a maior quantidade de defeitos é nas costuras da aba, no setor de montagem 6 gomos é na costura da etiqueta de carneira, no grupo de montagem especial é no regulador e o setor de acabamento é na colocação do botão, desta forma o interessante é fazer um estudo mais aprofundado sobre esses defeitos para conseguir amenizar e diminuir esses defeitos.

## REFERÊNCIAS

- BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempos**: projeto e medida do trabalho. 6. ed. São Paulo: Blucherlivro, 1986.
- BLACK, J. T. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. 1. ed. São Paulo: Bookman, 1998.
- BRITO, D. M. T.; CHIROLI, D. M.G. Caracterização do sistema VAC em uma empresa moveleira. **SIMEPRO**, Maringá, PR, 2010. Disponível em: <[www.dep.uem.br/gdct/index.php/simeprod/article/download/606/613](http://www.dep.uem.br/gdct/index.php/simeprod/article/download/606/613)>. Acesso em: 05 junho 2019.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações** Manufatura e Serviços: uma abordagem estratégica. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017. p. 305-309.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e de Operações** Manufatura e Serviços: uma abordagem estratégica. Edição Compacta. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2016. p. 464-467.
- DANIELSKI, G. J. Análise do ciclo de atravessamento de uma empresa de confecção do vestuário localizada no sul de Santa Catarina. **Enegep**, Salvador, BA, 08 a 11 outubro 2013. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_TN\\_STP\\_177\\_007\\_22054.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_177_007_22054.pdf)>. Acesso em: 09 junho 2019.
- GADELHA, F. C.; BESSA, J. A.; MOURA, L. B.; BARROSO, D. A.; MENEZES, J. W. M.; ALEXANDRIA, A. R. Alteração de um Layout Funcional para Layout Celular Motivado pelos Fundamentos da Manufatura Enxuta: estudo de caso em indústria de transformadores. **Holos**, Brasil, v. 6, 2015. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4815/481547289013.pdf>>. Acesso em: 26 novembro 2019.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- HAZIR, O.; DOLGUI, A. **Robust Assembly Line Balancing**: State of the Art and New Research Perspectives, França, 2014. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/278745488\\_Robust\\_Assembly\\_Line\\_Balancing\\_State\\_of\\_the\\_Art\\_and\\_New\\_Research\\_Perspectives](https://www.researchgate.net/publication/278745488_Robust_Assembly_Line_Balancing_State_of_the_Art_and_New_Research_Perspectives)>. Acesso em: 25 maio 2019.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. **Administração de Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Education, 2009.
- KUMAR, N.; MAHTO, D. Assembly Line Balancing: A Review of Developments and Trends in Approach to Industrial Application. **Global Journal of Researches in Engineering Industrial Engineering**, Estados Unidos, v. 13, 2013. Disponível em:

<[https://globaljournals.org/GJRE\\_Volume13/4-Assembly-Line-Balancing-A-Review-of.pdf](https://globaljournals.org/GJRE_Volume13/4-Assembly-Line-Balancing-A-Review-of.pdf)>. Acesso em: 25 maio 2019.

LIDA, I. **Ergonomia: Projeto e produção**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1990. p. 161.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2015. p. 87-99.

MIYAKE, D. I. **Arranjo Físico de Sistemas de Produção**. Escola Politécnica da USP: Departamento de Engenharia de Produção. São Paulo, 2005. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/5369135-Arranjo-fisico-de-sistemas-de-producao-escola-politecnica-da-usp-departamento-de-engenharia-de-producao-prof-dr-dario-ikuo-miyake-2005.html>>. Acesso em: 08 dezembro 2019.

MONTANHINI, R. F. **O Planejamento da produção na indústria do vestuário para o funcionamento do sistema de produção VAC – Velocidade de Atravessamento Constante**: estudo de caso. 86 f. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

NÓBREGA, M. M.; VILLAR, A. M. O Sistema VAC como ferramenta de PCP em confecções: Estudo de caso. **Enegep**, Ouro Preto, MG, 21 a 24 outubro 2003. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003\\_tr0101\\_0821.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0101_0821.pdf)>. Acesso em: 05 junho 2019.

PEINADO, J.; GRAEML, A. **Administração da Produção** (Operações Industriais e de Serviços). 1. ed. Curitiba: UnicenP, 2007. p. 85-88.

SIVASANKARAN, P.; SHAHABUDEEN, P. Literature review of assembly line balancing problems. **International Journal og Advanced Manufacturing Technology**, Londres, 2014. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/271797137\\_Literature\\_review\\_of\\_assembly\\_line\\_balancing\\_problems](https://www.researchgate.net/publication/271797137_Literature_review_of_assembly_line_balancing_problems)>. Acesso em: 25 maio 2019.

SLACK, N.; BRANDON - JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015. p. 201-205; 265-269.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção Teoria e Prática**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017. p. 160-166.

YIN, R. K. **Planejamento e Métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. p. 32.

ZILBOVICIUS, M. **Modelos para a Produção, Produção de Modelos**: Contribuição à Análise da Gênese, Lógica e Difusão do Modelo japonês. Tese para a obtenção do título de Doutor em Engenharia– Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.