



**Unichristus**  
Centro Universitário Christus

**CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

**FRANCISCA REGINEUDE FERREIRA MARQUES**

**ANÁLISE DE INDÚSTRIA DE MODA ÍNTIMA À LUZ DO SISTEMA LEAN E DA  
INDÚSTRIA 4.0**

**FORTALEZA**

**2021**

FRANCISCA REGINEUDE FERREIRA MARQUES

ANÁLISE DE INDÚSTRIA DE MODA ÍNTIMA À LUZ DO SISTEMA LEAN E DA  
INDÚSTRIA 4.0

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Administração do Centro Universitário Unichristus, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Dr. Elnivan Moreira de Souza.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Centro Universitário Christus - Unichristus  
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do  
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F818a Francisca Regineude Ferreira, MARQUES.  
Análise de indústria de moda íntima à luz do sistema Lean e da  
Indústria 4.0 / MARQUES Francisca Regineude Ferreira. - 2021.  
38 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro  
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Administração,  
Fortaleza, 2021.  
Orientação: Prof. Elnivan Moreira de Souza.

1. Produção Enxuta. 2. Lean Manufacturing. 3. Indústria 4.0. I.  
Título.

CDD 658

FRANCISCA REGINEUDE FERREIRA MARQUES

ANÁLISE DE INDÚSTRIA DE MODA ÍNTIMA À LUZ DO SISTEMA LEAN E DA  
INDÚSTRIA 4.0

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Administração do Centro Universitário Unichristus, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Dr. Elnivan Moreira de Souza.

Aprovada em:   13   /   12   /  2021 

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr..Elnivan Moreira de Souza  
Orientador

---

Prof. Dra. Larisse Oliveira Costa  
Membro da Banca

---

Prof. Dr. Felipe Gerhard Paula Sousa  
Membro da Banca

## ANÁLISE DE INDÚSTRIA DE MODA ÍNTIMA À LUZ DO SISTEMA LEAN E DA INDÚSTRIA 4.0

### ANALYSIS OF THE UNDERWEAR INDUSTRY IN THE LIGHT OF THE LEAN SYSTEM AND THE INDUSTRY 4.0

Francisca Regineude Ferreira Marques<sup>1</sup>

Elnivan Moreira de Souza<sup>2</sup>

#### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a aplicação de conceitos da Produção Enxuta por meio das tecnologias habilitadoras contidas no conceito da “Indústria 4.0”, a partir de estudo realizado do processo produtivo implantado em uma indústria de moda íntima. A fim de compreender como as empresas podem se organizar dentro desse novo panorama, onde o avanço tecnológico oportuniza mudanças no modo de produzir, com a implementação de novos métodos de trabalho e utilização de máquinas e sistemas digitais que auxiliam o homem na execução das tarefas, potencializando o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Através do estudo realizado foi possível mostrar a realidade prática e o resultado do uso de equipamentos inteligentes na cadeia produtiva, evidenciando a associação dos conceitos da Filosofia Lean Manufacturing, contidos no Sistema Toyota de Produção, com os conceitos de Sistemas Ciber-Físicos da Indústria 4.0 sob a ótica da cultura Lean.

**Palavras-chave:** Produção Enxuta. Lean Manufacturing. Indústria 4.0.

#### ABSTRACT

The present work aims to analyze the application of Lean Production concepts through the enabling technologies contained in the “Industry 4.0” concept, based on a study carried out on the production process implemented in an underwear industry. In order to understand how companies can organize themselves within this new scenario, where technological advances provide opportunities for changes in the way of producing, with the implementation of new working methods and the use of machines and digital systems that help man in the execution of tasks, enhancing the best use of available resources. Through the study carried out, it was possible to show the practical reality and the result of the use of intelligent equipment in the production chain, evidencing the association of the concepts of the Lean Manufacturing Philosophy, contained in the Toyota Production System, with the concepts of Cyber-Physical Systems of Industry 4.0 from the perspective of Lean culture.

**Palavras-chave:** Lean Production. Lean Manufacturing. Industry 4.0.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Administração pela Unichristus, email: regineudemarques@gmail.com.

<sup>2</sup> Professor de Graduação em Administração da Unichristus, email: elnivan.souza@unichristus.edu.br.

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de industrialização permitiu a evolução da forma de viver da humanidade, se configurando como principal vetor do desenvolvimento socioeconômico dos países mediante sua contribuição na busca de constantes inovações. A procura por novas formas de fazer produtos para atender clientes cada vez mais exigentes, a preços acessíveis e de qualidade, faz surgir novas tecnologias e estratégias de como produzir aproveitando melhor os recursos escassos disponíveis na natureza. Muitos desses recursos não são renováveis e possuem alto custo na sua produção, como é o caso da energia elétrica.

O desafio é desenvolver novos modelos de negócios que favoreçam o crescimento da produtividade e o fortalecimento da economia global, sendo necessária a otimização dos processos, além de um maior investimento por parte do poder público e privado, em novas tecnologias digitais e abertura para efetivas mudanças no modo de viver da sociedade como um todo. Com a globalização, se faz necessária a compreensão desse movimento que ocorre há algum tempo dentro da realidade do mundo do trabalho na indústria, que teve seu marco inicial na primeira Revolução Industrial no séc. XVIII, chegando agora no séc. XXI com uma infinidade de oportunidades para esse crescimento e desenvolvimento. (SILVA; SCOTON; PEREIRA; DIAS.2018).

As inovações no campo da robótica e as tecnologias do mundo digital são uma realidade já em algumas áreas e abre caminho para novos desafios. A busca por melhores condições de vida fez com que o homem, ao longo do tempo desenvolvesse produtos que atendessem desde as suas necessidades básicas, como alimentação e vestuário, até aquelas que lhes proporcionassem conforto, lucros, riquezas e satisfação pessoal, intelectual, *status* profissional, lazer. Faz parte do ser humano a busca por se superar e sempre querer algo a mais e melhor, mas para isso “a integração ciber-física é um pré-requisito importante para a manufatura inteligente” (TAO, *et al.*, 2019, p.653).

O momento atual da indústria é favorecido pelo uso de sistemas e *softwares* de manufatura, que integram o operacional das empresas com seus fornecedores e clientes, promovendo um melhor fluxo de informação e criação de redes de dinâmica de valor. A informatização, como meio de transformação do modo de operacionalizar os processos, facilita e viabiliza a comunicação via internet e intranet, permitindo o acesso rápido às informações e promovendo decisões rápidas e controle *on-line* de toda a cadeia produtiva por meio de sistemas ciberfísicos. Esse conjunto de ações possibilita a análise das demandas e dos meios de manufatura, assegurando operações eficientes e eficazes, influenciando de maneira significativa

o meio produtivo, promovendo mudanças na execução das operações através de “sistemas multidimensionais e complexos que integram o mundo cibernético e o mundo físico dinâmico” (TAO, *et al.*, 2019, p.654).

O planejamento de produção, dentro desse universo da indústria, organiza as etapas do processo produtivo para atender ao cliente que espera por um produto de qualidade e no menor tempo possível. Nesse sentido, a Filosofia Lean e suas ferramentas aplicadas na resolução de problemas, com foco direcionado na redução dos custos, na produção enxuta e na produtividade com qualidade, encontra espaço para discussão dentro do contexto atual da quarta revolução industrial. “Diversos paradigmas estão sendo quebrados devido à tecnologia na economia, nos negócios, na sociedade e no dia a dia das pessoas.” (SILVA; SCOTON; PEREIRA; DIAS.2018, p. 25). A reestruturação do modo de fazer dentro da cadeia do processo produtivo, através de novas práticas contribui na articulação das tarefas nas diferentes áreas e setores das organizações.

A Filosofia Lean na indústria, tem as suas bases na produção de automóveis, mas todos os seus conceitos se aplicam a qualquer tipo de processo produtivo, desde que se faça a adequação necessária específica de cada produto e seu modo de produzir. O processo de produção de confecção de vestuário pertence ao grupo de atividades de manufatura. Entretanto, muitas operações manuais tem sido substituídas por máquinas, algumas com controles digitais e tecnologia avançada, que favorecem a realização do trabalho, aumentando a produtividade e a qualidade dos produtos.

O estudo realizado *in loco*, mostra a rotina no chão de fábrica e a integração de sistemas ciberfísicos associados à implementação de ferramentas do Sistema Lean Manufacturing, interferindo na produtividade resultando em aumento da produtividade, da qualidade e na redução de custos, na rotina produtiva de uma empresa de confecção de moda íntima. O resultado positivo do processo está associado ao uso de modernas máquinas de corte, (<https://audaces.com/institucional/>; <https://audaces.com/produto/neocut-bravo>), impressoras digitais com alta definição de impressão modelo *Plotter Hp Designjet A0 Wifi Usb F9A29A* (<https://www.google.com/search?q=impressora+hp+de+tecido&sxsrf=>) e dispositivos eletrônicos que facilitam a realização do trabalho que antes era feito todo de forma manual e improdutivo.

A aplicação prática nos processos produtivos face ao novo momento de alto avanço tecnológico tem sido objeto de discussão e análise no “mundo acadêmico e industrial surgiu um interesse sobre a forma pela qual a Indústria 4.0 poderia ser integrada com a Filosofia Lean, inclusive com o questionamento se isso seria possível ou mesmo viável” (STEFANI *et al.*, 2021. P.21336). O modo de produção enxuta, com o seu formato simples, mas de eficácia comprovada

tem se tornado ferramenta propiciadora de competitividade para empresas, não ficando restrita somente à produção, mas também alcançando outras áreas das organizações.

Diante disso, a partir das tecnologias e dos processos emergentes, cabe a análise da aplicação dos princípios da Filosofia Lean associados às tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, em busca da compreensão de “Como os princípios da Filosofia Lean podem ser aplicados nas tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0?” (STEFANI *et al.*, 2021. p. 21337). Esta pesquisa vem contribuir na demonstração dos resultados evidenciados na análise do processo implantado na indústria de manufatura no ramo de confecção; como esse setor vem sendo favorecido pelo avanço tecnológico nos equipamentos e máquinas inteligentes, que tornam o processo mais produtivo. Como a utilização de maquinários inteligentes que fornecem dados para análise em tempo real permitem o alinhamento dos processos, com informações em rede e contribuem para a construção de uma realidade produtiva cada vez mais flexível e lucrativa.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Considerando que o presente artigo pretende analisar a aplicação de conceitos de produção enxuta proposto pela Filosofia Lean Manufacturing e a sua contribuição dentro das organizações industriais no contexto atual da quarta Revolução Industrial, este referencial teórico apresentará alguns conceitos da Filosofia Lean e da Indústria 4.0, para contribuir com a compreensão de como a tecnologia e o modo de produzir influencia a vida contemporânea no mundo do trabalho.

### **2.1 Breve Contexto Histórico da Evolução Industrial**

A manufatura realizada de forma artesanal que tem a sua origem na Idade Média, marca o início da organização moderna em que os artesãos se constituíam em mestres que dominavam a técnica de produzir em suas oficinas especializadas produtos em pequenas quantidades. A Primeira Revolução Industrial é marcada pelo momento do aumento da população e a demanda crescente por produtos. Esse movimento colaborou para o surgimento de grupos que se organizavam e investiam em tecnologias com o objetivo de produzir uma quantidade maior de itens. “Com o aumento demográfico e transformações produtivas, o território dos países que se industrializavam foi redesenhado” (DUARTE, 1999, p.15)

A modernização das máquinas e a utilização da energia elétrica no século XIX aliada ao transporte através das estradas de ferro, se constituiu no divisor de águas no mundo da indústria.

Os estudos Frederick Taylor sobre a racionalização do trabalho contribuíram na organização da produção em massa de forma organizada em etapas múltiplas. Esse processo vem se configurar como marco do início da Segunda Revolução Industrial com Henry Ford que aplica esse modelo de produção, com a adaptação da produção artesanal de carros para o novo modo de produção massa. (SACOMANO *et al.*, 2018).

Constituem-se demarcadores do período da Terceira Revolução Industrial as tecnologias que surgiram no final dos anos 1960 chamados Controladores Lógicos Programáveis (CLP) e a Tecnologia da Informação (TI), que contribuíram para o avanço do processo de automação industrial e controles da manufatura. A integração dos *Sistemas Manufacturing Resources Planing* (MRP) no controle gerenciamento dos recursos industriais e do *Enterprise Resources Planning* (ERP) na integração de todo a cadeia produtiva industrial (SACOMANO *et al.*, 2018).

A associação desses conhecimentos e a aplicação prática dos conceitos da produção enxuta ao processo de automação, em conjunto com a utilização intensiva de tecnologias da informação, resultou em ganhos expressivos. Aos poucos, os recursos mecânicos vão sendo substituídos pelos eletrônicos, passando primeiro pelo sistema analógico, em seguida para o sistema digital, reduzindo esforço na execução de tarefas repetitivas e rotineiras dos processos, passando a serem controlados por dispositivos comandados por softwares (SACOMANO *et al.*, 2018).

O surgimento da internet e o desenvolvimento da computação no final da guerra fria são pontos relevantes que marcam o processo de mudanças no mundo digital vivenciadas nas primeiras décadas do século XXI. (SILVA; SCOTON; PEREIRA; DIAS.2018). A rede de comunicação desenvolvida pelos pesquisadores americanos com a finalidade de compartilhar informações, transformou-se em vetor de oportunidades de longo alcance dentro dos mercados, interferindo diretamente nos modelos de negócio e no mundo do trabalho (SCHNEIDER, 2018).

## **2.2 Produção Enxuta**

Ao contrário do que se imagina, estudiosos defendem que o uso de tecnologias nos processos produtivos não reduzirá a necessidade da interação humana, mas é imprescindível o aumento dos requisitos e habilidades dos indivíduos para se tornarem mais especializados. É fato que o investimento de capital nessas tecnologias da Indústria 4.0 é bastante alto, reduzindo a sua atratividade, principalmente no caso das empresas que se encontram no nível de desenvolvimento. Dentro desse contexto, a Produção Enxuta encontra espaço por tratar-se de uma abordagem que visa a redução do desperdício, ao mesmo tempo que prioriza a produtividade

e a qualidade de acordo com os requisitos dos clientes, além de ser de baixa tecnologia, simples e eficaz, geralmente alinhado a uma visão de negócios. (TORTORELLA, 2018).

A Produção Enxuta surgiu no Japão na década de 1950, dentro do Sistema Toyota de Produção, e pode ser definida como uma abordagem estratégica e operacional para a redução de desperdícios. Através da identificação de atividades desnecessárias e padronização de processos, de acordo com Souza e De Sousa (2021, p.82), “a implementação da Produção Enxuta é pré-requisito para uma transformação em Indústria 4.0”. Os mesmos autores afirmam existir “uma forte correlação entre Produção Enxuta e Indústria 4.0, pois estas duas abordagens visam proporcionar às empresas desempenho superior e vantagem competitiva em relação aos concorrentes do mercado” (SOUZA; DE SOUSA, 2021, p. 82).

A busca contínua e sistemática da Produção Enxuta fornece impacto positivo sobre o desempenho por melhorias e redução de desperdícios, ao passo que tecnologias da Indústria 4.0 introduzem automação e interconectividade que podem mitigar dificuldades de gestão preexistentes. A combinação destas abordagens ajuda as empresas a alcançarem a Automação Enxuta, fornecendo maior mutabilidade e fluxos de informações mais curtos para atender às demandas futuras do mercado. (TORTORELLA,2021; SOUZA; DE SOUSA, 2021, p. 82).

### **2.3 Sistema Lean Manufacturing**

O termo Lean surgiu primariamente no livro *The Machine that Changed the World* (WOMACK; JONES; ROOS, 1990), que mostra as vantagens da aplicação do Sistema Toyota de Produção, comprovada no sucesso da indústria japonesa. Apesar de tudo ter iniciado na indústria automobilística, as bases dessa filosofia de organização são utilizadas nos mais diversos ramos de atividades industriais e de serviços. (RIANI, 2006).

O Sistema Lean Manufacturing atua diretamente na operacionalização do processo produtivo, aplicando o modo de produção enxuta com foco na redução de desperdícios, eliminação de perdas, retirada de tudo que não agrega valor ao produto, na padronização dos processos, na redução dos estoques, na redução do ciclo produtivo e na automação dos maquinários. (PANSONATO, 2020). O processo de melhoria contínua implantado nas empresas resulta em produtos de qualidade e preços competitivos, mediante a aplicação de técnicas de produção com foco no que agrega valor ao produto, assim como aos processos, e garantem o melhor atendimento às necessidades dos clientes.

O conceito de fabricação de uma peça por vez, dentro do sistema Lean Manufacturing, que é a base da produção enxuta, dependendo do tipo de produto, vem encontrar a sua aplicação

para tornar concreto o desejo desse cliente, que de forma virtual executa o seu pedido que é direcionado à indústria fabricante. O Lean combina as vantagens dos sistemas de produção em massa e dos sistemas de produção customizados, priorizando um ciclo de melhoria contínua criando valor para o produto, considerando o conjunto de atividades desde a criação até a entrega do produto ao cliente (GAZIERO; CECCONELLO *et al.*, 2019).

No processo de produção em massa o operador é limitado à realização de tarefas específicas, ou seja, a pessoa é treinada para realizar uma determinada tarefa e passar o produto para o próximo operador seguindo essa sequência até finalização do produto. Na sistemática de trabalho do sistema Lean, o processo de produção exige que esse operador desenvolva capacidades multifuncionais, se tornando polivalente para atender em todos os níveis do processo produtivo desse produto, promovendo o melhor aproveitamento da carga de tempo operacional desse operador. O desenvolvimento e a capacitação da mão de obra do ponto de vista do fluxo de valor significam que as responsabilidades devem ser empurradas para baixo na organização (SCHENETTI, 2017).

O Lean Manufacturing é uma abordagem de produção que compreende uma variedade de práticas industriais, como a quebra de paradigmas, com foco na identificação de processos na cadeia de valor. É desenvolver estratégias de como atrair o cliente oferecendo um produto de qualidade, de custo acessível, com entrega no prazo acordado, sendo para isso necessário um fluxo simplificado de processos para criar produtos acabados ao ritmo exigido pelo cliente. (HABEKOST, *et.al.* 2020).

## **2.4 A Indústria 4.0**

As tecnologias são um requisito básico para a configuração da Indústria 4.0 e com o avanço tecnológico nos últimos anos, os equipamentos eletrônicos, cada vez mais potentes e novos softwares com preços mais acessíveis têm viabilizado a integração das operações de manufatura a fornecedores e clientes operando de forma remota. O termo Indústria 4.0, que foi utilizado pela primeira vez em 2011 na Alemanha, vem se configurando como realidade com o desenvolvimento de sistemas automatizados, que controlam os equipamentos industriais na comunicação com a troca de informações e dados entre máquinas e seres humanos, por meio de sistemas computacionais colaborativos, com o propósito de controlar e otimizar as entidades físicas dentro do processo produtivo (SACOMANO *et al.*, 2018; STEFANI *et al.*, 2021; MORAES, 2020)

O conceito está relacionado ao uso operacional de produtos e processos inteligentes que possibilitam a coleta e análise automática de dados (SOUZA; DE SOUSA, 2021). Pesquisas apontam “que não há um consenso sobre o que constitui a Indústria 4.0 e que alguns pesquisadores sugerem que ela compreende mais de 50 tecnologias” dentre as mais recorrentes são: “*Big Data, Internet of Things, Radio Frequency Identification (RFID), Artificial Intelligence, Robots, Blockchain, Machine Learning, Additive Manufacturing ou 3D Printing, Integrated Systems, Cyber Physical Systems, Cloud Computing, Augmented Reality e Cybersecurity.*” (SOUZA; DE SOUSA, 2021, p.82).

A Indústria 4.0 representa o que a quarta Revolução Industrial conforme Gaziero e Ceconello (2019), com seus agentes presentes na fase da digitalização do setor de manufatura, a fábrica inteligente se define pelo uso de computadores e a conectividade compondo o processo e as novas formas de interação homem-máquina. De acordo com o autor, a Indústria 4.0 está ligada à informatização da indústria de manufatura e reafirma essa integração entre os diversos setores da indústria, se configurando em uma cadeia de valor, cerne da Filosofia Lean. (SCHNEIDER, 2018; GAZIERO; CECCONELLO, 2019).

O conceito de Indústria 4.0, atualmente está sendo construído e pode ser definido como a possibilidade de viabilizar o processo produtivo de forma dinâmica e autônoma, integrando as tecnologias da Informação e Comunicação, possibilitando a produção em massa de produtos altamente customizados. (STEFANI *et al.* 2021). Para outros autores, a Indústria 4.0 se constitui em um conjunto de tecnologias avançadas que conseguirão integrar o mundo físico e o mundo virtual, e “representa uma evolução natural dos sistemas industriais anteriores, desde a mecanização do trabalho ocorrida no século XVIII até a automação da produção nos dias atuais” (SANTOS *et al.*, 2018, p. 115) permitindo a existência de uma cadeia de valor ágil e interconectada de transformação de produtos e serviços.

A Indústria 4.0 nos remete à ideia de uma realidade industrial de manufatura na qual o cliente, de forma *on-line*, decida por determinado produto, feito sob encomenda, de acordo com a sua necessidade, no formato de uma peça única, como uma “tendência de customização em massa exigida pelos consumidores” (PADILHA; CAPRERA; IBUSUKI, 2019, p. 3). Para que isso se concretize na prática, é necessária a interconectividade entre esse cliente e a empresa física, através de sistemas que permitam uma visão sistêmica e a integrada entre as áreas envolvidas no processo de fabricação deste produto único. Isso se dará através do “processo de crescimento da Indústria 4.0 (ou quarta revolução industrial) que impulsionará a internet, as tecnologias digitais e as ciências quânticas para evoluir nos sistemas ciberfísicos, tecnologia de

nuvem, internet das coisas, internet de serviços, e sua interação com as pessoas” (MORAES, 2020, cap.2).

O mundo das relações de trabalho e de comercialização *on-line* se configura como agente transformador da rotina no chão de fábrica, assegurando operações eficientes e eficazes, influenciando e otimizando o ambiente de produção, permitindo o planejamento em tempo real dos planos de produção, seguido pela melhoria da produtividade, custo reduzido, tempo de entrega reduzido e melhor qualidade (GAZIERO; CECCONELLO, 2019; STEFANI, 2021). O sistema Lean Manufacturing contribui com a padronização dos processos, algo que é necessário para a desafiadora implementação da Indústria 4.0 (SANTOS et al., 2018).

A evolução da tecnologia oportuniza o meio industrial com novos dispositivos, ferramentas e promessas de grandes soluções para inúmeros problemas, e encontra espaço no formato estrutural de organização padronizada e enxuta proposto pelo Lean e, segundo Padilha, Caprera e Ibusuki, (2019, p. 6) o “sistema de produção enxuta e a I4.0 possuem muito potencial para atingir positivamente a indústria mundial”. A integração entre as tecnologias e o modo de organização do processo permite a conexão de todas as áreas envolvidas e possibilitam o rastreamento de dados através da IoT (*Internet of Things*), favorecendo maior controle da empresa e estabilidade do processo.

### **3 METODOLOGIA APLICADA**

#### **3.1 Ambiente da pesquisa**

Para a realização deste estudo foi verificado o funcionamento da rotina de trabalho no processo produtivo de uma empresa instalada no interior do estado do Ceará, que está em atividade há dezesseis anos no ramo de confecção de moda íntima. A empresa atende mercados nas principais cidades da região Norte, Nordeste e Sudeste, contando atualmente com um efetivo de mais de dois mil funcionários entre as seis unidades fabris e quarenta e três lojas físicas próprias e sistema digital de televendas.

A pesquisa se deu no ambiente de trabalho da autora que possui acesso aos departamentos e contatos dos gestores das áreas envolvidas na cadeia produtiva, compondo o agrupamento de dados e informações necessários para a realização desse estudo. A coleta das informações e a aplicação dos questionários se deram durante o horário comercial de trabalho, período em que a autora executa suas atividades laborais na empresa.

A empresa possui uma capacidade produtiva mensal de trezentos mil itens, operando com uma linha de produtos femininos, masculinos, infantis, *necessaires* e bolsas. Para este estudo foi escolhido um produto da Linha Pintada Infantil, o Kit de 3 Calcinhas Infantil, que tem no seu processo produtivo os setores de Encaixe/risco, Corte, Estamparia e Costura. Trata-se de um produto diferenciado, que tem como nicho o público infantil e em sua composição são utilizados desenhos exclusivos estampados nas peças, e acompanha uma embalagem que é confeccionada em lona vinílica, estampada em impressora digital HP de tecnologia avançada. O processo operacional desses produtos envolve o uso de equipamentos e máquinas específicas que têm sua funcionalidade aplicada, resultando em agilidade no processo, baixa utilização de mão de obra e alta qualidade do produto final.

### **3.2 Natureza da pesquisa**

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizada como metodologia a pesquisa qualitativa com delineamento descritivo de um estudo de caso. Inicialmente foi realizado um estudo bibliográfico do assunto proposto, com pesquisas em livros, artigos etc. Em paralelo à revisão bibliográfica, foi realizado o acompanhamento com a observação participante e entrevistas junto aos profissionais que atuam diretamente nos setores da empresa em seguida foi feita análise desse agrupamento de dados e informações sobre o processo efetuados os cálculos em planilhas Excel e digitado o relatório final em editor de texto Word.

### **3.3 Tipo da pesquisa**

A presente pesquisa caracteriza-se como descritiva, onde foram aplicados questionários junto aos gestores dos setores envolvidos e observada a sistemática da rotina diária do processo que é realizado no chão de fábrica, na produção de confecção de moda íntima. Quanto aos procedimentos técnicos utilizados foi aplicado o estudo de campo, realizado por meio de observação direta de atividades para captar explicações, informações e levantamento de dados sobre a realidade da rotina na linha de produção da confecção de vestuário de moda íntima. (KAUFMANN, 2013).

### **3.4 Coleta de Dados**

O estudo se deu mediante o acompanhamento da rotina diária nos processos produtivos da fábrica, que compõem o início da cadeia produtiva imediatamente após a liberação da

modelagem aprovada via sistema *Audaces* e dos tecidos entregues pelo setor de Almoxarifado. A partir deste ponto, seguem-se as etapas objeto desta pesquisa: Encaixe/risco, de Corte, de Estamparia e de Costura, que têm passado por melhoria contínua através da aquisição de máquinas e reestruturação de postos de trabalho, proporcionando a organização do fluxo de maneira enxuta, facilitando os controles da produção. O objetivo desta etapa é contribuir no entendimento e aplicação das atuais tecnologias, *software*, *hardware*, dispositivos, máquinas e procedimentos que estão sendo utilizados, evidenciando os resultados comparativos do antes e o depois das melhorias tecnológicas aplicadas ao processo produtivo de um produto específico da empresa.

### 3.5 Período da Pesquisa

O presente estudo foi realizado no período dos últimos cinco meses do ano de 2021, organizado em etapas conforme cronograma de Gantt disposto no Quadro 1.

Quadro 1 – Cronograma do desenvolvimento do estudo

	Ação/Período	Ago/21	Set/21	Out/21	Nov/21	Dez/21
1	Escolha da empresa	X				
2	Confecção da proposta	X	X			
3	Introdução e Referencial Teórico (parcial)		X			
4	Levantamento documental		X	X	X	
5	Revisão do orientador	X	X	X	X	X
6	Referencial Teórico e Metodologia aplicada			X	X	
7	Revisão bibliográfica		X	X	X	
8	Entrevista em profundidade		X	X	X	
9	Coleta dos dados			X		
10	Análise dos dados		X	X	X	
11	Análise do conteúdo		X	X	X	

12	Elaboração da apresentação				X	X
13	Entrega do trabalho à banca					X
14	Elaboração da apresentação final do trabalho					X
15	Revisão final					X
16	Realização da apresentação final do trabalho					X

Fonte: elaborado pela autora (2021)

A decisão de escolha pelo processo industrial dessa empresa de lingerie como objeto desse estudo teve por base a necessidade de confrontar as teorias existentes sobre modos de produção e a sua aplicabilidade na forma concreta em chão de fábrica. Analisar um processo de manufatura onde se mesclam a mão de obra operária com a utilização de maquinários específicos e como esses equipamentos auxiliam na produtividade e qualidade do produto.

As fontes existentes sobre o tema deste estudo ainda são escassas no formato de livros, porém, já existe um volume considerável de artigos que tratam do assunto. Isso tornou a execução desse trabalho ainda mais desafiador no contexto das descobertas e afirmações de conceitos que precisam se confirmar empiricamente. (SCHNEIDER, 2018; GAZIERO; CECCONELLO, 2019). Essa pesquisa pretende contribuir por meio dos resultados obtidos, pelas observações e informações coletadas, dentro do panorama que está inserido o processo industrial manufatureiro e o impacto das novas tecnologias que surgem em um processo de melhoria constante dentro das operações industriais. (GAZIERO; CECCONELLO, 2019).

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Controle virtual do processo produtivo via sistemas intranet e internet

No processo produtivo estudado, as ferramentas tecnológicas são fundamentais como facilitadoras para o efetivo controle dos processos da produção e o acesso aos dados de forma *online* que envolve todas as áreas, desde o setor de Criação e Desenvolvimento dos Produtos, Planejamento, Marketing, Comercial, Suprimentos, Compras, Produção e Distribuição para as lojas de forma eficaz. O acesso às informações do nível da produção em tempo real e a tomada

de decisão baseada em informações continuamente atualizadas possibilita uma reação mais rápida às alterações do mercado.

Assim como propõe o conceito de Indústria 4.0, que possibilita a coleta e análise automática de dados, a integração de todas as áreas da empresa se dá através da estrutura integrada do sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) com o sistema *Totvs Moda* de gestão que permite acesso fácil, integrado e confiável aos dados, com efetiva melhora nas negociações e nos processos, contribuindo para o aumento da receita por configurar redução de custos e de tempo na execução das atividades. Esse sistema permite que os colaboradores autorizados possam acessar dados e informações de qualquer lugar, através de um tablet ou smartphone, o que favorece a interação das áreas de planejamento, marketing, comercial e produção instaladas fisicamente nas cidades de Fortaleza, Frecheirinha e Tianguá fazendo todo o controle das fábricas e lojas nas principais cidades do Norte e Nordeste de modo online, o que se configura a construção do mundo físico no formato virtual assim como se construindo um mundo virtual a partir do mundo físico (GAZIERO; CECCONELLO, 2019).

A cadeia produtiva está atualmente organizada em controle sistêmico virtual desde a concepção do produto, e segue a classificação por linhas e tipos de produtos. A composição dos kits é definida conforme o público-alvo que se almeja alcançar, visando o melhor atendimento às necessidades e aos desejos dos clientes. Existem dois grupos de produtos sendo o primeiro chamado de permanentes que são feitos nas cores e modelagem básicas que são atemporais, ou seja, produzem durante todo o ano. O segundo grupo é aquele composto por produtos de coleção desenvolvidos para vendas em datas específicas como Coleção Dia das Mães, Coleção Dia dos Namorados, *Black Friday*, Coleção Festas, Coleção Dia das Crianças. No quadro 2 é apresentado o resumo da classificação das linhas de produto ordenadas por tipos de produtos compostos de uma ou mais unidades de peças, comuns aos dois grupos citados.

Quadro 2 - Descrição das Linhas de produto

LINHAS DE PRODUTOS	PRODUTOS	TIPOS
Linha Feminina Adulto	Conjuntos Lingerie	Conjuntos básicos <i>kit</i> 1 Sutiã + 1 Calcinha Conjuntos básicos <i>kit</i> 1 Sutiã + 2 Calcinhas Conjuntos trabalhados <i>kit</i> 1 Sutiã + 1 calcinha

		Conjuntos trabalhados <i>kit</i> 1 Sutiã + 2 calcinhas Conjuntos trabalhados <i>kit</i> 1 Sutiã + 1 calcinha fio <i>Kit</i> de Calcinhas <i>Kit</i> de Calça cueca Modeladores Sutiã Sustentação
Linha Masculina	Cuecas	Kit de cuecas curtas adulto Kit de cuecas compridas adulto Kit de cuecas <i>slip</i> adulto Kit de cuecas curtas infantil
Linha Pintada Infantil Feminina	Calcinhas	<i>Kit</i> de calcinhas pintadas <i>Kit</i> Camisola + <i>Short</i> + Calça
Linha Pintada Infantil Masculina	Cuecas	Kit de cuecas pintadas Pijamas
Linha Noite Feminina	Lingerie	Camisolas trabalhadas Camisolas básicas Conjuntos <i>shortdool</i> Conjuntos <i>babydool</i>
Linha Moda Praia/ <i>Resort</i>	Praia	Conjuntos Sutiã + biquíni Maiôs Saídas de banho Sungas masculinas

Fonte: Acervo da autora (2021)

A cadeia produtiva está atualmente organizada nas principais etapas que seguem abaixo descritas no fluxograma do processo produtivo, desde a sua concepção até a entrega do produto acabado nas lojas. O início se dá no desenvolvimento e criação do produto e segue a cadeia através dos processos de controles e de produção finalizando com a entrega do produto nas lojas. Todo esse controle feito através de cadeia de sistemas digitais integrados em redes, que interligam todas as etapas do processo.

## DESCRIÇÃO DO FLUXOGRAMA DE PROCESSO

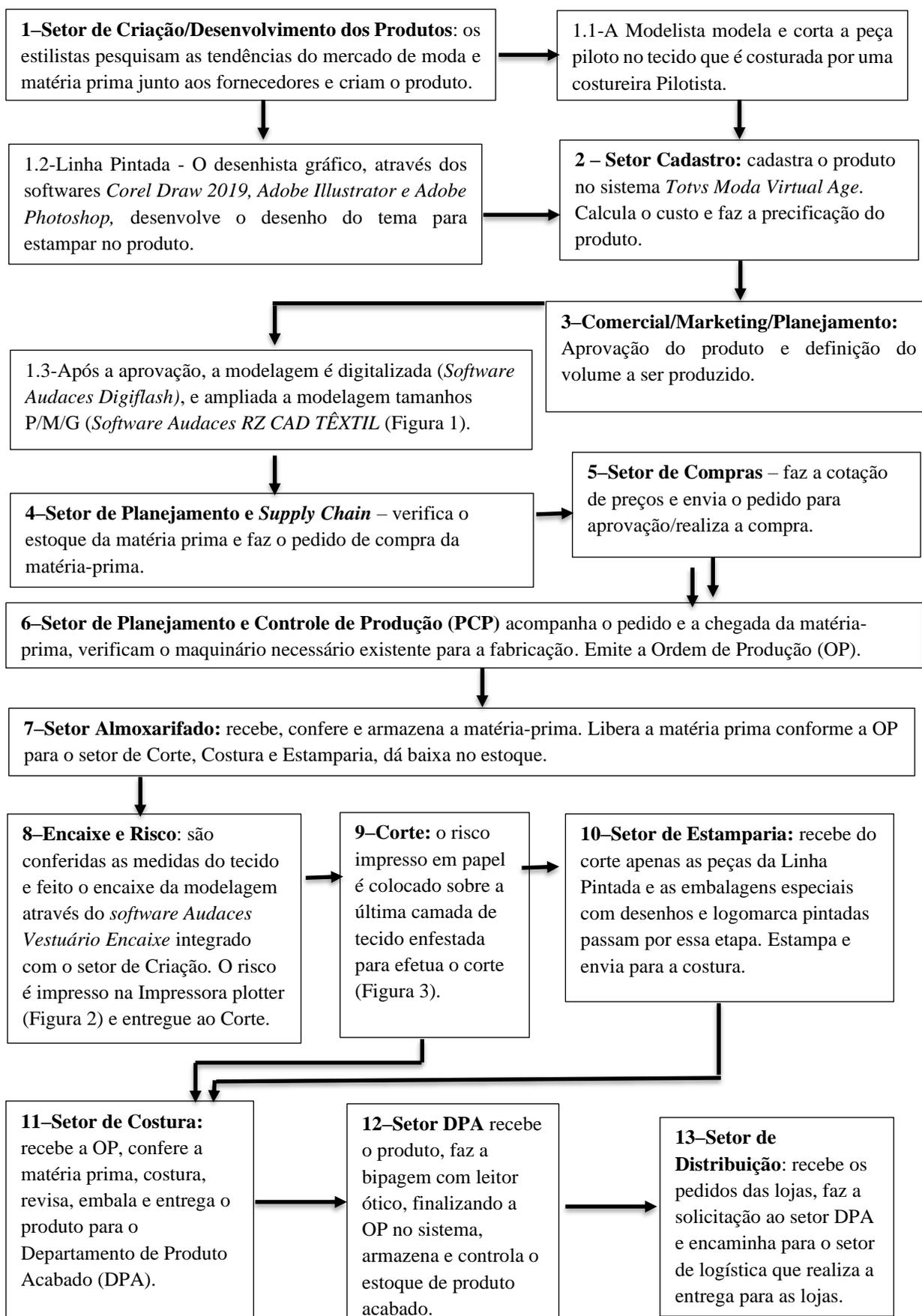


Figura 1 – Mesa digitalizadora/ampliação da modelagem



Figura 2 – Encaixe e risco/Impressora Plotter

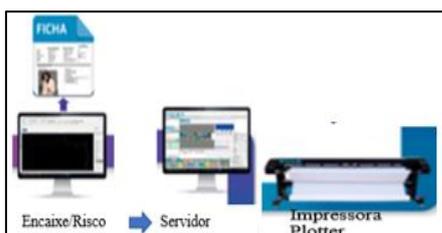
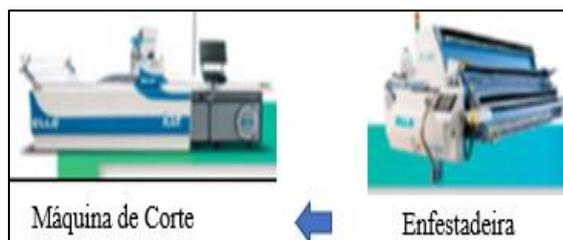
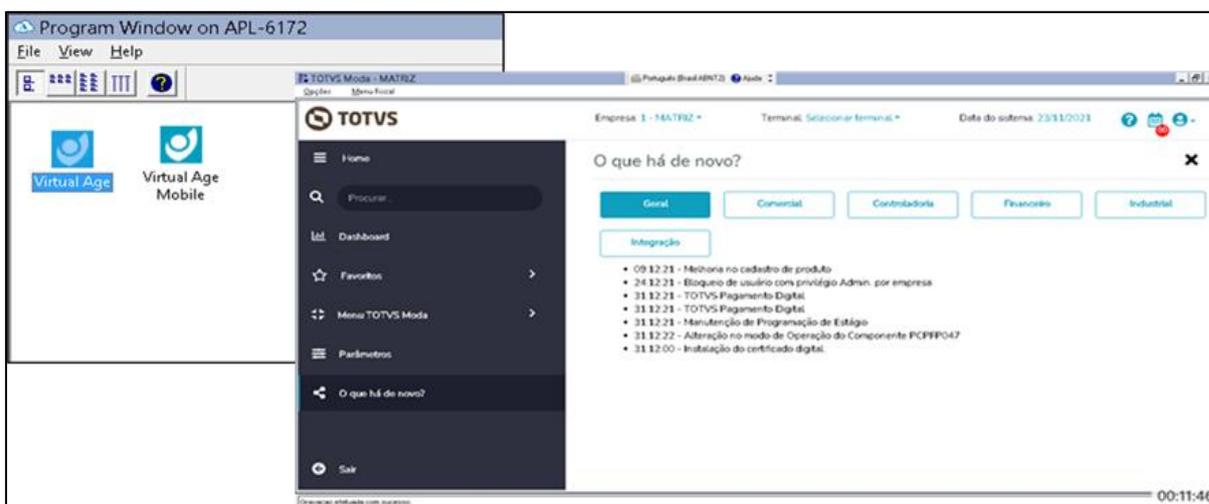


Figura 3 – Máquina de corte/enfesto



FONTE: [https://www.welttec.com.br/produto.php?cd\\_produto=369&gclid=CjwKCAiAv\\_KMBhAzEiwAs-rX1OToix6fFpymXNr8PxLfvLeLdrsdWc\\_\\_8UtcNTrLFuE9roeUhb57yBoCBigQAvD\\_BwE](https://www.welttec.com.br/produto.php?cd_produto=369&gclid=CjwKCAiAv_KMBhAzEiwAs-rX1OToix6fFpymXNr8PxLfvLeLdrsdWc__8UtcNTrLFuE9roeUhb57yBoCBigQAvD_BwE)

O processo destas etapas é todo feito via sistema ERP TOTVS MODA *Virtual Age* através do qual se faz todo o controle virtual do processo (Figura 4). Para isso, todas as informações que envolvem a operacionalização da empresa são cadastradas e controladas. O acesso ao sistema é controlado e somente é liberado para usuários mediante senha que os responsabiliza pela veracidade e atualização das informações.

Figura 4 – Exemplo de telas do Sistema ERP TOTVS MODA *Virtual Age*

Fonte: acervo da autora (2021)

## 4.2 Encaixe/Risco, Enfesto e Corte Automatizado (integração de máquinas e sistemas)

O processo de Corte é composto de três etapas: Encaixe/Risco, Enfesto e Corte, que se seguem após a digitalização da modelagem no sistema *Audaces* usando o software *Audaces Digiflash*. Com a emissão da Ordem de Produção pelo Setor de PCP, o processo de produção tem início e seguem-se as etapas de produção comuns a todos os produtos confeccionados pela Empresa. O modo como cada funciona segue de maneira individual, dada a importância e a singularidade dessas etapas dentro do processo produtivo.

### 4.2.1 - Encaixe/Risco

A utilização de novas tecnologias já é uma realidade em setores que há bem pouco tempo eram todos manuais, com baixa produtividade, o que gerava a necessidade de muita mão de obra. A primeira etapa do Corte é o Encaixe/Risco, está equipada com o programa *Audaces Vestuário*. Encaixe é utilizado para realizar o desenho virtual do encaixe dos moldes sistema *Audaces* integrado ao Setor de Criação que permitem a visualização da modelagem dos produtos e é responsável em fazer o encaixe dessa modelagem de acordo com a Ordem de Produção, de modo a fazer o melhor aproveitamento do tecido.

Essa ferramenta permite que o Analista avalie a forma de executar o encaixe automático para obter o melhor resultado de acordo com a modelagem e a matéria-prima utilizada (Figura 5). É a informatização do processo integrando os setores Desenvolvimento do Produto com o setor de Encaixe/Risco. (SCHNEIDER, 2018; GAZIERO; CECCONELLO, 2019). Após encontrar o formato de encaixe ideal, o risco é impresso em papel que possui dimensões de largura igual ao tecido que vai ser cortado. Essa impressão é feita com uma impressora da marca *Plotter* (Figura 5) que também possui dimensões de largura igual ao tecido que será cortado.

Figura 5 – Encaixe-Risco virtual/Impressora Plotter



Fonte: acervo da autora (2021)

A utilização do programa *Audaces* como ferramenta para a execução de Encaixe e Risco automatizado se configura em fator importante para a operação. O trabalho executado de forma manual inviabiliza a produção por além de ser necessário mais pessoas também exige maior espaço físico para as instalações e não garante a qualidade com a mesma precisão desse tipo equipamento e a produtividade baixa e inviabiliza o negócio (Quadro 3). O caminho é renovar o modo de como executar o trabalho utilizando novas formas e novas tecnologias para se tornar mais competitivo e conquistar novos mercados. (TORTORELLA,2021; SOUZA; DE SOUSA, 2021)

Quadro 3 – Encaixe/Risco - comparativo do processo Manual X Automatizado

COMPARATIVO ENTRE PROCESSOS	Mão de obra direta aplicada	Capacidade produtiva diária
Encaixe/risco manual	3 pessoas	1.200 peças
Encaixe/risco automatizado	1 pessoa	60.000 peças
Redução de mão de obra	67,0%	
Aumento de produtividade		4.900%

Fonte: elaborado pela autora

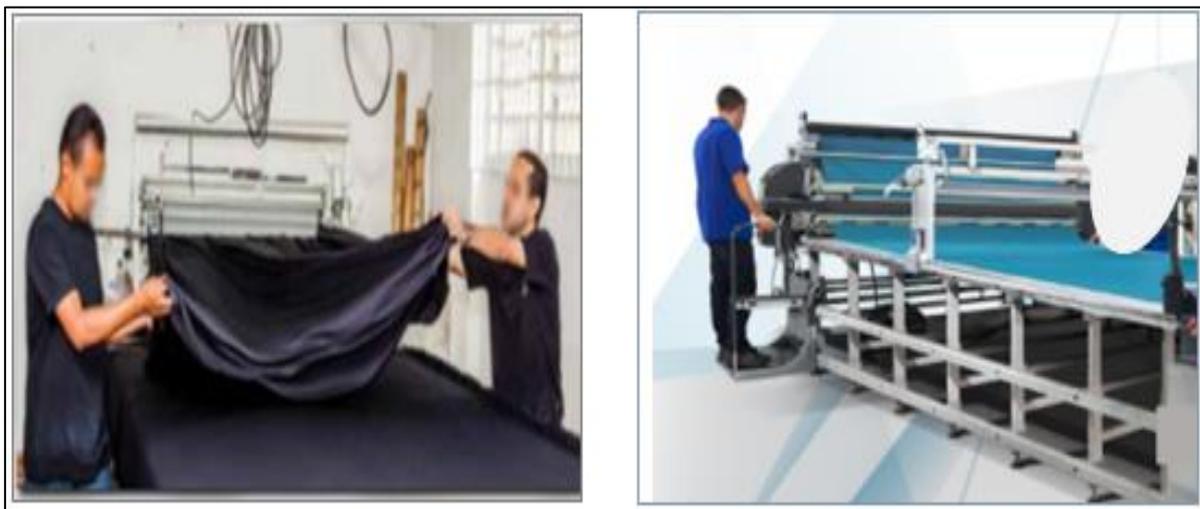
#### 4.2.2. - *Enfesto*

O Enfesto é a etapa realizada na sequência e trata da colocação de camadas sobrepostas de tecido para execução do corte. A tarefa é feita sobre uma mesa de largura maior do que o tecido com a superfície perfeitamente lisa favorecendo o esticamento do tecido para evitar defeito das peças após o corte pode ser realizada manualmente por duas pessoas para manipular o tecido, que é trazido, camada por camada, de uma extremidade a outra da mesa. (Figura 6). Esse processo manual tem por característica a baixa produtividade e alta aplicação de mão de obra na sua execução.

O uso de tecnologias e a aplicação de novos métodos de trabalho com uma visão de manufatura enxuta, são fatores que trazem a uma outra realidade dentro do processo industrial de confecção de lingerie, como uma estratégia que favorece a redução no tempo de entrega e melhor qualidade (GAZIERO; CECCONELLO, 2019; STEFANI, 2021). Essa etapa que compõe a preparação do tecido para o corte, antes era realizada por duas pessoas, atualmente é realizada com o uso de uma máquina de enfesto automático que opera com apenas uma pessoa (Figura 6).

A máquina Enfestadeira tem por função esticar o tecido deixando no ponto para ser cortado e tem como característica a alta produtividade e baixa aplicação de mão de obra na sua execução.

Figura 6 - Enfesto Manual de tecido/Enfesto automatizado do tecido



Fonte: acervo da autora (2021)

A evolução no modo de operacionalizar o enfesto do tecido do método manual para o automatizado não apenas reduz 50% da utilização de mão de obra e de tempo, como garante a qualidade do enfesto. O ganho de tempo e a redução do custo nesta etapa do processo caracterizam o pensamento enxuto da filosofia Lean Manufacturing (HABEKOST, et.al. 2020), isso é possível com a utilização de equipamentos automáticos que trazem no seu cerne a essência da Indústria 4.0 modificando a realidade do chão de fábrica e permitindo um nível de agilidade no processo que, sem essas tecnologias inviabilizaria o negócio (Quadro 4)

Quadro 4 - Enfesto - Comparativo do processo Manual X Automatizado

COMPARATIVO ENTRE PROCESSOS	Mão de obra direta aplicada	Capacidade produtiva diária
Enfesto manual	4 pessoas	1.200 peças
Enfesto automatizado	1 pessoa	25.000 peças
Redução de mão de obra	75,0%	
Aumento de produtividade		1.983%

Fonte: elaborado pela autora (2021)

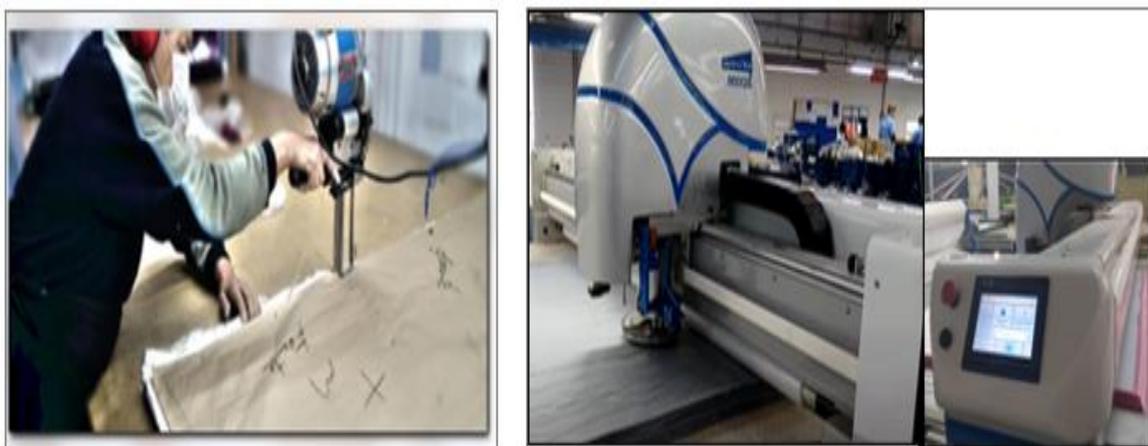
### 4.2.3. – Corte de Tecido

A etapa seguinte é o corte do tecido que ocorre com a sobreposição do risco que foi impresso em papel na impressora *Plotter* e é colocado sobre as camadas de tecido que foram enfiadas na mesa automática. O corte pode ser realizado manualmente, mas gera baixa produtividade e ainda exige toda a atenção do operador quanto ao uso da máquina adequada, assim como a precisão de um corte perfeito que garanta o processo seguinte que é a Costura (Figura 7).

O corte automatizado utiliza os softwares do *Audaces Neocut*, que é o *software* gerenciável da máquina de corte, bastante complexa, sendo necessários técnicos especializados para manutenção. O equipamento tem capacidade de cortar desde os tecidos mais finos, até os mais rígidos, como o couro com grande precisão, produzindo peças perfeitas e com ótimo acabamento (<https://audaces.com/institucional/>; <https://audaces.com/produto/neocut-bravo>).

A máquina de corte automático (Figura 7) opera com apenas um operador especialista, treinado e a capacidade produtiva diária realizada pode ser de até 25.000 unidades de peças dependendo da gramatura do tecido. A empresa possui dois equipamentos instalados, um na unidade fabril em Freicheirinha e o outro em Tianguá, que garantem uma capacidade produtiva de mais 300.000 conjuntos de itens mensais. O comparativo demonstra o ganho do modo automático em relação ao manual (Quadro 5).

Figura 7 - Corte manual de tecido/Corte automatizado de tecido



Fonte: acervo da autora (2021)

A análise dos dados demonstra que na indústria de confecção a importância do investimento no setor de Corte foi fundamental para o crescimento da empresa. O quadro de

peças diretas foi reduzido de dez para três pessoas, o equivalente a 70% e o aumento de produtividade partiu de 1.200 para 25.000 peças, o equivalente a 1983% (Quadro 5).

Quadro 5 - Corte - Comparativo do processo Manual X Automatizado

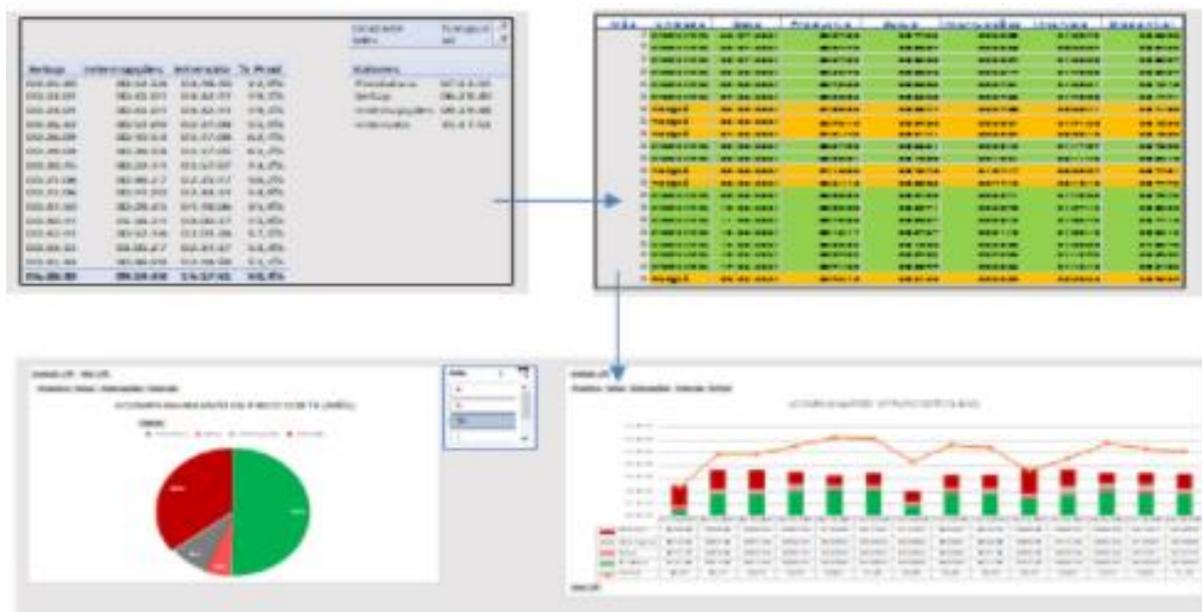
COMPARATIVO ENTRE PROCESSOS	Mão de obra direta aplicada	Capacidade produtiva diária
Corte manual	3 pessoas	1.200 peças
Corte automatizado	1 pessoa	25.000 peças
Redução de mão de obra	67,0%	
Aumento de produtividade		1.983%
RESUMO COMPARATIVO ENTRE PROCESSOS	Mão de obra direta aplicada	Capacidade produtiva diária
Processo manual	10 pessoas	1.200 peças
Processo automatizado	3 pessoas	25.000 peças
Redução de mão de obra	70%	
Aumento de produtividade		1.983%

Fonte: elaborado pela autora (2021)

O equipamento de corte automatizado não apenas efetua a operação rápida e precisa, mas gera informações via sistema integrado registrando a quantidade de peças cortadas, assim como os períodos de interrupções. No final de cada período, o controlador da máquina exporta um relatório com registro da quantidade de peças cortadas, forma com que a faca foi manuseada, calculando o tempo de corte por peça. É a integração na prática da cadeia produtiva industrial sistematizada. (SACOMANO *et al.*, 2018).

O relatório é gerado pelo sistema no equipamento de corte na linguagem *Hypertext Markup Language* (HTML) ou Linguagem de Marcação de Hipertexto. Esses dados são enviados via sistema *intranet* para o gestor responsável que converte em planilhas *Excel* e geram relatórios com gráficos de acompanhamentos diários, semanais e mensais da produtividade executada no dia pelo setor de Corte (Figura 8). É a integração e o rastreamento de dados de modo *online*, permitindo o controle da cadeia produtiva em tempo real, o que favorecendo maior controle do processo. (PADILHA *et al.*, 2019).

Figura 8 - Acompanhamento de produtividade setor de corte



Fonte: acervo da autora (2021).

As etapas de Encaixe/Risco, Enfesto e Corte, têm sido beneficiadas pelo avanço tecnológico da Indústria 4.0, que, associado à prática da Automação Enxuta contribui para o aumento da produtividade. A operacionalização sistêmica do conjunto dos *softwares Audaces Digiflash, Audaces moldes, Audaces Encaixe e Audaces Supera*, todos com uma função específica e diferenciada apresenta resultado positivo do investimento em tecnologia e se constitui em fator de crescimento da empresa. No caso, essa empresa que atua há 16 anos no mercado, iniciou de forma manual com uma quantidade mínima de peças e tem como marco divisor de águas do seu crescimento quando da aquisição dessa tecnologia, que envolve todo o processo de corte. Ocorre no setor de corte automatizado a troca de informações e dados entre máquinas e seres humanos por meio de sistemas computacionais colaborativos, com o propósito de controlar e otimizar as entidades físicas dentro do processo produtivo. (SACOMANO *et al.*, 2018; STEFANI *et al.*, 2021; MORAES, 2020).

#### 4.2.4. – Corte de Embalagem

A embalagem é um insumo que pode ser comprado de terceiros ou produzido internamente. As embalagens de todos os produtos são fabricadas internamente. No caso da Linha Pintada Infantil, após passar pelo processo de estamperia, a lona vinílica é cortada em na máquina Balancim Hidráulico utilizando uma navalha confeccionada no formato da bolsa.

(Figura 9). A operação é realizada por um operador e tem capacidade produtiva diária em média de 950 unidades. Não se registra aqui comparativo porque o volume necessário para atender a demanda atual é suprida por esse modelo de processo manual. A máquina de corte automático, embora possua modo de regulagem para materiais de densa gramatura como a lona vinílica, não é utilizada para esse fim, sendo priorizado para o corte de tecidos finos para atender a demanda dos outros produtos produzidos na empresa.

Figura 9 – Balancim hidráulico e navalha de corte



Fonte: acervo da autora (2021).

### 4.3 Setor de Estamparia

Na indústria têxtil, o processo de desenvolvimento e criação de estampas e conjunto de cores é dinâmico e necessário para chegar a um produto diferenciado e com valor agregado. O mundo da moda envolve pesquisa de tendências, estilos, tipos de clientes, idade das pessoas, nichos diferenciados, datas comemorativas e tudo isso exige da área de Marketing e Criação dinamismo e rapidez nas decisões para garantir vendas e competir no mercado. A diversificação de estampas e as combinações de cores se constituem fator que agregam valor ao produto, promovem a venda e se constituem em garantia de faturamento.

O processo de estamparia faz parte desse processo. Apesar de ainda se fazer uso de equipamentos manuais com telas, a indústria tem evoluído buscando melhorar o processo com a aquisição de máquinas semiautomáticas e de impressoras digitais, aumentando a capacidade produtiva associada à redução custos e que garantia da qualidade do produto. Nesse processo também se registra a inovação através tecnologia da indústria 4.0, associada à filosofia Lean Manufacturing (PANSONATO, 2020) com a produção enxuta e o foco na redução dos custos e aumento da produtividade.

O produto escolhido para este estudo é o Kit de 3 Calcinhas (Figura 10), que pertence à Linha Pintada e possui a embalagem diferenciada com ilustrações em cores e o foco das vendas

no público infantil. A linha infantil pintada é composta por calcinhas, cuecas e conjuntos de dormir, sendo atualmente responsável por 10% do faturamento da empresa. O volume de vendas desses produtos está diretamente ligado ao fator diferencial promovido pela estampa exclusiva combinados no produto e na sua embalagem. O processo de estamparia utilizado na produção do Kit 3 Calcinhas infantis (Figura 10) pode ser realizado no modo manual ou com a utilização da máquina Carrossel, onde cada uma dessas estruturas tem um fluxo operacional, layout, quantidade de mão de obra e produtividade distintos como descritos no quadro 6 a seguir.

Figura 10 – Kit 3 Calcinhas infantis + embalagem



Fonte: acervo da autora (2021)

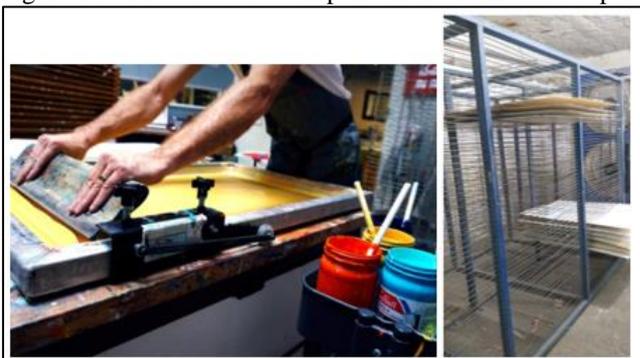
Quadro 6 - Fluxograma do processo do *Kit 3 Calcinhas Infantil*

ETAPAS DO PROCESSO DA CALCINHA	ETAPAS DO PROCESSO DA EMBALAGEM
1-Encaixe/Risco-automatizado	1-Impressão da estampa em impressora HP
2-Enfesto-automatizado	2-Corte em balancim hidráulico
3-Corte-automatizado	3-Costura
4-Estamparia Carrossel	
5-Costura em micro células	

#### ***4.3.1 – Processo de estamparia da Calcinha manual***

O processo de estamparia manual é realizado utilizando a seguinte estrutura: uma tela revelada com o desenho específico para cada cor. Cada tela é presa em uma mesa adaptada com garras reguláveis para fixação da tela e um rodo com dimensões de acordo com a largura da tela (Figura 11). As partes da calcinha cortadas em tecido são presas em uma placa de base plana que permite a fixação e o esticamento perfeito do tecido para receber a aplicação de tinta (Quadro 7). O fluxo do processo de estamparia manual é realizado por uma equipe de sete pessoas que executam uma sequência de operações conforme descrição abaixo:

Figura 11 – Processo de estamparia manual em tela e suporte de secagem



Fonte: acervo da autora (2021)

Quadro 7 - Descrição do fluxo operacional de estamparia manual

Operação 1 – (1 pessoa) - fixa a peça em uma placa de acrílico de base plana pré-preparada com um adesivo, onde é esticado naturalmente o tecido que fica fixo, para receber a pintura. Essa mesma pessoa recebe essa placa de volta com a peça pronta, confere a qualidade, retira da placa e organiza em pacotes em quantidades de acordo com a ordem de produção.

Operação 2 – 3 pessoas (1 em cada cor) - busca a tinta na sala de preparação de tintas; fixa e regula a tela nas garras fixadas na mesa, aplica a tinta com o rodo; limpa o rodo e a tela, verifica a qualidade.

Operação 3 – 3 pessoas (1 em cada cor) - busca as placas com as peças; encaixa a placa na mesa, sob a tela, para estampar; retira a placa com a peça estampada da mesa e coloca no suporte atrás para secagem. Leva a placa com a peça concluída para a pessoa da operação 1.

#### 4.3.2 – Processo de Estamparia da Calcinha Semiautomatizado

O processo de estamparia semiautomática é realizado utilizando a máquina circular Carrossel (Figura 12) composta por catorze bases chamadas de berços com medidas 60cm x 90cm e secadores *flash* que são regulados na temperatura ideal garantindo a secagem da peça. Com capacidade para catorze telas reveladas no caso do *Kit* de três cores, são utilizados doze estágios, sendo uma tela com o desenho específico para cada cor. Cada tela é fixada na parte superior do suporte equivalente a cada berço. A fixação das partes da calcinha cortadas em tecido é feita diretamente na base plana do berço com esticamento perfeito do tecido para receber a aplicação de tinta (Figura 12). O fluxo do processo de estamparia na máquina carrossel é realizado por uma equipe de três pessoas que executam uma sequência de operações conforme descrição no quadro 8.

Figura 12 – Máquina Carrossel/peças esticadas no berço da máquina carrossel



Fonte: acervo da autora (2021)

Quadro 8 - Descrição do fluxo operacional de estamperia semiautomático

Operação 1 – 1 pessoa – fixa a peça na base plana do berço esticando naturalmente e tecido que fica fixo, para receber a pintura; monitora o equipamento e eventuais interrupções da máquina; verifica a tinta e a qualidade da pintura na peça; busca a tinta na sala de preparação de tintas; realiza a limpeza e a troca das telas.
Operação 2 – 2 pessoas – auxilia na colocação das peças no berço; após o giro da máquina, verifica a qualidade da pintura das peças, retira as peças prontas do berço e põe na mesa ao lado; organiza as peças em lote e amarra os pacotes. Auxilia na busca da tinta, na troca e limpeza das telas.

No comparativo entre os processos manual e automático (Quadro 9), fica demonstrado o índice de produtividade de 1007% que somado à redução de mão de obra direta aplicada no processo, de 57%, viabiliza o negócio. O espaço físico ocupado pelo processo manual também é três vezes maior que o espaço da máquina, ou seja, há o ganho em produtividade, em mão de obra e no arranjo físico do *layout*. A aplicação na prática dos conceitos de produção enxuta se resultam em ganhos de produtividade, redução de custos e crescimento de capacidade competitiva. (TORTORELLA, 2018; SOUZA; DE SOUSA, 2021). A utilização de equipamentos inteligentes colabora para a agilidade dos processos na criação de produtos acabados ao ritmo exigido pelo cliente (HABEKOST, et.al. 2020).

Quadro 9 - Estamperia - Comparativo do processo Manual X Semiautomatizado

COMPARATIVO ENTRE PROCESSOS	Mão de obra direta aplicada para 3 cores	Capacidade produtiva diária (kits 3 peças)
Estamperia manual	7 pessoas	74 kits
Estamperia carrossel	3 pessoas	819 kits
Redução de mão de obra	57,0%	
Aumento de produtividade		1.007%

Fonte: elaborado pela autora (2021)

### ***4.3.3 – Processo de Estamperia da Embalagem***

A embalagem do kit é o diferencial desse produto sendo fator importante por agregar valor ao produto (Figura 13), tendo como característica a reutilização dessa embalagem por parte do cliente para outro fim, que pode utilizar como um estojo escolar, fato que gera um encantamento no cliente final: a criança.

Figura 13 – Embalagem do Kit



Fonte: acervo da autora 2021

Esse processo não seria possível sem a utilização da impressora digital HP (Figura 14) que possui tecnologia avançada de impressão que permite estampar em lona vinílica, material base utilizado na fabricação dessas embalagens. Esse tipo de material não tem aderência com tintas comuns e a impressora jato de tinta torna possível a confecção deste produto. A utilização de mão de obra aplicada é outro fator favorável ao processo enxuto adotado na empresa que possui 2 impressoras digitais HP Latex 570 instaladas e 1 operador especialista que opera os dois equipamentos e consegue uma produção mensal de 16.300 unidades.

Figura 14 – Impressora HP



Fonte: acervo da autora (2021).

No caso do processo de impressão da embalagem não há comparativo porque estampar manualmente a lona vinílica é inviável devido ao tempo de secagem ser bem mais longo e a aderência da tinta não proporcionar a qualidade desejável ao produto, daí a inviabilidade de ser feito em processo manual de pintura em lona vinílica. A inovação tecnológica digital presente no equipamento de impressora HP é o que permite esse tipo de embalagem existir dentro desse formato utilizado no produto analisado. A Indústria 4.0 se faz aqui presente nesse processo como fator de viabilidade em conjunto com o pensamento enxuto assegurando oportunidade com

produtividade resultando em crescimento de vendas. A aplicação prática dos conceitos de produção enxuta associada ao uso de tecnologias resulta em ganhos de produtividade, redução de custos e crescimento de capacidade competitiva. (TORTORELLA, 2018; SOUZA; DE SOUSA, 2021).

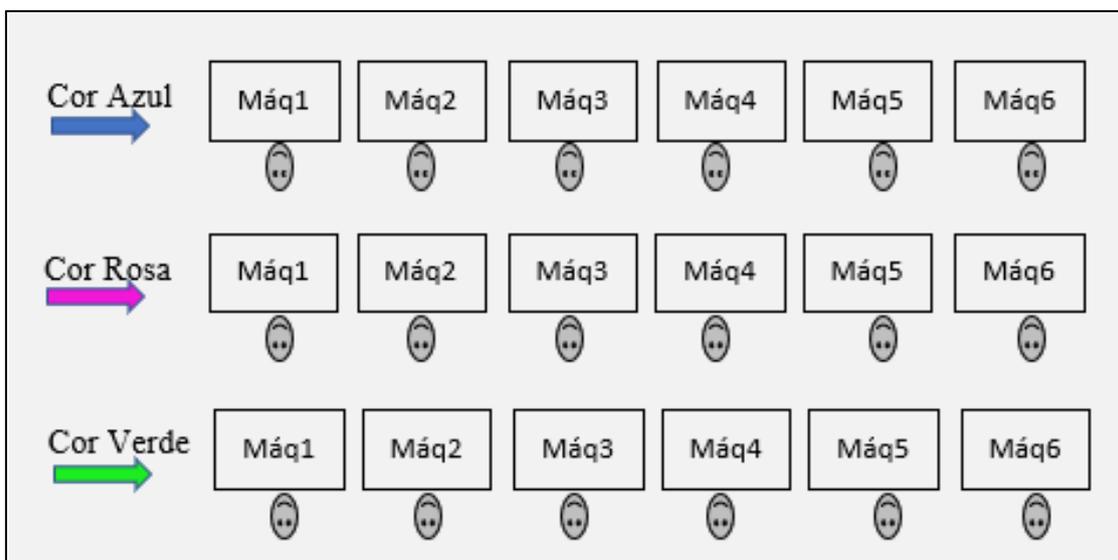
#### **4.4 Setor de Costura**

Após cortar e estampar as partes das peças da Calcinha e da Embalagem, os lotes entram no processo de costura. As células de costura de cada item são específicas por necessitar de máquinas, guias, regulagens e dispositivos diferenciados assim como de capacitação específica das costureiras. As células de costura são organizadas no formato da produção enxuta com fluxo operacional definido pelo setor de Engenharia de Produto e acompanhado pelo setor de Engenharia de Produção e Processos, dentro do pensamento da Filosofia Lean que tem como prioridade a identificação dos gargalos e a resolução dos problemas num constante processo de melhoria contínua. (GAZIERO; CECCONELLO *et al.*, 2019). Reduzir o volume de peças em processo faz fluir o fluxo potencializando a produtividade e a eficácia no atendimento do abastecimento das lojas e o melhor atendimento ao cliente.

##### ***4.4.1 – Processo de Produção em Massa X Processo de Produção Enxuta***

O formato de grupo no modo de produção em massa (SACOMANO *et al.*, 2018) anteriormente utilizado na costura desse produto era composto por dezoito máquinas, sendo uma pessoa em cada máquina e cada agrupamento de seis pessoas era responsável por produzir cada cor formando o *kit* no final de três cores. O *layout* do grupo disposto em três fileiras (Figura 15) era organizado seguindo o fluxograma operacional (Quadro 10) onde eram processados lotes de trinta peças. Cada máquina processava as trinta peças e entregava para a máquina seguinte e a prioridade era a peça seguir o fluxo sem cruzar nem voltar focando no maior volume de produção possível, desconsiderando o aproveitamento operacional e a de maquinário. O aproveitamento médio de mão de obra e de maquinário, nesse formato de agrupamento, neste produto é de 17% (quadro 10).

Figura 15 – Modo de produção em massa do grupo de costura da Calcinha



Quadro 10 – Descrição do fluxograma operacional de costura da Calcinha no Modo de Produção em Massa

Descrição das operações	Tipo Máquina	Minutos /peça	Aproveitamento Operacional (%)
Operação 1 – Unir fundo frente e costa	Máq.1-Overloque	0,72 min	35%
Operação 2 – Aplicar elástico nas pernas	Máq.2-Galoneira	0,32 min	16%
Operação3 – Fechar 1º lado c/ etiquetas	Máq.3-Overloque	0,17 min	8%
Operação 4 – Aplicar elástico no cós	Máq.4-Galoneira	0,24 min	12%
Operação 5 – Fechar 2º lado	Máq.5-Overloque	0,22 min	11%
Operação 6 – Fixar costuras	Máq.6-ravete	0,36 min	18%
<b>Total de minutos por peça</b>	<b>Kit = 6,09 min</b>	<b>2,03 min</b>	<b>Média = 17%</b>

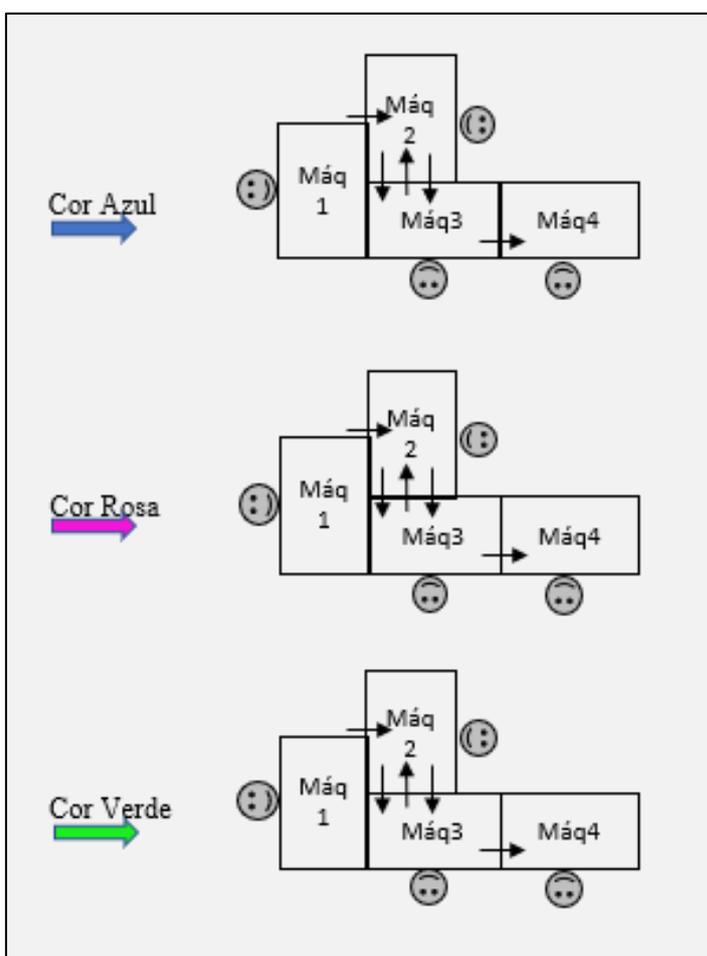
Fonte: elaborado pela autora (2021).

O modo de produzir foi modificado e adotado um grupo o formato por três células no modo de manufatura enxuta com o processamento de lotes mínimos de 10 peças para agilizar o fluxo do processo produtivo. A distribuição do trabalho nas micro células onde a aglutinação favorece um aproveitamento da carga máquina e operacional de 8% em relação ao formato anterior (Figura 16). Existem ainda os ganhos indiretos com os custos agregados como o consumo de energia elétrica, redução de pessoal indireto como supervisão, a redução no número de peças em processo que facilita o controle do processo produtivo.

Adotar o modo enxuto de produzir num processo de melhoria contínua com foco na redução dos custos e melhor aproveitamento da mão de obra aplicada e reduzir o uso de máquinas

e equipamento na proposta da Produção Enxuta fornece real impacto positivo sobre o desempenho da máquina produtiva. Diminuir o volume de peças em processo e aumentar o aproveitamento da carga máquina e operacional reduz a necessidade de máquinas e de pessoas. O resultado é a redução dos custos com pessoal e do consumo de energia elétrica e potencializando o objetivo final da organização, priorizando o uso inteligente dos recursos disponíveis e a redução dos custos produzindo mais com menos. (TORTORELLA, 2021; SOUZA; DE SOUSA, 2021). A mudança física do *layout* demonstrada na Figura 16 afere a condição da necessidade de aplicação das novas práticas adotadas através de um novo fluxo operacional (Quadro 11) nos moldes da produção enxuta.

Figura 16 – Modo de produção enxuta em formato de células do grupo de costura da Calcinha



Fonte: acervo da autora (2021)

Quadro 11 – Descrição do fluxograma operacional de costura da Calcinha no Modo de Produção Enxuta

Descrição das operações	Tipo Máquina	Minutos /peça	Aproveitamento Operacional (%)
Oper.1–Unir fundo frente e costa	Máq.1-Overloque	0,72 min	35%

Oper.2-Aplicar elástico pernas	Máq.2-Galoneira	0,56 min	28%
Oper.3-Fechar 1º lado c/ etiqueta	Máq.3-Overloque	0,39 min	19%
Oper.4-Aplicar elástico no cós	Máq.2-Galoneira		
Oper.5-Fechar 2º lado	Máq.3-Overloque		
Oper.6-Fixar costuras	Máq.4-Travete	0,36 min	18%
<b>Total de minutos por peça</b>		<b>2,03 min</b>	<b>Aproveitamento Médio = 25%</b>
<b>Total de minutos por kit 3 peças</b>		<b>6,09 min</b>	

Fonte: elaborado pela autora (2021).

A aplicação da produção enxuta tem suas bases na filosofia Lean Manufacturing com foco na redução dos custos, na organização dos processos e alinhamento do fluxo operacional. (SOUZA; DE SOUSA, 2021, p. 82). No caso do produto analisado dentro do setor de Costura, a operação com lotes reduzidos, dentro da demanda estabelecida, favorece a uma maior produtividade e redução na necessidade de mão de obra e de maquinário na ordem de 33%. (Quadro 12). O aproveitamento médio de mão de obra e de maquinário, nesse formato de agrupamento, neste produto é de 25% (Quadro 11). A utilização de um fluxo simplificado de processos colabora para criar produtos acabados ao ritmo exigido pelo cliente. (HABEKOST, et.al. 2020).

Quadro 12 – Análise comparativa de produtividade - Produção em Massa X Produção Enxuta

<b>ANÁLISE DA NECESSIDADE DE PESSOAS</b>	<b>Mão de obra direta aplicada</b>	<b>Capacidade produtiva diária</b>	<b>ANÁLISE DA NECESSIDADE DE MÁQUINAS</b>	<b>Máquinas em processo</b>
Mínutos/pessoa	528 min			
Tempo de 1 kit (min)	6,09 min			
Proc. Produção em massa	18 pessoas	1.561 kits	Proc. Produção em massa	18 máq.
Proc. Produção enxuta	12 pessoas	1.040 kits	Proc. Produção enxuta	12 máq.
Redução de mão de obra	33%		Redução de máquinas	33%
Produtividade		- 33%		

Fonte: elaborado pela autora (2021).

## 5. CONCLUSÃO

Com a análise do modo de produzir no formato de manufatura enxuta, identificou-se que o seu uso em conjunto com a máquinas inteligentes podem resultar em ganhos significativos e possibilidade de crescimento econômico, dada a estruturação e associação entre manufatura avançada da Indústria 4.0 e o *Lean Manufacturing*.

Analisando o processo produtivo aplicado no chão de fábrica é possível perceber que os conceitos da Produção Enxuta em associação com a Indústria 4.0 resultam no aumento da produtividade e da eficiência. O estudo evidencia que o investimento em tecnologia e a quebra de paradigmas, a partir da implementação dos conceitos da manufatura enxuta e o uso de equipamentos inteligentes, resultam em processos produtivos integrados e alinhados, proporcionando a comunicação rápida e gerando resultados eficazes.

Retornando à pergunta realizada no início: *Como as empresas podem se organizar dentro desse novo panorama onde o avanço tecnológico oportuniza mudanças no modo de produzir com a aplicação de novos métodos de trabalho e utilização de máquinas inteligentes na execução das tarefas potencializando o melhor aproveitamento dos seus recursos?* O estudo demonstra que as empresas e seus colaboradores são os agentes de mudança desse processo que é dinâmico e estes precisam considerar que a adoção de novas práticas e o investimento em novas tecnologias podem ser o diferencial para o sucesso do negócio. Esse estudo evidencia o retorno positivo do investimento financeiro em tecnologias e na organização do processo e mostra que é preciso inovar para crescer.

Considerando a dinâmica das inovações tecnológicas e processuais, evidencio aqui a existência de lacunas para a execução de estudos futuros em complementação a este, que contribuam na composição de uma visão holística dos processos produtivos enxutos associados à realidade digital, para os pesquisadores e profissionais ligados ao mundo corporativo, como ferramenta de entendimento desse processo de melhoria constante da manufatura. A revisão e proposta de novos estudos é uma atividade fundamental, uma vez que as novas tecnologias e os novos caminhos digitais surgem como oportunidades de pesquisas e investimentos essencial para o desenvolvimento econômico mundial.

## REFERÊNCIAS

DUARTE, Fábio. Arquitetura e Tecnologias de Informação da Revolução Industrial à Revolução Digital. Editora Unicamp. 1999. books.google.com

GAZIERO, Cleiton. CECCONELLO, Ivandro. Simulação Computacional do Fluxo de Valor: uma proposta de Integração da Indústria 4.0 e Lean Production. *Scientia Cum Industria*, V. 7, N. 2, PP. 52 – 67. (2019). cleiton.gaziero@gmail.com, /iceccone@ucs.br/http://dx.doi.org/10.18226/23185579.v7iss2p52. 2019

HABEKOST, Anderson Felipe. LARROZA, Marcelo Bubolz. GOMES, Ismael Becker. GOECKS, Lucas Schmidt. BAIERLE, Ismael Cristofer. *A Indústria 4.0 Como Potencializadora das Práticas da Manufatura Enxuta*. Universidade do Vale do Rio dos Sinos (RS), 2020.

KAUFMANN, Jean-Claude, 1948-A entrevista compreensiva: um guia para pesquisa de campo/Jean-Claude Kaufmann; tradução de Thiago de Abreu e Lima Florencio; revista técnica de Bruno César Cavalcanti. – Petrópolis, RJ: Vozes; Maceió, AL: Edufal, 2013

MORAES, Rodrigo Bombonati de Souza. *INDÚSTRIA 4.0 Impactos Sociais e Profissionais*. Editora Blucher. 1ª edição. ISBN: 9786555060508. 2020

PADILHA, André José de Queiroz. CAPRERA, João Carlos Duarte. IBUSUKI, Ugo. Proposta de Testbed de Manufatura Avançada Baseado em Lean Manufacturing e Indústria 4.0. Universidade Federal do ABC. 2019 <http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/simea2019/PAP30.pdf>

PANSONATO, Roberto Candido. *LEAN MANUFACTURING*. Editora Contentus. 1ª edição. ISBN: 9786557457009. 2020

RIANI, Aline Mattos. Estudo de Caso: O Lean Manufacturing Aplicado na Becton Dickinson [Minas Gerais] 2006 XLIV, 44 p. 29,7 cm (Faculdade de Engenharia, B. Sc., Engenharia de Produção, 2006) Tese - Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF 1. Manufatura Enxuta I. EPD/UFJF II. Título (série)

SACOMANO, José Benedito; GONÇALVES, Rodrigo Franco; SILVA, Márcia Terra da; BONILLA, Silvia Helena; SÁTIRA, Walter Cardoso. *INDÚSTRIA 4.0 Conceitos e Fundamentos*. Editora Blucher. 1ª edição. ISBN: 9788521213710. 2018

SANTOS, B. P., ALBERTO, A., LIMA, T.D.F.M., CHARRUA-SANTOS, F.M.B. *INDÚSTRIA 4.0: DESAFIOS E OPORTUNIDADES*. RPD Revista Produção e Desenvolvimento Santos et al. (2018) ISSN: 2446-9580 111 1 C-MAST, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal. Universidade José Eduardo dos Santos, Huambo, Angola. \* Revista Produção e Desenvolvimento, v.4, n.1, p.111-124, 2018 <http://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento>

SCHENETTI, Malavasi. - Lean Manufacturing and Industry 4.0- an empirical analysis between Sustaining and Disruptive Change (Manufatura Enxuta e Indústria 4.0: uma análise empírica entre Sustaining e mudança disruptiva) POLITECNICO DI MILANO School of Industrial and Information Engineering Master of Science in Management Engineering:Industrial Management Supervisor: Prof. Giovanni Miragliotta Co-supervisor: Eng. Elisa Convertini Dissertation with discussant of: Mila Malavasi ID Number: 863332 Gabriele Schenetti ID Number: 863352 Academic Year 2016/2017

SCHNEIDER, Paul. Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field. *Rev Manag Sci* (2018) 12:803–848 <https://doi.org/10.1007/s11846-018-0283-2> 1 3 REVIEW PAPER © Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature .2018

SILVA. Elcio B.; SCOTON. Maria L. R. P. D.; PEREIRA. Sergio L.; DIAS. Eduardo M. *Automação & Sociedade: Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil*. Editora Brasport. 1ª edição. 2018

SOUZA. Maria Caroline de Araújo. DE SOUSA, Thales Botelho. *A Produção Enxuta no contexto da Indústria 4.0: um estudo bibliométrico da produção acadêmica mundial publicada em periódicos indexados na Scopus e Web of Science*. *Journal Of Lean Systems*, 2021, Vol. 6, Nº 3, pp. 79-98;

STEFANI, Eduardo. OLIVEIRA, João Marcos Barbosa. MONTINI, Paola. WANDERLEY, Josiete Ferreira. COSTA, Ivanir. *Aplicabilidade da Filosofia Lean na Indústria 4.0*. *Brazilian Journal of Development*.21335. DOI:10.34117/bjdv7n3-036.2021

TAO, Fei. QI, Qinglin. WANGB, Lihui. NEE, A.Y.C. - *Manufatura Inteligente – Artigo Gêmeos digitais e sistemas ciber-físicos em direção à manufatura inteligente e Indústria 4.0: Correlação e Comparação*. Escola de Ciência de Automação e Engenharia Elétrica, Universidade Beihang, Pequim 100083, China; Departamento de Engenharia de Produção, KTH Royal Institute of Technology, Estocolmo SE-10044, Suécia; Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Nacional de Cingapura, Cingapura 117575, Cingapura. *Engineering* 5 (2019) 653–661 Contents lists available at ScienceDirect Engineering journal: [www.elsevier.com/locate/eng](http://www.elsevier.com/locate/eng)

TORTORELLA, G.L., & Fettermann, D. (2018). *Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies*. *International Journal of Production Research*, 56(8): 2975-2987. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1391420>

TORTORELLA, G.L., Narayanamurthy, G., & Thurer, M. (2021). *Identifying pathways to a high-performing lean automation implementation: An empirical study in the manufacturing industry*. *International Journal of Production Economics*, 231, 107918. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107918>.