

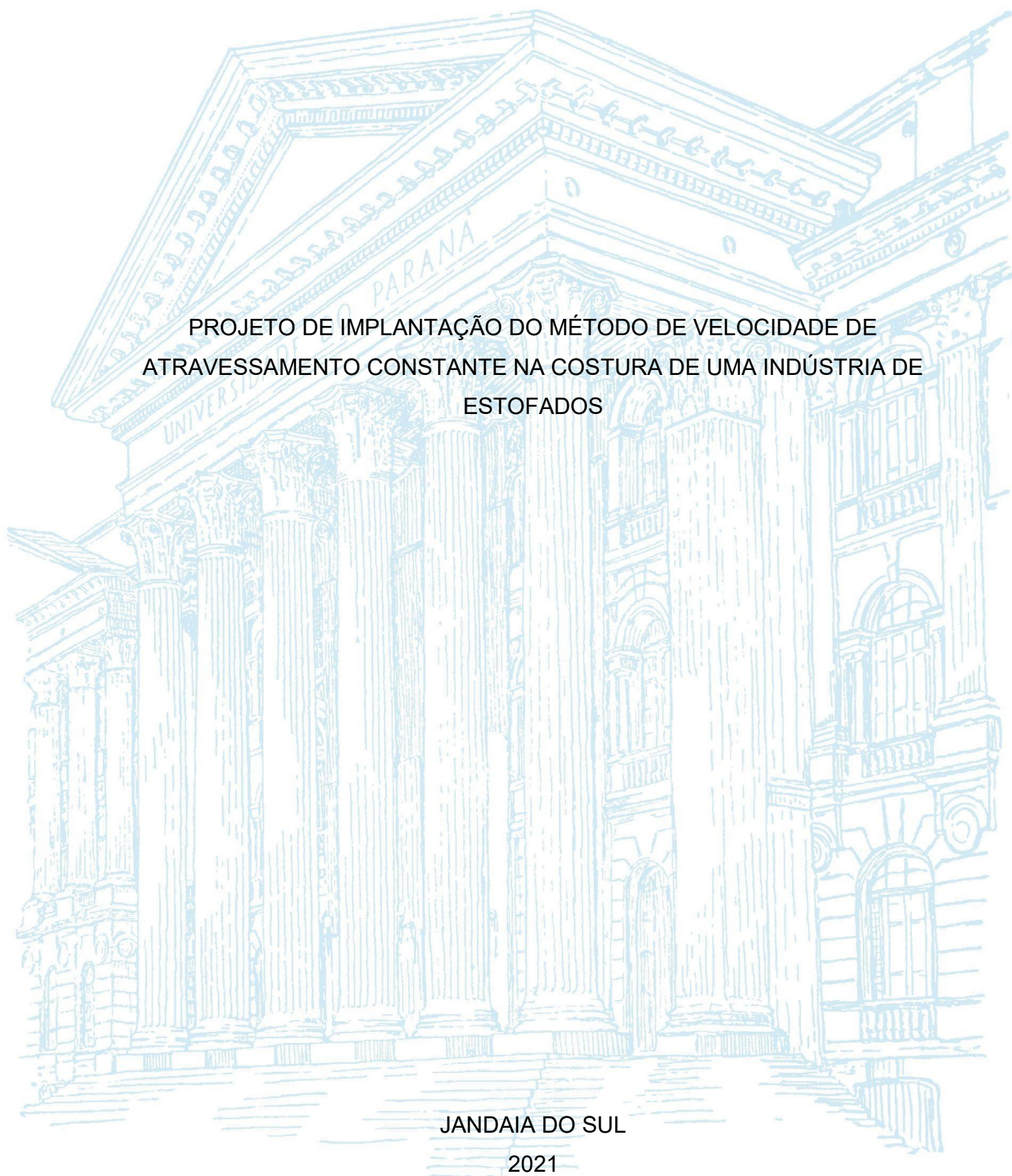
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ISADORA DE OLIVEIRA RAMOS

PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO DE VELOCIDADE DE
ATRAVESSAMENTO CONSTANTE NA COSTURA DE UMA INDÚSTRIA DE
ESTOFADOS

JANDAIA DO SUL

2021



ISADORA DE OLIVEIRA RAMOS

PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO DE VELOCIDADE DE
ATRAVESSAMENTO CONSTANTE NA COSTURA DE UMA INDÚSTRIA DE
ESTOFADOS

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

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Gazoli de
Oliveira.

JANDAIA DO SUL

2021

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA JANDAIA DO SUL

Ramos, Isadora de Oliveira

Projeto de implantação do método de velocidade de
atravessamento constante na costura de uma indústria de
estofados. / Isadora de Oliveira Ramos. – Jandaia do Sul, 2021.
1 recurso on-line : PDF.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Paraná,
Campus Jandaia do Sul, Graduação em Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira.

1. Setor moveleiro. 2. Confeção. 3. VAC. 4. JIT. 5. Kanban.
I. Oliveira, André Luiz Gazoli de. II. Universidade Federal do
Paraná. III. Título.

CDD: 664

Bibliotecário: César A. Galvão F. Conde - CRB-9/1747



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº 048 ISADORA DE OLIVEIRA RAMOS/2021/UFPR/R/JA

PROCESSO Nº 23075.079917/2019-87

INTERESSADO: @INTERESSADOS_VIRGULA_ESPACO@

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

Título: PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO DE VELOCIDADE DE ATRAVESSAMENTO CONSTANTE NA COSTURA DE UMA INDÚSTRIA DE ESTOFADOS

Autor(a): ISADORA DE OLIVEIRA RAMOS

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.

André Luiz azoli de Oliveira (Orientador)

William Rodrigues dos Santos

Marco Aurélio Reis Dos Santos



Documento assinado eletronicamente por **ANDRE LUIZ GAZOLI DE OLIVEIRA, VICE-DIRETOR(A) DO CAMPUS AVANÇADO DE JANDAIA DO SUL - JA**, em 21/12/2021, às 11:08, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **MARCO AURELIO REIS DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/12/2021, às 11:17, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS, COORDENADOR(A) DE CURSO DE GRADUACAO (CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUCAO) - JA**, em 21/12/2021, às 17:46, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador 4143587 e o código CRC 51C959AF.

Dedico à minha mãe por toda força, determinação e coragem que me inspira cada dia mais e me ajudou a vencer essa etapa tão importante na minha vida.

AGRADECIMENTOS

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

À minha mãe, por ser minha maior inspiração, pelo apoio durante esses anos de faculdade, por todo o incentivo e nunca me deixar desistir.

Aos meus amigos, por sempre me apoiarem e ficarem ao meu lado, 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.

Ao meu orientador, o Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira, pela paciência e por todos os ensinamentos e as orientações para que este trabalho fosse possível.

RESUMO

A região norte central do Paraná possui muitas indústrias do ramo de móveis e estofados. Com isso, o mercado competitivo é muito intenso e para se sobressair as empresas buscam cada vez mais ferramentas para melhorar seus processos produtivos e a qualidade de seus produtos. Diante disso, a fim de melhorar a capacidade produtiva e conseguir manter um nível de competitividade, surge um sistema de administração voltado para o ramo de confecção, chamado Velocidade de Atravessamento Constante (VAC), que nesse trabalho será adaptado para o setor moveleiro. Esse sistema advém de outros três métodos mais conhecidos pela Engenharia de Produção: *Just in Time*, *Kanban* e Teoria das Restrições. Esse trabalho tem o objetivo de apresentar um projeto para a implantação desse novo método no setor da costura de uma indústria de estofados. Ao final, expor o balanceamento de carga e divisão de times realizado pela pesquisadora, uma proposta de *Layout* para o novo método e os resultados na produção.

Palavras-chave: Setor Moveleiro. Confecção. VAC. *JIT*. *Kanban*.

ABSTRACT

The north central region of Paraná has many industries in the furniture and upholstery industry. As a result, the competitive market is very intense and to stand out companies are increasingly looking for tools to improve their production processes and the quality of their products. Therefore, to improve production capacity and maintain a level of competitiveness. There is an administration system aimed at the clothing industry, called Constant Crossing Speed (VAC). This system comes from three other methods better known by Production Engineering: Just in Time, Kanban and Theory of Constraints. This work aims to present a project for the implementation of this new method in the sewing sector of an upholstery industry. At the end, expose the load balancing and division of teams performed by the researcher, a Layout proposal for the new method and the results in production.

Keywords: Furniture Sector. Confection. VAC. JIT. *Kanban*. Upholstery Industry.

LISTA DE IMAGENS

IMAGEM 1 -: *LAYOUT* POR POSIÇÃO FIXA.

30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRUTURA DO TRABALHO	17
FIGURA 2 - <i>LAYOUT</i> POR PRODUTO OU POR LINHA	28
FIGURA 3 - <i>LAYOUT</i> POR PROCESSO OU FUNCIONAL	29
FIGURA 4 - <i>LAYOUT</i> CELULAR.	30
FIGURA 5 - <i>LAYOUT</i> MISTO.	31
FIGURA 6 - <i>LAYOUT</i> ATUAL.	44
FIGURA 7 - <i>LAYOUT</i> CELULAR PROPOSTO.	45

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - DIFERENÇA NA PRODUÇÃO COM E SEM SISTEMA VAC.

45

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - CRONOANÁLISE E TEMPO PADRÃO	34
QUADRO 2 - BALANCEAMENTO DE CARGA E DIVISÃO DE TIMES.	35
QUADRO 3 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DO VAC	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - VALORES DE Z	21
TABELA 2 - PLANILHA DE SEQUÊNCIA OPERACIONAL.	33
TABELA 3 - QUANTIDADE DE AMOSTRAS	40
TABELA 4 - FOLHA DE ANOTAÇÃO.	41
TABELA 5 - DIVISÃO DOS TIMES E BALANCEAMENTO DE CARGA.	43
TABELA 6 - QUANTIDADE DE MATERIAL DOS CARRINHOS	44

LISTA DE ABREVIações OU SIGLAS

ATO	– <i>Assemble to order</i>
CP	– Capacidade de produção
D	– Demanda diária
FT	– Fator de tolerância
ENEGEP	– Encontro Nacional de Engenharia de Produção
ETO	– <i>Engineer to order</i>
JIT	– <i>Just in Time</i>
PCP	– Planejamento e Controle da Produção
PME	– Pequena e Média Empresa
MTO	– <i>Make to order</i>
MTS	– <i>Make to Stock</i>
ROP	– Rotina de operações-padrão
TC	– Tempo de ciclo
TCR	– Tempo cronometrado
TD	– Tempo disponível
TL	– Tamanho de lote
TN	– Tempo normal
TOC	– Teoria das Restrições
TP	– Tempo padrão
V	– Velocidade do operador
VAC	– Velocidade de Atravessamento Constante

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo Geral	18
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 JUSTIFICATIVA	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO	18
2.2 ESTUDO DE TEMPOS	19
2.2.1 Cronoanálise	21
2.3 BALANCEAMENTO DE LINHA	21
2.4 FILOSOFIA JUST IN TIME	23
2.5 TEORIA DAS RESTRIÇÕES	25
2.6 KANBAN	26
2.7 LAYOUT INDUSTRIAL	28
2.8 VELOCIDADE DE ATRAVESSAMENTO CONSTANTE – VAC	31
2.8.1 Etapas do VAC	32
2.8.2 Vantagens e Desvantagens do VAC	36
2.9 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	36
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	38
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1 DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO	40
4.2 DEFINIÇÃO DO TAMANHO DE LOTE	41
4.3 BALANCEAMENTO DE CARGA	42
4.4 MUDANÇA DE LAYOUT	44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

Segundo Araújo (2016), identificar nos clientes/consumidores as reais necessidades e desenvolver métodos para que a empresa possa satisfazê-los é hoje um grande desafio, pois agregar valor ao produto com finalidade de criar relacionamentos duradouros é um diferencial competitivo diretamente relacionado ao sucesso da organização. Pensando nisso, as empresas estão em busca de recursos e tecnologias para se destacarem e aperfeiçoarem seus processos produtivos, pensando em atender as necessidades dos clientes e em como agregar valor ao seu produto.

A fim de aumentar a produtividade e buscar uma maior competitividade dentro do mercado, driblando as dificuldades que vem enfrentando, surge um sistema de administração da produção, chamado sistema VAC – Velocidade de Atravessamento Constante – criado para as empresas de confecção, porém já utilizado em indústrias de outros ramos, como implantado por Couto (2010) em uma indústria de estofados na cidade de Sarandi (Paraná) e por Flores (2019) em uma indústria de bonés na cidade de Apucarana (Paraná).

De acordo com Montanhini (2010) o sistema de produção VAC foi criado a partir de três métodos de produtividade já conhecidos pela Engenharia de Produção: *Just in Time (JIT)*, Teoria das Restrições e sistema *Kanban*. A filosofia *JIT* é utilizada com a finalidade de produzir as quantidades necessárias no tempo correto, com o princípio de reduzir os estoques. A Teoria das Restrições busca evitar que ocorra gargalos na produção, trabalhando em cima das restrições dos processos. E o sistema *Kanban* é aplicado para que não falte recursos para a produção e, também minimiza os estoques, por meio dos cartões.

O sistema VAC é uma junção de informações já conhecidos pela literatura para melhorar uma linha de produção e a eficiência de seus processos (FLORES, 2019). Para isso ocorrer, é fundamental ter um planejamento e programação da produção profusa de dados dos processos. Este se diferencia de células pelos transportes de recursos transformadores em carrinhos com tempos determinados. Este sistema de produção é formulado especificamente para indústrias de confecções, sendo utilizado para a produção de produtos diversificados (OKOSHI *et al.*, 2006).

Dessa forma, esse trabalho expõe um projeto para a implantação do sistema VAC no setor de costura em uma empresa de estofados, localizada na cidade de

Jandaia do Sul (Paraná). A pesquisa irá detalhar todo o procedimento necessário para sua realização, trazendo, também, as melhorias e vantagens da sua implantação na empresa.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O desempenho competitivo das Pequenas e Médias Empresas (PMEs) indicam que existem limitações de desempenho que são comuns às empresas de países em desenvolvimento, tais como máquinas obsoletas, administração inadequada e dificuldades em melhorar sua produtividade (ROVERE, 2001). Para melhorar essas limitações existem vários sistemas de administração da produção utilizados hoje em dia, como, por exemplo, a manufatura enxuta, que visa produzir a quantidade certa, no tempo certo e com a melhor qualidade.

Diante disso, no ramo da confecção, existe o sistema de Velocidade de Atravessamento Constante (VAC). A proposta do VAC é diminuir o tempo de produção (*lead time*), garantir previsibilidade, equilibrar a capacidade, diminuir os passivos operacionais e conferir flexibilidade à produção (Montanhini, 2010).

A costura é o processo mais demorado, atualmente, em toda a produção de estofados da empresa em análise, fazendo com que sua produtividade seja menor em relação aos outros setores da empresa. Em vista disso, como o sistema VAC pode auxiliar o setor a diminuir seu tempo de produção e aumentar sua produtividade?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Elaborar um projeto de implantação do VAC no processo de produção do setor de costura de uma empresa de estofados.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Realizar o estudo de tempos no setor da costura;
- b) Determinar o tamanho de lote de produção de cada equipe;
- c) Fazer o balanceamento de linha em cada equipe;

- d) Definir a carga de trabalho de cada costureira;
- e) Propor um novo *Layout*.

1.3 JUSTIFICATIVA

Sabendo da importância de se utilizar estratégias de produção para aumentar a competitividade das empresas e buscando reduzir os gargalos, o balanceamento de carga se mostra bastante eficiente para a melhoria de um processo, tornando-se, assim, uma ferramenta fundamental para a Engenharia de Produção. O sistema VAC traz uma abordagem diferente de como aumentar a produtividade e qualidade dos produtos.

Como já dito anteriormente, a costura possui o maior tempo de produção e menor produtividade entre os processos da empresa no atual sistema que trabalham. Pensando nisso, o sistema VAC pode auxiliar a encontrar a real capacidade de produção desse setor e tentar equilibrar com os demais setores da empresa.

É um sistema que não possui muitas pesquisas com a aplicação do VAC, por exemplo, nos últimos 10 anos há somente uma publicação de artigo sobre esse tema no ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção – que é um evento referência para a Engenharia de Produção do Brasil. Sendo assim, este trabalho contribuirá para a literatura em relação ao tema e agregará à acadêmica mais conhecimento sobre sistemas de produção.

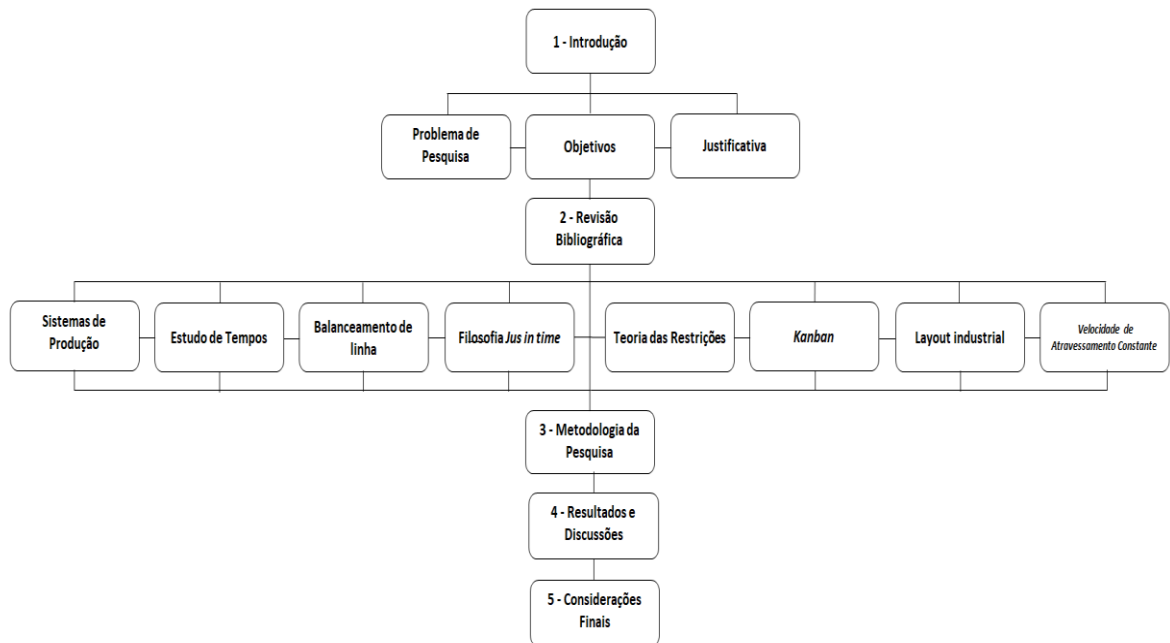
O sistema VAC foi criado voltado para a confecção, principalmente, de roupas. Este trabalho será adaptado para a confecção de capas de estofados, que também utiliza da costura, mas um pouco diferente. Por exemplo, as capas dos estofados não seguem uma linha de produção. Então, algumas modificações terão que ser feitas no sistema original.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por cinco capítulos, onde o primeiro traz a introdução, o problema de pesquisa, objetivos e a justificativa. No segundo, é exposto o referencial teórico que foi base para a construção dos conceitos do VAC. O terceiro capítulo exibe a metodologia utilizada, seguindo os passos de um estudo de caso. No quarto, é apresentado os resultados derivados da pesquisa. E, por fim, o quinto capítulo mostra

as considerações finais e algumas propostas de aperfeiçoamento do método. A FIGURA 1 abaixo mostra a estrutura do trabalho.

FIGURA 1 - ESTRUTURA DO TRABALHO



FONTE: A autora (2021)

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Os sistemas podem ser compreendidos como um grupo de partes que operam conjuntamente para atingir um propósito comum (FORRESTER, 1990). Segundo Antunes (2008) os sistemas podem ser compreendidos como um grupo de componentes inter-relacionados que trabalham juntos rumo a uma meta comum recebendo insumos (entradas do sistema) e produzindo resultados (saídas do sistema), em um processo organizado de transformação. Ou seja, sistema é a junção de elementos com a mesma finalidade.

Lustosa *et al.* (2008) dizem que os sistemas de produção são classificados de diversas maneiras com o intuito de facilitar a compreensão de suas características e a relação entre as atividades produtivas. Podem ser classificadas:

- Pelo grau de padronização: sistemas que produzem produtos padronizados ou sistemas geradores de produtos sob medida ou personalizados;
 - Pelo tipo de operação: processos contínuos ou processos discretos;
 - Pelo ambiente de produção: de acordo com o posicionamento dos estoques no processo produtivo, podem ser:
 - MTS (*Make-to-stock*): produtos padronizados, com rápido atendimento ao cliente, “produtos de prateleiras”;
 - ATO (*Assemble-to-order*): produtos de montagem sob encomenda;
 - MTO (*Make-to-order*): produtos produzidos sob encomenda;
 - ETO (*Engineer-to-order*): projetos dos quais o cliente participa desde o princípio até a definição da matéria-prima.
 - Pelo fluxo dos processos: processos em linha, por lote ou por projetos;
 - Pela natureza dos produtos: quando o resultado de um sistema de produção gera um bem ou um serviço.
- Já Santos (2020) classificam os sistemas produtivos como:
- Sistemas contínuos: produz grande quantidade de um determinado

produto no menor tempo possível;

- Sistemas em massa: produção em grande escala e altamente padronizados, porém com menos automatização que em processos contínuos e utilização de mão-de-obra especializada;
- Sistemas padronizados em lotes: produção em um volume médio em um sistema de lotes e processos repetitivos;
- Sistemas sob encomenda: produção somente por pedido e atendendo as necessidades específicas dos clientes.

A maioria das indústrias hoje em dia não utilizam somente um sistema de produção para a fabricação de seus produtos. Diante disso, existem duas abordagens dentro dos sistemas de produção que fazem um mix dessas estratégias: o sistema de produção tradicional (empurrada) e o sistema de produção puxada. Para Fernandes (2013) o sistema de produção empurrada é um sistema clássico de produção com origem na Revolução Industrial, cujo conceito é que em cada posto seja produzida a lista de itens entregue e empurrar esses itens para o posto seguinte, sem se preocupar com a formação de estoques e, sim, com a utilização intensiva dos recursos produtivos. Já no sistema de produção puxada o fluxo dos materiais é mais importante, considerando o acúmulo de materiais um grande desperdício e o objetivo principal é reduzir estoques e evitar a superprodução. Só há produção se houver pedido e cada processo puxa peças do processo anterior.

2.2 ESTUDO DE TEMPOS

O estudo de tempos e movimentos aborda métodos e ferramentas que realizam uma análise de uma determinada tarefa a fim de eliminar as perdas e desperdícios e designar a melhor e mais eficiente forma de fazê-la.

De acordo com Barnes (1977), o estudo de tempos surgiu no início da industrialização por Taylor para determinar o tempo padrão de um processo e por Gilbreth com estudos de melhorias de métodos de trabalho, para encontrar a melhor forma de realizá-lo. Maynard (1970) diz que Taylor escreveu no fim do século passado que, para estabelecer um tempo padrão normal era necessário subdividir a operação em elementos de trabalho, descrevê-los, medi-los com um cronômetro e adicionar certas permissões que levem em conta esperas inevitáveis e fadiga.

Slack *et al.* (2015) definem o estudo de tempo como uma maneira de medir e registrar os tempos e a taxa de trabalho dentro das especificações de uma função analisada, assim obtendo o tempo ideal para realizar o trabalho com um nível de desempenho estabelecido. Para alcançar esse tempo é necessário observar e medir o tempo da função em análise e realizar alguns ajustes para que fique mais perto da realidade e, então, fazer a média desses tempos ajustados para chegar em um tempo padrão para esse trabalho.

Peinado e Graeml (2007) expõe o estudo de tempos e movimentos como uma técnica que permitirá uma análise minuciosa de uma operação, determinando uma forma mais eficaz e eficiente de executá-la. Para isso, o tempo necessário para se realizar uma tarefa deve ser cronometrado, dividindo a operação em elementos e cronometrando cada um deles para se obter um tempo padrão final, essa divisão permite eliminar movimentos desnecessários, proporcionando a economia de tempo e esforço do operário.

Diante disso, o estudo de tempos de movimentos é excepcional para encontrar a melhor forma de executar uma operação. Porém, outros fatores devem ser levados em conta, como tolerâncias para as necessidades pessoais dos operadores, fadiga e perdas.

Para Corrêa e Corrêa (2007), o objetivo de um estudo de tempos é obter um valor de tempo para cada elemento, que corresponda ao valor verdadeiro da média dos tempos para os valores possíveis na maior parte das vezes. Então, é feita uma cronometragem preliminar, eliminando causas especiais que possam ocorrer, para fazer o cálculo do tamanho de amostra necessária, dada pela Equação 1 (Corrêa e Corrêa, 2017):

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

Onde,

n = tamanho necessário da amostra;

z = quantidade de desvios-padrão necessários para o nível de confiança desejado;

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

σ = desvio-padrão dos tempos representativos do elemento (preliminar);

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

Além disso, o valor de z é determinado de acordo com a confiança desejada, que varia entre 90% e 95%, normalmente, conforme o TABELA 1 a seguir:

TABELA 1 - VALORES DE Z

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 (2007)

2.2.1 Cronoanálise

Felippe *et al.* (2012), diz que a cronoanálise tem sua origem no estudo de tempos e métodos, sendo que com base nesta ferramenta, define-se os parâmetros tabulados de várias formas que, coerentemente, culminam na racionalização industrial. O autor cita Anis (2011) que explica que, como resultado da cronoanálise, busca-se o tempo padrão que determina um tempo de produção onde o analista o utilizará na determinação de parâmetros relativos à produtividade e consequentemente da qualidade.

Para calcular o tempo padrão de um processo é necessário avaliar o ritmo do operador. Slack *et al.* (2002) definem a avaliação do ritmo dos tempos cronometrados como o processo de avaliar a velocidade de trabalho do trabalhador relativamente ao conceito do observador a respeito da velocidade correspondente ao desempenho padrão. O observador pode levar em consideração, separadamente ou em combinação, um ou mais fatores necessários para realizar o trabalho, como a velocidade de movimento, esforço, destreza, consistência etc.

Segundo Peinado e Graelm (2007), avaliação da velocidade do operador é o processo por meio do qual o cronoanalista compara o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal, que seria o 100%, podendo variar para mais ou para menos, segundo a análise do avaliador.

Para Barnes (1977), o tempo que um operador leva para realizar uma atividade, no seu ritmo normal, considerando suas limitações e habilidades, é conhecido como tempo normal. E, segundo Slack (2009), o tempo normal utiliza a velocidade do

operador, que é avaliada de acordo com o observador, podendo-se considerar a dificuldade da operação e se a velocidade com que a mesma é realizada pode comprometer a qualidade do processo. Para calcular o tempo normal, utiliza-se a equação 2:

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

Onde,

TN = tempo normal;

TCR = tempo cronometrado;

V = velocidade do operador ou fator de ritmo.

O tempo padrão é calculado multiplicando-se o tempo normal por um fator de tolerância para compensar o período que o trabalhador, efetivamente, não trabalha, que varia entre 15% e 20%, normalmente (PEINADO E GRAELM, 2007). O cálculo é feito utilizando-se a equação 3:

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

Onde,

TP = Tempo Padrão;

TN = Tempo Normal;

FT = Fator de Tolerância.

•

2.3 BALANCEAMENTO DE LINHA

O balanceamento de linha é uma técnica utilizada que visa melhorar o desempenho dos processos, sendo um diferencial para empresas que buscam a melhoria contínua. Para Kumar (2013), o balanceamento da linha de produção é nivelar as atividades ao longo do fluxo de produção para remover gargalos e excesso de capacidade.

Tompkins et al, 2003 explica que o balanceamento da linha de produção utiliza os recursos de máquina e mão de obra, nivelando os mesmos aos tempos determinados no processo, com o balanceamento podem identificar os gargalos e

trabalhar para eliminá-los, visando o máximo de produtividade e eliminando esperas entre processos.

Davis (2001) define as etapas do balanceamento de linha de produção da seguinte forma:

1. Especificar a relação sequencial entre as tarefas, utilizando um diagrama de precedência;
2. Determinar o tempo de ciclo necessário;
3. Determinar o número mínimo teórico de estações de trabalho;
4. Selecionar uma regra básica na qual as tarefas têm de ser alocadas às estações de trabalho
5. e uma regra secundária para desempatar;
6. Delegar tarefas, uma de cada vez, à primeira estação, até que a soma dos tempos seja igual
7. ao tempo de ciclo. Repetir o processo nas estações seguintes;
8. Avaliar a eficiência da linha.

Segundo Tubino (2017), para realizar o balanceamento de linha é preciso igualar a rotina de operações-padrão (ROP), que é o sequenciamento das funções dos postos de trabalho, com o tempo de ciclo (TC), ou seja, o tempo necessário para produzir um produto, a fim de conseguir atender a demanda (D), mostrado na equação 4. Sendo assim é preciso também saber qual o tempo disponível de trabalho (TD) e relacioná-lo com o TC, descobrindo a capacidade de produção diária da empresa, apresentada na equação 5.

$$TC = TD/D \quad (4)$$

$$CP = TD/TC \quad (5)$$

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 realizar o balanceamento também é necessário calcular o número de estágios para aquela operação. De acordo com Slack (2015), o número de estágio é o resultado entre a soma dos tempos daquela linha dividido pelo tempo de ciclo (TC), como mostra a equação 6:

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

Onde,

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

TC = tempo de ciclo.

2.4 FILOSOFIA JUST IN TIME

A filosofia de produção *Just in Time (JIT)* surgiu no Japão na década de 1970, com a concepção de um novo modelo de produção pela *Toyota Motor Company*, tendo em vista a necessidade de buscar um sistema de administração que pudesse coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo de atraso (CORRÊA; GIANESI, 1996). Isso possibilitou que produção e demanda se conciliassem para atender a flexibilização de suas variações e produzissem em pequenos lotes, mas com grande qualidade.

Segundo Slack (2006), *JIT* significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários – não antes para que não se transforme em estoque, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar, com total qualidade e eficiência. O *JIT* propõe melhorar a produtividade da empresa e eliminar desperdícios. Com isso, os custos tendem a diminuir, pois será produzido apenas a quantidade necessária, no tempo e lugar certo, utilizando o mínimo possível dos recursos disponíveis, como máquinas, materiais, pessoas, etc.

O *JIT* tem um grande impacto no sistema PCP. Ele se mostra extremamente competente para a execução do Controle de Chão de Fábrica e Compras, oferecendo um potencial para a redução de custos, trabalho em processo, tempo total de produção e proporciona um melhor planejamento em Compras. Além disso, reduz a complexidade do planejamento de necessidades de materiais, e causa também impacto no gerenciamento da demanda, pois, como produz para entregar, o nível de capacidade de entrega sofre mudanças. Ou seja, o *JIT* torna o sistema PCP mais ágil

e flexível, pois elimina os desperdícios. (GUIMARÃES, FALSARELLA, 2008). Essa filosofia busca adequar a demanda esperada com as possibilidades e variações que surgirão dentro do sistema produtivo, através da produção nivelada.

Martins e Laugen (2005) citam alguns elementos básicos que o sistema *JIT* deve apoiar para obter sucesso. São eles:

- Plano mestre (*master plan*): no *JIT*, o programa mestre de produção (ou programa de montagem final) tem horizonte de 1 a 3 meses, a fim de permitir que os postos de trabalho, como também os fornecedores externos, planejem seus trabalhos. No mês corrente, o programa mestre é balanceado em bases diárias, a fim de garantir carga uniforme para as máquinas e para os fornecedores;
- *Kanban*: o *JIT* usa um sistema simples, chamado *Kanban* para retirar as peças em processamento de uma estação de trabalho e puxá-las para a próxima estação do processo produtivo. As partes fabricadas são mantidas em contêineres e somente alguns desses são fornecidos à estação subsequente. Quando todos os contêineres estão cheios, a máquina para de produzir, até que retorne outro contêiner vazio, que funciona como uma ordem de produção;
- Tempos de preparação: o objetivo do *JIT* é produzir em lotes de uma unidade, mas na maioria dos casos é inviável devido aos custos de preparação das máquinas. O que se procura é reduzir os tempos de preparação ao máximo. Com tempos de preparação mais curtos e um menor número de peças em processo, o sistema torna-se muito mais flexível às mudanças na demanda do produto final;
- Colaborador multifuncional: com ênfase nas mudanças rápidas e menores lotes, o colaborador multifuncional torna-se necessário, pois nesse esquema não há lugar para o preparador de máquinas, esse trabalho será feito pelo próprio operador, que deverá estar preparado para efetuar as manutenções de rotina e também pequenos reparos na máquina. O *JIT* requer não somente habilidade dos colaboradores, mas muito mais espírito de equipe e coordenação, já que estoques não estão disponíveis para cobrir problemas no sistema;
- *Layout*: o *Layout* da fábrica é muito diferente com o sistema *JIT*, já que o estoque é mantido no chão da fábrica entre as estações e não em almoxarifados. É mantido em recinto aberto, de modo a facilitar seu uso nas

estações seguintes, sendo normalmente baixo e apenas o suficiente para manter o fluxo produtivo por poucas horas. Isso leva a uma substancial redução de espaços necessários;

- Qualidade: a qualidade é absurdamente essencial no sistema *JIT*. Não só os defeitos constituem desperdícios como podem levar o processo a uma parada, já que não há estoques para cobrir erros. O *JIT*, entretanto, facilita em muito a obtenção da qualidade, pois os defeitos são descobertos no próximo passo do processo produtivo. O sistema é projetado para expor os erros e não os encobrir com os estoques;
- Fornecedores: aos fornecedores é solicitado que façam entregas frequentes diretamente à linha de produção. Os fornecedores recebem os contêineres vazios, assim como os postos de trabalho internos, já que são vistos como uma extensão da fábrica. Mudanças nos procedimentos das entregas, como maior proximidade, são muitas vezes necessárias para que o fornecedor seja perfeitamente integrado ao sistema *JIT*. Também se requer itens de qualidade perfeita, já que não sofrerão nenhum tipo de inspeção de recebimento.

O *JIT* interliga e requer comunicação de todos os aspectos do processo de fabricação de um produto. Quando isso acontece, os resultados são muito significantes em questão de valores para a empresa, porque com sistema *JIT* bem aplicado, os desperdícios são reduzidos e, assim, os custos de fabricação também, trazendo mais produtividade e lucro para a empresa.

Em sua tese, Montanhini (2010), cita as vantagens e desvantagens do *JIT*. Suas vantagens são:

- Redução de estoques: não é necessário disponibilizar um espaço e recursos humanos para tratar dos fornecimentos;
- Redução de tempo: o mesmo nível de produção pode ser atingido em menos tempo, o que evita horas extraordinárias e/ou aumentar a produção face a um aumento pontual da procura;
- Aumento da qualidade: evitam-se custos com peças ou produtos defeituosos além de ser um excelente argumento de venda, reforçando a presença no mercado.
- E sua maior desvantagem, Montanhini (2010) afirma que é a incerteza na envolvente da empresa, pois se algo não funcionar, por exemplo, por uma greve nos transportes, tudo pode ficar parado. Por isso, além do Just in Time,

algumas empresas possuem o Just in case, que é um estoque de segurança que evitará perdas no caso de problemas com a envolvente.

2.5 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Uma importante abordagem criada por Goldratt, chamada Teoria das Restrições (TOC), traz um novo conceito para otimizar os sistemas de produção, procurando conseguir o máximo lucro. De acordo com Goldratt (1984), uma restrição é qualquer coisa que impede ou limita o desempenho de uma empresa. Toda empresa possui pelo menos uma restrição, onde é possível ser identificada e gerenciada.

Segundo Guerreiro (1999), para implementar os princípios da Teoria das Restrições, é necessário definir parâmetros que auxiliem a medição do grau de alcance da empresa, pois o gerenciamento de restrições é a base sólida para que a execução seja efetivada.

Ao aplicar o TOC em um sistema de produção, assume-se que o lucro é maximizado quando o fluxo é maximizado, porém ele é limitado pelas restrições do sistema, visto que o fluxo máximo de todo o sistema é igual ao fluxo do setor com a restrição (LUSTOSA, 2008). O autor também mostra cinco passos para a implantação e manutenção da TOC:

- Identificar as restrições do sistema;
- Maximizar o fluxo na restrição;
- Programar os demais setores conforme o fluxo da restrição;
- Aumentar a capacidade planejada para a restrição;
- Repetir os passos anteriores continuamente.

Com isso, conclui-se que a Teoria das Restrições foca na solução de problemas selecionados, ou seja, localiza-se um problema, aplica-se a TOC e depois parte para uma próxima restrição.

2.6 KANBAN

Kanban é um sistema de chão de fábrica que é usado para transmitir informações da produção ao posto de trabalho, é geralmente visto na forma de cartão. Sua real tradução é registro visível de controle da produção e inventário do chão de fábrica (MOURA, 2003). Slack, Chambers e Johnston (2009) explicam que é um

cartão utilizado por um estágio cliente, para avisar seu estágio fornecedor que mais material deve ser enviado. Ou seja, o *Kanban* são cartões que servem como uma comunicação entre os setores para que a informação flua e, automaticamente, seja feita a reposição dos materiais necessários para o processo de produção daquele produto.

Moura (2003) explica que o *Kanban* é um método criado para reduzir o tempo de espera, reduzindo o estoque, aumentando a produtividade e interligando todas as operações em um fluxo constante e ininterrupto, já que a conversão da matéria prima em produtos finais com tempo de espera igual ao tempo de processamento da produção elimina tempo perdido em fila do material, bem como a ociosidade de material.

Segundo Moura (1996), os objetivos do sistema *Kanban* são:

- minimizar o inventário em processo e os estoques de produtos acabados;
- minimizar a flutuação dos materiais em processo, visando simplificar o seu controle;
- reduzir o Lead time de produção;
- evitar a transmissão de flutuações ampliadas de demanda ou do volume de produção entre processos;
- descentralizar o controle da fábrica, fornecendo aos operadores e supervisores de área tarefas relacionadas ao controle de produção e de estoque;
- permitir uma maior capacidade reativa do setor produtivo à mudança da demanda;
- reduzir os defeitos por meio da diminuição dos lotes de fabricação;
- permitir o controle visual ao longo das etapas de fabricação;
- fornecer os materiais sincronizadamente, em tempo e quantidade, conforme sua necessidade, no local certo.

De acordo com Tubino (1999), o sistema *Kanban* é classificado em três tipos:

- De fornecedores: que autoriza o fornecedor externo da empresa a fazer uma entrega de um lote de itens, especificado no cartão, diretamente ao seu usuário interno, desde que o mesmo tenha consumido o lote de itens correspondente ao cartão;
- De transporte: que avisa o estágio anterior que pode retirar o material do estoque e transferi-lo para onde é necessário. Atua como uma requisição de

materiais que autoriza o fluxo entre as células e/ou centro de trabalho produtor ou consumidor;

- De produção: que dá o alerta para começar a produção de determinado item. Geralmente, é especificado nesse Kanban a descrição do processo, quanto de material é necessário para a produção de tal item e para onde o item deve ser enviado depois de produzido.

O sistema *Kanban* tem por principais características puxar a produção, limitar o nível máximo de estoque, controlar a produção de forma descentralizada e utilizar dois cartões simultaneamente, sendo um como ordem de produção e outro como autorização de transferências de materiais simultaneamente.

2.7 LAYOUT INDUSTRIAL

Favaretto *et al.* (2011), afirma que para garantir um sistema de manufatura mais enxuto e mais eficiente, um bom projeto de arranjo físico torna-se fundamental, resultando no sucesso de uma empresa no mercado competitivo. Martins e Laugen (2005) definem *Layout* como a maneira como os operadores, máquinas e equipamentos ficam dispostos no local de trabalho e a melhor utilização de espaço disponível que resulte em um processamento mais efetivo, através da menor distância e menor tempo possível.

Para Peinado e Graelm (2004), existem alguns princípios básicos para um arranjo físico ou *Layout*, são eles: segurança, economia de movimentos, flexibilidade de longo prazo, princípio de progressividade e uso do espaço. Eles também definem cinco tipos de *Layout*: por produto ou por linha, por processo ou funcional, celular, por posição fixa e misto.

O *Layout* por produto ou por linha foi elaborado por Henry Ford em 1939 e é muito utilizado em indústrias e algumas prestadoras de serviços. Neste tipo as máquinas e equipamentos são alocados de acordo com a sequência de montagem, seguindo um fluxo produtivo sem caminhos alternativos. O material segue um caminho pré-determinado, o que permite um fluxo rápido (Peinado e Graelm, 2004). Para melhor entender como funciona, observe a FIGURA 2.

FIGURA 2 - LAYOUT POR PRODUTO OU POR LINHA

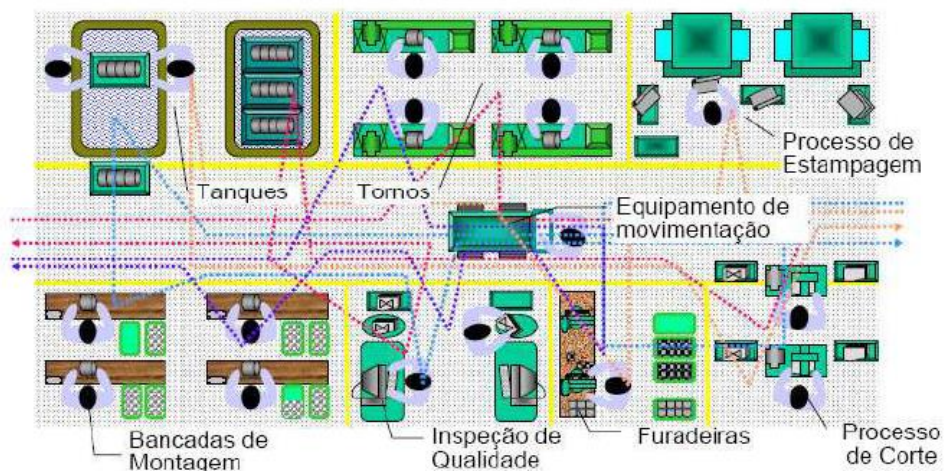


FONTE: Melo (2021)

O *Layout* por processo ou funcional agrupa os processos e equipamentos do mesmo tipo e função em uma mesma área. Os materiais se deslocam procurando os diferentes processos de cada área necessária. É facilmente encontrado em prestadores de serviços e organizações comerciais (PEINADO E GRAELM, 2004). Observe a FIGURA 3 que o produto passa somente nos processos que são necessários.

FIGURA 3 - LAYOUT POR PROCESSO OU FUNCIONAL

Arranjo Físico Funcional ou por Processo

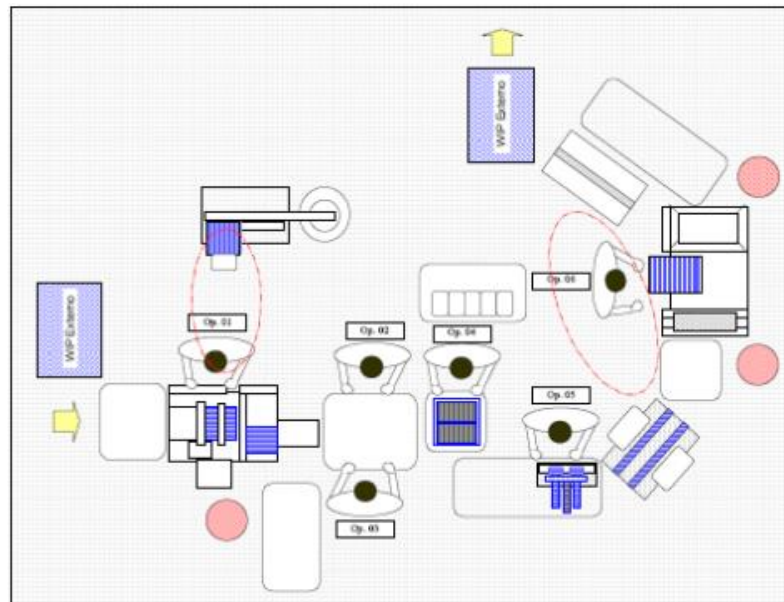


FONTE: Miyake (2005)

O *Layout* celular une as vantagens do *Layout* por produto e as vantagens do *Layout* por processo. Ele arranja no mesmo local máquinas diferentes que possam fabricar o produto por inteiro. O material se movimenta dentro da célula em busca dos processos necessários percorrendo uma linha (PEINADO E GRAELM, 2004). A

FIGURA 4 mostra um exemplo de arranjo celular, onde a célula possui vários tipos de máquinas necessárias para fabricar o produto e o material percorre por elas para ser finalizado.

FIGURA 4 - LAYOUT CELULAR.



FONTE: Lima *et al* (2011).

O *Layout* por posição fixa é aquele em que o produto se mantém fixo e os recursos de transformação se deslocam até ele realizando as operações necessárias para sua produção. Esse tipo de arranjo é utilizado quando o peso ou as dimensões do produto são muito grandes, ou quando a movimentação do produto é muito difícil, por exemplo, na fabricação de aviões, navios, pontes, etc (PEINADO E GRAELM, 2004). A IMAGEM 1 apresenta um exemplo desse arranjo, onde o produto se mantém estático e os operadores se deslocam até ele para produzi-lo.

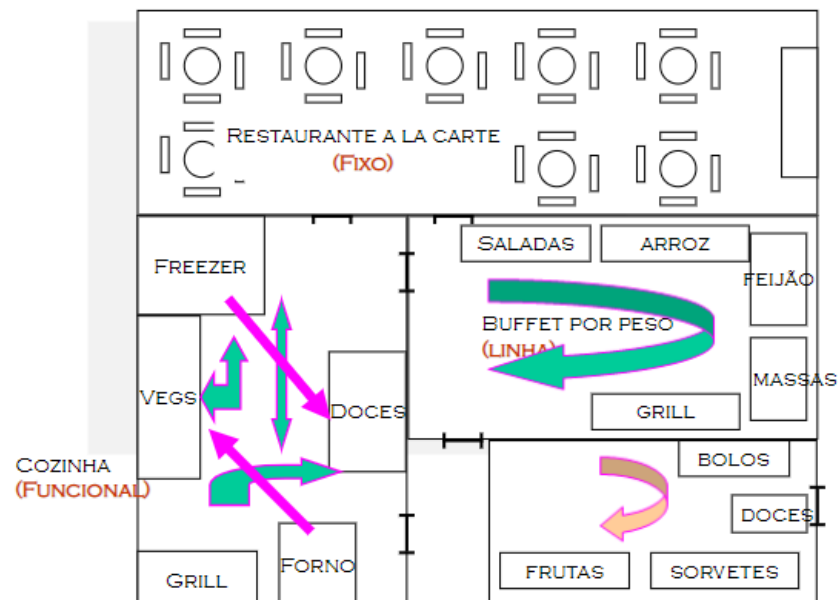
IMAGEM 1 -: LAYOUT POR POSIÇÃO FIXA.



FONTE: Souza (2012)

E, por fim, o *Layout* misto é quando se deseja aproveitar as vantagens de vários tipos de arranjo, normalmente, por produto, por processo e celular. A FIGURA 5 mostra um mesmo estabelecimento combinando vários tipos de *Layout*, conforme a sua necessidade.

FIGURA 5 - LAYOUT MISTO.



FONTE: Pasa (2012)

O tipo de *Layout* a ser escolhido é particular de empresa para empresa, vai depender de qual produto será produzido, em que quantidade e como será fabricado,

ou seja, a escolha deve ser feita pelo que melhor se encaixa naquela indústria, podendo combinar mais de um e, também, ser modificado com o passar do tempo.

2.8 VELOCIDADE DE ATRAVESSAMENTO CONSTANTE – VAC

O sistema VAC foi criado por Caetano Caruso e Nélcio Dias em 1989 e consolidado durante 2 anos em uma Camisaria, tendo sido implantado a primeira vez na Walery Confecções em Juiz de Fora (Minas Gerais) em 1993. A proposta do VAC é diminuir o tempo de produção (*lead time*), garantir previsibilidade, equilibrar a capacidade, diminuir os passivos operacionais e conferir flexibilidade à produção (SISTEMA VAC, 2002).

De acordo com Nóbrega e Villar (2003), o VAC engloba características do sistema já conhecido, *Just in Time* e da Teoria das Restrições, além de utilizar o sistema *Kanban*. Uma das principais características que o sistema traz do *Just in Time* é que todos os operadores de uma linha de produção devem estar distribuídos com a mesma capacidade de produção, ou seja, os operadores estão balanceados com cargas de trabalho de ciclos de 30 minutos durante todo o processo de fabricação, eliminando assim, a ociosidade por falta de serviço e os gargalos ou atrasos, pois todos têm abastecimento igual a 30 minutos. (SISTEMA VAC, 2002). As principais finalidades do sistema *Kanban* são, por meio de controle visual, produzir apenas quando há necessidade, minimizar estoques, parar determinado processo, evitar falhas nos processos, entregar os produtos com os consumos corretos, entre outros.

O sistema de Velocidade de Atravessamento Constante (VAC) é criado para ser aplicado em indústrias do segmento de confecção com o intuito de aumentar a capacidade produtiva através da redução de *lead times*, redução de estoques em processo e aproximar a produção de um sistema *Just in Time (JIT)*, aprimorando a qualidade do produto e dos processos (SISTEMA VAC, 2002). A proposta do VAC é diminuir o tempo de produção (*lead time*), garantir previsibilidade, equilibrar a capacidade, diminuir os passivos operacionais e conferir flexibilidade à produção (SISTEMA VAC, 2002).

Okoshi (2006) explica que o sistema de produção VAC é desenvolvido de forma que o fluxo seja contínuo e sem retrocessos subdividindo-se em times, por processo ou operação. Este se diferencia de células pelos transportes de recursos transformadores em carrinhos com tempos determinados. Este sistema de produção

é formulado especificamente para indústrias de confecções, sendo utilizado para a produção de produtos diversificados.

Segundo Bayer (2008), para se obter um sucesso na utilização do sistema VAC é necessário seguir alguns critérios: formação de equipe de trabalho, escolha e conscientização do grupo, sistema de produção, *Layout*, qualidade, formação de times e transporte entre times.

A implantação do VAC é dividida em células, cada uma com: supervisor, líder da célula, operadores de máquinas e o montador de carrinhos, responsável pela preparação dos lotes de costura e pelo controle de qualidade (OKOSHI *et al*, 2006).

2.8.1 Etapas do VAC

Segundo Nóbrega e Villar (2003), como especificado em Sistema VAC (2002), a implantação do sistema começa pela elaboração da planilha de sequência operacional de cada produto, na qual as operações são descritas, divididas em fases e partes e classificadas em encadeadas ou dependentes, simultâneas ou independentes, para que se possa determinar o meio de execução dentro dos times. Essa classificação também pode ser representada pela relação de dependência entre as operações. No TABELA 2 abaixo é possível verificar a planilha de sequência operacional:

TABELA 2 - PLANILHA DE SEQUÊNCIA OPERACIONAL.

PRODUTO: Biquine X				
PARTES	FASES	DESCRIÇÃO OPERAÇÕES	MAQ	DEPENDÊNCIA
1	1	Unir fundos e laterais calça	OV3	
	2	Chulear calça c/ etiq	OV3	1
	3	Colocar elástico calça	OES	2
	4	Rebater elástico calça	GOL	3
	5	Travetar calça	TVT	4
	6	Limpar e revisar calça	MAN	5
2	7	Chulear soutien c/ etiqueta	OV3	
	8	Colocar viés	GOLV	7
	9	Fazer bainha soutien	RT1	8
	10	Fazer rolotê	ROL	
	11	Limpar soutien	MAN	9
	12	Colocar rolotê	MAN	10 e 11
	13	Revisar soutien	MAN	12

FONTE: Nóbrega e Villar (2003).

Após planilhar o sequenciamento das operações é realizar a cronoanálise dos postos de trabalho e fazer o cálculo do tamanho do lote e do tempo padrão, conforme mostra a equação 7. O tamanho do lote de costura é calculado de forma a totalizar 30 (trinta) minutos de produção. Isto melhora o fluxo e facilita o acompanhamento da produção.

$$TL = \frac{n^{\circ} \text{ de operadores} \times 30 \text{ minutos}}{TP} \quad (7)$$

Onde,

TL = tamanho do lote;

TP = tempo padrão.

O QUADRO 1 apresenta esses cálculos para melhor entendê-los.

QUADRO 1 - CRONOANÁLISE E TEMPO PADRÃO

PRODUTO: <i>Biquíni X</i>						OPERADORA: <i>Maria</i>				
MAQ	OPER.	LEITURAS				TEMP O TOTAL	TOT LEIT	TEMP O 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	1,20	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)

Com o tamanho de lote e tempo padrão determinado, é preciso fazer o balanceamento de carga e a divisão dos times. O balanceamento do fluxo é realizado depois das operações serem divididas em sequência e devidamente cronometradas, assim todos podem saber de quanto tempo sobra ou falta, a partir daí as operações são organizadas para cada operador (SHINGO, 1996). Após a divisão das operações e o balanceamento, são formados os times de trabalho dentro da célula, que são um grupo de operadores e máquinas que realizam um determinado trabalho dentro de um pacote de tempo, ou seja, é pré-determinado um pacote de trinta minutos para o grupo de operadores. A transferência do produto também é realizada de time para time, conforme utiliza (KOLM, 2002). O QUADRO 2 mostra o balanceamento de carga pronto.

QUADRO 2 - BALANCEAMENTO DE CARGA E DIVISÃO DE 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
Tempo do operador A					29,38
B	OV3	2	1,56	19	29,64
Tempo do operador B					29,64
TEMPO DO TIME 1				59,02	
OPERADOR	MAQ	OPERAÇÃO	TEMPO UNIT	TOTAL PEÇAS	CARGA
C	OES	3	0,76	26	19,76
C	GOL	4	0,76	13	9,88
Tempo do operador C					29,64
D	GOL	4	0,76	13	9,88
D	OV3	7	0,74	26	19,24
Tempo do operador D					29,12
TEMPO DO TIME 2				58,76	
OPERADOR	MAQ	OPERAÇÃO	TEMPO UNIT	TOTAL PEÇAS	CARGA
E	TVT	5	0,29	26	7,54
E	VIE	8	1,20	18	21,60
Tempo do operador E					29,14
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
Tempo do operador D					29,60
TEMPO DO TIME 3				58,74	

OPERADOR	MAQ	OPERAÇÃO	TEMPO UNIT	TOTAL PEÇAS	CARGA
G	MAN	6	0,70	16	11,20
G	MAN	11	1,38	13	17,94
Tempo do operador G					29,14
H	MAN	11	1,38	13	17,94
H	MAN	12	0,25	26	6,50
H	MAN	13	0,15	26	3,90
Tempo do operador H					28,34
TEMPO DO TIME 4				57,48	

FONTE: Nóbrega e Villar (2003)

Por fim, é realizada a mudança de *Layout* necessária que tenha espaço para os carrinhos passarem e de forma que o fluxo de produção seja contínuo de um time para outro.

2.8.2 Vantagens e Desvantagens do VAC

Nóbrega e Villar (2003) apresentam em seu trabalho algumas vantagens e desvantagens do sistema VAC, mostrada no QUADRO 3 abaixo:

QUADRO 3 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DO VAC

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Redução do <i>Lead time</i>	Necessidade de grande número de máquinas
Equilíbrio da capacidade - fim da ociosidade da mão-de-obra	Necessidade de mão-de-obra polivalente: dificuldade - baixo nível de escolaridade
Aumento da produtividade	
Controle visual da produção a cada 30 min.- quadros suspensos	Ociosidade de máquinas
Limpeza e organização - Previsibilidade	Necessidade de mecânico em tempo integral – mudança de <i>Layouts</i> - muitos <i>set ups</i> .
Rápida identificação de desvios e responsabilidades	
Redução dos estoques em processo	Eficiência satisfatória apenas para cortes relativamente grandes - absorção do tempo de <i>set up</i>
Maior envolvimento das pessoas	
Facilidade de avaliação e premiação das equipes	

FONTE: Nóbrega e Villar (2003)

2.9 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo foram apresentados os fundamentos teóricos que embasaram o projeto de pesquisa. Iniciando pelos sistemas de produção que auxilia na classificação do sistema VAC. Os sistemas de produção mostram as várias formas de um processo produtivo trabalhar. Nesta pesquisa, o sistema VAC utiliza o sistema de produção puxado no seu processo produtivo.

O estudo de tempos é responsável por fazer a análise dos tempos de produção do setor. No presente trabalho, através dessa ferramenta foi coletado todos os tempos e feito os cálculos necessários para a próxima etapa.

Em seguida, o balanceamento de linha que é uma das etapas do VAC para a realização da divisão dos times e a definição das cargas de cada um. O balanceamento foi fundamental para equilibrar as equipes de acordo com os tempos coletados na etapa anterior.

A filosofia *JIT* tem como finalidade reduzir os estoques entre os processos, trabalhando com quantidades exatas no lote. O VAC utiliza o *JIT* produzindo lotes dentro de um determinado tempo.

A TOC procura eliminar os gargalos, focando nas restrições da produção. Com a TOC, o setor da costura foi selecionado para ser aplicado a nova metodologia por ser o gargalo da produção.

O sistema *Kanban* que é representado pelos carrinhos de cada time, que define quando deve ser repostos os materiais e quais as quantidades.

O *Layout* industrial é a última etapa do sistema VAC que faz a análise de qual *Layout* melhor se adequa dentro do sistema e dentro de cada empresa, segundo o que é produzido. E, por fim, a história e os conceitos do VAC, quais são as etapas para implantá-lo dentro de uma empresa e quais as vantagens e desvantagens de sua implantação.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A estratégia de pesquisa utilizada neste trabalho é o estudo de caso exploratório-normativo, que tem como finalidade aprofundar o conhecimento sobre um determinado tema e prescrever uma estratégia a ser adotada. Gil (1994) classifica a pesquisa, quanto ao objetivo, em três categorias básicas: exploratória, explicativa e descritiva. Pesquisas exploratórias visam compreender um fenômeno ainda pouco estudado ou aspectos específicos de uma teoria ampla. Pesquisas explicativas, identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, explicando suas causas. E, finalmente, a descritiva descreve determinada população ou fenômeno.

Gil (2008) também afirma que as pesquisas exploratórias têm 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 normativas descrevem um fato que está para ocorrer.

Para realizar este trabalho foram seguidas algumas etapas até chegar ao objetivo final. Primeiramente, foi feita a caracterização da empresa em estudo para entender melhor do que se tratava e conseguir formular o problema a ser resolvido. Depois disso, foi necessário conhecer melhor o setor em questão (costura) e qual era o modo das costureiras trabalharem.

Sabendo isso, foi realizada a cronoanálise de todo o setor. Após isso, foi determinado o tempo padrão para cada parte do estofado. Em seguida, o balanceamento de linha e a divisão das equipes. Com isso, conseguiu-se determinar o tamanho de lote de cada equipe e a carga de trabalho de cada costureira.

Por fim, foi analisado o *Layout* atual da empresa e proposto a mudança para a nova forma de trabalho em equipes.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Como já dito anteriormente, a indústria a ser realizado o estudo é especializada em fabricar estofados e possui uma alta variabilidade de modelos de seus produtos. Está localizada em Jandaia do Sul, região norte do Paraná e já atua no mercado de estofados a mais de 20 anos. Possui, atualmente, mais de 60 funcionários em toda

sua planta e vende seus produtos para todo o Paraná, algumas cidades de Santa Catarina, São Paulo e Mato Grosso do Sul, sendo assim, considerada uma empresa de médio porte.

O processo produtivo das capas de sofá começa pela marcação do tecido com os moldes de acordo com o modelo a ser feito, passa pelo corte, são separadas e levadas para a costura. Após costuradas, as capas são levadas para a tapeçaria para serem colocadas na estrutura de madeira.

Atualmente, as costureiras costuram os sofás do começo ao fim. As máquinas utilizadas são do modelo reta transporte dupla eletrônica, das marcas Sunsir ou Mega Mak e todas possuem o mesmo tipo de costura. Pensando em otimizar esse processo e aumentar a produção da costura, será feita uma divisão por equipes, onde cada equipe ficará responsável somente por uma parte do sofá (forro, braço, assento ou encosto), aplicando o sistema VAC.

O jogo de sofá já vem com as partes separadas (forro, assentos, braços e encostos) e na ordem que devem ser costuradas. Inicia-se pelo forro, depois é costurado os assentos, em seguida os braços e, por fim os encostos. Por elas serem independentes entre si, então será possível fazer a divisão por parte do sofá.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Finalizados todos os cálculos necessários para a estruturação do projeto, têm-se os resultados de como seria sua implantação no setor de costura da empresa em questão.

4.1 DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO

Para saber se a quantidade de dados coletados de cada costureira foi suficiente para a análise, foi realizado um cálculo através de uma planilha eletrônica (TM Excel), levando em conta um grau de confiança de 90% e uma amostra inicial de 10. Segundo Peinado e Graelm (2007), a tolerância utilizada varia de 15% a 20%. Neste trabalho tomou-se uma tolerância de 17% para as necessidades básicas das costureiras, troca de linha e buscar as peças nos carrinhos. Com isso, pôde-se concluir que a amostra é suficiente, como mostra a TABELA 3.

TABELA 3 - QUANTIDADE DE AMOSTRAS

ELEMENTOS DA OPERAÇÃO				
CICLO	FORRO	ASSENTO	BRAÇO	ENCOSTO
1	5,7	12,61	11,4	15,21
2	5,7	12,61	11,4	15,21
3	5,7	12,61	13,38	15,21
4	3,75	15,66	13,38	10,33
5	3,75	15,66	10,81	10,33
6	4,95	15,66	10,81	11,68
7	4,95	17,38	9,5	11,68
8	4,65	17,38	12,35	11,68
9	4,65	16,96	10,48	10,8
10	4,65	16,96	10,48	10,80
Média	4,845	15,349	11,399	12,293
Desv. Pad.	0,7247	2,0066	1,2799	2,0768
IC Inferior	4,5032	14,4025	10,7953	11,3134
IC Superior	5,1868	16,2955	12,0027	13,2726
K Observado	14,11%	12,33%	10,59%	15,94%
"n" necessário	6,8904	5,2628	3,8820	8,7892
"n" arredondado	7	6	4	9

FONTE: Autora (2021)

Os tempos foram registrados em uma planilha manual, como mostra a TABELA 4. Observando visualmente e fazendo uma análise prévia dos dados, foi possível definir qual o ritmo de cada costureira. Com os tempos coletados, calculou-se a média de cada costureira e, depois, a média das médias para cada parte do sofá para serem utilizadas nos cálculos posteriores.

TABELA 4 - FOLHA DE ANOTAÇÃO.

NOME	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TEMPO MÉDIO	RITMO %
OPERADORA 1												
OPERADORA 2												
OPERADORA 3												
OPERADORA 4												
OPERADORA 5												
OPERADORA 6												
OPERADORA 7												
OPERADORA 8												
OPERADORA 9												
OPERADORA 10												
OPERADORA 11												
OPERADORA 12												

FONTE: Autora (2021)

Em seguida, é determinado o tempo normal (TN) e o tempo padrão (TP) de cada operação, utilizando a equação 3 descrita na revisão bibliográfica.

4.2 DEFINIÇÃO DO TAMANHO DE LOTE

O turno diário das costureiras é de 8,63 horas, aproximadamente 518 minutos. Fazendo um levantamento do histórico de produção de janeiro a junho de 2021 disponibilizado pela empresa, a produção diária é de 92 sofás por dia. Um sofá padrão e um dos mais vendidos é o de dois lugares, que possui 1 forro, 2 assentos, 2 braços e 2 encostos, tendo assim uma demanda diária de 92 forros, 184 assentos, 184 braços e 184 encostos.

Com essas informações foi possível calcular o tempo de ciclo (TC), que é o tempo necessário para ter um produto acabado e a capacidade de produção (CP) atual da empresa, conforme as equações 4 e 5 definidas na revisão bibliográfica. Neste caso, foi necessário calcular o TC e a CP para cada parte do sofá, por terem demandas diárias diferentes.

No sistema VAC, os lotes são definidos dentro de um tempo de 30 minutos e o tamanho do lote (TL) depende do número de operadores e o tempo padrão da operação.

Assim, dividindo o tempo disponível de produção por dia pelo tempo que se tem para produzir cada lote, tem-se que cada time produzirá 17 lotes por dia. Multiplicando o TL pela quantidade de lotes por dia, tem-se a quantidade de peças produzidas por dia.

4.3 BALANCEAMENTO DE CARGA

Finalizado o cálculo do tamanho do lote é preciso balancear a carga de trabalho. O balanceamento é realizado de acordo com a capacidade de costura de cada costureira, dentro do tempo estipulado pelo sistema VAC. Como as partes do sofá não possuem dependência de costura umas das outras, a separação foi feita da seguinte forma: o time 1 costura os forros, o time 2 costura os assentos, o 3 fica com os braços e o time 4 com os encostos.

Terminada a divisão dos times de acordo com os tempos de operação, foi calculada a carga de trabalho de cada uma. Para isso, multiplicou-se o tempo médio de cada costureira para aquela operação pela quantidade de peças que deve produzir por lote. Essa carga não pode ultrapassar 30 minutos. Algumas delas ficaram com um tempo inferior a esse tempo determinado, então foram colocadas para costurar em mais de um time.

A divisão dos times e o balanceamento de carga estão representados na TABELA 5. Nele é informado quem está no time, o que irá fazer, qual o tempo unitário da peça de acordo com a costureira, quantas peças cada uma irá produzir, qual a carga total de cada uma, quantas peças serão feitas por lote e quantas peças serão feitas por dia.

TABELA 5 - DIVISÃO DOS TIMES E BALANCEAMENTO DE CARGA.

TIME 1 - FORRO				
COSTUREIRA	OPERAÇÃO	TEMPO UNITÁRIO	TOTAL DE PEÇAS	CARGA
OPERADORA 7	costurar forro	5,85	5	29,25
OPERADORA 4	costurar forro	4,84	1	4,84
OPERADORA 2	costurar forro	2,64	2	5,28
			TOTAL PEÇAS/ LOTE	8
			TOTAL PEÇAS/DIA	136
TIME 2 - ASSENTO				
COSTUREIRA	OPERAÇÃO	TEMPO UNITÁRIO	TOTAL DE PEÇAS	CARGA
OPERADORA 2	costurar assento	6,11	4	24,44
OPERADORA 1	costurar assento	7,06	4	28,24
OPERADORA 12	costurar assento	7,13	4	28,52
OPERADORA 10	costurar assento	14,95	2	29,9
			TOTAL PEÇAS/ LOTE	14
			TOTAL PEÇAS/DIA	238
TIME 3 - BRAÇO				
COSTUREIRA	OPERAÇÃO	TEMPO UNITÁRIO	TOTAL DE PEÇAS	CARGA
OPERADORA 9	costurar braço	7,07	4	28,28
OPERADORA 5	costurar braço	7,5	4	30,00
OPERADORA 6	costurar braço	6,72	4	26,88
			TOTAL PEÇAS/LOTE	12
			TOTAL PEÇAS/DIA	204
TIME 4 - ENCOSTO				
COSTUREIRA	OPERAÇÃO	TEMPO UNITÁRIO	TOTAL DE PEÇAS	CARGA
OPERADORA 3	costurar encosto	7,36	4	29,44
OPERADORA 11	costurar encosto	8,94	3	26,82
OPERADORA 8	costurar encosto	7,4	4	29,6
OPERADORA 4	costurar encosto	12,09	2	24,18
			TOTAL PEÇAS/ LOTE	13
			TOTAL PEÇAS/DIA	221

FONTE: Autora (2021).

Para a costura as costureiras utilizam os tecidos, linhas, tesoura, zíper e agulha. Feita a divisão dos times, é necessário montar os carrinhos para cada uma com a quantidade de materiais que forem usar para fazer o lote. Os carrinhos conterão a quantidade de tecido definido no lote de cada time, 2 rolos de linha por costureira, uma tesoura para cada costureira, 2 agulhas para cada costureira (sendo uma reserva, caso quebre) e os zíperes são utilizados nos encostos, então estarão no carrinho dos encostos de acordo com a quantidade definida no lote deste time. A TABELA 6 representa a quantidade de material dos carrinhos de cada time.

TABELA 6 - QUANTIDADE DE MATERIAL DOS CARRINHOS

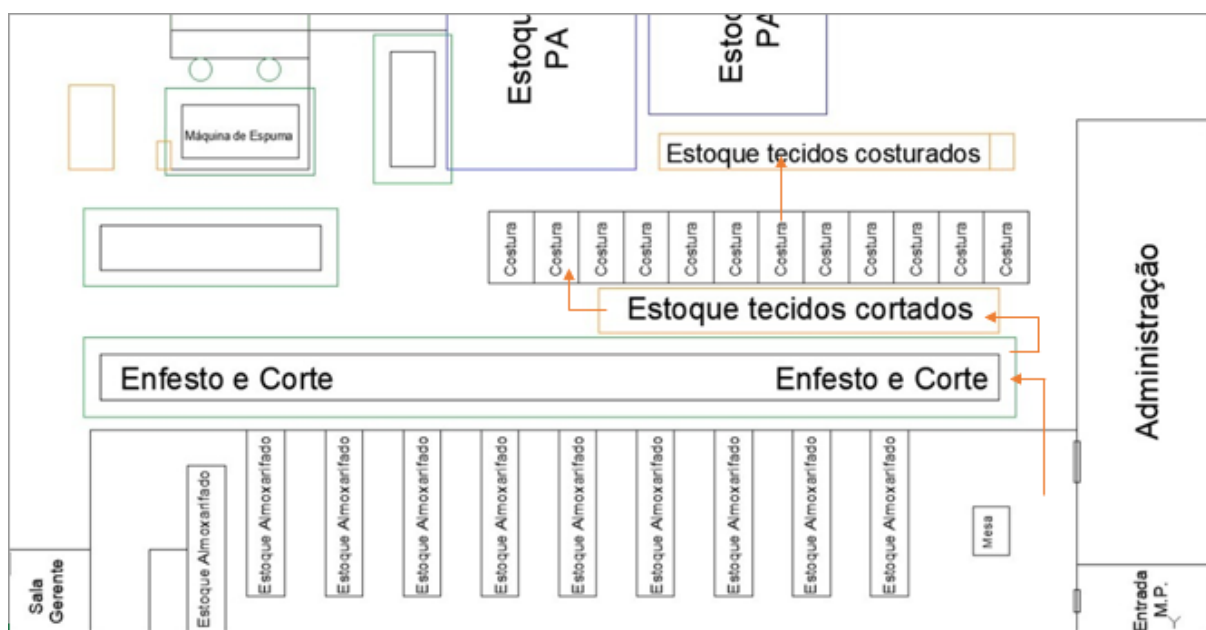
MONTAGEM DOS CARRINHOS				
	TIME 1 - FORRO	TIME 2 - ASSENTO	TIME 3 - BRAÇO	TIME 4 - ENCOSTO
Tecido	8	14	12	13
Rolo de linha	6	8	6	8
Tesoura	3	4	3	4
Zíper	0	0	0	18
Agulha	6	8	6	8

FONTE: Autora (2021)

4.4 MUDANÇA DE LAYOUT

A última etapa a ser realizada é a mudança de *Layout*. Como cada costureira costura o sofá do começo ao fim e não tem um fluxo de produção, elas são dispostas em fila, com um corredor ao lado para o transporte das peças, como mostra a FIGURA 6 abaixo. Porém, para realizar esse projeto elas precisarão ser realocadas e colocadas em células, que serão os times. Cada célula terá a quantidade de máquinas e mesas necessárias conforme o time.

FIGURA 6 - LAYOUT ATUAL.

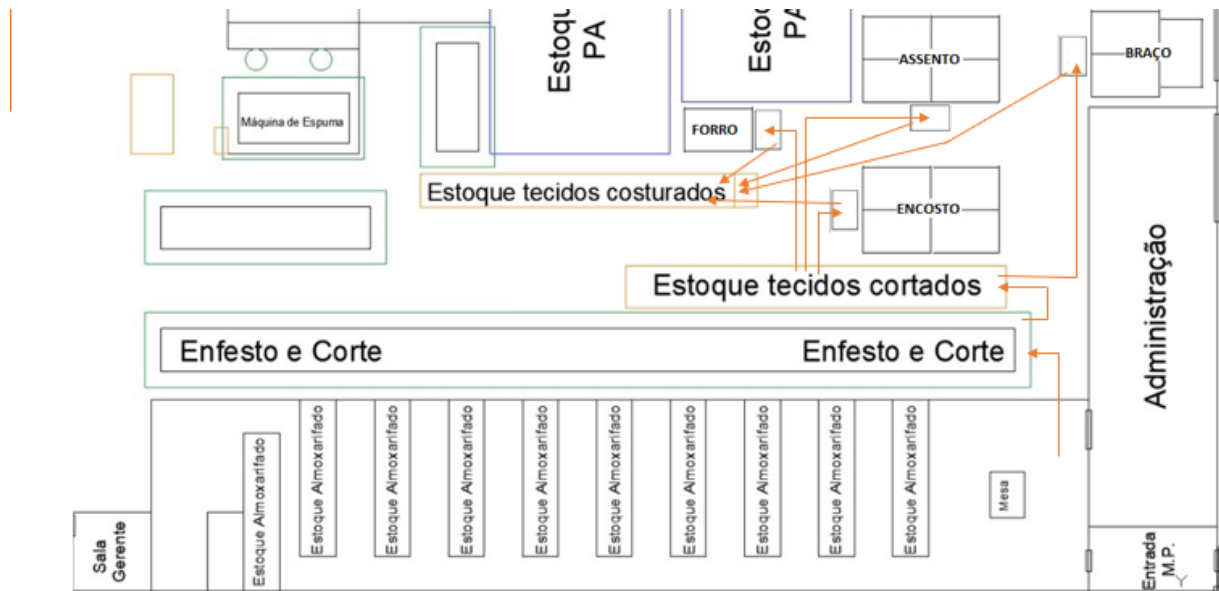


FONTE: Autora (2021).

Por fim, é de extrema importância realizar uma reunião com as costureiras e todos os envolvidos para repassar como será o novo processo produtivo, como ficou a divisão dos times e o balanceamento de carga, o que cada uma irá costurar e quanto cada uma irá costurar. A implantação deverá ser supervisionada, pois surgirão

algumas dúvidas até que se acostumem e entrem no ritmo do novo sistema. O *Layout* do setor da costura passará a ser em células e cada célula será um time, conforme já falado anteriormente. Segue abaixo a FIGURA 7 do *Layout* proposto nesse projeto.

FIGURA 7 - LAYOUT CELULAR PROPOSTO.

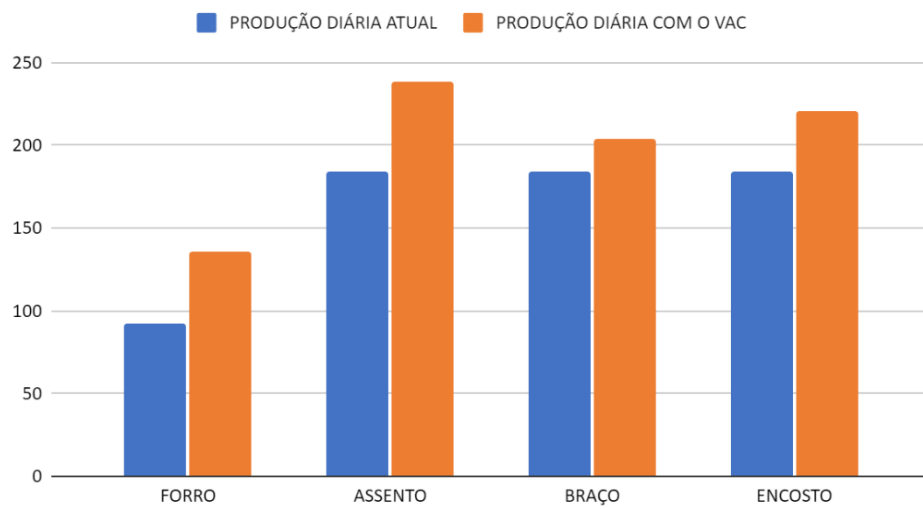


FONTE: Autora (2021)

Após realizada a cronoanálise e balanceamento de carga foi possível defini-la e observar que a produção diária estava abaixo da sua capacidade. Analisando o GRÁFICO 1 abaixo nota-se que com o sistema VAC a produção aumenta em 47,83% nos forros, 29,35% nos assentos, 10,87% nos braços e 20,11% nos encostos.

GRÁFICO 1 - DIFERENÇA NA PRODUÇÃO COM E SEM SISTEMA VAC.

PRODUÇÃO DIÁRIA ATUAL e PRODUÇÃO DIÁRIA COM O VAC



FONTE: Autora (2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o projeto, mas ele não foi implementado na empresa, ou seja, uma proposta de implementação. Ajustando a forma delas trabalharem em células e com um lote definido faria com que utilizassem muito melhor o tempo disponível de produção diária, evitando desperdício de tempo e movimentação.

Os objetivos específicos foram se concluindo ao decorrer do projeto. O estudo de tempos foi realizado com a cronoanálise do setor, uma das etapas iniciais do projeto. O tamanho do lote de produção foi definido de acordo com o tempo padrão de cada operação.

Em seguida, foi realizada a divisão dos times, balanceamento de cargas e a montagem dos carrinhos de cada time com a quantidade exata de material que cada time precisa para costurar aquele lote. Por último foi proposto um *Layout* celular dos times que facilite a movimentação dos carrinhos e das pessoas naquele setor.

O objetivo geral da pesquisa foi concluído com êxito alcançando um aumento significativo na produção, conforme mostra o capítulo 4.

Para a implantação desse projeto na empresa, é necessário, primeiramente, que realizem uma reunião com todos os envolvidos para aprovação. Deve ser apresentada a nova forma de trabalhar para todos os resultados que trarão para a empresa e para as pessoas.

Com a aprovação de todos, o primeiro passo é analisar a mudança de *Layout* e ver se é viável ou fazer as alterações cabíveis. Após isso, os times deverão ser separados e informados sobre o que irão costurar, qual a quantidade e em quanto tempo.

Os encarregados deverão montar os carrinhos com as quantidades de materiais para produzir o lote de cada time. E o fim dos 30 minutos estipulados para cada lote, recolher as peças prontas e reabastecer os carrinhos.

É necessário anotar e arquivar as quantidades diárias para no fim do mês realizar uma análise do novo método de trabalho e se, realmente, está trazendo os resultados esperados.

Anteriormente, na revisão bibliográfica, foram apresentadas as vantagens e desvantagens da implantação do sistema VAC. Com esta pesquisa podemos observar que a implantação do VAC no setor em estudo traria uma redução de *Lead time*, aumento da produtividade, redução dos estoques em processo, previsibilidade e um

maior envolvimento das pessoas. E como desvantagens, nenhuma apontada pelos autores, porém uma desvantagem apresentada foi que, mesmo com o balanceamento feito, algumas costureiras ainda possuem um tempo ocioso e isso ocorre, pela diferença de ritmo entre elas.

• REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ARAÚJO, A. G. G. A importância do processo de entrega de valor aos clientes como vantagem competitiva na construção da fidelidade. 30 f. Monografia de Graduação (Bacharel em Administração) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ABEPRO: Áreas da engenharia de produção. Disponível em < <http://www.abepro.org.br/internasub.asp?m=860&ss=27&c=846> >. Acesso em: 20 janeiro 2021.

BARNES, R. M. Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

BAYER, S. C. Utilização de Ferramentas da Qualidade para Melhoria do Sistema VAC: estudo de caso. 53 f. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

CERTI. Por que o layout fabril faz a diferença no ambiente produtivo? Disponível em: <https://certi.org.br/blog/layout-fabril/>. Acesso em: 11 nov. 2021.

CHIAVENATO, I. Introdução à Teoria Geral da Administração. 7ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2004.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração da produção de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2 ed., São Paulo: Atlas, 2007.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. Planejamento, programação e controle da produção. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

COSTA, E. C. B.; GASPAR, G. O. Aplicação do estudo de tempos e movimentos para a determinação da capacidade produtiva em uma empresa de pré-moldados na região metropolitana de Belém. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Joinville, 2017. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_238_377_34416.pdf. Acesso em: 11 nov. 2021

COUTO, L. R. Implantação de um sistema de controle de produção em uma empresa de estofados. 68 f. Monografia de Graduação (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

DANIELSKI, G. J. Análise do ciclo de atravessamento de uma empresa de confecção do vestuário localizada no sul de Santa Catarina. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Salvador, 2013. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_177_007_22054.pdf. Acesso em: 14 out. 2021

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE R. Fundamentos da Administração da Produção. Porto Alegre, 2001.

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/>. Acesso em: 08 nov. 2021.

FAVARETTO, P. V.; KUREK, J.; GOMES, A. P.; CAIBRE, D. I.; PANDOLFO, A. Projeto de *Layout* industrial para uma empresa do ramo metal-mecânico com base nos princípios da produção enxuta. Revista Ciências Exatas e Naturais, Guarapuava, v. 13, n. 1, p 45-71, jan/jul 2011.

FELIPPE, A. D.; CUSTODIO, M. R.; DOLZAN, N.; TEIXEIRA, E. S. M. Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, Resende, 2012. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/22316596.pdf>. Acesso em: 14 out. 2021.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

FERNANDES, G. W. A utilização do *Kanban* e MRP em uma indústria eletrônica com sistema híbrido de produção. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013. Disponível em: https://www2.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2012_3_Guilherme.pdf. Acesso em: 15 dez. 2021.

FLORES, A. R. Aplicação do Sistema Velocidade de Atravessamento Constante de Produção em um Processo de Fabricação de Bonés. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul, 2019.

FORRESTER, J. W. Principle of Systems. Productivity Press, 1990.

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.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. F. A Meta. São Paulo, 1984.

GUERREIRO, R. A Meta da Empresa: seu alcance sem mistérios. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GUIMARAES, L. F. A.; FALSARELLA, O. M. Uma análise da metodologia Just-in-Time e do sistema de produção *Kanban* do ponto de vista da ciência da informação. Perspectivas em ciência da informação, Belo Horizonte, v. 26, n. 2, p. 130-147, 2008.

KOLM, A. Redução do tempo do ciclo de pedidos através da utilização do modelo VAC. Um estudo de caso na empresa Dudalina. Florianópolis: UFSC, 2002. 152 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/83394/188289.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01 nov. 2021.

KUMAR, N.; MAHTO, D. Assembly line balancing: a review of developments and trends in approach to industrial application. Global Journal of Research In Engineering, Framingham Massachussets, 2013.

LIMA, O. F.; LEITE, J. P.; BARBOSA, R. F.; PEREIRA, D. A. M.; SOUSA, F. K. A. Implantação de *Layout* celular na montagem de cadernos em uma indústria do setor gráfico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Belo Horizonte, 2011.

LUDWIG, J. P. Proposta de melhoria para redução de tempos por movimentação de componentes em indústria moveleira. In: ENCONTRO FLUMINENSE DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Volta Redonda, 2013.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M.A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. Planejamento e controle da Produção. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2008.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da Produção. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

MAYNARD, H.B. Manual de Engenharia de Produção – Seção 5: Padrões de tempos elementares pré-determinados. São Paulo: Edgard Blücher, 1970.

MISCELÂNEA PARA CONCURSOS PÚBLICOS. Tipos de Layout. 2012. Disponível em: <http://miscelaneaconcursos.blogspot.com/2012/03/tipos-de-layout.html>. Acesso em: 08 nov. 2021.

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 nov. 2021.

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. 86f. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

MOURA, A. R. *Kanban*, a Simplicidade do Controle da Produção. 6ª edição. São Paulo, 2003.

MOURA, R. A. *Kanban* – a simplicidade do controle de produção. 4ª ed., São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, IMAM, 1996.

NÓBREGA, M. M.; VILLAR, A. M. O Sistema VAC como ferramenta de PCP em confecções: Estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Ouro Preto, 2003.

OKOSHI, C. Y.; KACHBA, Y. R.; TORY, R. M.; LUZ, M. L. S. Estudos de sistemas produtivos na indústria do vestuário do noroeste do Paraná. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Bauru, 2006.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços, Curitiba, 2007.

PORTER, Michael E. Estratégia competitiva: Técnicas para análise da indústria e da concorrência. 7 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

ROVERE, R. L. La. Perspectivas das Micro, Pequenas e Médias Empresas no Brasil. Revista de Economia Contemporânea, Rio de Janeiro, v. 5, Ed. Espec., 2001.

SANTOS, A. F. Planejamento e Controle da Produção, Porto Alegre, 2020.

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção – Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção. 2º edição. Porto Alegre, 1996

SILVA, G. D. C. Análise das operações produtivas de uma empresa de móveis tubulares à luz da teoria das restrições. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

Sistema VAC. Disponível em: <<http://www.vacnds.com.br/vac.php>>. Acesso em 22 jan. 2021

SLACK, N.; BRANDON - JONES, A.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2015.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; e JOHNSTON, R. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. Administração da Produção: Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 2006. 525 p.

STIVAL, S. W.; BARBOSA, T. D.; ALENCAR, A. C. L.; DIAS, R. S.; MOURA, R. R. Estudo de tempos e movimentos: análise do processo produtivo na confecção de camisetas. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Catalão, 2018.

TARDIN, M. G.; ELIAS, B. R.; RIBEIRO, P. F.; FERREGUETE, C. R. Aplicação de Conceitos de Engenharia de Métodos em uma Panificadora. Um Estudo de Caso na Panificadora Monza. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. In: Salvador, 2013.

TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A.; BOZER, Y. A.; TANCHOCO, J. M. A. Facilities planning. USA: John Wiley & Sons, 3rd edition, 2003.

TUBINO, D. F. Planejamento e Controle da Produção Teoria e Prática. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

TUBINO, Dálvio Ferrari. Sistema de produção: a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Atlas, 1999.