



FACULDADE UNIFAMETRO MARACANAÚ
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MAYRON FRANCO DE ARAUJO LIMA

REDUÇÃO DE TEMPO PARADO EM SETUP DE MÁQUINA COM USO DE
FERRAMENTAS DE LEAN MANUFACTURING

ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL DE GRANDE PORTE

FORTALEZA

2021

MAYRON FRANCO DE ARAUJO LIMA

**REDUÇÃO DE TEMPO PARADO EM SETUP DE MÁQUINA COM USO DE
FERRAMENTAS DE LEAN MANUFACTURING**

ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL DE GRANDE PORTE

Monografia apresentada para obtenção dos créditos da disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso Da Faculdade Unifametro, como parte das exigências para graduação no curso de Engenharia de Produção.

MARACANAÚ

2021

L732e Lima, Mayron Franco de Araujo.
Redução de tempo parado em setup de máquina com uso de ferramentas de lean manufacturing. / Mayron Franco de Araujo Lima. – Fortaleza, 2021.
51 f.; 30 cm.

Monografia - Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Unifametro,
Maracanaú, 2021.

Orientação: Prof.^a Dr.^a Karol Wojtyla Chaves Lima.

1. Engenharia de produção – Gestão. 2. Filosofia Lean Manufacturing. 3. Produção enxuta. I. Título.

CDD 658.5

MAYRON FRANCO DE ARAUJO LIMA

**REDUÇÃO DE TEMPO PARADO EM SETUP DE MÁQUINA COM USO DE
FERRAMENTAS DE LEAN MANUFACTURING**

ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL DE GRANDE PORTE

Esta monografia apresentada no dia 10 de dezembro de 2021 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção da Faculdade Unifametro Maracanaú tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo:

BANCA EXAMINADORA

Profº Dr. Karol Wojtyla Chaves Lima.
Orientador – Faculdade Unifametro Maracanaú

Profª Msc. Luiz Cláudio Magalhães Florêncio
Membro - Faculdade Unifametro Maracanaú

Esp. Marcus Victor Ribeiro
Membro - Faculdade Unifametro Maracanaú

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter-me dado força e ter-me guiado para trilhar o caminho correto durante a realização desse curso, a minha família por confiar e me ajudar nos momentos difíceis no decorrer dos últimos cinco anos e me ajudar na condução da minha graduação, e aos meus amigos que não mediram esforços para nos ajudar enfrentando cada desafio .

REDUÇÃO DE TEMPO PARADO EM SETUP DE MÁQUINA COM USO DE FERRAMENTAS DE LEAN MANUFACTURING

ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL DE GRANDE PORTE

RESUMO

Na busca por aumentar sua produtividade, a indústria têxtil tem despertado grande interesse por novos conceitos e técnicas de produção. Atualmente observa-se todo um movimento em meio aos pesquisadores e empresas do setor têxtil no sentido de aplicar e aprofundar cada vez mais a filosofia Lean Manufacturing. Abordando este tema, o presente trabalho tem como objetivo propor soluções baseadas nas filosofias Lean e aplicá-las ao setor têxtil tendo como trabalho focal o setor de tecelagem de uma grande multinacional situada no município de Maracanaú. Para alcançar esse objetivo foi realizada uma pesquisa bibliográfica voltada a identificar e caracterizar conceitos da Produção Enxuta, propor aplicações e mensurar ganhos. Através da observação das práticas realizadas no processo produtivo da empresa, foram propostas melhorias dos fluxos e otimização dos processos, obtendo-se ganhos de produtividades e redução de desperdícios, atendendo as expectativas do trabalho.

Palavras-chave: Filosofias Lean. Produção Enxuta. Manufatura Enxuta.

ABSTRACT

Seeking to increase its productivity, the textile industry has aroused great interest in new concepts and production techniques. Currently, there is a whole movement among researchers and companies in the textile sector in the sense of applying and increasingly deepening the Lean Manufacturing philosophy. Addressing this theme, this work aims to propose solutions based on Lean philosophies and apply them to the textile sector, having as focal work the weaving sector of a large multinational located in the municipality of Maracanaú. To achieve this objective, a bibliographical research was carried out aimed at identifying and characterizing Lean Production concepts, proposing applications and measuring financial gains. Through the observation of practices carried out in the company's production process, improvements in flows and optimization of processes were proposed, resulting in productivity gains and reduction of waste throughout the production chain. Meeting job expectations.

Keywords: Lean Philosophies. Lean Production. Lean Manufacturing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Exemplo de um Quadro de Tarefas_____	17
Figura 02 – Exemplo de execução do acompanhamento do Quadro de Tarefas_	18
Figura 03 – Imagem básica da produção Lean _____	19
Figura 04 – Cinco Princípios do <i>Lean</i> _____	23
Figura 05 – Modelo de Diagrama de Pareto_____	26
Figura 06 – Modelo de Diagrama _____	27
Figura 07 – Fios de Trama, Fios de Urdume e Ourela_____	29
Figura 08 – Tipos de ligamentos_____	29
Figura 09 – Componentes de um Tear_____	30
Figura 10 – Formação da cala_____	31
Figura 11 – Inserção de trama _____	31
Figura 12 – Batida ou Arremate do Pente_____	32
Figura 12.1 – Principais etapas do processo de Setup_____	34
Figura 12.2 – Etapas do processo de Setup com remetedor automática_____	37
Figura 13 – Medições de tempos (Cronoanálise)_____	38
Figura 14 – Mapeamento e sequenciamento de atividades_____	38
Figura 15 – Classificação de atividades Internas e Externas_____	39
Figura 16 – Cronoanálise com uso de atividades externas_____	40
Figura 17 – Mapeamento e sequenciamento de atividades otimizado_____	40
Figura 18 – Diagrama de Espaguete na situação inicial_____	41
Figura 19 – Diagrama de Espaguete após otimização_____	41
Figura 20 – Documento de referência do Setup_____	42
Figura 21 – Brainstorming para levantamento de melhorias_____	42
Figura 22 – Folha de verificação para registros de anomalias_____	45
Figura 23 – Priorização de anomalias com uso de diagrama de Pareto_____	45
Figura 24 – Relatório de Análise de Falhas no Setup_____	46
Figura 25 – Evolução de demanda de setup_____	48
Figura 26 – Evolução dos tempos médios de Setup_____	48

LISTA DE IMAGENS

Imagem 01 – Tecelagem plana	28
Imagem 02 – Confecção de liçamento manual	35
Imagem 03 – Processo de engrupagem	35
Imagem 04 – Máquina remetadora automática	36
Imagem 05 – Liçada completa no Carro de transporte	37
Imagem 06 – Montagem de excêntricos	43
Imagem 07 – Padronização manual de ficha técnica	44
Imagem 08 – Padronização com uso de <i>pen drive</i>	44
Imagem 09 – Sala de Gestão da Rotina	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - 5 sentidos da ferramenta 5s _____ 26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Tema	12
1.2 Problematização e justificativa	12
1.3 Hipóteses	14
1.4 Objetivos	14
1.4.1 Objetivo geral	14
1.4.2 Objetivos específicos	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Lean Manufacturing	15
2.1.1 Filosofia Lean	16
2.1.2 Sistema Lean de produção	18
2.1.2.1 Pilares de sustentação Lean	20
2.1.2.2 A base do sistema Lean	20
2.1.2.3 O envolvimento	21
2.1.2.4 Foco total no cliente	22
2.1.3 Tipos de perdas e os princípios enxutos	22
2.1.4 Ferramentas do Lean	24
2.1.5 Outras Ferramentas	26
2.1.5.1 Diagrama de Pareto	26
2.1.5.2 Diagrama de Espaguete	27
2.2 Processo de tecelagem	28
3 METODOLOGIA	33
4 RESULTADO DE DISCURSÃO	34
4.1 Processo de Setup convencional	34
4.2 Otimização do processo de Setup	36
4.2.1 Processo de remeteção automática	36
4.3.2 Otimização do Processo de Setup em tear	37
4.3.3 Definição de padrão inicial e medições	38
4.3.4 Implantação de melhorias e análise de anomalias	39
4.3.4.1 Implantação de melhorias	39
4.3.4.2 Análise de anomalias	45
4.3.5 Monitoramento dos resultados e implantação da gestão da rotina	47
4.4 Resultados alcançados	48
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49

1 INTRODUÇÃO

Em 1844, esboçou-se a primeira política industrial brasileira, quando foram elevadas as tarifas alfandegárias para a média de 30%, fato que provocou protestos de várias nações europeias. A medida propiciou um estímulo à industrialização, especialmente para o ramo têxtil, que foi o pioneiro desse processo. Contudo, o processo da industrialização não se deu de imediato; ele foi lento, podendo ser considerado o período de 1844 até 1913 como fase de implantação da indústria no Brasil.

Em 1864, o Brasil já tinha uma razoável cultura algodoeira, matéria-prima básica da indústria têxtil, mão de obra abundante e um mercado consumidor em crescimento. Nas décadas seguintes, houve uma aceleração do processo de industrialização e, às vésperas da I Guerra Mundial, existiam 200 fábricas, que empregavam 78.000 pessoas.

A indústria têxtil brasileira, que tem quase 200 anos de história, é especialista em moda praia, confecção de jeans e artigos domésticos. Atualmente alcançou autossuficiência na produção de algodão, fabricando cerca de 9 bilhões de peças feitas com o insumo por ano, sendo dessas, 5 bilhões na área de vestuário.

Considerado como o segundo maior empregador da indústria de transformação, a indústria do vestuário situa-se como mantenedora de grande escala produtiva. De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT, 2013), o Brasil tem o quarto maior parque produtivo de confecção do mundo e quinto maior produtor têxtil.

Com o avanço da tecnologia a uma velocidade cada vez mais rápida, o mercado trilha caminhos por contínuas mudanças, devido à grande competitividade entre as empresas. Com o objetivo de garantir a sobrevivência no mercado atual, as organizações estão investindo em projetos que dê suporte a metodologia de melhoria contínua a fim de reagir de forma mais ágil aos estímulos internos ou externos, sofrido pelas empresas.

Visando a redução dos custos e acompanhamento da inovação, muitas ferramentas e metodologias vêm sendo implantadas com a intenção de garantir que os processos e atividades atinjam cada vez mais resultados melhores.

1.1 Tema

Para a obtenção de lucros cada vez maiores, as empresas buscam constantemente redução de custos, sem afetar a qualidade dos seus produtos ou serviços, sendo o alcance deste objetivo um fator decisivo para a sobrevivência da empresa diante do mercado competitivo. Em processos de manufatura, a busca por ganho de produtividade está diretamente ligada ao tempo de máquina ativa e capacidade de variação do mix de produtos alinhado com a demanda de mercado, sendo assim, extremamente necessário a redução de paradas de máquinas, bem como, *Setups* para troca de modelos de produtos.

1.2 Problematização e justificativa

Não é novidade que a decretação do estado de pandemia desde o início do mês de março de 2020 tem sido o assunto mais comentado em todos os países, seja em revistas, jornais, programas de tv e rádio, mídias sociais e outros meios de comunicação. Se pudessemos dar um status ao mês de março poderíamos denominá-lo o período em que o mundo parou, sem data para retorno.

E essa “parada” tem produzido efeitos imediatos na economia e suas consequências são sentidas em diversos setores. Seus desdobramentos impactaram sobremaneira a indústria da moda, que é um setor que movimenta não só a economia do Brasil como de muitos outros países. Visto que uma das medidas para conter a pandemia foi o isolamento social, inevitavelmente houve o fechamento de atividades consideradas não essenciais, bem como o cancelamento de diversos eventos atrelados ao setor, como por exemplo as famosas semanas de moda.

Nesse contexto de pós pandemia e resseção produtiva mundial as indústrias têxteis do Brasil passaram a ganhar mercado, visto que a importação de tecidos de países como China e Índia deixaram de entrar no mercado interno, favorecendo a comercialização dos estoques parados em empresas brasileiras.

O desenvolvimento do trabalho em questão terá como base um estudo de caso em uma das unidades fabris de uma empresa têxtil multinacional de grande porte, que se destaca no cenário mundial como maior produtor de tecidos *Denim* da

América Latina. A unidade fabril está situada no município de Maracanaú, foi construída na década de 60, com área de 390.000 m², onde trabalham aproximadamente 3 mil funcionários, tendo capacidade produtiva de 8,5 milhões de metros de tecidos por mês. A empresa recicla mais de 7 mil toneladas/ano de algodão que gera uma economia de 83 milhões de litros de água por ano, sendo pioneira no processo de confecção de Denim 100% reciclado.

Dentre as características da indústria, destaca-se que possui como atividade, a produção de tecidos planos de Denim (Jeans) e Denim Color (Brim). Quanto ao funcionamento, a empresa trabalha em regime de 24 horas por dia, funcionando nos três turnos (matutino, vespertino e noturno), de segunda a segunda-feira, sem interrupção de trabalho.

Quanto às atividades de produção da empresa, as máquinas utilizadas são, em sua maioria, importadas, onde estas são cruciais para os processos de transformação física e o de gestão da qualidade dos produtos. A qualidade dos tecidos fabricados depende, também, da matéria-prima utilizada. Atualmente a empresa compra algodão de vários estados brasileiros, bem como, importa algodão dos Estados Unidos.

Quanto à mão de obra envolvida no Setup de máquina de tecelagem, somam-se mais de 10 funcionários divididos nos horários matutino e vespertino.

Portanto, com o objetivo de prestar serviços com qualidade, menores custos e maior flexibilidade de mix de produtos, as empresas vêm buscando eliminar as suas perdas e diminuir o gasto exagerado de seus recursos. Logo, este estudo tem como objetivo realizar análises no processo de tecelagem, aplicando conceitos e ferramentas do *Lean Manufacturing* implementando melhorias no processo de *Setup*, a fim de atingir um menor tempo de execução do trabalho e, ao mesmo tempo, melhorar a qualidade ergonômica do trabalho dos funcionários.

1.3 Hipóteses

Obtém-se, por meio deste estudo, as seguintes hipóteses que podem ser alcançadas: (i) Conhecimento do processo de tecelagem de tecidos planos; (ii) Otimização do processo de Setup de máquina na tecelagem; (iii) Ganho de produtividade; (iv) Contribuir para ganho ergonômico no trabalho de manutenção de teares; (v) Contribuir para que a indústria em estudo alcance melhores resultados financeiros.

1.4 Objetivos

Para uma melhor condução do trabalho, serão apresentados a seguir os objetivos geral e específicos.

1.4.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo principal mensurar a redução do tempo no processo de *Setup* de troca de artigo do Setor de Tecelagem em uma Indústria Têxtil de grande porte no município de Maracanaú, contribuindo para redução da perda financeira por indisponibilidade de máquina, tendo como balizador os fundamentos, conceitos e ferramentas da produção enxuta, servindo como alicerce à gestão de tempo, custos e qualidade.

1.4.2 Objetivos específicos

- ✓ Estudar conceitos referentes ao sistema de produção enxuta;
- ✓ Aplicar ferramentas e conceitos da produção enxuta;
- ✓ Propor melhorias no processo de Tecelagem;
- ✓ Propor melhorias no processo de manutenção mecânica de Teares;
- ✓ Propor melhorias para o fluxo de controle de entregas, utilizando o mapeamento do fluxo de valor.

2 REFERENCIAL BIOGRÁFICO

O capítulo a seguir consiste no desenvolvimento do referencial teórico e bibliográfico da pesquisa realizada neste trabalho, utilizando como base conceitos e metodologias da filosofia da produção enxuta, evidenciando a importância da utilização de ferramentas *LEAN* escolhidas para o caso estudado, voltadas para otimização de processo na indústria têxtil.

2.1 Lean Manufacturing

Após o fim da Segunda Grande Guerra Mundial, o Japão passava por momentos de crise econômica, tornando impossível a compra das tecnologias de produção do ocidente que, ao contrário, encontrava-se em ascensão econômica, refletindo nas atividades das empresas por todo o país (WOMACK; JONES; DANIEL, 1992).

A partir de então, conforme Dennis (2008), surge o Lean, denominação dada ao Sistema de Produção Toyota, desenvolvido a partir de uma crise de produção que acontecia na fábrica de automóveis da Toyota Motor Company, como consequência da situação do País naquele momento.

Com o intuito de superar os problemas por que a empresa passava, em 1950 o engenheiro japonês, Eiji Toyoda, foi até a fábrica Rouge, da Ford, localizada nos Estados Unidos, considerado o maior e mais eficiente complexo fabril do mundo à época, e estudou cada parte da fábrica, buscando aprender sobre as técnicas e o funcionamento do sistema de produção em massa. De volta ao Japão, Eiji Toyoda e Taichi Ohno, diretor da Toyota Motor Company, perceberam que a produção em massa jamais funcionaria na Toyota, visto que o Japão passava por momentos difíceis na economia, impossibilitando grandes investimentos em tecnologias ocidentais recentes, de forma a possibilitar uma equiparação com as fábricas americanas. Além disso, o mercado interno japonês era diferente do mercado americano, já que o Japão demandava uma grande variedade de veículos (DENNIS, 2008), com exigência de desempenho, qualidade e custo baixo.

Para a solução dos problemas da empresa, o então presidente Kiichiro Toyoda propôs demitir um quarto do seu quadro de funcionários, gerando

imediatamente uma grande revolta por parte dos trabalhadores. Depois de demoradas negociações com o sindicato, chegaram a um acordo que se consagrou nas indústrias automobilísticas japonesas como a fórmula das relações trabalhistas. A Toyota demitiu um quarto dos seus colaboradores, conforme proposto por Kiichiro Toyoda, mas este precisou renunciar ao cargo de presidente, e os empregados que continuaram tiveram duas garantias. A primeira foi o emprego vitalício; a segunda, aumento nos salários de acordo com o tempo de serviço e vinculado à lucratividade da empresa, por pagamento de bônus.

Desta forma, além da ênfase que passou a existir em treinamento e qualificação para a geração de melhorias em relação à qualidade e produtividade, foi criado um vínculo bastante forte entre os colaboradores membros da comunidade Toyota e a empresa. Assim, foi criada a base de um contrato de emprego inovadora para a época, criando assim o requisito mais importante para uma produção *lean*: o comprometimento do elemento humano. Nesse cenário, Taichi Ohno, buscando um maior desenvolvimento da filosofia enxuta e aplicabilidade de seus conceitos, procurou criar ferramentas e técnicas voltadas à resolução de problemas da empresa (DENNIS, 2008).

2.1.1 Filosofia Lean

Dennis (2008) inicia o capítulo 9, do livro *Produção Lean Simplificada*, com a seguinte afirmação: “A intensidade é a alma da produção *lean* e os membros de equipe são seu coração”. Assim, ele afirma a importância do Setor de Recursos Humanos para o sucesso do sistema *lean* de produção que, apesar de ser periférico em algumas empresas, na *Toyota* é considerado o setor mais importante da empresa, sendo responsável pela saúde e segurança dos seus colaboradores, gerenciando o treinamento e a conservação da cultura organizacional da empresa.

A filosofia *Lean* está além de qualquer tecnologia, impactando diretamente no comportamento atual da empresa, devendo estar presente em todos os níveis hierárquicos da organização. Este fato é fundamental para a boa comunicação entre os executivos e os demais funcionários, possibilitando a eliminação de barreiras

entre os níveis e setores da empresa. Na cultura *Lean*, a gestão dos processos é algo corriqueiro e disseminado entre os funcionários de diferentes níveis, com uso intenso da metodologia PDCA (*Plan, Do, Check, Action*), facilitando desde as melhorias do dia a dia, passando pela solução de problemas, até atuando no planejamento estratégico da empresa (DENNIS, 2008).

O Gerenciamento Visual é uma das ferramentas *Lean* mais importante, que serve como apoio à liderança em sua missão de comunicação aberta, permitindo a todos saberem com está o andamento dos processos e dos resultados da empresa, facilitando na detecção de não conformidades e o trabalho em equipe.

Como exemplo, observa-se o quadro abaixo, no qual o gerenciamento visual é utilizado como apoio à operacionalização de um determinado plano de ação.

Figura 1 – Exemplo de um Quadro de Tarefas

Item	A Fazer	Fazendo	Feito
<p>Cadastro de Usuários</p>	<p>Validar campos obrigatórios</p> <p>Validar CPF</p> <p>Validar confirmação da senha</p> <p>nascimento (> 1900) e (< hoje)</p> <p>Incluir - Ok</p> <p>Captcha</p> <p>Alterar - Ok</p> <p>Deleção - Ok</p> <p>Validar consulta por Ordem Alfabética</p> <p>Montar tabela de B.D.</p> <p>Usuário só é ativo com concordo selecionado</p>	<p>Campos obrigatórios: Nome, e-mail e senha</p> <p>Montar Tela</p> <p>Montar Controlador</p>	<p>Montar Model</p>

Fonte: Adaptado do site www.blogdoabu.blogspot.com.br em 27/03/2021

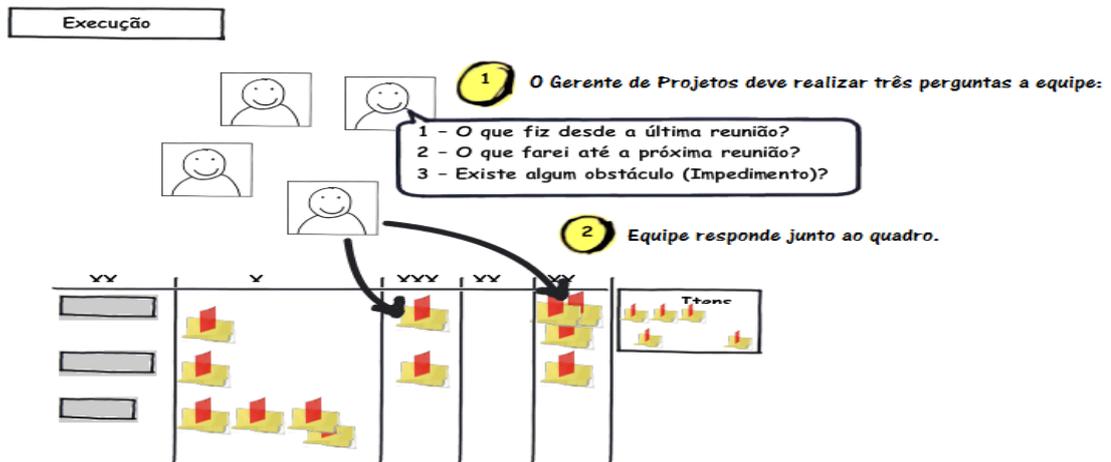
Com a utilização desse quadro, o gerente pode acompanhar melhor o andamento das ações e, desta forma, assegurar que as metas propostas serão alcançadas.

E a partir do uso desse quadro, o gerente programa reuniões periódicas junto a sua equipe de trabalho, na qual, cada um apresenta junto ao quadro como está o andamento de suas tarefas ou atividades. Nessa apresentação, o responsável por cada tarefa mostra o que já foi concluído, o que está em andamento e, por fim, se existe alguma restrição ou impedimento para a execução de alguma atividade. Caso haja algum impedimento, o gerente junto com a equipe busca uma solução para tal

problema. Com isso, facilita o gerenciamento da equipe e de possíveis conflitos na execução das atividades.

Na figura 2, pode-se ter um melhor entendimento da situação acima citada.

Figura 02 - Exemplo de execução do acompanhamento do Quadro de Tarefas



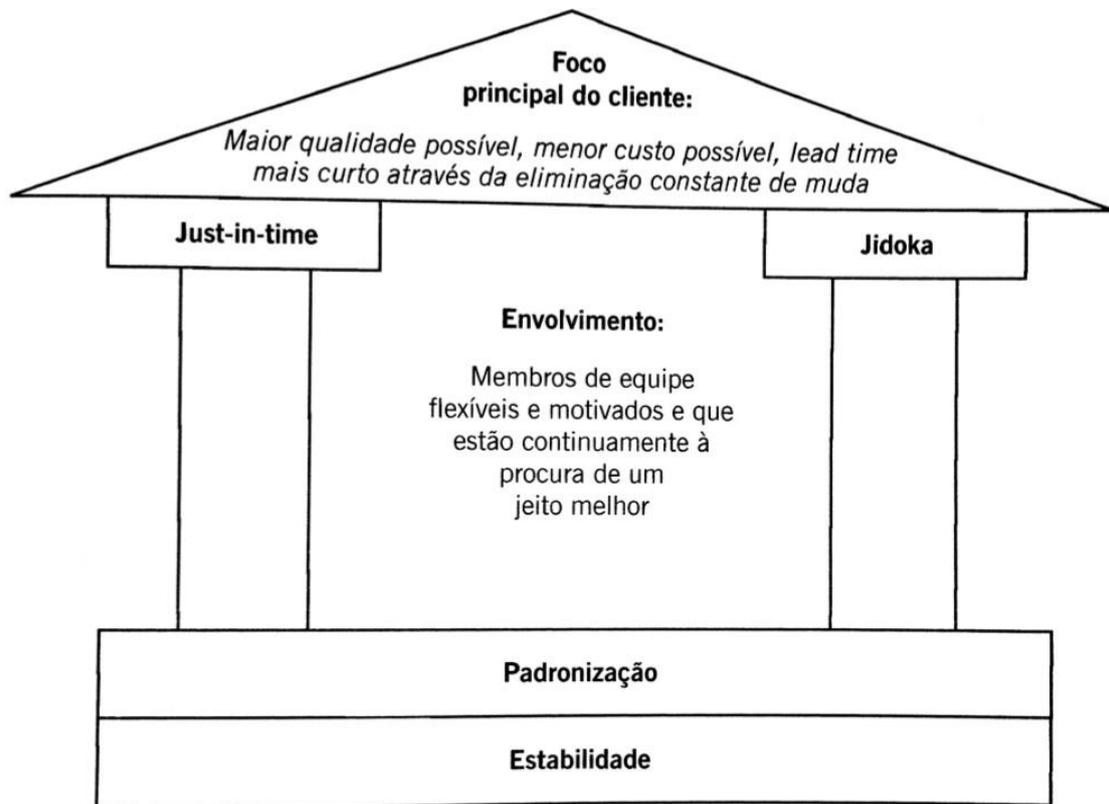
Fonte: Adaptado do site www.blogdoabu.blogspot.com.br em 27/03/2021

2.1.2 Sistema Lean de produção

Também conhecida como Sistema *Toyota* de Produção, a produção *lean* significa fazer mais com menos tempo, usando poucos recursos e, ainda, atender as expectativas dos clientes. Em épocas passadas, as próprias empresas determinavam o seu preço de acordo com o lucro que desejassem obter. Atualmente, o cálculo para definição do preço já não é mais o mesmo, visto que o consumidor tem uma grande variedade de escolha e poder de barganha, exigindo das empresas a capacidade de reduzir custos operacionais e melhorar continuamente a sua qualidade, realizando menor tempo de entrega e agregando diferenciais capazes de atender as necessidades dos clientes (DENNIS, 2008). Desta forma, o lucro passa a ser consequência de custos operacionais baixos e/ou preços maiores que serão aceitos pelo mercado em função do nível de agregação de valor proporcionado pela empresa.

Na figura abaixo, o autor mostra a Casa de Produção *Lean*:

Figura 03 - Imagem básica da produção *Lean*



Fonte: DENNIS (2008)

Para um melhor entendimento da imagem acima, de acordo com Dennis (2008), o Sistema *Lean* tem como base a padronização e estabilidade das atividades e processos da empresa. O *just-in-time* e o *Jidoka* são os pilares de sustentação e o seu telhado, que representa a meta do sistema: o atendimento da necessidade dos clientes. O coração do sistema é o comprometimento e motivação dos funcionários, conduzindo-os a uma incessante busca de melhoria para o processo.

2.1.2.1 Pilares de sustentação Lean

O *Just-In-Time* estabelece que, em um determinado processo ou atividade produtiva, todas as informações e recursos devem ser planejados e utilizados exatamente no momento e quantidade determinados, para que não gere estoques intermediários durante o processo, que deve ser puxado pelo cliente. O segundo pilar do sistema lean de produção, *Jidoka*, é definido pela *Toyota* como “automação com uma mente humana”, que se trata de máquinas e trabalhadores inteligentes capazes de identificar erros na produção e estabelecer decisões para que não ocorra a produção de produtos defeituosos. Com este intuito, pode-se atuar em máquinas, quando são criados os *Poka-yokes*, que são os dispositivos antifalhas, ou pode aparecer nos trabalhadores, quando cada operador se torna o gestor do seu processo, realizando a inspeção de qualidade no próprio posto de trabalho, eliminando a necessidade de um local de inspeção de qualidade no final da linha de produção (DENNIS, 2008).

2.1.2.2 A base do sistema Lean

Um dos principais elementos da base do sistema *lean* é a padronização que, de acordo com Dennis (2008), tem como foco central o *kaizen*, ou popularmente conhecido como melhoria contínua. De forma errônea, muitas empresas utilizam o trabalho padronizado como uma forma de engessar os seus processos; entretanto, para o *lean*, o processo não deve ser visto como um método utilizado para impor aos funcionários uma forma rígida para realização das atividades, conforme a gerência determina, e sim como uma maneira de desenvolver, confirmar e verificar oportunidades de melhoria no processo. Na produção enxuta acredita-se que ninguém conhece mais do processo do que o próprio colaborador que executa a atividade. Por este motivo, a padronização é concebida por meio do conhecimento do operador em conjunto com as pessoas responsáveis pela supervisão (supervisores) ou com as que tenham conhecimento técnico (engenheiros).

Ainda segundo o mesmo autor, o segundo item da base do sistema *lean*, a estabilidade, tem início com o gerenciamento visual e o 5S. Enquanto o primeiro dá

suporte à padronização, a gestão visual possibilita uma transparência no processo e um fácil entendimento de todos os colaboradores da situação da empresa. A estabilidade deve ser realizada tanto no método quanto nas pessoas, máquinas e materiais, pois todos esses elementos estão ligados entre si de forma sistemática.

Exemplificando, com o uso do 5S, máquinas e materiais que estão em desuso no processo devem ser descartados e reciclados de forma ponderada, garantindo a empresa um ganho de espaço físico. Em seguida, o layout deve ser analisado para acabar com os desperdícios relacionados ao transporte e movimentação desnecessários de operadores, possibilitando que o fluxo do processo produtivo aconteça de forma que não produza mais desperdícios. Lembrando sempre que o ambiente de trabalho deve estar sempre limpo, de acordo com o senso de limpeza do 5S.

Ao final do processo de limpeza, descarte e organização do ambiente, devem ser elaborados padrões para essas três atividades, de maneira que facilite a detecção de não conformidades referentes aos padrões. E por fim, as pessoas devem ser constantemente treinadas para que tenham o devido entendimento da importância da estabilidade, como meio de manter o sistema funcionando.

2.1.2.3 O envolvimento

Dennis (2008) afirma que o envolvimento de membros da equipe é fator principal para o desempenho da produção *lean*, visto que o que faz o sistema *lean* de produção funcionar não é a tecnologia, e sim a motivação das pessoas que ali trabalham. Os líderes (supervisores e gerentes) são os principais responsáveis pela manutenção do envolvimento dos colaboradores, o que deve ser feito desde o início da implantação do *Lean*.

Para evitar uma possível desmotivação, os funcionários são estimulados a fornecer sugestões de melhorias através da criação dos “kaizens”, que são grupos formados com o objetivo de solucionar um determinado problema ou até mesmo procurar melhorias nos processos, sendo para tanto necessários treinamentos sobre

a técnica e sobre algumas ferramentas que auxiliem na atividade. E, a partir de então, criar indicadores de participação dos colaboradores.

2.1.2.4 Foco total no cliente

Para Dennis (2008), a principal meta para o sistema *lean* de produção é fornecer com maior qualidade e no menor custo possível, disponibilizando para o cliente dentro do prazo acordado. Isso só é possível através da constante eliminação de desperdícios durante o processo.

Com o passar do tempo, as exigências do cliente podem apontar outros aspectos, relacionados a produtos que proponham mais segurança e preocupação com o meio ambiente. Como a filosofia *Lean* foca no cliente, e é em sua perspectiva que o sistema determina o que de fato agrega valor ou não agrega, deve haver flexibilidade suficiente para promover as mudanças necessárias, sempre que houver necessidade.

Shook e Rother (2003) asseveram que o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que possibilita reduzir desperdícios com foco total no cliente, através do desenho e análise de todo fluxo do processo, evidenciando suas etapas críticas para então permitir a definição de ações que impactem na redução das mudas, ou perdas, agregando valor ao cliente final. Esta ferramenta será detalhada mais a frente neste trabalho.

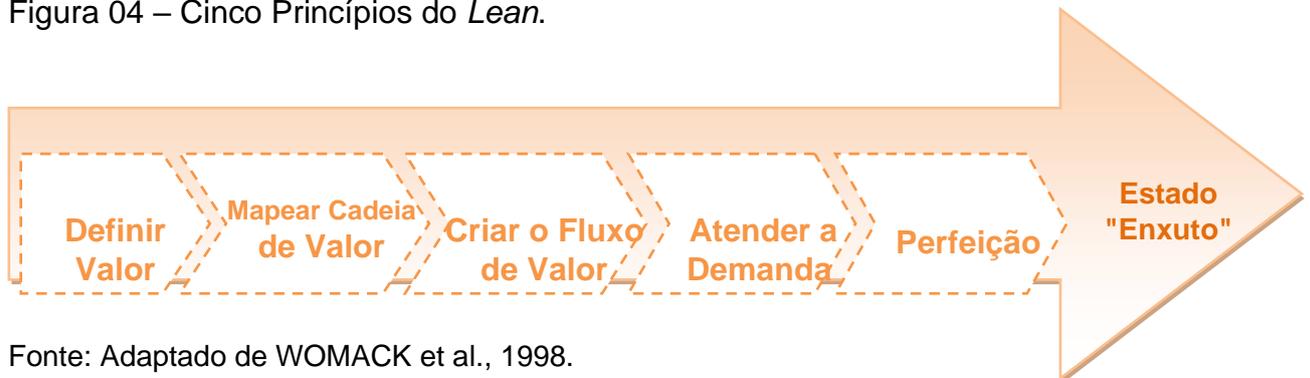
2.1.3 Tipos de perdas e os princípios enxutos

Ohno (1997) define os desperdícios do processo, também conhecidos na literatura japonesa como *muda*, como etapas da produção que não agregam valor ao produto e ao cliente final, dividindo essas perdas como superprodução, espera, transporte, processos inadequados, estoque, movimentação desnecessária e defeitos.

Porém, de acordo com Womack (1998), a prática dos princípios enxutos aos processos de um sistema de produção irá acarretar o que os autores chamam de estado "enxuto", que é uma consequência da extinção de todas as perdas dos processos e atividades das empresas, possibilitando-as produzir com o uso de

apenas uma pequena parcela de custos totais de materiais, tempo e esforço humano. Os princípios enxutos podem ser sequenciados como:

Figura 04 – Cinco Princípios do *Lean*.



Fonte: Adaptado de WOMACK et al., 1998.

➤ **Definir Valor:** Diferente do que é praticado normalmente, na produção enxuta quem define o valor é o cliente, e não atender a essa expectativa de valor significa uma perda. Portanto, implica a especificação de características de um determinado produto de forma a possibilitar o atendimento as necessidades de um cliente final em um determinado momento e preço (WOMACK, 1998).

➤ **Cadeia de Valor:** A identificação da cadeia de valor do produto compreende a definição do conjunto de atividades que fazem parte da criação e da fabricação de um determinado produto (WOMACK, 1998), e que são fundamentais para agregar as características definidas na etapa anterior. Estabelece-se o fluxo desde a entrada da matéria prima até a expedição do produto acabado, identificando e procurando minimizar os desperdícios existentes através da classificação das atividades entre as que agregam valor e as que não agregam.

➤ **Fluxo de Valor:** Depois da exclusão dos desperdícios, deve-se fazer com que o valor da produção flua de acordo com o processo e sem interrupções. Será essa etapa que dará a empresa uma vantagem competitiva, pois a mesma passará a atender a demanda do cliente de forma mais ágil. Apesar do alcance do fluxo ideal não ser um trabalho fácil, reveste-se de grande importância pelos ganhos práticos que podem ser proporcionados às empresas (WOMACK, 1998)

➤ **Produção Puxada:** Esse princípio vem depois do atendimento dos princípios de valor, cadeia de valor e fluxo. Consiste na capacidade da empresa em realizar sua

programação da produção de acordo com a demanda do cliente, ou seja, produzir o que o cliente deseja e no tempo determinado por ele (WOMACK, 1998)

➤ **Perfeição:** A medida que os princípios anteriores começarem a ser disseminados e implantados nas empresas, enxerga-se uma melhoria contínua em um ciclo infinito, disponibilizando um produto que atenda cada vez mais as necessidades do cliente (WOMACK, 1998).

2.1.4 Ferramentas do Lean

O TPM (*Total Productive Maintenance* ou Manutenção Produtiva Total): é um sistema desenvolvido no Japão a fim de eliminar perdas, reduzir paradas, garantir a qualidade e diminuir custos nas empresas com processos contínuos. A sigla TPM foi registrada pelo JIPM ("Instituto Japonês de Manutenção de Planta"). A letra "T", de "Total", significa o envolvimento de todos os empregados. O propósito do TPM é atingir o menor número possível de acidentes, defeitos e avarias.

Iniciou-se no Japão na década de 70, em uma das integrantes do Grupo Toyota, a Nippon Denso KK, mas chegou ao Brasil somente em 1986.

O TPM objetiva eficácia da empresa através de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzidos nos equipamentos. Também prepara e desenvolve pessoas e organizações aptas para conduzir as fábricas do futuro, dotadas de automação. Se as pessoas forem desenvolvidas e treinadas, é possível promover as modificações nas máquinas e nos equipamentos.

Os operadores passam a executar tarefas mais simples, que antes eram executadas pelo pessoal de manutenção tais como lubrificação, limpeza de gaxetas, medição de vibração e temperatura, troca de lâmpadas, sintonia em controladores, limpeza e troca de filtros, substituição de instrumentos, dentre outros, permanecendo a manutenção com as tarefas de maior complexidade.

Em resumo, é verdadeiro afirmar que a pessoa que mais conhece o equipamento e tem condições de afirmar quando bem treinado, onde exatamente está o problema do equipamento é o operador. Este conhecimento e a autonomia fazem com que o rendimento da máquina e a eficiência da linha sejam muito maiores. (Nascif e Kardec, 2009)

O 5S, de acordo com MARSHALL (2005), nasceu no Japão, no final da década de 1960, como parte do esforço empreendido para reconstruir o país derrotado pós-guerra. Contribuiu, em conjunto com outros métodos e técnicas, para o reconhecimento da poderosa inscrição *made in Japan*.

No Brasil, o movimento chegou formalmente, em 1991, através dos trabalhos pioneiros da Fundação Christiano Ottoni, liderada pelo Professor Vicente Falconi. Segundo MARSHALL (2005), existem, atualmente, diversas versões e contribuições à filosofia original, mediante o acréscimo de outros S e interpretações diversas, que, porém, mantêm a coerência com os princípios básicos.

O método demonstrou ser tão eficaz enquanto reorganizador das empresas e da própria economia japonesa que, até hoje, é considerado o principal instrumento de gestão da qualidade e produtividade utilizado naquele país.

As empresas com o objetivo da busca de melhoria da qualidade de vida no trabalho criaram no programa 5S uma base para o desenvolvimento dessa qualidade. Não só os aspectos de qualidade e produtividade devem ser delegados aos funcionários, o mesmo deve ocorrer com relação à organização da área de trabalho, gerando descarte dos itens sem utilidade, liberação de espaço, padrões de arrumação, facilitando ao próprio funcionário saber o que está certo e o que está errado, manutenção da arrumação, limpeza, áreas isentas de pó, condições padronizadas que clareiam a mente do funcionário e a disciplina necessária para realizar um bom trabalho, em equipe, dia após dia (BARRETO, 1999).

O método mostra o caminho prático é a implantação dos 5S, cinco passos integrados, conforme mostra a tabela 01, que buscam fortalecer 5 Sensos, formando um todo único e simples que nos ajudam a encarar o ambiente de trabalho de uma maneira totalmente nova.

Tabela 01 – 5 sentidos da ferramenta 5s.

EM JAPONÊS	TRADUÇÃO
Seiri	Senso de Arrumação
Seiton	Senso de Ordenação
Seiso	Senso de Limpeza
Seiketsu	Senso de Asseio
Shitsuke	Senso de Autodisciplina

Fonte: O autor.

2.1.5 Outras Ferramentas

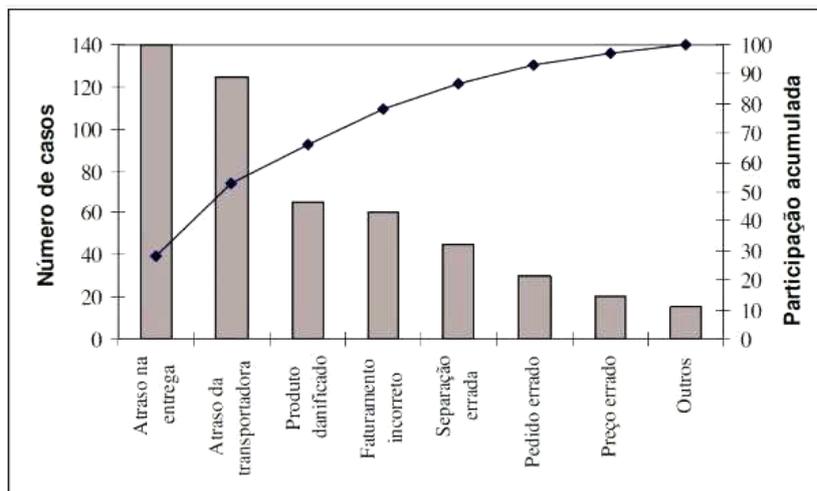
2.1.5.1 Diagrama de Pareto

Segundo Slack (2002), o diagrama de Pareto é uma técnica de melhoria contínua que tem por objetivo priorizar os problemas ou as causas dos problemas, ou seja, distinguir claramente o que é mais importante do que é menos importante. É uma técnica direta e pode ser usada para destacar áreas ou problemas que podem necessitar de investigações adicionais.

Segundo Campos (2004), o diagrama é composto por um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências em ordem decrescente, e permite a localização de problemas vitais e a eliminação de futuras perdas.

No diagrama de Pareto, cada coluna representa uma causa de um problema em estudo. As colunas são ordenadas de tal forma que a primeira seja a de maior frequência, representando a causa principal do problema, e as causas de menor frequência são dispostas em ordem decrescente ao lado direito. A seguir, a figura 05 demonstra um exemplo de diagrama de Pareto.

Figura 05 – Modelo de Diagrama de Pareto



Fonte: O autor.

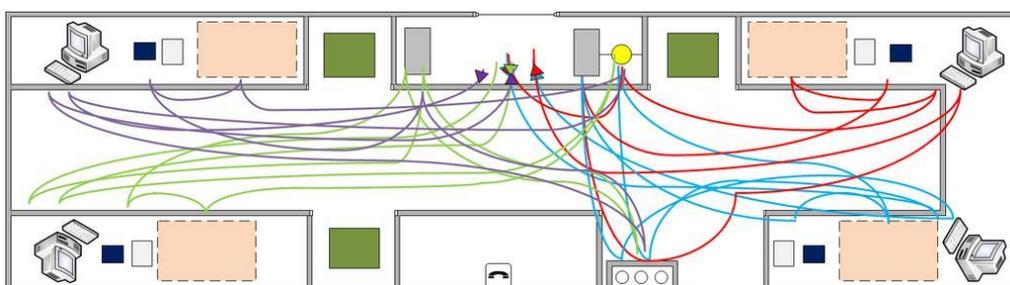
2.1.5.2 Diagrama de Espaguete

Uma das ferramentas que pode auxiliar na identificação de desperdícios é o diagrama espaguete. Segundo Sule (2008), esse diagrama é usado para exibir ou esboçar o processo de movimentação existente e, em seguida, observar quaisquer melhorias possíveis no fluxo envolvido. O diagrama é feito através do traçado de linhas ligando um ponto a outro e, por meio desse, pode-se rastrear o caminho de movimento de equipamentos, trabalhadores, materiais, entre outros. Também é possível usar cores diferentes para vários materiais, trabalhadores ou meios técnicos e rastrear o deslocamento em momentos diferentes.

A análise do diagrama permite identificar os comprimentos dos movimentos, número de movimentos, movimentos de sobreposição e cruzamento, e suas características de acordo com a classificação escolhida. Aplicando o resultado do diagrama, pode-se identificar movimentos ineficientes e áreas ineficazes, eliminar o número de funcionários e fazer alterações na organização do trabalho ou no layout do posto de trabalho (SENDERSKÁ et al., 2017). Os movimentos ineficientes são observados quando há a identificação de deslocamentos muito longos, que podem ser reduzidos com a modificação de posição de elementos no canteiro.

A análise do fluxo de materiais, equipamentos e outros, envolve a determinação da sequência mais efetiva de movimentação dos mesmos, através das etapas necessárias dos processos envolvidos e a intensidade ou magnitude desses movimentos. Um fluxo efetivo significa que os materiais se movem progressivamente ao longo do processo, sempre avançando para a conclusão e sem desvios excessivos ou retrocesso (contrafluxo) (MUTHER & HALES, 2015).

Figura 06 – Modelo de Diagrama



Fonte: Site docplayer.com

2.2 Processo de tecelagem

Tecelagem é o ato de tecer, através do entrelaçamento de fios de trama (transversais) com fios de teia (português europeu) ou urdume (português brasileiro) (longitudinais), formando o tecido.

O tecido plano é formado basicamente por fios de ourela (fios que formam bordas do tecido) e fios de fundo (fios que formam o tecido) que se situam entre as ourelas. O tecido plano é obtido pelo entrelaçamento de conjuntos de fios em ângulos retos, ou seja, fios no sentido longitudinal (URDUME) e fios no sentido transversal (TRAMA), realizados por um equipamento chamado tear.

Imagem 01 - Tecelagem plana.



Fonte: O autor.

O tecido plano é o produto final do processo de tecelagem. É classificado de acordo com:

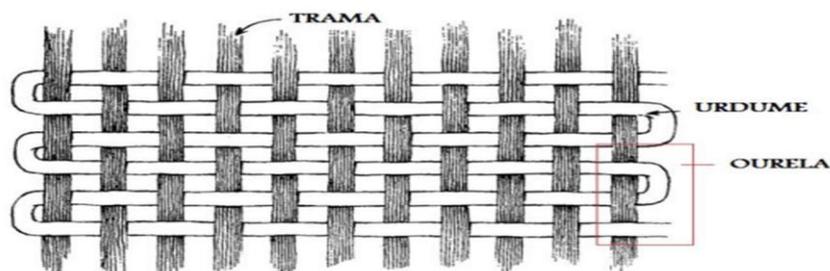
- A matéria-prima empregada (natural, sintética ou mista);
- A forma de entrelaçamento dos fios (tafetá, sarja e cetim);
- O número de fios por centímetro quadrado;
- O peso por metro quadrado.

O tecido plano é obtido pelo entrelaçamento de conjuntos de fios em ângulos retos, ou seja, fios no sentido longitudinal (URDUME) e fios no sentido transversal (TRAMA), realizados por um equipamento chamado tear.

De acordo com a Dupont (1991, p. 5), “os fios no sentido do comprimento são conhecidos como fios de Urdume, enquanto que os fios na direção da largura são conhecidos por fios de trama. As bordas do tecido no comprimento são as ourelas,

que são facilmente visualizadas e tem a função de amarração das extremidades do tecido, que proporcionam, também, melhor estabilidade no processo de acabamento dos tecidos.

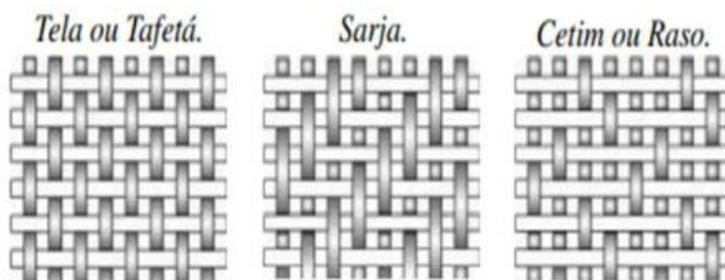
Figura 07 - Fios de Trama, Fios de Urdume e Ourela.



Fonte: Toyota, 2010.

Antes que os fios sejam entrelaçados nos teares, é necessária a realização de operações preliminares de preparação destes fios para sua utilização no processo de tecelagem, tanto para os fios de urdume quanto para os fios de trama, por métodos adequados, tais como, o processo de urdimento e o processo de engomagem oriundos do setor de preparação à tecelagem. O entrelaçamento é o fato de passar uma ou vários fios de urdume por cima ou por baixo de um ou vários fios de trama. O entrelaçamento mais simples entre estas duas direções de fios é a tela ou tafetá. A evolução dos fios de urdume poderá ser feita nas mais diversas formas obtendo-se assim, os mais complicados tipos de ligamentos. Os mais conhecidos são: Tela, Sarja e Setim.

Figura 08 – Tipos de ligamentos.

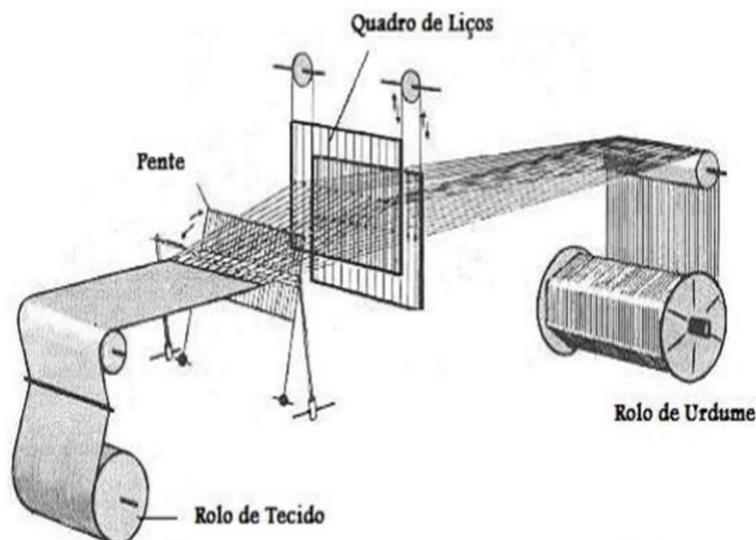


Fonte: Toyota, 2010.

Os tecidos são processados em máquinas chamadas de teares, e os principais componentes de um tear são:

- Rolo de Urdume: contém os fios de urdimento são rolos de fios paralelos;
- Quadros de Liços: o urdimento passa pelo olhal dos liços, que são dispostos em quadros responsáveis pela formação da cala (abertura formada por duas camadas de fios de urdume);
- Pente: depois dos quadros de liços, os fios passam por um pente que determina a largura e a densidade do urdume e é responsável pelo remate da trama. Nos teares de lançadeira servem como guia para inserção da trama.
- Rolo de Tecido: tecido pronto e enrolado.

Figura 09 - Componentes de um Tear

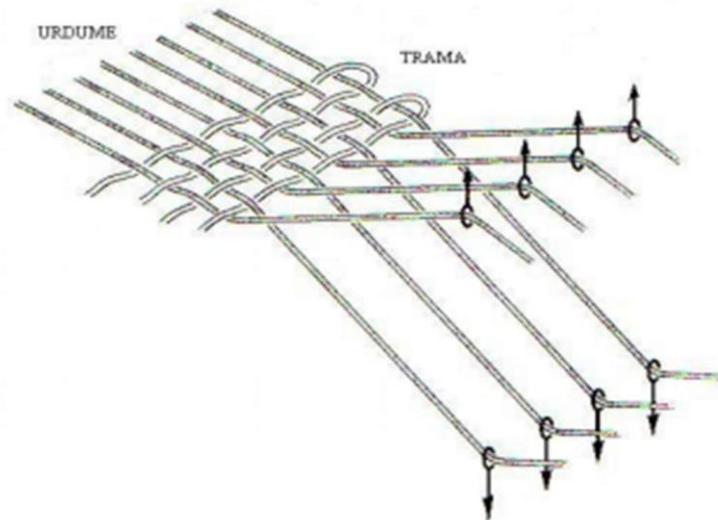


Fonte: Toyota, 2010.

Os movimentos básicos do tear de tecelagem plana são: Abertura de cala, Inserção da trama e Arremate do pente.

- Formação da Cala: a abertura triangular de duas camadas de fios de urdume com auxílio de alavancas e cordéis amarrados aos quadros de liços onde os fios estão inseridos;

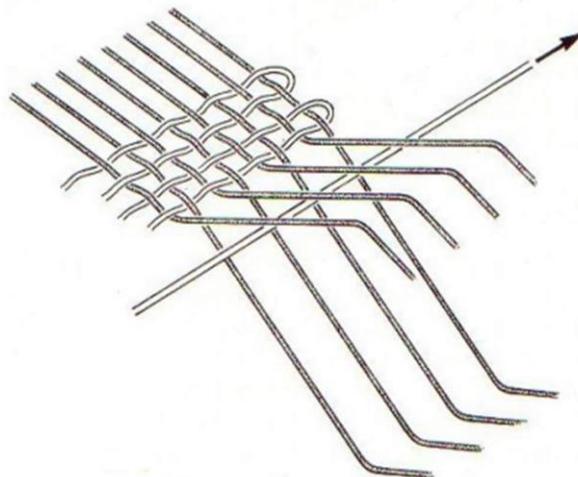
Figura 10 - Formação da cala.



Fonte: Toyota, 2010.

- Inserção da Trama: introdução dos fios de trama por meio de lançadeira, pinças, projétil, jato de ar ou jato d'água.

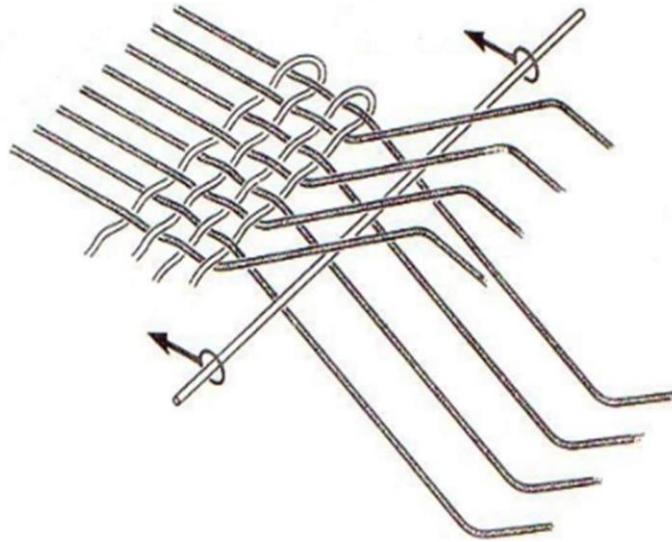
Figura 11 - Inserção de trama.



Fonte: Toyota, 2010.

- Batida ou Arremate do Pente: o pente está preso à frente e se movimenta de traz para frente em sentido horizontal. Quando o pente avança após o fechamento da cala, encosta a última trama inserida, arrematando a inserção feita na proximidade do batente. Posteriormente o pente recua preparando-se para a inserção da trama seguinte.

Figura 12 - Batida ou Arremate do Pente.



Fonte: Toyota, 2010.

3 METODOLOGIA

Segundo Vergara (2007), quanto aos fins, a pesquisa pode ser considerada exploratória, descritiva, explicativa, metodológica, aplicada e intervencionista. Já quanto ao meio de investigação, pode ser categorizada como pesquisa de campo, pesquisa de laboratório, documental, bibliográfica, experimental, participante, pesquisa e estudo de caso.

A pesquisa realizada neste trabalho pode ser classificada, quanto aos fins, como uma pesquisa exploratória, com o intuito de estudar as diversas visões sobre a filosofia *Lean* por meio da consulta a variadas fontes bibliográficas capazes de sustentar a proposição de melhoria para um processo em uma indústria têxtil de grande porte.

Já do ponto de vista aos meios de investigação, este trabalho poderá ser classificado como um estudo de caso, pois conforme Leite (2004), o estudo de caso tem o objetivo de analisar intensamente uma unidade social, podendo ser através de um estudo holístico dos processos de uma empresa.

O mesmo autor ainda afirma que estudos de casos observacionais visam uma análise de alguma parte da organização. Esta afirmação caracteriza este trabalho como um estudo de caso observacional, visto que antes da definição do processo a ser estudado, foi analisado todos os processos da empresa, para a partir de então decidir realizar o estudo com o objetivo de analisar o processo de Setup com o apoio dos conceitos e ferramentas *Lean*.

Para a realização do estudo de caso foi fundamental a observação e estudo do processo a ser estudado, como também a sua execução.

Com isso o trabalho foi elaborado com as seguintes etapas:

- ✓ Entendimento do processo a ser estudado;
- ✓ Aplicação do conceito e ferramentas da produção enxuta;
- ✓ Proposição e execução de melhoria no processo;
- ✓ Acompanhamento de resultados e mensuração de ganho financeiro.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Processo de Setup convencional

A flexibilização da produção ocorre por distintas motivações. As empresas reagem ao padrão de concorrência, mudam as necessidades de flexibilidade e de integração dos sistemas de produção mais dinâmicos e voltam-se para a diferenciação por qualidade e prazo, por rapidez em respostas aos impulsos do mercado e por novas necessidades de consumo. Em processo de tecelagem, a flexibilização de produção surge do Setup, recebendo o nome de troca de artigo na empresa onde o estudo foi realizado.

O Setup na tecelagem se divide em quatro etapas principais como exposto na figura 12.1 a seguir:

Figura 12.1 – Principais etapas do processo de Setup.



Fonte: O autor.

O processo de troca de artigo inicia-se na etapa de confecção do liçamento, onde são passados fio de urdume pelo conjunto que compõe a liçada do tear (banco de lamelas, quadros de liços e pente), onde comumente esse processo é feito de forma manual, podendo demorar de 24 a 32 horas. Após o processo de confecção do liçamento, ocorre a troca do liçamento antigo pelo novo, e posteriormente ocorre a emenda dos fios remetidos aos fios do carretel cheio que irá ser consumido no tecimento.

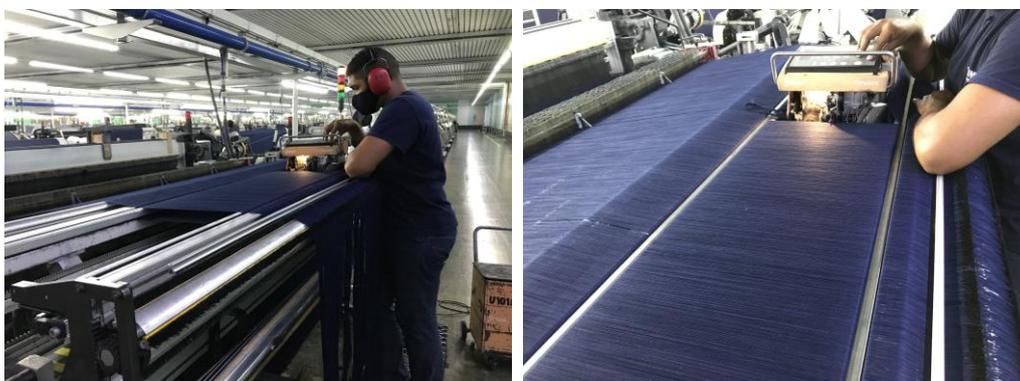
A Imagem 02 evidencia o processo de confecção do liçamento feito de forma manual e a Imagem 03 evidencia o processo de emenda dos fios da liçada, ao qual é chamado de processo de Engrupagem.

Imagem 02 – Confecção de liçamento manual.



Fonte: O autor.

Imagem 03 – Processo de Engrupagem.



Fonte: O autor.

Com a confecção de liçamento feito manualmente a qualidade do processo depende do operador, podendo ocorrer falhas operacionais como:

- Fio duplo: passamento de quantidade diferente de fios de urdume por uma sessão do pente.
- Passamento errado: quebra na sequencia de passamento de fios de urdume.

4.2 Otimização do processo de Setup

4.2.1 Processo de remeteção automática

Para elevar a capacidade de Setups e eliminar erros de procedimento, o primeiro passo que a empresa deu foi a aquisição de uma máquina remetadora automática, que tem capacidade de fazer o passamento de 120 fios de urdume por minuto no liçamento (lamelas, liços e pente), possibilitando confeccionar em média uma liçada a cada 50 minutos.

A remetadora conta com um sistema de câmeras que identificam cada ruptura de fio de urdume e faz uma proposição de correção. A máquina conta com sensores que identificam a inserção de fio duplo, bloqueando o defeito de forma imediata.

A imagem 04 mostra a máquina remetadora em funcionamento confeccionando uma liçada.

Imagem 04 – Máquina remetadora automática.



Fonte: O autor.

Após a confecção da liçada todo o conjunto (banco de lamelas, quadros de liço e pente) fica acoplado ao rolo de urdume em um equipamento de movimentação chamado “carro de liçada” que posteriormente levará todo o conjunto para ser colocado no tear onde o rolo de urdume será consumido no processo de tecelagem, não havendo a necessidade de passar pelo processo de engrupagem até o final do

primeiro rolo. Na imagem 05 é possível ver a liçada pronta para ser utilizada no processo de troca.

Imagem 05 – Liçada completa no Carro de transporte.



Fonte: O autor.

Figura 12.2 – Etapas do processo de Setup com remetadora automática.



Fonte: O autor.

4.3.2 Otimização do Processo de Setup em tear

Com o uso da remetadora automática, o processo preliminar que antecede a troca de artigo (Setup) foi otimizado e possibilitou o aumento da quantidade de trocas, visto que, houve aumento na disponibilidade de liçamentos. Com isso, o processo de engrupagem não se faz necessário, visto que o rolo de urdume está pronto junto com o liçamento estando pronto para ser consumido.

Com isso, a etapa seguinte para a otimização do tempo de *Setup* foi dividida em 3 etapas:

- Etapa 1 - Definição de padrão inicial e medições.
- Etapa 2 – Implantação de melhorias e análise de anomalias.
- Etapa 3 – Monitoramento dos resultados e implantação da gestão da rotina

4.3.3 Definição de padrão inicial e medições.

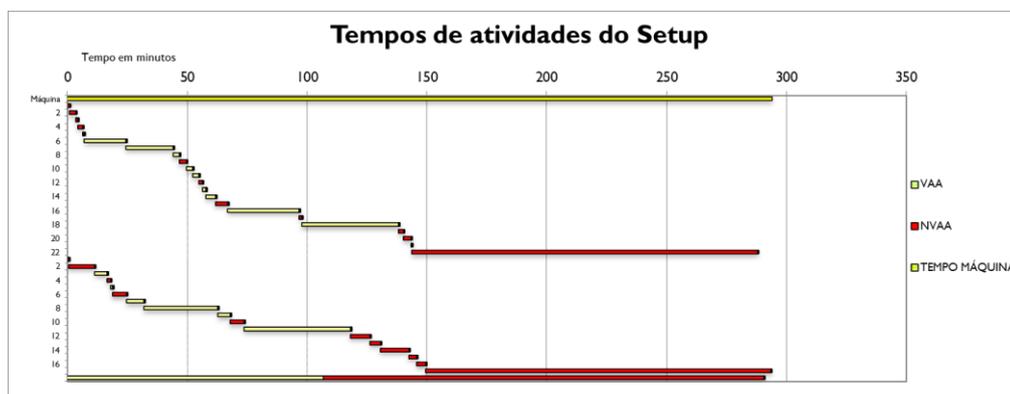
Nesse passo foram feitas medições de tempos de cada atividade presente no Setup, afim de identificar a situação atual com seus GAPs. As medições foram feitas por meio de gravações de vídeos de cada atividade sem edições ou cortes. Na figura 13 é possível visualizar os tempos em que as atividades foram executadas alimentando um banco de dados. A figura 14 abaixo evidencia o sequenciamento de atividades visualizada graficamente com seus respectivos tempos. Os setups, no momento das medições, chegavam a apresentar tempo médio de 322 minutos, onde cada equipe era composta por um mecânico e um auxiliar de mecânico. No total a empresa trabalha com 3 equipes de setup, distribuídas entre os turnos A, B e comercial.

Figura 13 – Medições de tempos (Cronoanálise)

PROCESSO: Tecelagem		DR: Fell	HORA 09:39				PAG: I	
ATIVIDADE Troca de Artigo		UNIDADE	I / E	VAA	NVAA	R	TEMPO MÁQUINA	N / D
OPERADOR: Troca de Artigo		TEMPO						
ETAPA DO PROCESSO	ELEMENTOS	I						
6	Retirar resíduos do tear	5,78	I		5,8	X		N
7	Desmontar liçamento antigo	7,25	I	7,2				N
8	Ajustar excêntrico	30,88	I	30,9				N
9	Alinhar rolo na máquina	5,11	I	5,11				N
10	Colocar varetas entre as lamelas	5,78	E		5,8			D
11	Montar liçada nova	44,41	I	44,41				N
12	Esperar montar tempereiro	8,29	I		8,3			N
13	Esperar tear rodar	4,15	I		4,2			D
14	Juntar liçada antiga e colocar no local destinado	11,92	E		11,9			N
15	Retirar material do carro e colocar nos locais corretos	3,34	E		3,3			N
16	Voltar para máquina	3,61	E		3,6			N
17	Aguardando correção de defeito	144,00	I		144,0			D
Total VAA / NVAA		581,53			107,12	183,65		
% de Fadiga relacionada ao Processo estudado			$\Sigma =$ VAA			290,77		
1,11			$\Sigma =$ NVAA			322,75		

Fonte: O autor.

Figura 14 – Mapeamento e sequenciamento de atividades.



Fonte: O autor.

4.3.4 Implantação de melhorias e análise de anomalias.

4.3.4.1 Implantação de melhorias

As melhorias implantadas no Setup se concentraram nos pontos a seguir:

- Antecipação de atividades externas
- Otimização de movimentações
- Otimização na troca de excêntrico e afinação do tear

Ao executar as medições de tempos das atividades, foram identificadas atividades que poderiam ser feitas em paralelo às outras atividades, com isso, havia um melhor sequenciamento de atividades, que consequentemente refletia-se em redução de tempo perdido. As atividades foram classificadas em atividades Externas quando há possibilidade de ser feita em paralelo ou antecipadamente ao Setup, bem como, as outras atividades foram classificadas em Internas.

As atividades dos mecânicos e dos auxiliares de mecânico foram mapeadas e como isso, foi possível mensurar o ganho de tempo após a aplicação do conceito e execução de atividades de forma paralela ao Setup. A figura 15 mostra as tabelas com as atividades classificadas. Após antecipação das atividades externas houve um ganho de 178 minutos, como é possível verificar nas figuras 16 e 17.

Figura 15 – Classificação de atividades Internas e Externas.

Atividades do Auxiliar Mecânico - Setup		
	Internas	Tempo
1	Cortar fios da liçada anterior	0,89
2	Desmontar liçamento antigo	7,25
3	Ajustar excêntrico	30,88
4	Alinhar rolo na máquina	5,11
5	Montar liçada nova	44,41
		Tempo total: 88,5

Atividades do Mecânico - Setup		
	Internas	Tempo
1	Esperar corte da liçada anterior	0,66
2	Desmontar liçamento antigo	17,27
3	Retirar excêntrico	2,63
4	Limpar tear	2,66
5	Ajustar Largura	19,67
6	Realizar cruzamento do artigo	2,56
7	Passar fio de trama no acumulador	1,41
8	Alinhar rolo na máquina	4,08
9	Montar liçada nova	29,81
10	Afinar tear	40,46
11	Fazer a meada p produção	
12	Esperar análise do supervisor + Assinar ficha checklist	3,51
		Tempo total: 124,72

Externas		
	Tempo	
1	Caminhar para pegar carro de liçada	0,72
2	Pegar liçada da remetedora	10,85
3	Levar liçada para tear	5,13
4	Reunir material próximo a maquina ser feito a troca	1,42
5	Colocar varetas entre as lamelas	5,78
6	Esperar montar tempereiro	8,29
7	Esperar tear rodar	4,15
8	Juntar liçada antiga e colocar no local destinado	11,92
9	Retirar material do carro e colocar nos locais corretos	3,34
10	Voltar para máquina	3,61
		Tempo total: 55,21

Externas		
	Tempo	
1	Solicitar FAT ao PCP	2,87
2	Receber liçada	1
3	Caminhar até tear	2,56
4	Procurar pasta de ficha técnica	0,86
5	Reunir material próximo a maquina ser feito a troca	2,2
6	Esperar tampar a caixa do excêntrico	1,56
7	Colocar varetas nas entre as lamelas	5,09
8	Esperar supervisão colocar senha no tear	1,05
9	Procurar supervisor para liberar máquina	2,07
		Tempo total: 19,26

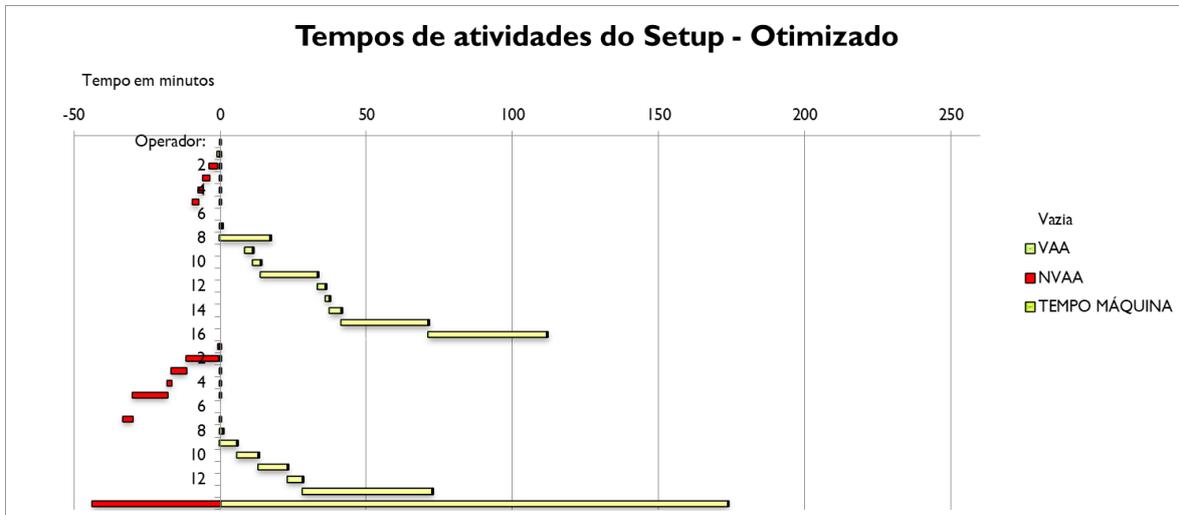
Fonte: O autor.

Figura 16 – Cronoanálise com uso de atividades externas.

PROCESSO: Tecelagem		OR: Fell				09:39		PAG: I	
ATIVIDADE Troca de Artigo - ELIAS/LARMIR		UNIDA	I / E	VAA	NVAA	R	TEMPO MÁQUINA	N / D	
OPERADOR: Troca de Artigo		TEMPO							
ETAPA DO PROCESSO	ELEMENTOS	I							
5	Juntar liçada antiga e colocar no local destinado	-11,92	E		-11,9			N	
6	Ajustar excêntrico	-20,00	E	-20,0				N	
7	Retirar material do carro e colocar nos locais corretos	-3,34	E		-3,3			N	
8	Cortar fios da liçada anterior	0,89	I	0,89				N	
9	Retirar resíduos do tear	5,78	I	5,8				N	
10	Desmontar liçamento antigo	7,25	I	7,25				N	
11	Ajustar excêntrico - (Colocar na máquina)	10,00	I	10,0				N	
12	Alinhar rolo na máquina	5,11	I	5,1				N	
13	Montar liçada nova	44,41	I	44,4				N	
Total VAA / NVAA		129,88		173,65	-43,64				
% de Fadiga relacionada ao Processo estudado			$\Sigma =$ VAA			130,01			
1,11			$\Sigma =$ (VAA			144,31			

Fonte: O autor.

Figura 17 – Mapeamento e sequenciamento de atividades otimizado.



Fonte: O autor.

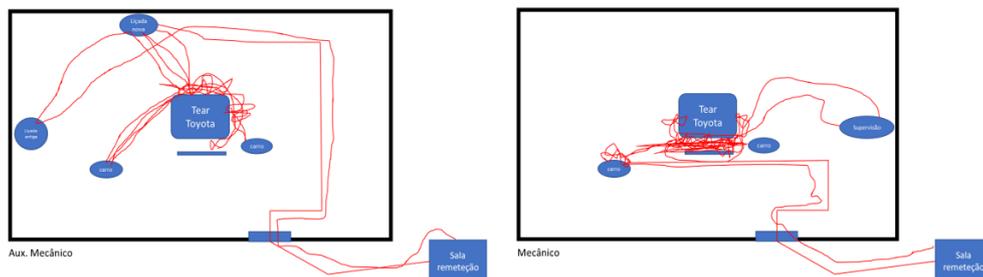
Com o estudo de cronoanálise, observou-se que haviam movimentações desnecessárias que não agregavam valor para as atividades e aumentava o tempo de Setup. Visto isso, foi utilizado a ferramenta Diagrama de Espaguete que possibilita analisar as movimentações e identificar as interrupções nos processos de maneira simples, propiciando a proposição de melhorias que possam aumentar a

produtividade das equipes, promovendo a redução de desperdícios provenientes de movimentações desnecessárias.

A ferramenta Diagrama de Espaguete consiste em um emaranhado de linhas traçadas em um Layout no posto de trabalho. As linhas representam toda trajetória percorrida pelos mecânicos e auxiliares durante a execução de tarefas no Setup. Quanto maior o número de linhas, mais tempo se perde e, logo, menos eficiente é a área estudada. Por meio da redução da distância percorrida pela equipe, tem-se um melhor aproveitamento do tempo gasto entre as diferentes etapas do processo.

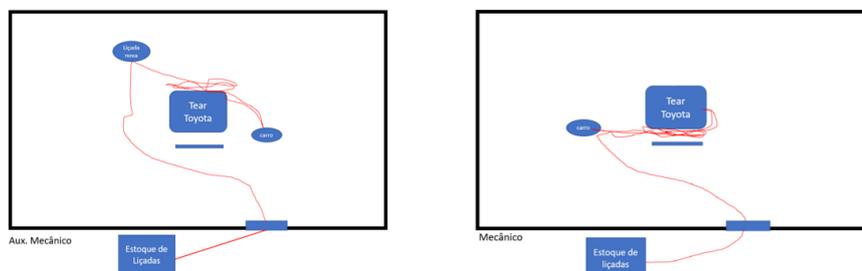
Visto isso, foram feitas melhorias na organização dos materiais de trabalho das equipes, bem como, foram feitos ajustes no sequenciamento das atividades afim de reduzir os movimentos que não agregam valor para o processo. As figuras 18 e 19 mostram os diagramas no modelo inicial e após otimização.

Figura 18 – Diagrama de Espaguete na situação inicial.



Fonte: O autor.

Figura 19 – Diagrama de Espaguete após otimização.



Fonte: O autor.

Após otimização das atividades de movimentação e organização dos postos de trabalho, feitos com uso das ferramentas 5s e Diagrama de Espaguete, foi criado a DR (documento de referência) que especifica cada atividade dos mecânicos e auxiliares.

Figura 20 – Documento de referência do Setup.

Unid. I		Documento de Referência				Nº PADRÃO: DRITEC0000:00	
TROCA DE ARTIGO						ELABORADO: -----	
						REVISADO: -----	
						FOLHA: 1/1	
Etapas	Nº	Elementos de Trabalho:	Tempo (Min)	Balançoamento		Procedimento Correlacionados	
				MEC	AUX		
Setup Externo	1	Caminhar até tear	3	X	X		
	2	Pegar liçada do estoque e levar para tear	3	X	X		
	3	Reunir material próximo a máquina ser feito a troca	3	X	X	ex: Fluxograma do Processo	
Setup Interno	1	Cortar liçada anterior	2	X	X	→ PD	
	2	Desmontar liçamento antigo	15	X	X		
	3	Retirar excêntrico	2	X	X		
	4	Colocar excêntrico PRONTO no tear	15	X	X	→ LUP 0001	
	5	Limpar tear	2	X	X		
	6	Ajustar Largura	27	X	X	→	
	7	Passar fio de trama no acumulador	2	X	X	→	
	8	Alinhar rolo na máquina	2	X	X	→	
	9	Montar liçada nova	15	X	X	→	
	10	Alinhar tear	15	X	X		
	11	Colocar máquina para rodar	15	X	X		
Setup Externo	4	Checklist de inspeção do tecido	4	X	X		
	5	Supervisor para liberar máquina	2	X	X		
	6	5S na máquina	2	X	X		
	7	Passar tecido no enrolador	4	X	X		
	8	Ajustar excêntrico - externo	15	X	X		
	9	Juntar liçada antiga e colocar no local destinado	2	X	X		

Fonte: O autor.

Após realização de um brainstorming para levantamento de possíveis melhorias com toda a equipe de Setup, constatou-se que existem duas atividades inerentes ao Setup de teares que possuem maior tempo de execução, no entanto, podem ser otimizadas, reduzindo 60% dos seus tempos de execuções. A figura 21 mostra o sequenciamento de ideias levantadas com seus tempos e pontos que foram melhorados. As atividades são:

- Troca de excêntricos;
- Afinação do tear (ajustes de parâmetros de Ficha Técnica).

Figura 21 – Brainstorming para levantamento de melhorias.

Atividades	Recm	Est/Flut	Análises										Melhoria	Impactos / Objetivos					
			(VA) Valor Agregado	(EVA) Sem Agregado	(VA) Valor Agregado	(EVA) Sem Agregado	Controle	Monitoramen to	Espora	Comunhar	Eliminar	Combinar		Reduzir / Reorganizar	Empatizar	Ações de melhoria	Precisamos a	Tempo / Custos / Espaço	Quantidade / Retorno
1 Receber liçada	Op 1	E	1														X	X	
2 Troca/ajuste de excêntrico	Op 1	I	40,0												Pacote de excêntrico extra pronto				
3 Caminhar até tear	Op 1	E			2,6					X							X	X	
4 Procurar pasta de ficha técnica	Op 1	E			0,86										Disponibilizar uma pasta p/ equipe de troca artigo			X	X
5 Afinar de tear (FTM)	Op 1	I	40,5												Disponibilizar pendrive para equipe de Setup				
6 Reunir material próximo a máquina ser feito a troca	Op 1	E	2,2																
7 Esperar corte da liçada anterior	Op 1	I		0,7						X					Op. Precisa esperar para iniciar o processo			X	X
8 Desmontar liçamento antigo	Op 1	I	17,3																
9 Ajustar Largura	Op 1	I	19,7																
10 Solicitar FAT ao PCP	Op 1	E			2,9					X		X			A troca só será realizada quando a FAT estiver no tear			X	X

Fonte: O autor.

A redução de tempo na troca de excêntricos, consiste em preparar um conjunto/ pacote de excêntrico pronto para ser colocado no tear. Com a montagem do pacote de excêntrico ocorrendo de forma externa o tempo de preparação (aproximadamente 30 minutos) não ocorre no momento do Setup, reduzindo em 70% o tempo gasto para ajustar os excêntricos no tear.

A imagem 06 mostra o momento em que o conjunto de excêntricos está sendo montado e colocado no tear.

Imagem 06: Montagem de excêntricos.



Fonte: O autor.

Após todo o processo de montagem e regulagem de componentes mecânicos, o tear passa pela atividade de afinação, que consistem no ajuste dos parâmetros de ficha técnica de máquina. Cada tipo de tecido possui uma ficha técnica que garante todas suas características especificadas na engenharia do produto.

As fichas técnicas possuem aproximadamente 300 ajustes que precisam ser parametrizados no momento do Setup, onde essa atividade leva em média 40,5 minutos para ser executada. A parametrização é feita manualmente, acessando as telas de ajustes diretamente no painel da máquina e regulando válvulas pneumáticas.

No momento do brainstorming foi proposto o uso de *pen drive* para otimizar o tempo gasto com a atividade de ajuste de ficha técnica, onde o mecânico coloca a

regulagem que foi salva previamente no *pen drive*, eliminando a necessidade de conferência de parâmetros, possibilitando efetuar a atividade em aproximadamente 8 minutos. A imagem 07 mostra o momento em que a atividade de padronização está sendo executada de forma manual. A imagem 08 evidencia o uso de *pen drive* para regulagem de ficha técnica no tear.

Imagem 07 - Padronização manual de ficha técnica.



Fonte: O autor.

Imagem 08 – Padronização com uso de *pen drive*.



Fonte: O autor.

4.3.4.2 Análise de anomalias

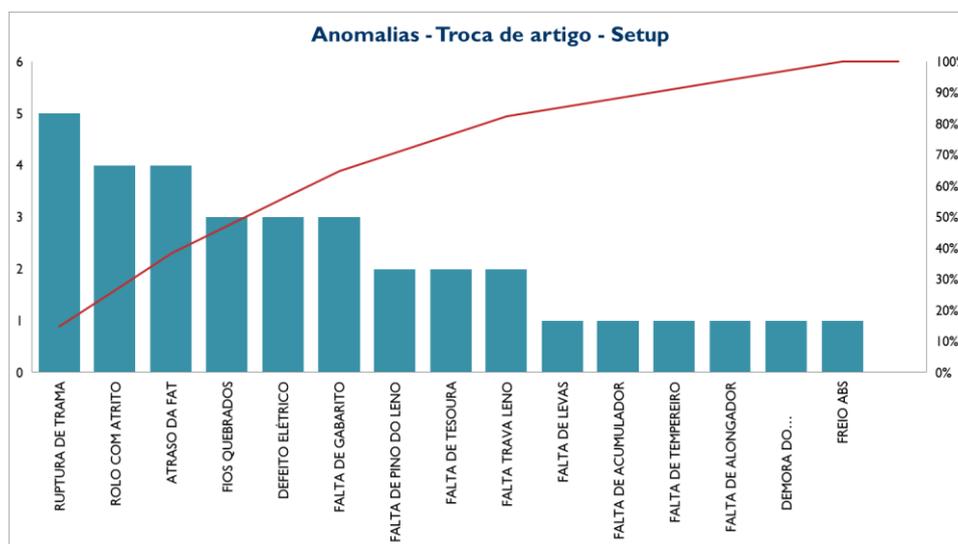
Por meio de folhas de verificação as anomalias apresentadas nos Setup são registradas para posteriormente alimentarem bancos de dados. As anomalias são classificadas em grupos de defeitos e por frequência de ocorrência, com uso de ferramentas de priorização como diagrama de Pareto.

Figura 22 – Folha de verificação para registros de anomalias.

Data	Eq.	Tipo de Tear	Artigo Entra	Artigo Sai	Hora Inic.	Hora F.	Tempo T	Observações	Problema
05/08/2020	2	PICANOL	TRENTINO	MISSY	07:50	12:50	05:00	Varios Fios Quebrados	FIOS QUEBRADOS
18/08/2020	2	TOYOTA	SQUASH	MISSY	07:30	17:10	09:40	Defeito Elétrico	DEFEITO ELÉTRICO
24/08/2020	2	TOYOTA	NEW DANCE	LYA	07:30	17:18	09:48	Rolo subindo ponta	ROLO COM ATRITO
27/08/2020	2	TOYOTA	MARINA	BELLATRIX	07:30	12:30	05:00	Estava faltando uma leva	FALTA DE LEVAS
04/09/2020	1	PICANOL	IAGO	ZAT	06:32	08:28	01:56	segurança aguardando elétrica, tear ficou parado de 8:29h e identificação das varetas de urdume	DEFEITO ELÉTRICO
19/09/2020	1	PICANOL	STEVE	STEVE PLUS	06:55	10:09	03:14		RUPTURA DE TRAMA
02/09/2020	2	TOYOTA	TASMANIA	DONATELA	07:30	12:00	04:30		FIOS QUEBRADOS
03/09/2020	2	TOYOTA	TASMANIA	DONATELA	07:30	12:40	05:10	FOI USADA A FICHA TÉCNICA DO IGOR	DEFEITO ELÉTRICO
08/09/2020	2	TOYOTA	SANDY	CREMER ECO	07:30	12:45	05:15	DEFEITO ELÉTRICO	FALTA DE ACUMULADOR
08/09/2020	2	TOYOTA	SANDY	CREMER ECO	13:50	17:10	03:20	PINO DO ACUMULADOR, A LONGADOR DO	FALTA DE TEMPEREIRO
08/09/2020	2	TOYOTA	SANDY	CREMER ECO	07:30	12:45	05:15	DEFEITO ELÉTRICO	FALTA DE A LONGADOR
11/09/2020	2	PICANOL SUMMUM	NEW HAITI	MISSY	07:30	12:20	04:50	RUPTURA DE TRAMA E ATRASO NA EMISSÃO DE FAT	RUPTURA DE TRAMA
14/09/2020	2	PICANOL SUMMUM	NEW HAITI	MISSY	14:00	17:18	03:18	DERRUBAR A PEÇA E LIBERAÇÃO DO SUPERVISOR	DEMORA DO REBOCADOR
17/09/2020	2	ITEMA	BRADLEY	LYA	08:50	13:30	04:40	CORREIA DO ELSY LADO DIREITO QUEBRADA	CORREIA ELSY
09/09/2020	2	TOYOTA	TASMANIA	SANDY	07:30	15:00	07:30	ESQUERDA	DEFEITO ELÉTRICO
10/09/2020	2	TOYOTA	TASMANIA	SANDY	07:30	15:30	08:00	FREIO AB FOI SUBSTITUÍDO PELO MECÂNICO DE TURN	FALTA DE PINO DO LENO (2)
10/09/2020	2	TOYOTA	TASMANIA	SANDY	07:30	15:30	08:00	TURN E A EQUIPE NÃO SABIA	FALTA DE TESOURA
11/09/2020	2	PICANOL SUMMUM	NEW HAITI	MISSY	07:30	12:20	04:50	RUPTURA DE TRAMA E ATRASO NA EMISSÃO DE FAT	RUPTURA DE TRAMA
14/09/2020	2	PICANOL SUMMUM	NEW HAITI	MISSY	07:30	12:20	04:50	DIGITAR A FICHA TÉCNICA DO ARTIGO	ATRASO DA FAT (2)
14/09/2020	2	PICANOL SUMMUM	NEW HAITI	MISSY	14:00	17:18	03:18	DERRUBAR A PEÇA E LIBERAÇÃO DO SUPERVISOR	DERRUBAR PEÇA
17/09/2020	2	ITEMA	BRADLEY	LYA	08:50	13:30	04:40	CORREIA DO ELSY LADO DIREITO QUEBRADA	FALTA TRAVA LENO

Fonte: O autor.

Figura 23 – Priorização de anomalias com uso de diagrama de Pareto.



Fonte: O autor.

Após o levantamento e priorização das anomalias, as equipes utilizam a RAF (Relatório de Análise de Falhas), que tem como principal objetivo identificar a causa

fundamental da quebra/falha e gerar ações para efetivar o seu bloqueio de modo a evitar a sua reincidência. Para ser mais eficiente o Relatório de Análise de Falhas é realizado com até 48 horas após a falha ocorrida.

A RAF é composta de ferramentas de análise, que norteiam a investigação e localizam a causa raiz, que é o verdadeiro motivo da falha ter acontecido. Na figura 22 abaixo evidencia-se um exemplo de RAF feita pela equipe de Setup. Durante as RAF's feitas na empresa em estudo, são utilizadas algumas ferramentas como:

- Metodologia 5W2H (Why, Where, Who, When, What, How, How Much) - Essas são as letras iniciais das palavras chaves de onde se originam as perguntas e repostas para a definição do fenômeno.
- Brainstorming (tempestade de ideias) - Técnica onde os participantes sugerem as possibilidades das causas do acontecimento da falha.
- Ishikawa ou Espinha de Peixe - É um gráfico cuja finalidade é organizar o raciocínio discussões de um problema prioritário.
- Porquês - Os “5 Porquês” é uma técnica para encontrar a causa raiz de um defeito ou problema.

Figura 24 – Relatório de Análise de Falhas no Setup

Máquina:		Tear Toyota		Tempo Total:		01:00:00		OM:							
Data:		05/11/2020		Hora Início:		15:00:00		Hora Fim:		16:00:00					
Descrição da Falha:		RUPTURA/PARADA DE TRAMA NO TEAR (Não inserção da trama)													
Reuniões		1ª Reunião		2ª Reunião		3ª Reunião		4ª Reunião		5ª Reunião		6ª Reunião			
		05/11/2020													
Falha	Modos de Falha	Verificac	2º Porque	Verificac	3º Porque	Verificac	4ºPorque	Verificac	5ºPorque	Verificac	6ºPorque	Verificac	7º Porque	Categoria	
RUPTURA/PARADA DE TRAMA NO TEAR (Não inserção da trama)	Não chegou até o final do tecido	v	1. A trama foi interrompida	v	1.1 Trama toca no fio de urdume	v	1.1.1 Abertura da cela desalinhada	v	1.1.1.1 Desgaste do eixo das levas	v	1.1.1.1.1 Material do eixo fora do especifico (fornecedor original)	v	1.1.1.1.2 Não tem tempo estimado de troca	Material	
									1.1.1.2 Desgaste dos parafusos do Agrafó	v	1.1.1.2.1 Não foi trocado no tempo certo	v	1.1.1.2.2 Não tem tempo estimado de troca ou padrão de substituição	Material e Método	
									1.1.1.3 Posicionamento do pino do exôcntrico fora do ângulo	v	1.1.1.3.1 Foi montado de forma errada	v	1.1.1.3.2 Condição do gerbeto do carro de exôcntrico inadequada	Material	
									1.1.1.4 Desgaste das rodanas de avanços do exôcntrico	v	1.1.1.4.1 um PO de montagem do exôcntrico	v		Método	
									1.2 Trama toca na tesoura		1.1.2 Altura do quadro de liço fora do padrão				
									1.3 Trama toca no canal do pente		1.1.3 Cruzamento do exôcntrico fora de regulagem				
									1.4 Comprometimento do fio de trama menor que a largura do tecido						
									A trama rompeu durante a passagem						

Fonte: O autor.

4.3.5 Monitoramento dos resultados e implantação da gestão da rotina

Devido à característica do processo produtivo, onde existe uma grande geração de ruído, bem como, visando dar ênfase à gestão dos indicadores, a empresa em estudo implementou a Gestão da Rotina (GEROT).

O GEROT funciona em salas onde são expostos os indicadores dos setores, visando envolver toda a operação e reduzir GAP's e solucionar anomalias presentes no processo produtivo.

As salas de Gerenciamento da Rotina funcionam como “war room”, traduzindo para o português “sala de guerra”, onde são feitas reuniões diárias com as equipes, com objetivo de avaliar os indicadores diários, semanais e mensais, para propor planos de ações de bloqueio ou eliminação de não conformidades com auxílio de ferramentas de solução de problemas, usadas no TPM como: RAF (relatório de análise de falhas) e Kaizen.

As salas de GEROT ficam abertas 24 horas com intuito de incentivar a equipe a buscar conhecer as anomalias e propor soluções. Na imagem 09, abaixo, é possível visualizar uma das salas utilizadas pela equipe de Setup.

Imagem 09 – Sala de Gestão da Rotina.



Fonte: O autor.

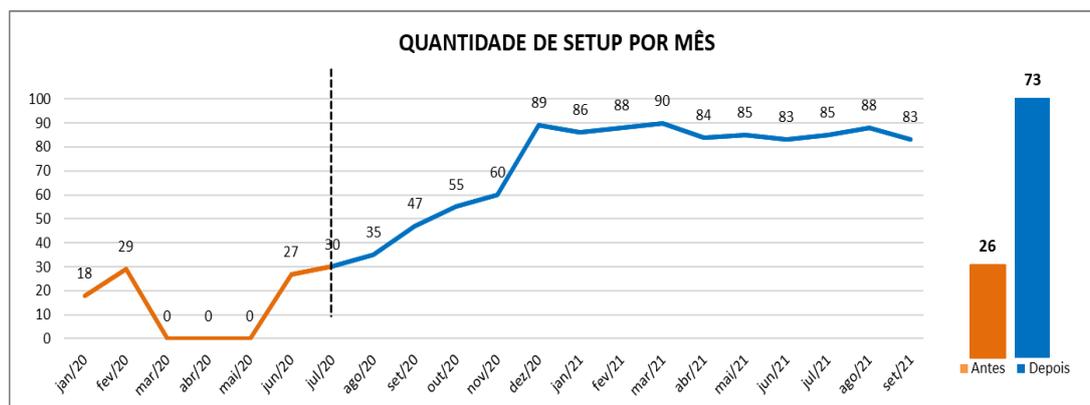
4.4 Resultados alcançados

Com base nos relatórios e indicadores acompanhados *in loco* diariamente, foi possível visualizar os ganhos, expressivos, trazidos por esse projeto de Setup.

No ultimo ano a empresa onde ocorreu o estudo passou a ampliar a demanda de Setup de teares, visto que, o mercado interno têxtil cresceu devido o cenário de bloqueio de importações dos mercados externos em decorrência da crise sanitária trazida pela COVID-19. Nos meses subsequentes à reabertura da indústria nacional a equipe do setor de tecelagem recebeu um desafio onde o objetivo final seria aumentar a capacidade de Setup para o dobro da existente.

A meta proposta para a equipe de Setup da manutenção mecânica de tecelagem foi alcançada e permanece com estabilidade em seus resultados. No gráfico exposto na figura 25, observa-se a ampliação exponencial da demanda de setup devido ao aumento de mix de produtos.

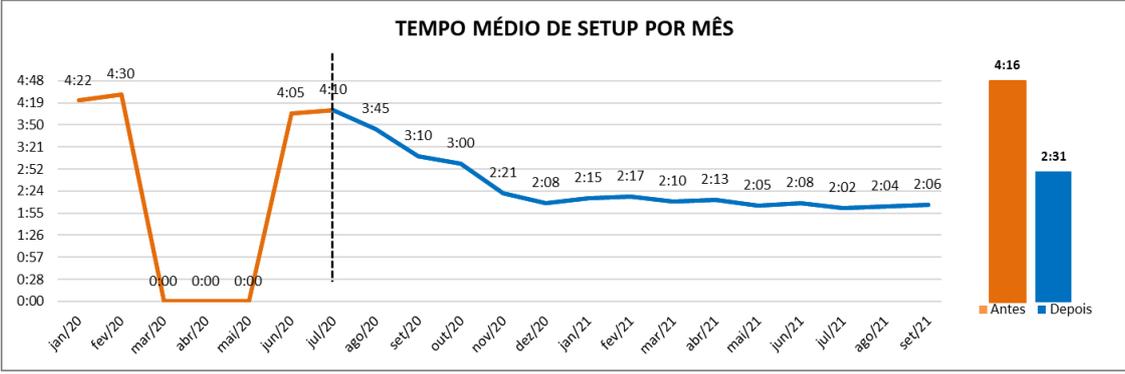
Figura 25 – Evolução de demanda de setup.



Fonte: O autor.

Tal feito no que se refere à ampliação da capacidade de Setup se consolida com a evolução dos tempos médios nos meses, como exposto na figura 26 a seguir.

Figura 26 – Evolução dos tempos médios de Setup.



Fonte: O autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho trouxe à tona os benefícios do alinhamento de metodologias em prol da gestão eficiente de processos e redução de desperdícios, levando em consideração aspectos importantes de ferramentas da qualidade, bem como da filosofia Lean.

Também foi possível uma breve análise com detalhes do meio produtivo têxtil, evidenciando pontos de melhoria, bem como, justificando a utilização de ferramentas de controle de processo e da qualidade a fim de reduzir a ineficiência de etapas do processo onde podem atuar como coringa para o gerenciamento e resolução de anomalias.

Entretanto o campo de atuação desse trabalho converge para indicadores extremamente sigilosos, o que impossibilitou a exposição de resultados em sua completude.

Todavia, as principais dificuldades encontradas foram referentes a cultura existente no local, ou seja, os entraves e resistências iniciais acabam por gerar um gargalo inicial de projeto, ocasionando assim um atraso ou não entendimento completo do time de produção sobre a metodologia, uma contramedida para isso foi agregar ferramentas de engajamento do time para que o início do projeto fluísse de um jeito mais suave.

Por fim, os objetivos centrais desse trabalho foram concluídos pois mostraram a eficácia do projeto, corroborando para um espelhamento em outros setores da empresa analisada, ou seja, outros sistemas produtivos, logo, percebe-se o potencial e pesquisa do tema, bem como seus possíveis desdobramentos futuros.

REFERÊNCIAS

DENNIS, Pascal. **Produção Lean simplificada**: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

LEITE, F. Tarciso. **Metodologia Científica**: iniciação à pesquisa científica, método e técnicas de pesquisa, metodologia de pesquisa e do trabalho científico (Monografias, dissertações, teses e livros). Fortaleza: Universidade de Fortaleza, 2004.

MUTHER, R.; HALES, L. **Systematic Layout Planning. Fourth Edit ed. Marietta, GA: Management & Industrial Research Publications, 2015.**

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: LeanInstitute Brasil, 2003.

SENDERSKÁ, K.; MARES, A.; VÁCLAV, S. **Spaghetti diagram application for workers' movement analysis. U.P.B. Sco. Bull.**, Series D, v. 79, n. 1, 2017.

Sule, D. R. **Manufacturing Facilities: Location, Planning, And Design**. Boca Raton: Third Edition; Crc Press, 2008.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**, Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; DANIEL, R. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: Elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998. 427 p.