

**O Impacto da Digitalização no *Lean*
Manufacturing
Caso de Estudo da Fábrica de Figurinos da Rede
Globo**

VERSÃO FINAL APÓS DEFESA

Marco Antonio Pereira Dias

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor André Ferreira Costa Vieira

dezembro de 2023

Declaração de Integridade

Eu, Marco Antonio Pereira Dias, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M9044 de Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 04/12/2023

Marco Antonio Pereira Dias

Dedicatória

Este trabalho é dedicado àqueles que não possuem a oportunidade de frequentar uma escola, que sofrem discriminação de qualquer tipo, que são vítimas desta sociedade desigual e injusta. Dedico a todas as mães que exercem a função de pai e que lutam todos os dias para que seus filhos tenham a possibilidade de construir um futuro e então sonhar, pois acreditam que só a educação liberta e transforma.

Agradecimentos

Agradeço imensamente à minha mãe Vera, *in memorian*, a maior incentivadora que tive. Ela que nunca mediu esforços para que eu me tornasse uma pessoa íntegra, honesta e educada. A meu pai Antonio, *in memorian*, portador de sabedoria inigualável que no auge de seus 90 anos, mesmo sendo semianalfabeto, me ensinou todos os dias. A meu irmão, Márcio, meu braço direito, aquele que não importa onde e quando sempre está disposto a me ajudar em qualquer situação. A minha namorada Isabela, que compreendeu as minhas ausências e apoiou incessantemente em todas as etapas A meus professores que sempre trouxeram conhecimentos e possibilitaram que até aqui chegasse e em especial, ao meu orientador Prof. Doutor André Ferreira Costa Vieira que mesmo sem muito me conhecer não hesitou em me ajudar a finalizar esta dissertação e me acompanhou até o final desta importante jornada, sem ele não seria possível alcançar o fim do mestrado.

Resumo

O resumo da dissertação de mestrado aborda a convergência entre *Lean Manufacturing* e as tecnologias da Indústria 4.0 e 5.0, conhecida como Digitalização Industrial. O objetivo é aprimorar a eficiência dos processos, reduzir desperdícios, aumentar a flexibilidade e a capacidade de produção, além de embasar as tomadas de decisão com base em dados. No entanto, há uma lacuna na literatura no que diz respeito à integração dessas abordagens em empresas com baixo volume produtivo, alta variabilidade de peças e custos de investimento elevados.

Nesse contexto, o presente estudo propõe uma solução para a Digitalização Industrial em empresas que possuem essas características. Para ilustrar essa abordagem, utiliza-se como caso de estudo a Fábrica de Figurinos da Rede Globo de Televisão. O desafio específico enfrentado pela fábrica é estabelecer tempos-padrão de produção para suas peças. Para superar esse desafio, foram desenvolvidas duas aplicações utilizando a ferramenta *Microsoft Power Apps*, integrante da *Microsoft Power Platform*. A coleta de dados por meio dessas aplicações permitiu padronizar os tempos de produção, realizar análises estatísticas das peças e, conseqüentemente, aprimorar o planejamento e o controle da produção.

Palavras-chave

Lean Manufacturing, Indústria 4.0, Digitalização Industrial, Controle da produção.

Abstract

The abstract of the master's dissertation addresses the convergence between Lean Manufacturing and the advanced technologies of Industry 4.0 and 5.0, known as Industrial Digitalization. The aim is to improve process efficiency, reduce waste, increase flexibility and customization capabilities, and provide data-driven decision-making. However, there is a literature gap regarding the integration of these approaches in companies with low production volume, high part variability, and high investment costs.

In this context, this study proposes a solution for Industrial Digitalization in companies with these characteristics. To illustrate this approach, the Costume Factory of Rede Globo Television Network is used as a case study. The specific challenge faced by the factory is to establish standard production times for its parts. To overcome this challenge, two applications were developed using the Microsoft Power Apps tool, part of the Microsoft Power Platform. Data collection through these applications allowed for standardizing production times, performing statistical analysis of the parts, and consequently improving production planning and control.

Keywords

Lean Manufacturing, Industry 4.0, Industrial Digitalization, Production Control

Índice

Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Contextualização do Trabalho Desenvolvido	1
1.2. Relevância da pesquisa.....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.4. Metodologia.....	3
1.5. Estrutura da dissertação.....	4
Capítulo 2 – Enquadramento Teórico.....	5
2.1 Lean Manufacturing	5
2.2 Indústria 4.0	14
2.3 Indústria 5.0	21
2.4 A integração da Lean Manufacturing com a Indústria 4.0	23
2.4.1. Dispositivos de recolha de dados na I4.0.....	24
2.4.2. Princípios Lean no contexto da I4.0	26
2.4.2.1. Definição de valor pelo cliente na perspetiva da I4.0	26
2.4.2.2. Identificação do fluxo de valor e eliminação de desperdícios na I4.0	29
2.4.2.3. Criação de fluxo de valor na I4.0	29
2.4.2.4. Produção de acordo com a procura do cliente na I4.0	30
2.4.2.5. Busca da perfeição na I4.0	31
2.5. Matriz de Relacionamento.....	32
Capítulo 3 – Apresentação da Empresa	35
3.1. Apresentação da empresa.....	35
3.2. Histórico	36
3.3. Atuação.....	37
3.4. Caracterização da Empresa em Números.....	37
3.5. Estrutura Organizacional	38

3.5.1.	Conselho de Administração	38
3.5.2.	Estrutura administrativa do Grupo Globo	39
3.5.3.	Estrutura do Entretenimento	40
Capítulo 4 –Situação Atual do Processo		42
4.1.	Objetivos Fundamentais da Fábrica de Figurinos	42
4.2.	Descrição do processo produtivo	43
4.2.1	Pedido de Figurino – Solicitação de produção	43
4.2.2	Cadastro.....	44
4.2.3	Planeamento e controlo da produção.....	45
4.2.3.1	Capacidade produtiva	47
4.2.4	Modelagem, Corte e Preparação.....	47
4.3.1.	Confeção, reformas e ajustes	48
4.3.2.	Controlo de qualidade	49
4.3.	Estado atual e problemática.....	50
4.3.1.	Estado atual	50
4.3.2.	Oportunidades de melhoria – Matriz <i>SWOT</i>	54
Capítulo 5 – Implementação de Melhorias na Fábrica de Figurinos		59
5.1.	Aplicação - Solicitação de pedidos de figurino	60
5.1.1.	Padronização da identificação das peças, famílias e complexidades	62
5.1.2.	Padronização das bases de dados	63
5.1.2.1.	Base de dados dos utentes.....	64
5.1.2.2.	Base de dados Catálogo de Peças do Figurino	65
5.1.2.3.	Base de dados Pedidos de Figurino	65
5.1.3.	Funcionamento da aplicação.....	66
5.2.	Aplicação – Registo de Pedidos de Figurino.....	69
5.2.1.	Elaboração da aplicação de Registo de pedidos de figurino.....	69
5.2.2.	Avaliação e validação da aplicação	72
5.3.	Resultados e análises	73
5.3.1.	Resultados e análises práticos	74

5.3.2.	Resultados após a implementação da ferramenta de registo	76
5.3.2.1.	Peças de época.....	77
5.3.2.2.	Peças contemporâneas	80
5.3.3.	Integração de ferramentas	83
5.3.4.	Demais ganhos	87
Capítulo 6 – Conclusões		89
Referências Bibliográficas		91
Anexo A – Processo de produção da Fábrica de Figurinos da Rede Globo.....		100
Anexo B – Dados apontados e as respetivas análises às peças masculinas de época....		101
Anexo C – Dados apontados e as respetivas análises às peças femininas de época.....		102
Anexo D – Dados apontados e as respetivas análises às peças masculinas contemporâneas.....		103
Anexo E – Dados apontados e as respetivas análises às peças femininas de contemporâneas.....		104
Anexo F – Descrição de Género, Família, Período e complexidades na fabricação das peças		105

Lista de Figuras

Figura 1. Casa da Toyota (Fonte: Adaptado de Liker & Morgan, 2006)	6
Figura 2. Integração horizontal e vertical em sistemas de produção da I4.0 (Fonte: Holubek & Tirian, 2021)	17
Figura 3. Pontos comuns entre o <i>Lean Manufacturing</i> e a I4.0 (Fonte: Adaptado de Mayr et al., 2018).....	24
Figura 4. Etapas para extração de conhecimento a partir de dados de sensores (Fonte: Santos et al., 2016)	26
Figura 5. Relação entre o primeiro princípio do LM e os atributos da I4.0 (Fonte: Adaptado Valamede et al., 2020).....	28
Figura 6. Relação entre os atributos das ferramentas <i>Lean</i> e as tecnologias da I4.0 (Fonte: Ustundag & Cevikcan, 2018).	34
Figura 7. Estrutura do conselho administrativo do Grupo Globo (Fonte: Grupo Globo, 2020a)	39
Figura 8. Estrutura administrativa do Grupo Globo (Fonte: Grupo Globo, 2020a)	40
Figura 9. Estrutura organizacional da produtora (Fonte: Grupo Globo, 2020a)	41
Figura 10. A divisão das categorias da programação de entretenimento (Fonte: Grupo Globo, 2020c).....	42
Figura 11. Exemplo de Ficha de Pedido de Figurino (Fonte: O autor, 2022)	43
Figura 12. Processo de desenvolvimento da aplicação de solicitação de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).	62
Figura 13. Base de dados de utentes do Office 365 (Fonte: O autor, 2023).	64
Figura 14. Base de dados Catálogo de peças de figurino (Fonte: Globo, 2022).....	65
Figura 15. Relacionamento entre bases de dados na aplicação de solicitação de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).....	66
Figura 16. Página inicial da aplicação de solicitação de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).....	67
Figura 17. Menu de escolha de peças, tipo de peça e género (Fonte: O autor, 2022).....	67
Figura 18. Etapas de cadastro da aplicação de solicitação de pedidos da Fábrica de Figurinos(Fonte: O autor, 2022).....	68
Figura 19. Tela inicial com lista de usuários da aplicação de registo de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).	70
Figura 20. Menu de início ou retoma de registos relativo ao aplicativo de registo de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).....	70

Figura 21. Menu de escolha de pedidos para retoma no registo de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).....	71
Figura 22. Menu de escolha do tipo de serviço a ser realizado na aplicação de registo de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).....	71
Figura 23. Base de dados dos registos de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).	72
Figura 24. <i>e-Kanban</i> virtual da fábrica de figurino (Fonte: O autor, 2023).....	83
Figura 25. Exemplo de cartão virtual utilizado no e-Kanban, Trello (Fonte: O autor, 2022).	85
Figura 26. Dashboard de demandas em andamento (Fonte: O autor, 2022).....	86

Lista de Tabelas

Tabela 1. Principais ferramentas de melhoria do Sistema Toyota de produção (Fonte: Adaptado de Feld, 2001).....	10
Tabela 2. Pilares da I4.0 (Fonte: Adaptado de Ghobakhloo et al., 2021).....	17
Tabela 3. Comparação entre IoT e IIOT (Fonte: Adaptado de Boyes et al., 2018).....	25
Tabela 4. Exemplo de combinação entre a I4.0 e o Lean Manufacturing. (Fonte: adaptado de Kolberg & Zühlke, 2015).	32
Tabela 5. Matriz de relação entre os princípios do LM e os atributos da I4.0 (Fonte: adaptado de Valamede et al., 2020).	33
Tabela 6. Tipos de cadastro e suas respectivas descrições (Fonte: O autor, 2023).	44
Tabela 7. Distribuição dos 10 tipos peças mais fabricadas no ano de 2019 (Fonte: O autor, 2023).....	52
Tabela 8. Utilização de ferramentas Lean na Fábricas de Figurinos (Fonte: O autor, 2022).....	53
Tabela 9. Matriz SWOT da Fábrica de Figurinos (Fonte: O autor, 2022).....	56
Tabela 10. Matriz causa e efeito (Fonte: O autor, 2023).	58
Tabela 11. Pontos positivos e negativos relativos à implementação de aplicação para solicitação de PF (Fonte: O autor, 2022).....	61
Tabela 12. Fatores determinantes no tempo de produção de roupas (Fonte: O autor, 2022).....	62
Tabela 13. Classificação das famílias de peças (Fonte: O autor, 2022).....	63
Tabela 14. Atividades e descrições habilitadas no aplicativo de registo de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).	72
Tabela 15. Fases para validação de utilização da aplicação de registos de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).....	73
Tabela 16. Tempo médio de produção planeado de peças femininas (Fonte: O autor, 2023).....	74
Tabela 17. Tempo médio de produção planeado de peças masculinas (Fonte: O autor, 2023).....	75
Tabela 18. Detalhamento do e-Kanban virtual da Fábrica de Figurinos(Fonte: O autor, 2023).....	84
Tabela 19. Codificação do sistema de e-Kanban Trello (Fonte: O autor, 2022).....	85
Tabela 20. Produtividade no período de 10-2021 a 02-2023. Fonte: O autor (2023) ...	88

Lista de Acrónimos

CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i>
COBOTS	<i>Colaborative Robots</i>
CPCS	<i>Cognitive Physical Cybernetic Systems</i>
CPPS	<i>Cyber Physical Production Systems</i>
CPS	<i>Cyber Physical Systems</i>
CRP	<i>Capacity Requirement Planning</i>
D2C	<i>Direct-to-Consumer</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
I4.0	<i>Indústria 4.0</i>
I5.0	<i>Indústria 5.0</i>
IA	<i>Inteligência Artificial</i>
IIoT	<i>Industrial Internet of Things</i>
IoS	<i>Internet of Services</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
JIT	<i>Just in time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
LT	<i>Lead Time</i>
ML	<i>Machine Learning</i>
MRP	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PCP	<i>Planeamento e Controlo da Produção</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check e Act</i>
PROJAC	<i>Projeto Jacarepaguá</i>
QR	<i>Quick Response</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
RTLS	<i>Real-time Locating System</i>
SAM	<i>Smart Additive Manufacturing</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SOA	<i>Service-oriented architecture</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>
TIC	<i>Tecnologias da Informação e Comunicação</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VOD	<i>Video-On-Demand</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

Capítulo 1 – Introdução

Neste Capítulo inicial apresenta-se uma breve introdução à temática do trabalho, os objetivos e motivação associada à realização do mesmo, a metodologia utilizada e a estrutura da presente dissertação.

1.1. Contextualização do Trabalho Desenvolvido

Esta dissertação é realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, visa aplicar alguns conceitos da *Lean Manufacturing* (LM), da Indústria 4.0 (I4.0) e abordar os novos conceitos acerca da Indústria (I5.0) para melhorar os processos e as tomadas de decisão no cenário industrial através do caso de Estudo da Fábrica de Figurinos da Rede Globo, que atualmente possui a filosofia *Lean* implementada e pretende aumentar o seu nível de controlo através de tecnologias que se enquadram no conceito de digitalização industrial.

A LM, a I4.0 e a digitalização industrial têm se destacado como temas cada vez mais relevantes e debatidos na indústria moderna. A abordagem da LM busca otimizar a eficiência e reduzir desperdícios nos processos produtivos (Womack et al., 1990). Por sua vez, a I4.0, conforme discutido por Pizoñ e Gola (2023), tem como objetivo integrar tecnologias avançadas, como sistemas ciberfísicos e computação em nuvem, para estabelecer fábricas inteligentes e conectadas. No entanto, com a emergência da I5.0, uma nova dinâmica de cooperação entre seres humanos e máquinas surge, diferenciando-se da I4.0, pois seu enfoque está em unir as habilidades únicas de cada um com a finalidade de alcançar resultados superiores e mais eficientes. Nessa perspectiva, as máquinas não são concebidas para substituir os trabalhadores, mas sim para complementá-los (Pizoñ & Gola, 2023).

Diante dos desafios significativos enfrentados pelas indústrias para se manterem competitivas em um mercado globalizado, a busca por maior eficiência e produtividade é essencial para reduzir custos e atender às demandas dos consumidores (Saarikko et al., 2020). Além disso, a velocidade das mudanças tecnológicas exige que as empresas estejam preparadas para se adaptarem rapidamente. Nesse contexto, compreender como a digitalização pode ser aplicada a LM e à I4.0 se torna crucial para otimizar processos e impulsionar a inovação (Souza & Galhardi, 2022).

Desta forma, esta pesquisa tem como objetivo preencher uma lacuna existente na literatura ao explorar a aplicação da digitalização na indústria de manufatura, com foco no estudo de caso da Fábrica de Figurinos da Rede Globo pois embora existam estudos sobre a LM e I4.0, há poucas pesquisas que investigam como a digitalização pode melhorar os processos de produção e promover a eficiência em uma indústria de mídia e entretenimento, como é o caso da Fábrica de Figurinos. Essa pesquisa busca contribuir para o conhecimento sobre a integração desses conceitos, evidenciando os benefícios e desafios enfrentados nesse ambiente específico.

1.2. Relevância da pesquisa

Este trabalho tem como objetivo principal a implementação de tecnologias da I4.0 em uma fábrica que já possui a LM implementada. Busca ainda avaliar os pontos relevantes para a integração dessas tecnologias, ao analisar questões como a compatibilidade com os sistemas de gestão existentes, os desafios inerentes à migração de informações e as boas práticas a serem adotadas. Além disso, ele busca explorar as possibilidades e os benefícios da I5.0 como um próximo passo no avanço da digitalização e automação na indústria manufatureira.

A pesquisa se mostra relevante, ao considerar a crescente importância da inserção da digitalização para melhoria da eficiência produtiva nas fábricas. Além de promover melhorias no aspecto produtivo, a implementação da I4.0 em uma fábrica *Lean* busca garantir maior qualidade nos controles e proporcionar um fluxo de trabalho mais fluido e produtivo. Dessa forma, a pesquisa contribuirá para o avanço do conhecimento nessa área específica, especialmente no contexto da Engenharia e Gestão Industrial.

Para realizar este estudo, foi realizada uma revisão bibliográfica abrangente, ao explorar diversos artigos relevantes. Essa abordagem garantirá uma análise correta e fidedigna dos dados coletados, permitindo uma compreensão aprofundada das práticas recomendadas e das considerações necessárias para a implementação bem-sucedida da I4.0 em uma fábrica adepta da LM, bem como a exploração do potencial da I5.0 no contexto de evolução futura.

1.3. Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo geral, avaliar o impacto da digitalização nos controles e na tomada de decisão da Fábrica de Figurinos da Rede Globo através da integração das ferramentas da I4.0 no sistema LM vigente.

Foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. Realizar uma revisão bibliográfica sobre a integração da LM com a I4.0 a fim de avaliar seu estado da arte;
2. Caracterizar a empresa e o processo produtivo em estudo;
3. Verificar as metodologias utilizadas para a distribuição das atividades, bem como as ferramentas utilizadas para o controle da produção;
4. Identificar quais os dados a recolher e a sua relevância no processo;
5. Desenvolver metodologias e ferramentas para a recolha, o armazenamento, a análise e a retroalimentação dos dados;
6. Avaliar a confiabilidade dos dados adquiridos através de ferramentas estatísticas;
7. Produzir conclusões acerca da integração entre a LM e I4.0 no contexto do caso de estudo.

1.4. Metodologia

Foi adotada uma metodologia de investigação científica dedutiva do tipo descritiva para conduzir este estudo. Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica abrangente com o objetivo de obter uma compreensão aprofundada do estado da arte na integração da LM com a I4.0 e Indústria 5.0 (I5.0). Para isso, foram explorados estudos e pesquisas relevantes em bases de dados renomadas, como *IEEE Xplore*, *ScienceDirect*, *Scopus* e *Web of Science*.

A busca na literatura foi realizada utilizando os seguintes termos: "*Lean Manufacturing*" AND "*Smart Factory*"; "*Lean Manufacturing*" AND "*Digitalization*"; "*Lean principles in the context of Industry 4.0*"; "*Industrial Digitalization*" AND "*Smart Factory*"; "*Industry 5.0*" AND "*Collaborative Automation*". Os resultados foram filtrados por língua (inglês e português) para garantir a seleção dos artigos mais relevantes. Os resumos dos artigos foram analisados para confirmar sua pertinência ao estudo e, posteriormente, os artigos considerados relevantes foram lidos na íntegra para uma compreensão completa de seu conteúdo.

Após a revisão bibliográfica, foi realizada a caracterização da empresa em estudo, incluindo a análise de sua estrutura organizacional e do processo produtivo da Fábrica de Figurinos. O objetivo dessa etapa foi descrever detalhadamente as informações relevantes sobre o processo produtivo, desde a entrada da demanda até a entrega do produto ao cliente, a fim de identificar pontos críticos e possíveis áreas de melhoria. Essa descrição proporcionou um panorama claro da situação atual da fábrica.

Em seguida, foi conduzida uma análise utilizando a matriz *SWOT* (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) para avaliar o estado atual da fábrica. Essa análise considerou tanto os resultados da revisão bibliográfica quanto os aspectos internos da empresa. Foram identificadas as forças e fraquezas internas, bem como as oportunidades e ameaças externas que poderiam influenciar a gestão da fábrica.

Com base na análise da matriz *SWOT* e nas informações obtidas por meio dos artigos científicos, foi desenvolvido um plano de implementação de melhorias focado no desenvolvimento de soluções digitais para a gestão da fábrica. Nesse sentido, foram utilizadas ferramentas como *Microsoft Power Apps*¹, *Power BI*², *SharePoint*³ e *Trello*⁴. Essas soluções digitais permitiram a inserção e geração de novos dados estruturados no sistema de controle da fábrica. Além disso,

¹ *Microsoft Power Apps*: Uma aplicação de negócios desenvolvida pela Microsoft Corporation que permite a criação de aplicativos personalizados de forma ágil e simplificada, com pouco ou nenhum conhecimento de programação

² *Microsoft Power BI*: O Microsoft Power BI, criado pela Microsoft Corporation, é uma plataforma de análise de dados que oferece recursos avançados de visualização, compartilhamento e colaboração para auxiliar na tomada de decisões baseada em dados.

³ *SharePoint*: Plataforma desenvolvida pela Microsoft Corporation, é uma solução de colaboração empresarial que permite a criação de sites e portais para compartilhamento de informações, colaboração em equipe e gerenciamento de documentos.

⁴ *Trello*: Ferramenta de gerenciamento de projetos baseada em quadros, desenvolvida pela empresa Atlassian. Ele oferece recursos para organização e acompanhamento de tarefas, facilitando a colaboração eficiente em projetos e processos.

foram realizadas análises estatísticas desses dados para avaliar os impactos das melhorias implementadas.

1.5. Estrutura da dissertação

A presente dissertação está estruturada em seis capítulos: O Capítulo 1 é constituído pela introdução, pela explicação da relevância da temática em estudo, pela definição do objetivo geral e dos objetivos específicos, pela metodologia utilizada e pela estrutura da dissertação. No Capítulo 2 apresenta-se uma revisão bibliográfica com o enquadramento teórico dos principais tópicos relacionados com a LM, a I 4.0, I 5.0 e a possibilidade de integração entre si na ótica industrial. No Capítulo 3 a empresa e o setor que será o objeto de estudo são apresentados. No Capítulo 4 é retratada a situação atual do processo em análise. No Capítulo 5 apresenta-se a proposta do plano de implementação, as análises realizadas e a discussão dos resultados obtidos no trabalho. No Capítulo 6 apresentam-se as conclusões e as propostas de trabalhos futuros.

Capítulo 2 – Enquadramento Teórico

Neste Capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica acerca dos principais temas abordados neste trabalho. Especificamente, sobre o conceito de LM, I4.0 e I5.0 no que diz respeito à análise de dados e a integração destes dois conceitos para o auxílio na tomada de decisão nas organizações, além de averiguar qual a aplicabilidade de técnicas já desenvolvidas.

Para que este objetivo pudesse ser atingido, foram utilizados como fontes de pesquisa artigos científicos e livros relevantes nas temáticas abordadas supracitadas no subitem 1.4.

Os artigos que utilizados como base para esta revisão bibliográfica foram selecionados através dos seguintes critérios: relevância para o problema, data mais recente, número de citações que obteve, revista em que foi publicado e o intervalo de sua publicação entre os anos de 2017 e 2023 para as temáticas referentes às novas tecnologias e sistemas de integração entre a I4.0, LM e a abordagem da I5.0 no contexto atual.

Os resultados deste capítulo, foram utilizados como base para desenvolver a proposta aplicada no Capítulo 5.

2.1 *Lean Manufacturing*

A metodologia *Lean* foi desenvolvida a partir do sistema de produção da Toyota na década de 1940 no Japão (Womack et al., 1990). A designação “*Lean Manufacturing*”, foi criada nos Estados Unidos pelo investigador John Krafcik do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (Holweg, 2007). A ideia inicial era executar um sistema de produção ininterrupto, eliminar os desperdícios e aumentar a eficiência. Com o advento do livro “A máquina que mudou o mundo” esta nova forma de produzir tornou-se popular pois expôs o antagonismo entre o sistema de produção automobilístico americano e o japonês (Womack et al., 1990). Este último, aplicava os conceitos do engenheiro Taiichi Ohno, que devido à restrição de recursos humanos e materiais num Japão devastado pela guerra, desenvolveu técnicas focadas na redução de desperdícios e na qualidade à primeira na Toyota. O que despertou o interesse de grandes companhias no mundo pelo Sistema Toyota de Produção ou TPS, e que a sua estrutura se encontra ilustrada na Figura 1 (Womack et al., 1990).

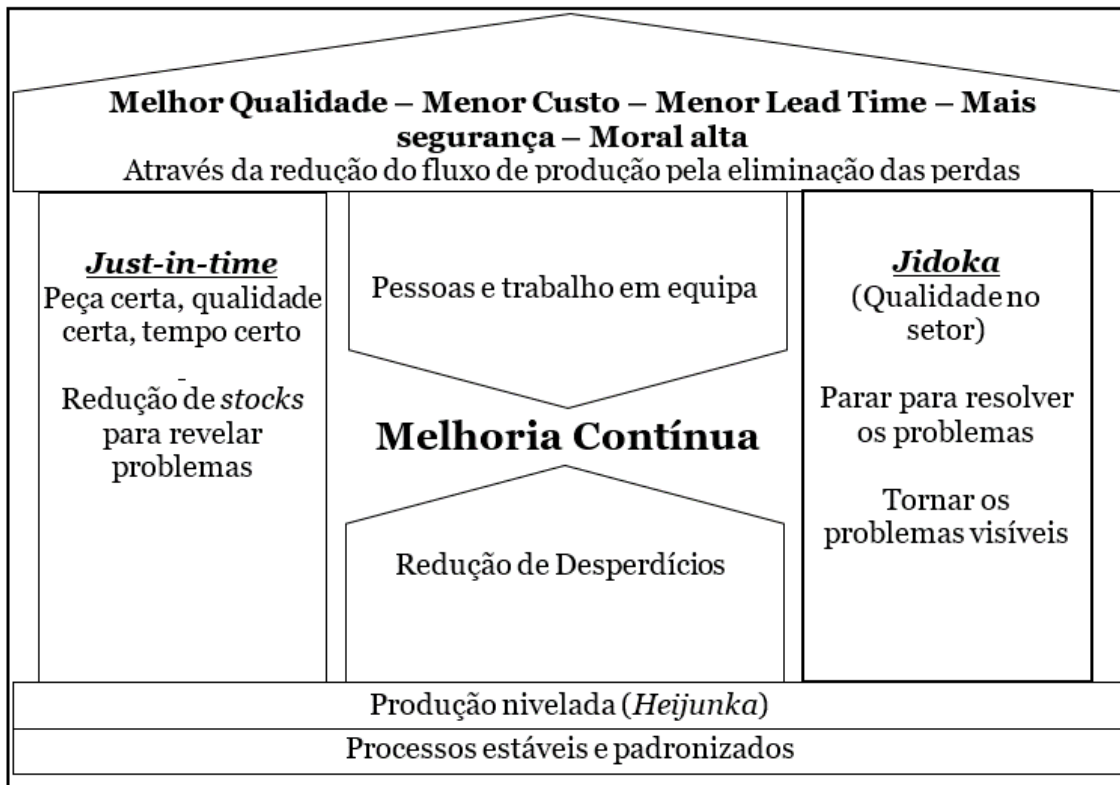


Figura 1. Casa da Toyota (Fonte: Adaptado de Liker & Morgan, 2006).

A figura da casa Toyota apresenta as principais características da LM. Ao utilizar o exemplo de uma casa, seu significado faz uma analogia aos principais componentes de uma edificação. A base deve ser sólida para garantia da estabilidade. Na filosofia *Lean*, o que garante tal estabilidade, é o *Heijunka*, que tem como objetivo criar um fluxo de pedidos nivelado e uma carga de trabalho equilibrada. Quando a carga de trabalho é nivelada, surgem oportunidades para padronizar processos (Liker & Morgan, 2006).

As colunas que sustentam o telhado, contam com o *Just-in-Time* (JIT) cuja função é garantir a resposta à procura no menor prazo com sistemas controlados através de um sistema de produção puxado, fluxo contínuo e um ritmo de produção que determinará o melhor ajuste da fábrica, assim como a minimização de stocks e a eliminação de gargalos na produção. O *Jidoka*, foca-se em garantir que os erros no processo produtivo não sejam passados para a operação posterior através da segregação das atividades de homens e máquinas, a autonomia. No centro da casa estão as pessoas, que são os principais agentes de mudança e responsáveis pela manutenção da LM na organização. No topo da casa, o telhado, representa o objetivo: a satisfação do cliente fornecendo-lhe o seu produto no menor prazo, com a maior qualidade e ao menor custo. O atingimento deste objetivo passa por todos os pontos da casa e está pautado no envolvimento das pessoas na busca pela perfeição, eliminação de desperdícios e envolvimento de toda organização (Liker & Morgan, 2006).

No ano de 1996, é lançado o livro de Womack e Jones “*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*” (Womack & Jones, 1996). Neste momento Womack e Jones

apresentam o *Lean Thinking* como um sucessor do TPS e definem precisamente todos os fundamentos da LM (Dekier, 2012).

O livro reafirmou tudo o que fora consolidado no chão de fábrica por Ohno, assemelhando-se a um manual de implementação não apenas destinado à indústria automobilística, mas sim, para todo e qualquer setor de atividade (Womack & Jones, 1996). Este é um marco importante, para LM pois representa uma evolução importante. Hines et al. (2004), analisaram esta evolução e através da sua pesquisa afirmaram que a distinção entre o *Lean Thinking* no nível estratégico e a LM ao nível operacional é crucial para entender a LM como um todo, a fim de aplicar as ferramentas e as estratégias certas para fornecer valor ao cliente (Bhamu & Sangwan, 2014). Do ponto de vista das organizações é unânime que adotar a LM é benéfico para as mesmas. A evolução da LM para o *Lean Thinking* segundo Womack e Jones (1996), assenta em cinco princípios:

1. Definir Valor: o valor é definido pelo cliente e não pela empresa, pois é partir da definição do valor na ótica do cliente que todo ciclo de vida do produto é desenvolvido e não o contrário;

2. Definir a Cadeia de Valor: representa todo o conjunto de atividades realizadas por uma organização para criar valor para os seus clientes e stakeholders, desde a relação com os fornecedores e ciclos de produção, até à fase de distribuição. Realizar atividades que agregam valor significa diminuir os desperdícios. Isto será efetuado através de análises etapa a etapa ao longo de todo o processo. Na qual deverá ser verificada a existência de tempos desnecessários, atividades inadequadas, métodos de trabalho ineficientes, padrões de qualidade indefinidos ou desajustados. Desta maneira, será possível identificar as atividades que: agregam valor; atividades que não agregam valor, mas são necessárias; atividades que não agregam valor e são desnecessárias. Com isto, pode-se reduzir os custos de produção e aumentar a qualidade do produto final;

3. Fluxo contínuo: o fluxo do processo produtivo deve ser contínuo para que assim, não se criem stocks intermédios e conseqüentemente outros desperdícios. Portanto, é possível que haja uma diminuição do LT e melhores indicadores de qualidade. O objetivo principal do fluxo contínuo é eliminar totalmente as paragens em todo o processo de produção e não consentir produtos parados em áreas da produção;

4. Sistema *Pull*: o sistema de produção é iniciado ou puxado pelo cliente. Todo o processo de produção é iniciado quando o cliente faz a compra ou a encomenda do produto. Não se produz enquanto não se receber o pedido, desta maneira não se geram stocks desnecessários evitando assim, desperdícios de recursos humanos e materiais. Aqui aplica-se o conceito do JIT, produzindo-se ou servindo-se no momento certo e nas quantidades corretas;

5. Perfeição: para que seja possível atingir a perfeição é necessário que os quatro primeiros princípios sejam aplicados, pois este princípio carrega consigo a necessidade da qualidade e da inexistência de retrabalho. A formação dos colaboradores, a manutenção das instruções da

qualidade para as tarefas, a definição de padrões e a estipulação coerente de critérios de qualidade e garantia do acompanhamento de todas as etapas do processo são imprescindíveis para que se alcance a perfeição;

Entretanto, Pinto (2009), afirmou que estes cinco princípios eram insuficientes para definir de facto o conceito de *Lean Thinking*, e então propôs mais dois princípios: conhecer os stakeholders e inovar sempre, os quais, segundo o autor, permitem preencher algumas lacunas existentes:

6. Conhecer os stakeholders: De acordo com Womack e Jones (1996), as empresas devem ter o maior foco no cliente, contudo, Pinto (2009) discorda e apresenta o conceito que amplia o foco para todos aqueles que estão envolvidos nos negócios da organização. Os fornecedores, os clientes, os colaboradores, entre outros. Complementa ainda, quando cita que a organização deve ter uma visão geral de todos os processos e que não se limite apenas à etapa seguinte;

7. Inovar sempre: A inovação renova aquilo que é primordial, criar valor para o cliente. Não há, segundo o autor, validade em atingir a excelência operacional se o produto estiver encerrado no seu ciclo de vida. Para ir de encontro ao que o cliente espera, a empresa deve inovar sempre os seus processos, produtos e/ou serviços.

Além dos cinco princípios elencados por Womack e Jones (1996) e mais outros dois por Pinto (2009). Vale salientar, que a espinha dorsal desta filosofia se baseia fortemente na redução de desperdícios e, portanto, faz-se necessário abordá-los para uma melhor compreensão do *Lean Thinking*. Ohno (1988), classifica como desperdício, também denominado *Muda*, tudo o que não agrega valor ao produto final, ou contribui para a sua transformação. O desperdício torna-se evidente pelo impacto que causa nos fluxos produtivos. Os desperdícios foram classificados em sete categorias: sobreprodução, movimentos, excesso de stock, tempo de espera, transporte, sobre processamento, defeitos (Ohno, 1988), os quais se explanam de seguida:

1. Sobreprodução: representa a produção excessiva, isto é, quando se produz mais do que o necessário ou antes do momento necessário. O que corresponde a um sistema de produção empurrada, ou seja, diferentemente do JIT, não é o cliente que determina o que será produzido. Algumas das consequências deste desperdício são a utilização desnecessária de recursos, o aumento de stocks e dos custos da sua manutenção. Pode gerar ainda, falta de coordenação entre os postos de trabalho, provocando a redução da flexibilidade. Considera-se um dos desperdícios mais importantes pois pode ocasionar o surgimento de todos os outros;

2. Movimentos: refere-se a deslocamentos ou movimentações dos operadores que não agregam valor ao produto, ou seja, qualquer movimento de pessoas que não contribua para gerar valor agregado ao produto ou serviço é considerado um desperdício. As causas mais comuns são: desorganização do chão de fábrica, ausência de sistemas de controlo visual, layouts incorretos, incorreta ergonomia da sequência das operações de trabalho, falta ou insuficiente formação e treino das pessoas, capacidades e competências não desenvolvidas;

3. Excesso de stock: é um desperdício extremamente ligado ao desperdício da sobreprodução e consequentemente, ligado ao sistema de produção empurrado. É difícil detetar a sua principal origem pois pode ser originado por diversas situações, como por exemplo a antecipação da produção para evitar a ociosidade operacional. A existência de produtos em stock significa que foram utilizados recursos de materiais, de equipamentos e humanos no momento ou na quantidade errada, resultando num impacto adverso na estrutura financeira da empresa. Além disso, oculta problemas no sistema de produção, como paragens frequentes de máquinas, longos tempos de setup e peças defeituosas;

4. Tempo de espera: é qualquer tempo ocioso ou tempo de espera do funcionário, pode ser originado por falta de material, desequilíbrio da linha de produção, indisponibilidade ou falta de equipamentos ou ferramentas. Este desperdício causa aumentos nos tempos de entrega e fluxos de produção irregulares;

5. Transporte: está relacionado com as movimentações desnecessárias de materiais entre as operações, desde o fornecedor até o cliente final. Também ocorre devido ao mau planeamento do layout das instalações e ao uso de armazéns centrais, em vez de mini armazéns descentralizados (Satoglu, et al. 2006). Algumas iniciativas podem ajudar a reduzir ou a eliminar este desperdício, como por exemplo, a utilização de células de produção, o sistema de produção puxada ou operadores e equipamentos flexíveis e com habilidades multifuncionais;

6. Sobreprocessamento: resulta da execução do processo com ferramentas, procedimentos ou sistemas não apropriados, em detrimento de abordagens mais simples e eficientes. Podem ainda ser tarefas, movimentos ou atividades não necessárias no processo;

7. Defeitos: estão associados a problemas na qualidade dos produtos ou serviços que se traduzem em custos de inspeção e reparação. Além disso, quando são detetados pelo cliente final, podem acarretar custos associados ao tratamento das reclamações, garantias e entregas adicionais, bem como comprometer a fidelidade do cliente.

De acordo com Bís e Ricci (2016), há mais um desperdício não mapeado. Este é o desperdício intelectual ou talento inaproveitado.

8. Talento inaproveitado: consiste em não utilizar plenamente o capital intelectual da organização. As funções atribuídas aos colaboradores são muitas vezes limitadas, não aproveitando a totalidade das suas aptidões e habilidades. As principais causas deste desperdício são: não ouvir as pessoas envolvidas diretamente no trabalho sobre as suas perceções, não as envolver na identificação e resolução dos problemas com os quais lidam diariamente, limitar o acesso à informação, entre outras causas.

Além dos sete desperdícios, denominados como *Muda*, de acordo com Womack e Jones (1996), há ainda dois outros termos criados por Ohno: *Muri* e *Mura*.

O *Muri*, diz respeito a sobrecarga ou excesso de trabalho em um sistema ou processo. Quando, por exemplo, um trabalhador ou sistema é forçado além de sua capacidade normal, levando a erros, fadiga e ineficiência. Já o *Mura* refere-se à irregularidade ou variação nos processos de produção. Isso pode incluir flutuações na demanda, variações na qualidade ou interrupções no fluxo de trabalho. A LM visa reduzir o *Mura*, ao buscar desenvolver fluxos de produção suaves e consistentes, ao eliminar variações e interrupções desnecessárias (Pinto, 2009).

Em suma, pode-se afirmar que o sistema de produção Toyota possui duas vertentes básicas: realizar tarefas que agreguem valor na ótica do cliente e a eliminação de desperdícios através da utilização de ferramentas individuais descritas por Feld (2001) e apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Principais ferramentas de melhoria do Sistema Toyota de produção (Fonte: Adaptado de Feld, 2001).

Ferramenta	Descrição	Autor
<i>Andon</i>	Sistema de gestão visual no <i>Gemba</i> responsável por: gerar alertas quando há necessidade de intervenção nas estações trabalho, alertar os operadores para os problemas à medida que estes surgem de modo a poderem solucioná-los instantaneamente e indicar o <i>status</i> da produção. Também permite que os colaboradores, previamente capacitados, parem o processo de produção através da sua sinalização.	(Mohamad et al., 2019)
Células de Produção	Consistem na disposição das máquinas numa sequência idêntica à das etapas do processo de fabricação. Este sistema funciona produzindo uma determinada linha de produto de uma mesma família, com pouco ou nenhum <i>stock</i> em processo e completando um ciclo de cada vez dentro de uma área restrita de trabalho.	(Feld, 2001)
<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	É um indicador comumente utilizado em programas como o <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM) para verificar a eficiência global das organizações. É oriundo dos indicadores de disponibilidade, <i>performance</i> e qualidade. Três pontos são fundamentais para compreender sua importância nas fábricas: disponibilidade; com que frequência os equipamentos estão disponíveis para operação; <i>performance</i> : o quão rápido se está a produzir; qualidade: qual o total de produtos fabricados que não geraram perdas de produção.	(Feld, 2001)
Fluxo Contínuo	Objetiva eliminar as paragens e os reinícios da produção, que é típico do sistema convencional de produção empurrada. A sua aplicação reduz o <i>Lead Time</i> (LT) mitigando consideravelmente o tempo de não-processamento, elimina o <i>stock</i> em processo além de auxiliar no controlo da qualidade que é realizado durante o processo produtivo o que possibilita encontrar imediatamente a não conformidade. Ainda auxilia a minimizar os desperdícios de transporte e espera.	(Feld, 2001)
<i>Gemba Walk</i>	<i>Gemba</i> , em japonês significa "lugar real". No contexto da LM, é o local mais importante da organização, pois é onde o trabalho realmente acontece, ou seja, onde há agregação de valor. O <i>Gemba Walk</i> então é a ação de ir até o chão de fábrica, <i>Gemba</i> , e analisar <i>in loco</i> a produção, as dificuldades e as melhorias implementadas, além de possibilitar a comunicação entre o	(Feld, 2001)

	gestor e os funcionários da produção. Após o <i>Gemba Walk</i> é expectável ter as anotações de problemas inseridos no processo de <i>Kaizen</i> do <i>Gemba</i> .	
<i>Heijunka</i>	É uma forma de programação da produção que fabrica propositadamente em lotes muito menores por sequenciamento e <i>mix</i> de produtos dentro de processos similares. Reduz os prazos de entrega (uma vez que cada produto ou variante é fabricado com mais frequência) e inventário (uma vez que os lotes são menores).	(Feld, 2001)
<i>Hoshin Kanri</i>	É uma ferramenta LM aplicada à implementação de políticas pois visa alinhar, vertical e horizontalmente, as funções e as atividades de uma organização com os seus objetivos estratégicos. Busca o entendimento e diálogo constante da gestão de topo com o chão de fábrica e vice-versa.	(Nicholas, 2014)
Diagrama de <i>Ishikawa</i>	É uma ferramenta visual semelhante à imagem de uma espinha de peixe utilizada para identificar todas as possíveis causas de um problema e auxiliar a identificar as reais causa-raízes do problema.	(Feld, 2001)
<i>Jidoka</i>	A transferência e inserção de inteligência humana para as máquinas gera o processo de autonomação, que é um sistema que corrige os erros no instante em que eles ocorrem. Pode-se definir a autonomação como a "automação com a mente humana".	(Feld, 2001)
<i>Just-in-Time</i>	<i>Just-in-Time</i> significa produzir o que é necessário, no momento exato e na quantidade exata. Objetiva a produção sem ou com mínimo de <i>stock</i> em processo, desta forma possibilita a obtenção de um LT mais curto e com uma enorme economia de custos. Beneficia a qualidade e também promove a motivação dos colaboradores.	(Feld, 2001); (Mani et al., 2009)
<i>Kaizen</i>	A palavra japonesa <i>Kaizen</i> , onde <i>Kai</i> significa mudança e <i>Zen</i> para melhor, indica melhoria contínua da forma padrão de trabalho. A origem do termo vem de <i>Gemba Kaizen</i> que significa “Melhoria Contínua”, que é uma das principais estratégias para a excelência na produção e é considerada vital no ambiente competitivo atual. Portanto, é um processo de melhoria contínua que envolve todos, desde gestores até os trabalhadores do chão de fábrica. Amplamente definido, é uma estratégia para incluir conceitos, sistemas e ferramentas dentro de uma visão geral de liderança de modo a envolver a cultura de pessoas, sempre com foco no cliente. O <i>Kaizen</i> forma um guarda-chuva que contempla muitas técnicas, incluindo <i>Kanban</i> , manutenção seis sigma, automação, produtiva total, JIT, sistema de sugestões e melhoria de produtividade, etc.	(Mani et al., 2009)
<i>Kanban</i>	Representa uma sinalização visual onde <i>Kan</i> significa cartão e <i>Ban</i> sinal. Tem como base, a movimentação de materiais entre estações em uma linha de produção através de cartões que indicam quando são necessárias mais unidades de produtos ou insumos. Sua regra mais primordial é: as peças na linha de produção somente devem ser entregues pelo fornecedor quando necessário desta maneira, evita-se o armazenamento de peças na produtiva. Um dos resultados de uma aplicação correta do <i>Kanban</i> é a redução dos stocks intermediários e melhor fluxo de produtos.	(Gupta et al., 2013)

<p><i>Key Performance Indicators</i> (KPI)</p>	<p>KPI significa indicador chave de desempenho, uma medida quantificável de desempenho ao longo do tempo para um objetivo específico. São os instrumentos vitais de navegação usados por gerentes e líderes para entender se estão no caminho do sucesso ou não. Fornecem metas para as equipes atingirem, marcos para avaliar o progresso e <i>insights</i> que ajudam as pessoas em toda a organização a tomar melhores decisões. São fundamentais para o controle da produção, qualidade, produtividade e financeiro. Podem ser utilizados em todos os níveis da empresa desde o chão de fábrica até à gestão de topo de forma a possibilitar tomadas estratégicas de decisão.</p>	<p>(Sari, 2015)</p>
<p>PDCA</p>	<p>Ciclo de melhoria baseado no método científico de se propor uma mudança em um processo, implementar essa mudança, analisar os resultados e tomar as providências cabíveis. Sua sigla representa <i>Plan, Do, Check, Act</i> (ou <i>Adjust</i>), que em português significa Planear, Fazer, Verificar e Agir (ou ajustar). Também conhecido como Ciclo de Deming ou Roda de Deming, pois quem introduziu o conceito no Japão nos anos 50 foi W. Edwards Deming.</p>	<p>(Mani et al., 2009)</p>
<p><i>Poka-Yoke</i></p>	<p><i>Poka-Yoke</i> é um termo traduzido como "à prova de erros" que consiste numa ferramenta utilizada para prevenir erros, ou ainda, uma ferramenta à prova de falhas.</p>	<p>(Baars & Kemper, 2008)</p>
<p>Programa 5-S</p>	<p>A união do número 5 com a letra S é oriunda de cinco palavras japonesas que visam a melhoria do ambiente de trabalho produtivo e começam com S: <i>Seiri</i>, classificar; <i>Seiton</i>, organizar; <i>Seiso</i>, limpar; <i>Seiketsu</i>, padronizar; <i>Shitsuke</i>, disciplinar. Possui como principais objetivos a mudança dos hábitos e comportamentos dos colaboradores envolvidos, transmitindo valores de educação e qualificação a partir de formações, sendo o comprometimento, a principal ferramenta para colocá-lo em prática. Como resultado de uma implementação bem-sucedida do 5-S pode-citar o aumento dos níveis de segurança, limpeza do espaço de trabalho, aumento da produtividade e manutenção.</p>	<p>(Gupta et al., 2013)</p>
<p>Relatório A3</p>	<p>Uma prática pioneira na Toyota em que problemas, análises, ações corretivas e planos de ação são escritos em uma folha de papel, de tamanho A3, muitas vezes usando diagramas. Na Toyota, os relatórios A3 se tornaram um método padrão para solução de problemas, relatórios de status e exercícios de planejamento, como mapeamento de fluxo de valor. Ele documenta simultaneamente os principais resultados do trabalho de solução de problemas de maneira sucinta e inclui uma abordagem completa de solução de problemas que começa com uma sólida compreensão de como o trabalho é realmente feito. Quando implementada corretamente, essa abordagem leva a organização a uma visão de sistema, em vez de uma otimização pontual, pois o solucionador de problemas busca informações e, finalmente, um consenso de todas as partes afetadas pela mudança proposta.</p>	<p>(Liker & Morgan, 2006)</p>

<p><i>Single Minute Exchange of Dies</i> (SMED)</p>	<p>SMED é um método originalmente desenvolvido por Taiichi Ohno e posteriormente incorporado por Shigeo Shingo. É uma técnica aplicada na indústria para reduzir o tempo do processo de <i>setup</i> (preparação da máquina, troca de ferramentas, equipamentos, limpeza e linha de produção). Visa a troca de ferramentas ou equipamentos em apenas dígito de minuto, ou seja, menos de 10 minutos, a partir da última peça com qualidade antes da troca, até a primeira peça com qualidade após a troca. O objetivo principal do processo SMED não é reduzir o tempo total gasto para realizar os <i>setups</i>, mas sim, executar mais <i>setups</i> ao mesmo período.</p>	<p>(Feld, 2001)</p>
<p><i>Takt time</i></p>	<p>É o ritmo de produção determinado pela procura do cliente. A sua aplicação na linha de produção garante que não haja excesso de produção, nem superprodução quando corretamente calculado. Vale salientar que a linha de produção deve estar balanceada e o fluxo contínuo deve ser utilizado no sistema de produção puxada. É calculado através da seguinte razão: tempo disponível para a produção dividido pela procura do cliente nesse período (tempo/unidade).</p>	<p>(Gupta et al., 2013)</p>
<p><i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)</p>	<p>O TPM é uma abordagem que se concentra na manutenção de maneira proativa e preventiva para maximizar o tempo de operação do equipamento através de sua maior disponibilidade, desempenho, eficiência e qualidade do produto. Busca estabelecer uma estratégia de manutenção preventiva para todo o ciclo de vida dos equipamentos de modo a abranger todos os departamentos da organização. Não faz distinção entre manutenção e produção, dando ênfase à capacidade dos operadores em ajudar a manter os seus equipamentos. Assim promove a melhoria da manutenção por meio de atividades autônomas em pequenos grupos.</p>	<p>(Ahuja & Khamba, 2008)</p>
<p>Trabalho padronizado</p>	<p>É um procedimento específico para a execução do trabalho de cada um dos operadores num processo de produção, que se baseia no <i>Takt Time</i>, na sequência operacional e <i>stock</i> padrão para garantir a continuidade do processo. Também captura as melhores práticas das atividades, ou seja, é um documento vivo e dinâmico que deve ser modificado em caso de melhoria na execução da atividade.</p>	<p>(Sundar et al., 2014)</p>
<p><i>Value Stream Mapping</i> (VSM)</p>	<p>O mapeamento de fluxo de valor (VSM) é uma ferramenta que permite visualizar todo o fluxo do processo, desde a obtenção da matéria-prima até a entrega do produto final ao consumidor, permitindo assim identificar as fontes do desperdício.</p>	<p>(Rother & Shook, 2003)</p>

Mesmo com todos os pontos positivos e vantagens na ótica financeira, as empresas frequentemente enfrentam dificuldades ao tentar aplicar a LM e suas ferramentas. Isto é particularmente verdade para as empresas que operam em ambientes de alta variabilidade e baixo volume, onde a crença geral é de que a LM não é muito útil. As dificuldades surgem ao tentar aplicar ferramentas de uma forma padronizada quando elas nunca foram projetadas para serem usadas dessa maneira (Jagdish et al., 2014).

Jagdish et al. (2014) apresentam no seu estudo duas amplas contribuições conceituais. A primeira, explora as barreiras para uma implementação bem-sucedida da LM e, em segundo lugar, fornecem uma descrição concisa de 24 barreiras existentes na implementação do sistema *Lean*.

Pode-se citar como exemplos de grandes barreiras na implementação do sistema *Lean*: a insuficiência de recursos, a falta de envolvimento da gestão de topo, a diferença cultural, a fraca liderança, o retrocesso ou falta de perseverança e a atitude ou resistência dos trabalhadores. É importante salientar que estas barreiras não afetam apenas a implementação efetiva da *Lean*, mas também se influenciam entre si (Jagdish et al., 2014).

Parte da dificuldade na implementação pode ser explicada pelo facto de as organizações não terem em consideração o ajuste estratégico das práticas *Lean*, implementando-as em ambientes onde estas não são aplicáveis (Azadegan, et al., 2013). De fato, pensar na aplicação da *Lean* como um kit de ferramentas de modo a utilizar a ferramenta mais prática para determinado problema, representa um equívoco fundamental do sistema Toyota de produção pois não se alinha com a análise estratégica e a percepção da filosofia como um todo, e sim, parece ser uma ação isolada para resolver um problema pontual sem a análise de causa raiz (Liker & Morgan, 2006).

A LM é uma filosofia poderosa e que realmente transformou a maneira como as principais empresas pensam as suas operações. De acordo com Duncan e Ritter (2014), seria um erro pensar que esta filosofia já atingiu todo o seu potencial. As suas técnicas e ferramentas têm vindo a evoluir e a contribuir para todo e qualquer segmento de negócio.

2.2 Indústria 4.0

De acordo com Oztemel e Gursev (2018), o avanço tecnológico contínuo tem provocado transformações nas formas de relacionamento, consumo e produção. A implementação e o desenvolvimento de tecnologias facilitadoras estabelecem novos ritmos na percepção do tempo, e essas mudanças são percebidas de maneira exponencial e não linear, seguindo o padrão das revoluções industriais anteriores (Alcácer & Cruz-Machado, 2019). A progressão da Internet e a evolução de *softwares* e *hardwares* têm sido os pilares da transformação da indústria, resultando na reformulação dos conceitos relacionados à competitividade, economia e sociedade. Essa realidade transformadora e as expectativas em relação ao futuro são o contexto em que a I4.0 se insere (Alcácer & Cruz-Machado, 2019).

A I4.0, conforme descrito por Oztemel e Gursev (2018), é uma estratégia de alta tecnologia introduzida pelo governo alemão durante a Feira de Hannover em 2011. Ela envolve a digitalização e aplicação de tecnologias avançadas para fortalecer e aumentar a competitividade da indústria alemã. Ghobakhloo et al. (2021) definem a I4.0 como um termo colaborativo que abrange tecnologias e conceitos em toda a cadeia de valor das organizações. Esse movimento de digitalização impulsiona o surgimento de Fábricas Inteligentes, que combinam sistemas virtuais

e físicos por meio de plataformas digitais, permitindo controle remoto, acesso a informações sob demanda e tomada autônoma de decisões de produção.

Entretanto, para que seja possível a adoção destas novas tecnologias, é evidente a necessidade de uma rutura nos métodos tradicionais caracterizado pela produção em massa (Wichmann et al., 2019).

Para avaliar o *status quo* do modelo produtivo atual, é necessário compreender a mudança no comportamento dos consumidores, principais responsáveis por incitar a evolução dos processos produtivos industriais (Pizoń & Gola, 2023).

No período da primeira revolução industrial, a produção era artesanal e possuía um alto nível de exigência por parte dos consumidores, alto custo de produção e um número limitado de unidades fabricadas. Este período marca a mudança de paradigma de produção ao passar da produção manual para a produção mecanizada o que foi possível graças a invenção da máquina à vapor desenvolvida por James Watt em 1782 (Vinitha et al., 2020).

Já na segunda revolução industrial, a característica mais proeminente foi a produção em massa com variedade extremamente limitada, baixo custo de produção e com princípios de racionalização defendidos anteriormente por Frederick Taylor. Ou seja, neste cenário por exemplo, os consumidores não tinham muitas opções de automóveis à sua disposição. A linha de produção de Henry Ford na década de 1920, foi um marco de sucesso para a indústria automobilística neste modelo produtivo (Akundi et al., 2022).

Na era da Indústria 3.0, datada ao final da década de 1980, a demanda dos clientes por uma vasta variedade de produtos, catalisa o desenvolvimento da produção customizada em massa. Este modelo se baseou no desenvolvimento da informação, da tecnologia de automação e do computador que impulsionou a evolução de máquinas controladas numericamente, como robôs industriais, sistemas de manufatura flexíveis e sistemas integrados por computador, assim como sistemas de gestão de produção, sistemas de gestão integrado que podiam ser ajustados muito mais rapidamente do que as máquinas e processos automatizados mecanicamente convencionais. Consequentemente, com a adoção deste modelo de produção flexível obteve-se alta produtividade, baixo custo e grandes variedades de produtos (Pizoń & Gola, 2023).

Na quarta revolução industrial, as tecnologias de informação e comunicação estão a ampliar e influenciar todos os aspetos de nossa vida e negócios. Já se percebe que as fronteiras entre o mundo real e o mundo virtual estão sobrepostas. Essas novas tecnologias permitirão formas totalmente novas de produção customizada em massa. Oferecer aos clientes a possibilidade de ter um produto onde eles quiserem, da maneira que quiserem e quando quiserem, soa bem para o mercado pois a quantidade de produtos customizados em massa está a aumentar progressivamente, bem como os serviços customizados nesse tipo de modelo de produção que é chamado de personalização em massa (Akundi et al., 2022).

Na quarta revolução industrial as corporações devem ser capazes de fornecer uma variedade de canais e pedidos de acordo com produtos personalizados em massa e novos métodos de entrega. Com poucas exceções, os clientes poderão realizar pedidos com seus próprios computadores e telemóveis e talvez canais ainda não desenvolvidos o que denota o envolvimento direto do consumidor no processo de fabricação. A participação ativa do cliente é um fator crucial pois representa uma força motriz importante para todo o processo de produção, que afeta a oferta do produto final diretamente na personalização (Ružarovský et al., 2020).

Para uma adaptação bem-sucedida do sistema à I4.0, três recursos devem ser levados em consideração: integração horizontal por meio de cadeias de valor, integração vertical e funcionamento em rede de sistemas de manufatura ou serviço e engenharia de ponta a ponta da cadeia de valor geral (Wichmann et al., 2019). A integração vertical requer a conexão inteligente e a digitalização de unidades de negócios em diferentes níveis hierárquicos dentro da organização. O que possibilita a transformação para fábrica inteligente de forma altamente flexível e proporciona a produção de lotes pequenos e produtos mais customizados com níveis aceitáveis de rentabilidade (Wichmann et al., 2019).

A integração horizontal obtém toda a criação de valor entre as organizações para enriquecer o ciclo de vida do produto usando sistemas de informação, gestão financeira eficiente e fluxo de materiais (Ružarovský et al., 2020).

A integração horizontal e vertical, ilustrada na Figura 2, permite o compartilhamento de dados em tempo real, produtividade na alocação de recursos, unidades de negócios de trabalho coerentes e planejamento preciso, o que é crucial para dispositivos conectados no termo, I4.0.

Por fim, a engenharia de ponta a ponta auxilia os processos de desenvolvimento de produtos por meio da integração digital de tecnologias de suporte, considerando os requisitos do cliente, design do produto, manutenção e reciclagem (Ružarovský et al., 2020).

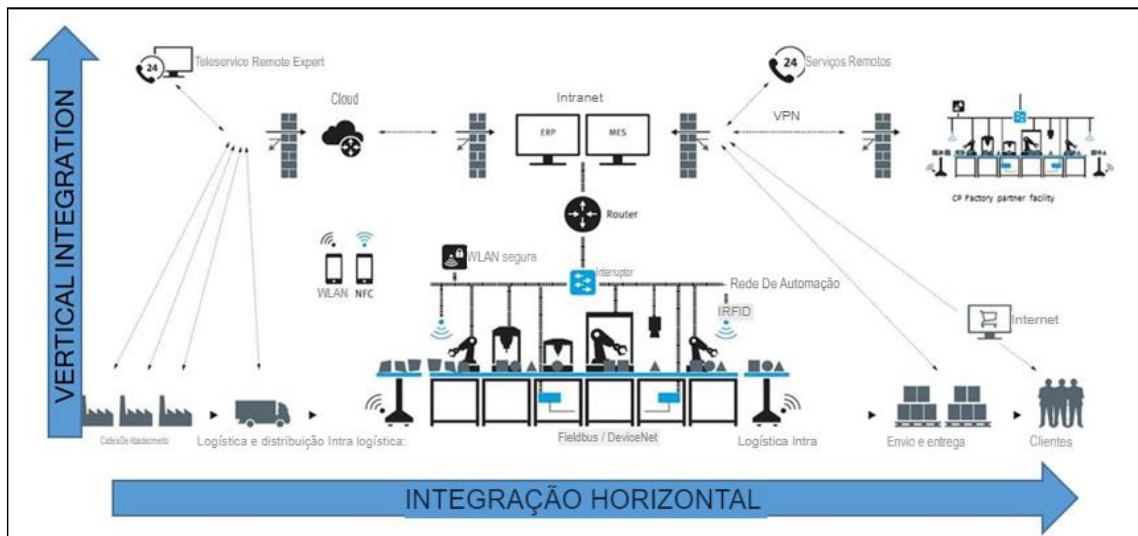


Figura 2. Integração horizontal e vertical em sistemas de produção da I4.0 (Fonte: Ružarovský et al., 2021).

De acordo com Oztemel e Gursev (2020) a visão da Fábrica Inteligente e a integração entre os seus elementos ao longo da cadeia de valor por meio do uso dos principais facilitadores de tecnologia, identificaram quatro aspetos principais da I4.0:

1. *Cyber-Physical Systems (CPS)*;
2. *Internet of Things (IoT)*;
3. *Internet of Systems (IoS)*;
4. Fábrica Inteligente.

Complementarmente, Hermann et al. (2016), afirmam que para que esta revolução tecnológica atinja tudo aquilo a que se propõe, depende dos pilares fundamentais descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Pilares da I4.0 (Fonte: Adaptado de Ghobakhloo et al., 2021).

Tecnologia	Descrição	Autores
Robótica	Produz com maior desempenho, disponibilidade e produtividade a sua incorporação na indústria. Assume tarefas repetitivas reduzindo os custos de operação.	(Fragapane et al., 2020)
Simulação	Pode ser utilizada em plantas industriais para a análise de dados em tempo real, e no aperfeiçoamento de configurações de máquinas para testar o desempenho do produto na linha de produção simulada verificando os impactes positivos e negativos antes de qualquer intervenção real.	(Albrecht et al., 2015)
Integração de sistemas	Propõe uma melhor harmonia entre todos aqueles que façam parte do sistema, garantindo uma gestão completa da experiência para que as cadeias de valor sejam realmente automatizadas.	(Ghobakhloo et al., 2021)

<i>Internet of Things (IoT)</i>	A <i>Internet of Things</i> consiste na interligação entre a rede de objetos físicos, os ambientes, os veículos e máquinas por meio de dispositivos eletrônicos integrados, permitindo uma recolha e troca de informações mais rápida e efetiva. Na indústria de produtos e serviços, a IoT representa a integração de tecnologias que antes não estavam ligadas e que agora estão interligadas uma a outra.	(Oztemel & Gursev, 2020)
Cibersegurança	Visa proteger os sistemas e informações de possíveis ameaças e falhas que possam causar interferências nos processos produtivos, perdas de informação na <i>Cloud</i> ou qualquer ameaça que prejudique a organização.	(Mullet et al., 2021)
<i>Cloud Computing</i>	A computação em nuvem é um sistema paralelo e distribuído emergente que consiste em computadores interconectados e virtualizados empregados com base em acordos de nível de serviço entre o provedor de serviços e os clientes.	(Oztemel & Gursev, 2020)
Manufatura aditiva	Este pilar envolve a produção de peças a partir de camadas sobrepostas de material para se obter um modelo 3D. Pode ser utilizada para criar produtos personalizados que oferecem vantagens de construção e desenhos complexos. Essa tecnologia pode fornecer peças de geometrias muito intrincadas e complexas com uma necessidade mínima de pós-processamento, construídas a partir de materiais sob medida com desperdício de material próximo de zero, sendo aplicável a uma variedade de materiais, incluindo plásticos e metais. Sua aplicação abrange atividades na indústria automotiva, médica e aeroespacial por exemplo.	(Alcácer & Cruz-Machado, 2019)
Realidade aumentada	Utilizando os recursos deste pilar, é possível, por exemplo, enviar instruções de montagem via telemóvel para o desenvolvimento de peças de um protótipo e utilizar óculos de realidade aumentada para a gestão e operação de determinadas máquinas, melhorando procedimentos de trabalho.	(Pereira & Romero, 2017)
Análise de dados	A análise e gestão de grandes quantidades de dados propicia o aumento do desempenho e a otimização dos processos industriais, equalizando o consumo de energia com a qualidade da produção, proporciona uma melhor leitura de cenários e tomadas de decisão mais rápidas.	(Gupta et al., 2020)
Realidade Virtual	A Realidade Virtual pode ser definida como a soma dos sistemas de <i>hardware</i> e <i>software</i> que buscam aperfeiçoar uma ilusão sensorial abrangente de estar presente num outro ambiente. A imersão, a presença e a interatividade são consideradas as principais características desta tecnologia. O termo interatividade pode ser descrito como o grau em que um utilizador pode modificar o ambiente de Realidade Virtual em tempo real. A presença é considerada como a experiência subjetiva de estar num lugar ou ambiente, mesmo quando um está fisicamente situado num outro. Pode ser utilizado na montagem de equipamentos automobilísticos, aeronáuticos, arquitetura e na medicina por exemplo.	(Radianti et al., 2020)

<p><i>Big Data Analytics</i></p>	<p><i>Big Data</i> é um termo usado para descrever um conjunto de dados volumoso, estruturado, variado e complexo, que apresenta desafios em termos de armazenamento, análise e visualização, tanto em relação aos processos quanto aos resultados. Ele se refere a informações que não podem ser processadas ou analisadas por meio de métodos ou ferramentas convencionais.</p> <p>A <i>Big Data Analytics</i> requer o uso de técnicas avançadas, como análise de texto, aprendizado de máquina, análise preditiva, mineração de dados, estatística e processamento de linguagem natural, a fim de obter <i>insights</i> inéditos a partir de fontes de dados previamente não exploradas de forma independente ou em conjunto com dados corporativos existentes. Essas análises fornecem informações valiosas que podem ser utilizadas para tomar decisões mais informadas, identificar padrões e tendências, e impulsionar a inovação em diversos setores.</p>	<p>(Nayernia et al., 2022)</p>
<p><i>Blockchain</i></p>	<p>Pode ser definido como uma matriz de blocos conectados individualmente, cada um compreendendo várias transações que geram um armazenamento de dados distribuído e incontroverso que pode ser usado em uma ampla gama de aplicações. Realiza o registro de uma transação de moeda virtual como a Bitcoin, de forma que esse registro seja confiável e imutável. Armazenando as informações, em blocos ao efetivar cada bloco com um registro de tempo e data.</p> <p>Utiliza como base a conexão <i>peer-to-peer</i> (P2P), que é um tipo de arquitetura de rede distribuída na qual não é necessária a existência de um servidor central. Todos os computadores estão interligados, funcionando como recetores e servidores de dados compartilhados ao mesmo tempo. Em suma é um livro contábil virtual que pode ser usado em uma ampla gama de aplicações como: <i>crowdfunding</i>, votação eletrônica, distribuição de recursos, administração de registos públicos. Além disso, pode-se utilizar o <i>Blockchain</i> em negócios modernos desde IoT e finanças até a gestão da cadeia de suprimentos.</p>	<p>(Lee et al., 2019); (Gad et al., 2022)</p>
<p><i>Cyber-Physical Production Systems (CPPS)</i></p>	<p>O CPPS consiste em elementos e subsistemas autónomos e cooperativos que estão ligados entre si de uma forma dependente, em todos os níveis da produção, desde processos a máquinas até redes de produção e logística. A modelação da sua operação e a previsão do seu comportamento emergente, gera uma série de tarefas de pesquisa básica e orientada a aplicações além de promover o controlo de qualquer nível desses sistemas. A questão fundamental é explorar as relações de autonomia, cooperação, otimização e capacidade de resposta do equipamentos e sensores utilizados no processo produtivo autónomo</p>	<p>(Andronie et al., 2021)</p>
<p><i>Internet of Services (IoS)</i></p>	<p>A IoS tem como objetivo fornecer uma base comercial e técnica para a criação de redes comerciais entre prestadores de serviços e clientes. Ao adotar uma abordagem semelhante à IoT, mas aplicada a serviços em vez de entidades físicas, a IoS representa um novo modelo de negócios que terá um impacto significativo na forma como os serviços são oferecidos. Essa abordagem permite uma maior criação de valor por meio do relacionamento entre todas as partes interessadas na cadeia de valor, incluindo a organização, os clientes,</p>	<p>(Heriadi et al., 2019)</p>

	intermediários, fornecedores e agregadores. Os agregadores são programas ou aplicações que consolidam e apresentam os dados mais atualizados de várias fontes na Internet, visando proporcionar uma visualização mais abrangente do assunto em questão.	
<i>Industrial Internet of Things (IIOT)</i>	A (IIoT) é uma categoria da IoT focada em aplicações e casos de uso na indústria e na manufatura inteligente. A IIoT combina várias tecnologias para melhorar o monitoramento e controle de processos e ativos empresariais. Ela permite agendamento, planejamento e controle mais eficazes, descentraliza análises e tomadas de decisões, e melhora a eficiência operacional e a produtividade das empresas. A IIoT possui potencial para impulsionar o crescimento econômico e a eficiência produtiva.	(Lampropoulos et al., 2019)

De acordo com Ghobakhloo et al. (2021), na estrutura da I4.0, as Fábricas Inteligentes são organizadas por uma estrutura modular, cujos processos são controlados e monitorizados pelo CPS, que toma decisões descentralizadas. Por outro lado, a tecnologia IoT permite a cooperação entre todos os CPS na Fábrica Inteligente e operadores em tempo real, enquanto a tecnologia IoS fornece serviços internos e organizacionais em toda a cadeia de valor.

Todavia, o conceito de I4.0 não se limita somente à aplicação combinada de tecnologias e à eficiência da fábrica. Neste contexto, é preciso perceber que produtos atenderão as necessidades dos clientes, a partir da possibilidade de customização em massa a baixos custos, com elevada qualidade e com tempo de entrega cada vez mais curto (Ghobakhloo et al., 2021).

Além disso, espera-se que a I4.0 possa influenciar na gestão, desenvolvimento e criação de novos modelos de negócios, o que produzirá um grande efeito na indústria e nos mercados, afetando efetivamente todo o ciclo de vida do produto. Proporcionará ainda uma nova forma de produzir e fazer negócios, permitindo a melhoria de processos e aumentando a competitividade da empresa. A I4.0 permitirá mudanças profundas em vários domínios que vão além do setor industrial. Os seus impactes e influência podem ser classificados em seis áreas principais: indústria; produtos e serviços; modelos de negócios e mercado; economia; ambiente de trabalho; desenvolvimento de habilidades (Ghobakhloo et al., 2021).

A inovação e os desenvolvimentos tecnológicos desempenham um papel importante em todas as organizações. De acordo com Ghobakhloo et al. (2021) a I4.0 representa um avanço significativo na transformação digital das organizações industriais. Nas Fábricas Inteligentes, que são a base da I4.0, os processos são controlados e monitorados por CPS de forma descentralizada. Essas fábricas são compostas por uma estrutura modular, onde a tecnologia da IoT permite a cooperação entre os CPS e os operadores em tempo real, enquanto a IoS fornece serviços internos e organizacionais em toda a cadeia de valor.

No entanto, a I4.0 vai além da eficiência da fábrica e da aplicação combinada de tecnologias. É importante destacar que a customização em massa a baixos custos, com alta qualidade e tempos

de entrega reduzidos, permite atender às necessidades dos clientes de forma mais eficaz (Souza & Galhardi, 2022). Ademais, a I4.0 tem o potencial de impactar a gestão, o desenvolvimento e a criação de novos modelos de negócios, transformando todo o ciclo de vida do produto. Essas mudanças proporcionam melhorias nos processos e aumentam a competitividade das empresas. A I4.0 também tem o potencial de trazer transformações em diferentes áreas, como indústria, produtos e serviços, modelos de negócios e mercado, economia, ambiente de trabalho e desenvolvimento de habilidades (Wichmann et al., 2019).

À medida que a I4.0 continua a evoluir e transformar a indústria, surge uma nova geração de transformação conhecida como I5.0. A quinta revolução industrial busca integrar ainda mais a colaboração entre humanos e máquinas, ao promover a interação e cooperação entre ambos. Essa abordagem visa aproveitar a inteligência humana e as capacidades das máquinas para alcançar níveis ainda mais avançados de eficiência, flexibilidade e personalização na produção. Promove ainda ambientes de trabalho mais colaborativos, nos quais os trabalhadores interagem de forma integrada com tecnologias avançadas, como inteligência artificial, robótica colaborativa e realidade aumentada. A próxima seção explorará em mais detalhes os conceitos e benefícios da I5.0, construindo sobre os avanços proporcionados pela I4.0 (Sundar et al., 2021).

2.3 Indústria 5.0

De acordo com um estudo realizado por Sundar et al. (2021) a I5.0 é uma evolução do setor industrial que visa aprimorar a eficiência dos processos por meio da integração entre a força de trabalho humana e as máquinas. A combinação desses elementos busca promover a sustentabilidade, a criatividade e a produção de produtos personalizados de alta qualidade. Essa abordagem enfatiza a interação entre sistemas ciberfísicos e a inteligência humana, estabelecendo comunicação por meio de redes sociais empresariais. O objetivo principal é criar fábricas sinérgicas, onde humanos e máquinas trabalhem em conjunto, aproveitando as habilidades humanas para tarefas personalizadas e de pensamento crítico, enquanto as máquinas lidam com tarefas repetitivas. Além do mencionado anteriormente, busca considerar os fatores humanos e promover um design ético e centrado no ser humano.

No contexto da sua adoção, a I5.0 tem sido amplamente implementada em diversos setores, incluindo ciências biológicas, varejo, manufatura, cuidados de saúde, têxtil, odontologia e finanças. A integração entre homens e máquinas é alcançada por meio da capacitação dos chamados, robôs colaborativos (Cobots) projetados para se adaptarem a mudanças na capacidade cognitiva humana durante a colaboração (Pizón & Gola, 2023).

Essa abordagem viabiliza a integração da capacidade de raciocínio humano para a lógica de personalização, ao passo que os Cobots, por sua vez, assumem responsabilidades operacionais intensivas em mão de obra, com o propósito de mitigar a escassez de recursos humanos mediante a utilização eficaz de robôs colaborativos. Além da integração homem-máquina, destaca-se a importância da Manufatura Aditiva Inteligente (SAM), que emprega algoritmos de inteligência

artificial e visão computacional para aumentar a precisão e a representação gráfica do design de produtos na impressão 3D. A SAM também é capaz de otimizar o consumo de recursos energéticos por meio de seus recursos de fabricação em camadas, além de facilitar a manutenção preditiva proativa para uma recuperação mais rápida em caso de falhas. No contexto da personalização da produção, destaca-se a utilização de soluções de manufatura personalizada baseadas em inteligência artificial e sistemas cognitivos para atender às necessidades individuais de cada cliente ao longo dos processos de fabricação (Kumar et al., 2021). Os Sistemas Cognitivos Físicos Cibernéticos (CPCS) empregam habilidades cognitivas em diversas atividades em que humanos e Cobots colaboram para fornecer serviços aprimorados aos clientes (Kumar et al., 2021). Outro aspecto importante acerca dos projetos atuais na I5.0 é a busca pela otimização dos processos industriais por meio da inteligência artificial, resultando em produtos mais personalizados e com desempenho aprimorado (Pizón & Gola, 2023). No entanto, é importante ressaltar que, apesar da adoção crescente da I5.0, ainda estão em evolução os padrões e as políticas globais que visam estabelecê-la como um padrão internacional. Essa evolução é necessária para garantir a interoperabilidade e a segurança dos sistemas envolvidos na I5.0 (Pizón & Gola, 2023).

Todavia, mesmo com essa fase de desenvolvimento, já é possível identificar algumas das principais aplicações da I5.0. Essas aplicações abrangem diversos setores da indústria, trazendo benefícios significativos. Kumar et al. (2021) destaca alguns exemplos notáveis de aplicações da I5.0:

1. Saúde Inteligente: Utilização de dispositivos inteligentes e vestíveis para monitorar os dados de saúde dos pacientes em tempo real, possibilitando diagnósticos mais eficientes e tratamentos personalizados. Os Cobots, auxiliam os médicos em procedimentos cirúrgicos. Os Gêmeos Digitais fornecem subsídios para prescrição personalizada de medicamentos;
2. Manufatura em Nuvem: Integração de tecnologias em nuvem, IoT e virtualização ao processo de manufatura, permitindo colaboração entre múltiplos atores internacionais e operação de processos eficientes e econômicos. Possibilita o armazenamento seguro de arquivos de design na nuvem e distribuição de recursos de manufatura em diferentes regiões;
3. Gestão da Cadeia de Suprimentos: Utilização de tecnologias como Gêmeos Digitais, Cobots, 5G, IoT e *Machine Learning* (ML) para transformar a gestão da cadeia de suprimentos, possibilitando personalização em massa, previsão de dificuldades e otimização de capacidade, serviço, inventário e custo total de aquisição;
4. Manufatura e Produção: Combinação de habilidades cognitivas de computação com a inteligência humana em operações colaborativas. Introdução de Cobots que analisam a intenção humana antes de executar tarefas. Essa abordagem representa uma mudança significativa nas normas e na abordagem da indústria e da manufatura;
5. Educação: Estabelecimento de sinergia entre máquinas autônomas e seres humanos na educação. Surgimento do papel do Líder em Robótica na interação entre máquinas e

operadores. Denota ênfase em competências tecnológicas, de comunicação e de liderança;

6. Sistemas Humanos-Ciber-Físicos: Integração de fenômenos físicos e virtuais por meio de sistemas ciberfísicos. Enfrentamento do desafio de negligenciar o custo humano na otimização e eficiência. Utilização desses sistemas em áreas como turbinas eólicas e consideração das questões éticas relacionadas à tecnologia;
7. Gestão de Desastres: Estratégias de prevenção e gerenciamento de desastres. Foco no socorro em casos de catástrofes e consideração das implicações éticas e de valores no ambiente fabril.

2.4 A integração da *Lean Manufacturing* com a Indústria

4.0

Ao reafirmar os conceitos mais fundamentais da LM, como a eliminação de desperdícios, a mentalidade de se produzir mais com menos recursos, de forma a preservar a eficácia, a flexibilidade e o lucro, além de exigir uma evolução das pessoas, tecnologias e processos existentes, é relevante realizar uma conexão com a I4.0 (Mayr et al., 2018). A implementação conjunta dessas duas abordagens pode resultar em melhorias de desempenho para as empresas. Essa visão está em consonância com os resultados do estudo realizado por Kamble et al. (2019), os quais afirmam que a I4.0 tem uma influência positiva na LM, pois a implementação da I4.0 torna as fábricas não apenas enxutas, mas também inteligentes. A ilustração apresentada na Figura 3 retrata a representação visual da integração entre as práticas Lean e as tecnologias da quarta revolução industrial, ao focar nos benefícios resultantes dessa fusão. Por meio da aplicação conjunta de ferramentas da LM e tecnologias avançadas da I4.0, os processos fabris são caracterizados por menor complexidade, maior produtividade e flexibilidade.

Ao reiterar os conceitos essenciais da LM, tais como a eliminação de desperdícios e a mentalidade de produção eficiente, que busca maximizar a produção com o mínimo de recursos, preservando a eficácia, flexibilidade e lucratividade, torna-se pertinente estabelecer uma conexão com a I4.0 (Mayr et al., 2018).

Tanto a Indústria 4.0 quanto a abordagem *Lean* têm o objetivo de melhorar os processos por meio do uso de tecnologias digitais e são aplicadas em contextos de produção eficiente. Ambas enfatizam a importância das pessoas nos processos de produção. Para construir essa integração, é fundamental ter uma base sólida que envolva a busca constante pela evolução, tanto em termos de qualidade quanto na criação de valor para o cliente (Ustundag & Cevikcan, 2018).

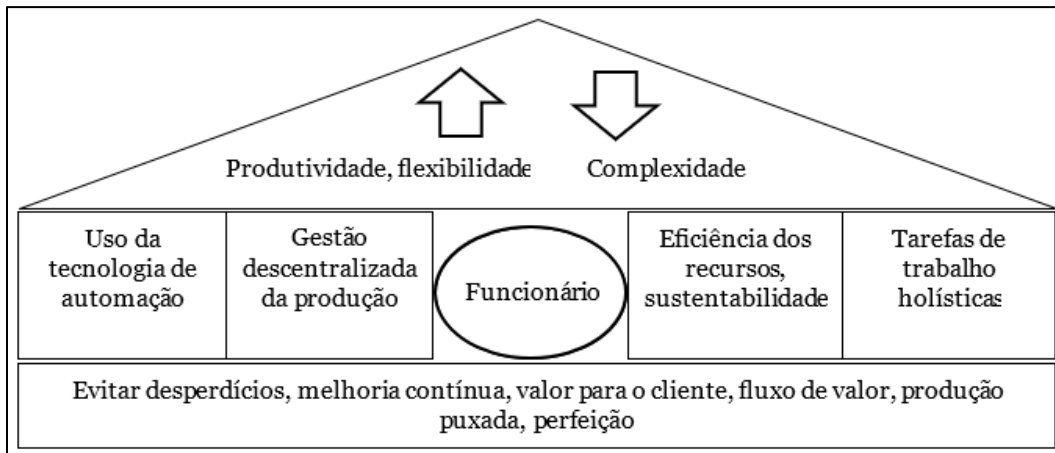


Figura 3. Pontos comuns entre o *Lean Manufacturing* e a I4.0 (Fonte: Adaptado de Mayr et al., 2018).

Tal sinergia forma um termo definido por Mayr et al. (2018), como "*Lean 4.0*". Portanto, neste cenário, este subitem do Capítulo 2, busca apresentar as possibilidades de interação entre a LM e a I4.0 através de uma análise crítica entre suas tecnologias e os dispositivos de obtenção de dados.

2.4.1. Dispositivos de recolha de dados na I4.0

No que se refere à recolha de dados, o pilar mais proeminente da I4.0 é a IoT pois, é composta por tecnologias como: o *Radio Frequency Identification* (RFID), os sensores, os atuadores e até mesmo os telemóveis, que através de esquemas de envios exclusivos na rede, interagem e cooperam entre si através dos seus componentes inteligentes, para atingir objetivos comuns. Além disso, permite recolher, gerir e aceder aos dados que são gerados por tais dispositivos. Estes equipamentos são de facto sensores ou atuadores que executam uma função específica capaz de comunicar com outro equipamento ligado ao sistema (Ustundag & Cevikcan, 2018).

No que se refere à coleta de dados industriais há uma proeminência da IIoT em relação à IoT, pois conforme a Tabela 3, possui um carácter mais abrangente do ponto de vista da sua utilização na indústria enquanto a IoT pode ser mais comumente aplicada em residências e cidades. A IIoT tem como objetivo o aumento da capacidade de gestão de equipamentos e processos através de sua ligação com máquinas, linhas de produção e sistemas de fornecimento de recursos materiais através das informações recolhidas por sensores (Boyes et al., 2018).

Tabela 3. Comparação entre IoT e IIOT (Fonte: Adaptado de Boyes et al., 2018).

Base	IoT	IIoT
Utilização	Principalmente para clientes particulares, podendo ser utilizada em residências e escritórios.	É utilizada normalmente na indústria ou prédios comerciais.
Segurança	A segurança não é um problema na IoT em comparação com a IIoT, pois o nível de tráfego de dados é substancialmente menor.	A segurança é uma grande preocupação na IIoT, pois inclui um elevado tráfego de dados das organizações e informações sigilosas dos seus negócios.
Grau de Aplicação	Utiliza aplicações mais simples e com menor necessidade de precisão	Utiliza sensores mais sensíveis e precisos para maior nível de controles e análises.
Custo	Possui um custo mais baixo, pois a tecnologia da IoT é menos complexa e é oferecida por mais empresas.	É mais cara em comparação com a IoT, pois possui dispositivos específicos e muito sensíveis. Existem menos empresas no mercado que fornecem estes equipamentos específicos.

A interação dos dispositivos de recolha da IIoT com os equipamentos fabris, fornece informações mais assertivas para identificar a causa raiz dos problemas na produção, mapear defeitos, monitorizar o desempenho de máquinas e reduzir o tempo improdutivo dos recursos e, portanto, aumentar a OEE. Assim, a IIoT, além de ser considerada uma tecnologia da I4.0, pode oferecer muitas possibilidades no auxílio da gestão da produção e tomada de decisão. Ao se utilizar métodos de análise de dados, pode-se obter *insights* mais pormenorizados e prever diversos cenários referentes ao processo produtivo (Deflorin et al., 2021).

Todavia, para que seja possível a fusão entre o mundo físico e o virtual, existe outro componente além da IIoT na I4.0. Tal fusão é viabilizada pelo CPS, que é a integração entre a computação e os processos físicos. De acordo com Lee et al. (2015), a aquisição de dados precisos e confiáveis das máquinas e dos seus componentes é o primeiro passo no desenvolvimento de um CPS. Tal afirmação denota ainda a necessidade de preliminarmente se ter um processo de produção ajustado e estável (Buer et al., 2018).

Em geral, um CPS consiste em dois pontos fundamentais: a conectividade avançada, que garante a aquisição de dados em tempo real do mundo físico e o retorno de informações do espaço virtual; a gestão inteligente de dados e a capacidade analítica e computacional que constroem o espaço cibernético (Heriadi et al., 2019).

Ao integrar os conceitos da IoT e do CPS nas suas operações, as fábricas podem ser definidas como Fábricas Inteligentes pois são capazes de reconhecer o cenário e auxiliar as pessoas e as máquinas na execução das suas tarefas. Para uma representação completa de uma Fábrica Inteligente é necessário incluir a extração de dados, informação e conhecimento respetivamente, conforme representado na Figura 4. Tal nível de obtenção de conhecimento só é possível com o pleno funcionamento dos sistemas em segundo plano Hermann et al. (2016).

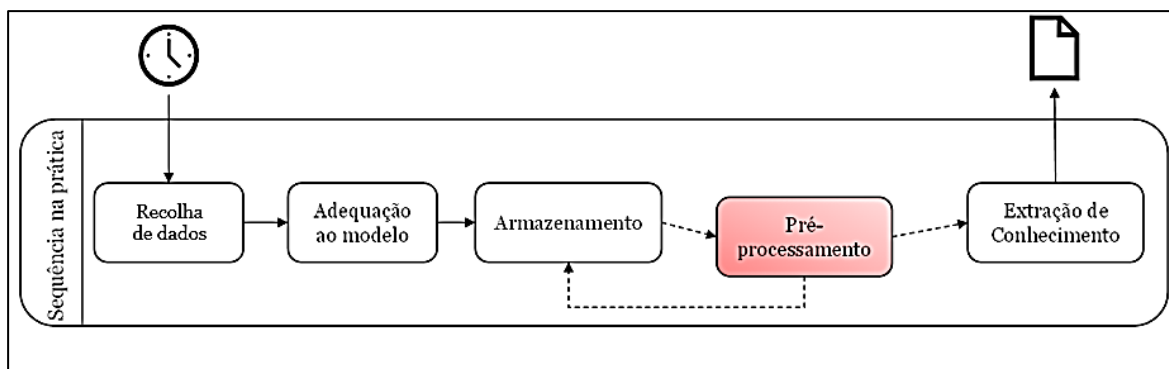


Figura 4. Etapas para extração de conhecimento a partir de dados de sensores (Fonte: Santos et al., 2016).

2.4.2. Princípios *Lean* no contexto da I4.0

A estrutura desta secção é composta pela associação dos princípios da LM com os atributos e as tecnologias que compõem a I4.0. Para cada um dos cinco princípios da LM, realizou-se uma associação referente aos seis atributos da I4.0 apresentados na Tabela 5. Também se apresenta uma matriz de relacionamento entre os princípios e atributos da LM e a I4.0, de modo a considerar uma integração holística no contexto industrial.

2.4.2.1. Definição de valor pelo cliente na perspectiva da I4.0

Uma das premissas fundamentais da LM é a agregação de valor ao produto na perspectiva do cliente. Essa premissa permeia toda a organização, buscando entregar ao cliente exatamente aquilo que ele deseja. Atualmente, os clientes têm se tornado cada vez mais exigentes, demandando maior qualidade, prazos de entrega reduzidos e uma ampla variedade de produtos. Essa realidade impõe um desafio constante às organizações, que precisam manter sua capacidade criativa para atender a essas novas necessidades impostas pelo mercado consumidor. É importante ressaltar que, com o avanço das tecnologias de comunicação, essa exigência tende a se intensificar ainda mais (Valamede et al., 2020).

Na era da I4.0, a mencionada premissa da LM continua a ser relevante e se expande ainda mais. De acordo com Bauer et al. (2018) o ambiente dinâmico e diversificado oferecido pela I4.0 auxilia as organizações a permanecerem constantemente atentas às demandas dos clientes e às tendências do mercado.

Nas Fábricas 4.0, todos os elementos estão interconectados, inclusive a inteligência dos produtos, que é integrada em dispositivos capazes de rastrear os dados de uso do cliente, como as etiquetas de RFID. Essa interconectividade possibilita a coleta de volumes substanciais de dados em tempo real, conhecidos como *Big Data* (BD). Por meio de processos analíticos complexos, é possível estabelecer relações entre as necessidades dos consumidores e as funcionalidades dos produtos. Além disso, a computação em nuvem (*Cloud Computing*) viabiliza a solicitação de serviços personalizados, alinhados às preferências dos clientes, que são então encaminhados para plataformas de fabricação hospedadas na nuvem (Valamede et al., 2020).

Conforme destacado por Valamede et al. (2020), a flexibilidade para atender às demandas dos consumidores também é aprimorada por meio de uma arquitetura de software que integra todos os recursos, ao possibilitar a obtenção e disponibilização de dados sob demanda, de modo a resultar em uma interface aprimorada para as aplicações. A Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) permite que as Fábricas Inteligentes consolidem informações heterogêneas em uma abordagem única, ao contribuir para o processo de padronização e ao fornecer uma estrutura para o desenvolvimento, integração e operação de sistemas tecnológicos relevantes, por meio de aplicações e serviços de software.

A Figura 5, adaptada de Valamede et al. (2020), ilustra uma arquitetura que visa integrar as tecnologias da informação aos processos de negócios da organização. Representa ainda, a interação entre a definição de valor na perspectiva do cliente, como preconizado pela LM, e os atributos distintivos da I4.0, através de suas três principais componentes:

1. Os desafios enfrentados pelas organizações;
2. As soluções oferecidas pela I4.0;
3. Os princípios de design associados a essa abordagem.

Esses aspectos estabelecem uma relação sinérgica com a finalidade de explorar as oportunidades proporcionadas pela quarta revolução industrial, tais como a capacidade de monitorização em tempo real da capacidade produtiva, a interoperabilidade e a orientação para serviços. Paralelamente, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) desempenham um papel fundamental ao prover suporte à integração abrangente, abrangendo desde o processo de desenvolvimento do produto até a sua aquisição pelo cliente (Valamede et al., 2020).

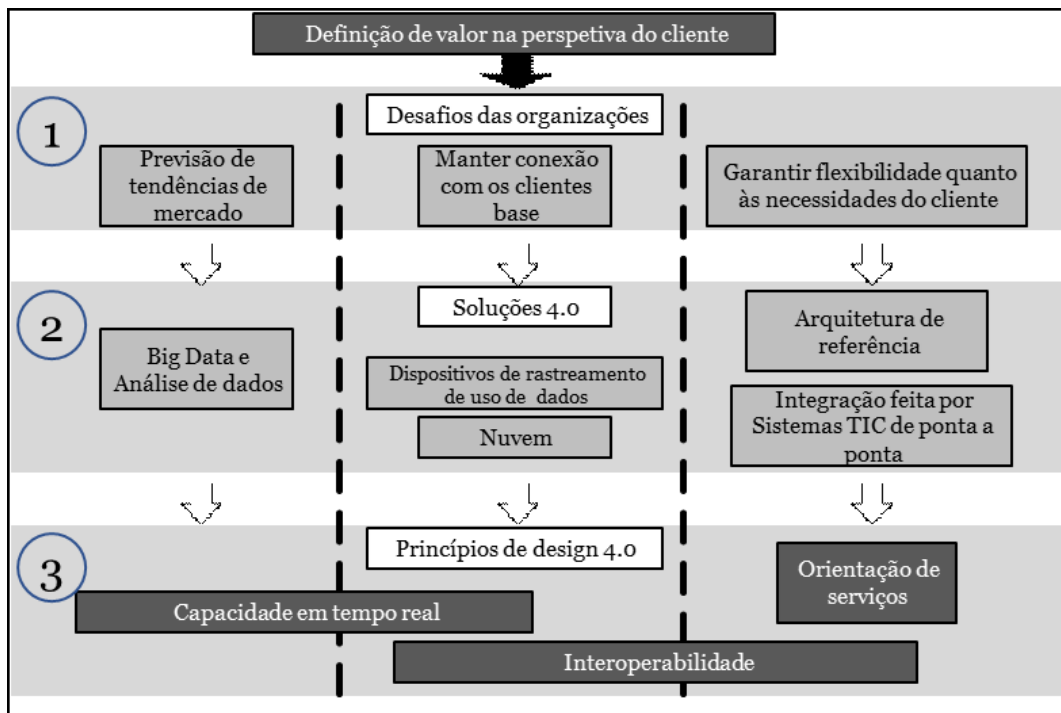


Figura 5. Relação entre o primeiro princípio do LM e os atributos da I4.0 (Fonte: Adaptado Valamede et al., 2020).

A figura apresentada compreende três áreas distintas que de acordo com Valamede et al. (2020) representam aspectos cruciais relacionados à interação entre a I4.0 e a gestão centrada no cliente.

A área 1 destaca a importância fundamental do cliente e a demonstração do desafio enfrentado pelas organizações: é essencial que as empresas se dediquem a prever e garantir a fidelização dos clientes, independentemente da adoção da I4.0. A satisfação e lealdade do cliente são elementos críticos, uma vez que o sucesso das organizações depende diretamente desses fatores (Valamede et al., 2020).

A área 2 abrange as soluções que apoiam esse desafio. Essas soluções englobam tecnologias e possibilidades de integração de sistemas. A I4.0 oferece um conjunto diversificado de ferramentas e recursos tecnológicos que podem auxiliar as empresas na melhoria do relacionamento com o cliente. Essas soluções buscam otimizar a interação, a comunicação e o atendimento personalizado, visando alcançar a satisfação e a fidelização do cliente. Por fim, a área 3 representa a tangibilidade por meio do design e demonstra como os conceitos apresentados nos itens das áreas 1 e 2 estabelecem conexões entre si. O design desempenha um papel crucial na materialização e aplicação das soluções oferecidas pela I4.0. Ele é responsável por criar interfaces amigáveis, experiências do usuário agradáveis e produtos/serviços que atendam às necessidades e expectativas dos clientes (Valamede et al., 2020).

2.4.2.2. Identificação do fluxo de valor e eliminação de desperdícios na I4.0

O fluxo de valor, composto por todas as atividades relacionadas à fabricação de um produto, deve ser simplificado, contendo apenas as tarefas que agregam valor ao cliente. O VSM é uma abordagem que permite a análise sistemática dos processos em suas diferentes etapas por meio de representações visuais. Diferentemente da abordagem tradicional, o VSM pode ser otimizado antes mesmo de ser implementado, oferecendo oportunidades de melhoria contínua (Ustundag & Cevikcan, 2018).

A combinação do VSM com as tecnologias da I4.0 proporciona pontos de sinergia, especialmente com o uso do BD, análise de dados e simulação virtual. O *status* do VSM pode ser constantemente atualizado e aprimorado com novas informações, facilitando a identificação de áreas de desperdício. A I4.0, com sua capacidade de fornecer atualizações em tempo real, oferece transparência total, permitindo a verificação antecipada das decisões descentralizadas relacionadas ao processo. Além disso, ela pode fornecer respostas para interrupções no fluxo produtivo por meio da constante atualização e interpretação dos dados obtidos pelo BD. Dessa forma, o status do mapa do fluxo de valor pode ser revisado e aprimorado continuamente, auxiliando na identificação de novos pontos de desperdício (Hartmann, et al., 2018; Valamede et al., 2020).

Outro aspecto relevante é a armazenagem do VSM na nuvem, que permite acesso simultâneo por várias partes interessadas, no ato de facilitar a integração entre as Fábricas Inteligentes e ao estimular a comunicação entre os setores por meio de redes abertas e padronizadas. A simulação virtual, por sua vez, está associada à virtualização e desempenha um papel significativo na engenharia integrada ao longo de toda a cadeia de valor. Por meio de métodos avançados de comunicação e virtualização, essa abordagem apresenta um potencial expressivo para a otimização da produção (Valamede et al., 2020).

2.4.2.3. Criação de fluxo de valor na I4.0

A implementação do fluxo contínuo em uma fábrica pode encontrar desafios que resultam em paradas no fluxo produtivo, de modo a levar a desperdícios de tempo e recursos. Segundo Valamede et al. (2020), dentre essas dificuldades, pode-se ainda citar as atividades de:

1. Retrabalho;
2. Erros de contagem de estoque;
3. Falta de capacidade produtiva e sistemas de controle centralizados.

No entanto, com o advento das tecnologias da I4.0, as Fábricas Inteligentes têm a capacidade de superar esses problemas e oferecer um sistema de produção contínuo e eficiente.

Uma das tecnologias-chave que impulsiona as Fábricas Inteligentes é o uso de etiquetas RFID, que permite a aquisição de informações em tempo real sobre materiais e equipamentos. Isso ajuda a eliminar erros no inventário, manter níveis adequados de estoque e realizar pedidos precisos de produtos no momento e quantidade corretos. Além disso, os óculos de realidade aumentada desempenham um papel fundamental, pois podem fornecer aos trabalhadores orientações e reportar falhas nos equipamentos, de modo a garantir o fluxo contínuo da produção. Os robôs autônomos atuam em conjunto com os colaboradores, na identificação e prevenção de erros na produção e ajustando-se a possíveis irregularidades (Hartmann et al., 2018).

As Fábricas Inteligentes ainda facilitam a subcontratação por meio da SOA, permitindo o acionamento da rede de fornecedores de serviços e assistência quando há falta de capacidade para atender à demanda. Essa integração permite o planejamento e a programação da produção de forma coordenada, possibilitando o rastreamento da capacidade e do progresso dos pedidos aos fornecedores para ajustar a produção conforme necessário, evitando atrasos (Hartmann et al., 2018). Além disso, a produção aberta, flexível, distribuída, inteligente e autônoma das Fábricas Inteligentes estabelece as bases tecnológicas e organizacionais para a correta utilização da LM, ao permitir a descentralização da tomada de decisões que antes, eram centralizadas em estruturas hierárquicas, de modo a consolidar assim o conceito da I4.0. Através do CPS, é possível gerenciar os tempos de ciclo em estações de trabalho integradas, buscando a melhor relação entre a capacidade máxima da estação e o fluxo contínuo. A interoperabilidade adquirida com o CPS também garante a sincronização entre todas as empresas fornecedoras e a fábrica do produtor (Valamede et al., 2020).

Tais tecnologias e abordagens, combinadas às Fábricas Inteligentes, oferecem soluções eficazes para superar as dificuldades na implementação do fluxo contínuo, promovendo maior eficiência, redução de desperdícios e capacidade de resposta às demandas do mercado. A integração entre as tecnologias da I4.0 e a produção industrial tem o potencial de impulsionar a transformação digital e aprimorar os processos produtivos de forma significativa.

2.4.2.4. Produção de acordo com a procura do cliente na I4.0

Uma das características mais marcantes da LM, é o facto de a produção ser puxada pelo cliente, ou seja, o início do ciclo produtivo dá-se pela aquisição dos produtos no ato da compra e é realizada pelo consumidor, ou seja, a produção é orientada pela procura (Valamede et al., 2020).

Um exemplo de uma ferramenta utilizada para controlar a entrada de peças num fluxo produtivo, é o *Kanban*, que tem como característica, tornar as linhas de produção mais eficientes, eliminando os desperdícios de stock e superprodução, pois concentra-se em fornecer apenas os materiais e os equipamentos necessários para produzir a quantidade solicitada pelo consumidor. No contexto das Fábricas Inteligentes, esta ferramenta *Lean* evoluiu através de tecnologias da I4.0 e gerou o *Kanban* Eletrónico (*e-Kanban*) que possui os mesmos princípios do *Kanban* físico e o seu sistema de cartões, porém, neste caso, trata-se de um sistema virtual onde o cartão não é

tangível, mas sim transmitido por um sinal eletrónico ao fornecedor. A solicitação eletrónica é gerada automaticamente e enviada ao fornecedor indicando a quantidade necessária de produtos. Os produtos requisitados são processados como uma solicitação, que é criada usando um código de barras ou um *Quick Response Code* (QR Code) que é encontrado em todos os componentes necessários. O *e-Kanban* difere do *Kanban* clássico porque substitui os cartões físicos por códigos de barras. Ele usa a tecnologia para melhorar a movimentação dos materiais dentro da produção (Pekarcikova et al., 2020).

Tecnologias como o RFID, que fornece o status e a localização exata dos lotes de produção, como o BD que armazena todos os dados coletados e a análise de dados que possibilita a tomada de decisão através da transformação dos dados em informação, é possível monitorizar o fluxo de produção além de permitir a integração de todos os setores da fábrica (Kolberg & Zühlke, 2015). Tais integrações comprovam a capacidade do acompanhamento em tempo real do fluxo produtivo, além de permitir que o sistema se auto-organize por meio de decisões descentralizadas tomadas pelo CPS e pela comunicação com os diferentes equipamentos (Hartmann et al., 2018).

Ademais, os robôs e veículos autónomos, assumem o papel do *mizusumashi*⁵, que no sistema *Lean*, é o responsável pelo abastecimento dos postos de trabalho com materiais nas quantidades corretas e em horários normalizados. Com a I4.0, robôs e veículos autónomos, uma vez notificados pelo CPS para reabastecer setores produtivos com falta de recursos, alteram a rotina do *mizusumashi* para um cenário de interoperabilidade e capacidade de resposta em tempo real através de análises preditivas (Gotthardt, et al., 2019).

Além das análises preditivas, a capacidade de resposta em tempo real está diretamente relacionada com as simulações virtuais, pois os mapas virtuais são atualizados constantemente com novas informações da cadeia de abastecimento e da produção de modo a fornecer uma visão mais ampla e integrada (Ustundag & Cevikcan, 2018).

2.4.2.5. Busca da perfeição na I4.0

Os quatro princípios *Lean* anteriores, devem ser mantidos, através da implementação de controlos, avaliações e otimizações para alcançar o último princípio da LM, a busca da perfeição. É importante salientar que, a aplicação do conceito de melhoria contínua, *Kaizen*, é uma das estratégias mais adotadas pelas organizações que se destacam no mercado. Tecnologias como o BD, a Análise de Dados, o Armazenamento na *Cloud*, a Realidade Aumentada e a Simulação Virtual são tecnologias 4.0 identificadas como aquelas que apresentam integração com esta ferramenta *Lean*, pois apresentam o mesmo objetivo do *Kaizen* que é a melhoria contínua em função do tempo (Kolberg & Zühlke, 2015).

⁵ A Palavra japonesa *mizusumashi* tem o seu significado literal de aranha d' água. Para os conceitos da LM, refere-se a um operador de abastecimento interno, que tem como função fornecer materiais aos diversos postos de trabalho (Gotthardt et al., 2019).

A fim de obter uma melhor inteligência operacional, o sistema realiza constantes atualizações dos dados relacionados com o fluxo produtivo e recursos. As máquinas conectam-se na internet e fazem uso dos dados armazenados na *cloud* para aprimorar seu processo produtivo de maneira autônoma. Após se estabelecer a partilha de dados entre os setores da fábrica inteligente, é possível realizar análises de BD para interpretação, para identificar os pontos e as soluções de melhoria de maneira descentralizada na cadeia de suprimentos (Küpper, et al., 2017).

Um exemplo deste processo integrado é apresentado por Kolberg e Zühlke, (2015) na Tabela 4.

Tabela 4. Exemplo de combinação entre a I4.0 e o *Lean Manufacturing*. (Fonte: adaptado de Kolberg & Zühlke, 2015).

I4.0	LM	
	Princípio: <i>JIT</i>	Princípio: <i>Jidoka</i>
	Método: Sistema Kanban	Método: <i>Andon</i>
Operador Inteligente	O funcionário obtém informações sobre o tempo de ciclo restante por meio de realidade aumentada	Sistemas de computação recebem falhas e as exibem em tempo real para o funcionário
Produto Inteligente	Produto Inteligente contém informações do Kanban para realizar uma produção sob demanda	-
Máquina Inteligente	As máquinas oferecem uma interface padronizada para recebimento e envio de Kanban	Máquinas enviam falhas diretamente para Operadores Inteligentes e ativam outros sistemas para ações de reparo de falhas
Planeador Inteligente	Os sistemas TIC reconfiguram as linhas de produção e atualizam o Kanban de acordo com a nova configuração	-

As

tecnologias de simulação virtual com a realidade aumentada possibilitam a evolução dos processos tradicionais de melhoria contínua. As tecnologias da I4.0 permitem que as soluções de otimização do fluxo de valor sejam testadas primeiro num modelo virtual e interajam com os colaboradores, o que favorece a interoperabilidade e a virtualização. Desta forma podem simular arranjos físicos industriais, sistemas de produção e testar virtualmente o melhor fluxo produtivo, além de possibilitar a realização de formações de maneira mais assertiva (Valamede et al., 2020).

2.5. Matriz de Relacionamento

A matriz de relacionamento propõe pontos de convergência entre os princípios da Filosofia *Lean* e os atributos da I4.0. Tem ainda a função reforçar e resumir visualmente cada relação proposta (Valamede et al., 2020). Lödding et al., 2017, acrescentam ainda que a LM se tornará mais importante para a implementação bem-sucedida da I4.0, pois de acordo com Küpper et al. (2017), garantirá a estabilidade, a padronização das atividades e contará com um elevado nível de

maturidade e comprometimento dos colaboradores na implementação das tecnologias da I4.0, ou seja, a LM cria as perfeitas condições industriais de controlo e estabilidade bem como traz na sua raiz a melhoria contínua através do Kaizen para a implementação de tecnologias da I4.0. Segundo Valamede et al. (2020) de um total de 30 possibilidades de relacionamento, obtidas pelo produto de 6 atributos da I4.0 e os 5 princípios *Lean*, foram identificados 22 pontos de sinergia a partir de uma perspectiva holística de integração, o que significa que a LM e a I4.0 podem trabalhar juntas e colaborar mutuamente.

Tabela 5. Matriz de relação entre os princípios do LM e os atributos da I4.0 (Fonte: adaptado de Valamede et al., 2020).

Princípios <i>Lean</i>	Atributos da I4.0					
	Interoperabilidade	Virtualização	Descentralização	Capacidade em tempo real ⁶	Orientação a serviços	Modularidade
Definir Valor	X			X	X	
Mapa de fluxo de valor	X	X	X	X		
Criar Fluxo	X	X	X	X	X	X
Estabelecer a produção puxada	X	X	X	X		X
Melhoria Contínua	X	X	X	X		

Já Ustundag e Cevikcan, (2018) concluem que após avaliar os benefícios da eliminação de desperdícios através das tecnologias da I4.0, um ponto importante é a discussão sobre a forma de implementação das tecnologias integradas às ferramentas *Lean*. Ustundag e Cevikcan (2018), ilustram essa relação entre os atributos das tecnologias I4.0 e das ferramentas *Lean* através de um esquema similar a uma escada que representa os patamares que se devem alcançar de sequencialmente.

⁶ O status da planta industrial é permanentemente rastreado e analisado, assim, permite que as fábricas inteligentes reajam às falhas de seu maquinário e redirecionem produtos para outros equipamentos.

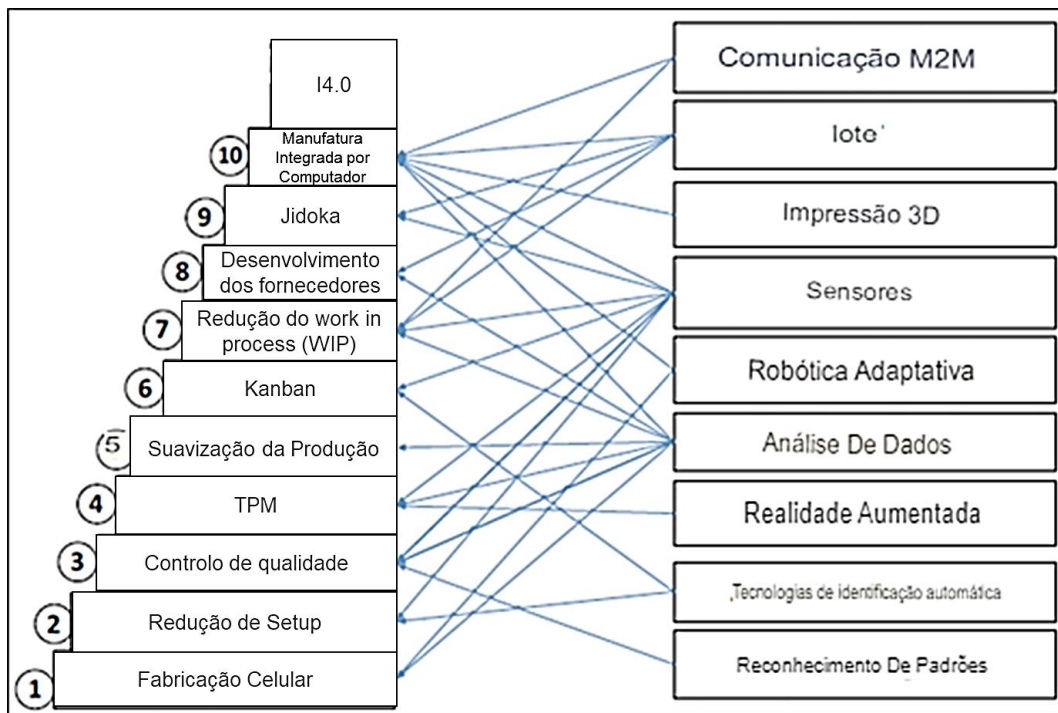


Figura 6. Relação entre os atributos das ferramentas *Lean* e as tecnologias da I4.0 (Fonte: Ustundag & Cevikcan, 2018).

A integração das tecnologias da I4.0 no sistema *Lean* é um tópico atualizado e muito promissor. No entanto, deve-se salientar que apesar de todos os pontos positivos e possibilidades, as tecnologias da I4.0 não irão resolver os problemas existentes em sistemas de produção geridos e organizados de forma inadequada. As tecnologias devem ser aplicadas em ambientes onde a filosofia *Lean* tenha sido implementada e as atividades tenham sido executadas com sucesso antes da digitalização. Complementarmente, acrescenta-se que o fluxo de informações deve ser mantido efetivo antes da introdução das TIC. Isto é, os dados devem ser mantidos de uma forma correta e atualizados, porque isto é um fator de sucesso importante tanto na I4.0 como na LM (Küpper et al., 2017).

Capítulo 3 – Apresentação da Empresa

O objetivo deste capítulo é contextualizar a empresa onde o estudo foi realizado desde sua missão e visão, passando pelo seu histórico desde a sua criação até os dias atuais. Através da apresentação da empresa, será possível aferir a sua relevância ao nível nacional e internacional bem como a sua forma de transmissão, atuação e categorias da sua programação. Também será abordada a atuação da empresa e apresentadas informações que permitirão uma melhor compreensão deste grupo empresarial.

A estrutura organizacional apresentada posteriormente, é fundamental para se compreender a necessidade de atuação na Fábrica de Figurinos com as suas exigências complexas e um sistema de produção particular para o segmento do entretenimento.

O facto de a Rede Globo ser uma empresa de comunicação e publicamente conhecida, faz com que muitos dos seus dados se encontrem disponíveis para consulta na internet, que foi a ferramenta maioritariamente utilizada para a elaboração deste Capítulo. Para concluir este objetivo, foram consultados arquivos internos como relatórios e apresentações, notícias e arquivos encontrados no próprio site do grupo.

Os resultados apresentados neste capítulo, foram usados como base para desenvolver a proposta apresentada no Capítulo 5.

3.1. Apresentação da empresa

Composto pela Rede Globo, Sistema Globo de Rádio, Globosat, Infoglobo, Editora Globo, Globo.com, Som Livre, Zap Imóveis e GloboPlay além de ser o proprietário da Fundação Roberto Marinho, o Grupo Globo é atualmente o maior conglomerado de mídia e comunicação do Brasil e América Latina. De entre todas as empresas do Grupo, a Rede Globo, destaca-se por ser a maior emissora do Brasil e a segunda maior do mundo, atrás apenas da norte americana CBS (Grupo Globo, 2020a).

De acordo com o site do grupo a visão da empresa é: “Queremos ser o ambiente onde todos se encontram. E encontram informação, diversão e cultura, instrumentos essenciais para uma sociedade que busca a felicidade de todos e de cada um” (Grupo Globo, 2020).

Já a sua missão é: criar, produzir e distribuir conteúdo de qualidade que informem, divirtam, contribuam para a educação e permitam aos indivíduos e comunidades construir relações que tornem a vida melhor (Grupo Globo, 2020a).

3.2. Histórico

Em 1911 é fundado o jornal “A Noite” pelo senhor Irineu Marinho que se destacou na época pela cobertura de assuntos diretamente ligados à cultura popular, problemas do dia-a-dia da cidade do Rio de Janeiro e ao noticiário policial, tendo assim uma boa aceitação do público. Contudo em 1924, o empresário deixa o Brasil rumo à Europa para realizar tratamentos de saúde, com a sua família. Ele deixou o conselho diretor do jornal e já vislumbrava o lançamento de um novo periódico juntamente com a equipa que o acompanhara anteriormente. Já de volta ao Brasil, e em 1925, inaugura o jornal “O Globo”, nome escolhido através de um grande concurso popular. Diferentemente do “A Noite”, “O Globo” é lançado como um jornal matutino e possui duas edições diárias. Irineu Marinho faleceu 25 dias após o lançamento do jornal e o seu filho Roberto Marinho iniciou a sua carreira na empresa como secretário. Passados cinco anos assumiu a cadeira de presidente da empresa, e é sob a sua gestão que o jornal se tornou um dos mais prestigiados do Brasil, com a sua identidade essencialmente noticiosa e focada na prestação de serviços. Ao longo dos anos a empresa expandiu os seus negócios através de aquisições, investimentos e inovações. Um ponto que é importante salientar é a inauguração da Rádio Globo. A primeira emissora do que no futuro seria chamado de Sistema Globo de Rádio, possuindo uma forte presença na prestação de serviços baseia-se em três temáticas: futebol, notícias e entretenimento. Através da sua abordagem popular, transmite a sua programação para milhões de ouvintes em todo o país (Grupo Globo, 2020a).

O marco mais importante da história do grupo é a criação da TV Globo no ano de 1965, pois é essa emissora que origina a Rede Globo de Televisão. A sua programação possuía como característica uma programação baseada em jornalismo e entretenimento, sendo as telenovelas o seu principal atrativo. Num curto espaço de tempo a emissora afirmou-se como uma das principais do país e passou a transmitir a sua programação para outros Estados por meio de emissoras próprias, oriundas de aquisições ou afiliadas. Não demorou muito para que fosse formada a rede, com a transmissão simultânea da programação da Globo para todo o país. A rede que hoje conta com 5 emissoras próprias e 118 afiliadas no Brasil. Afiliadas essas que são pertencentes a diversos grupos empresariais. Em relação ao sinal, pode-se dizer que o sinal da Rede Globo chega atualmente a 5.490 municípios brasileiros (Grupo Globo, 2020a).

Entre os movimentos de aquisição de mais empresas, a inauguração de mais emissoras de rádio, jornais, e o início da transmissão internacional, há outro ponto marcante que foi a inauguração dos estúdios Globo na zona oeste do Rio de Janeiro. É o maior complexo de produção de conteúdos da América Latina. Antes conhecido como PROJAC, abreviação de Projeto Jacarepaguá, o complexo adotou o nome de Estúdio Globo em 2016. Em 2019, com a inauguração do Módulo de Gravação 4, os Estúdios Globo passaram a ocupar uma área total de 1,73 milhões de metros quadrados, com 13 estúdios de gravação, cidades cenográficas, fábrica de cenografia, acervo e Fábrica de Figurinos, centro de pós-produção e outros departamentos que compõem a indústria de entretenimento. Existe também a infraestrutura necessária para atender os funcionários e prestadores de serviços que trabalham na produção de telenovelas, séries,

programas de humor, variedades e reality shows. Nos anos 2000 foi perceptível uma transição para o mundo digital com a inauguração do seu site, a reestruturação dos negócios, a produtora de filmes, as plataformas de comunicação digitais, mais aquisições de empresas e o início da transmissão digital no Brasil. Em 2015, explicitando ainda mais este movimento para o mundo digital, foi lançado o GloboPlay, um serviço de streaming concorrente direto da Netflix e outras plataformas de conteúdos essencialmente digitais (Grupo Globo, 2020a).

O que se pode observar neste histórico é a evolução e a expansão constante dos seus negócios sempre alinhados com a expectativa do seu público independentemente da plataforma de comunicação, estabelecendo desde os primórdios, uma identificação maior das pessoas com os seus produtos. Além disso, o grupo acompanha o movimento de evolução mundial no que se refere à comunicação, informação e entretenimento (Grupo Globo, 2020a).

3.3. Atuação

A TV Globo tem a sua programação distribuída em todo o território brasileiro, em quase 100% dos lares por meio de 5 emissoras próprias, em parceria com empresas afiliadas, e em mais de 190 países, pela Globo Internacional. É reconhecida pelo elevado padrão de qualidade, criatividade, relevância e inovação. A sua produção inclui telenovelas, minisséries, séries, concertos musicais, programas humorísticos, reality shows, programas jornalísticos e desportivos, entre outros (Grupo Globo, 2020b).

Além disto, produz para a TV em canal fechado, web e também muitos produtos para o cinema. A sua programação pode ser acompanhada através da TV, *Video-On-Demand* (VOD), smartphones, tablets, desktops e *Smart TV* em resoluções HD, 4K e em 4K HDR (Grupo Globo, 2020b).

3.4. Caracterização da Empresa em Números

A TV Globo conta com 14 mil colaboradores. A sua rede de transmissão é composta por mais de 120 emissoras, a sua programação diariamente atinge 97 milhões de pessoas, o que representa quase metade da população brasileira. Os seus produtos cobrem 98,6% das cidades brasileiras e alcançam 99,6% da população brasileira de maneira geral (Grupo Globo, 2020b).

A TV globo está presente em 190 países e possui 3 milhões de assinantes em todo o mundo. Possuem 130 programas de TV como novelas, séries e filmes licenciados em mais de 170 países. O seu reconhecimento internacional adveio das suas telenovelas, que são o principal produto exportado e consumido nacionalmente. Deste modo, é aquele que necessita de maior investimento e o que mais utiliza a sua estrutura produtiva, que hoje realiza 3000 conteúdos de entretenimento por ano e cerca de 4 longas-metragens por dia de produção. O jornalismo e desporto também produzem 3000 horas (Globo Imprensa, 2020).

A sua principal fonte de receita provém da publicidade, onde são veiculadas anualmente 17 milhões de anúncios publicitários através de uma rede de 6 mil agências de publicidade, que incluem mais de 30 mil clientes no Brasil (Grupo Globo, 2020b).

Os Estúdios Globo, localizados na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, possuem uma das maiores infraestruturas de produção de conteúdos audiovisuais no mundo. Contando com uma área de 1,72 milhões de metros quadrados, sendo 70% deste total, uma área composta de mata com espécies nativas de mata atlântica e 166 mil metros de área construída. Os 9 mil funcionários e prestadores de serviço estão distribuídos por uma estrutura que inclui 10 estúdios de gravação com 8 mil metros quadrados. Mensalmente circulam em média 220 mil pessoas e anualmente mais de 2,6 milhões de pessoas pelos Estúdios Globo. O consumo de energia elétrica dos estúdios é equivalente a uma cidade de 90 mil habitantes, sendo que praticamente metade desta energia é gerada pela própria emissora através de painéis solares fotovoltaicos e uma estação de geração de energia que utiliza gás (Grupo Globo, 2020b).

3.5. Estrutura Organizacional

É importante apresentar a estrutura organizacional do grupo empresarial de modo a possibilitar a compreensão do enquadramento do setor que será alvo de estudo, assim como para proporcionar uma melhor compreensão da estrutura complexa por trás do grupo de uma forma geral. No presente estudo de caso serão utilizadas informações sobre a Fábrica de Figurinos, como mencionado anteriormente, esta fábrica encontra-se no complexo dos Estúdios Globo (Grupo Globo, 2020a).

3.5.1. Conselho de Administração

De acordo com o Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC 2015), o conselho de administração é responsável pela tomada de decisão na organização no que se refere ao planejamento e direcionamento estratégico e também possui a responsabilidade de resguardar os princípios, valores, objeto social e sistema de governança da organização, sendo este último o seu principal componente. A abrangência da sua atuação ultrapassa a fronteira da administração estratégica, pois a sua função também é monitorizar as atividades da gestão e proteger os interesses de todas as partes. É o principal elo entre a gestão e os stakeholders, neste caso os integrantes da família fundadora do Grupo (Grupo Globo, 2020a).

O conselho administrativo do Grupo Globo é composto por 7 elementos, sendo 4 deles da família fundadora, conforme representado na Figura 7.

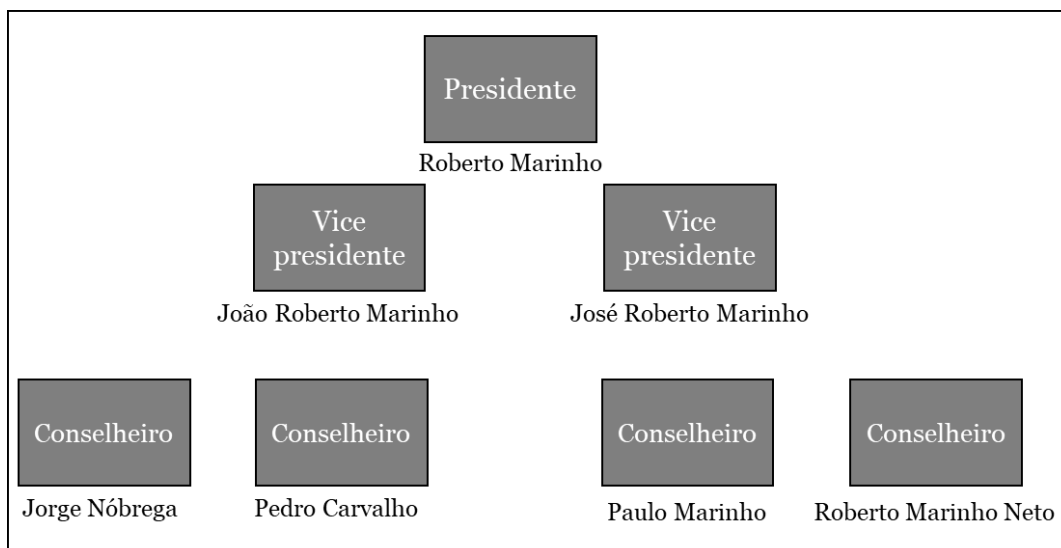


Figura 7. Estrutura do conselho administrativo do Grupo Globo (Fonte: Grupo Globo, 2020a)

É importante salientar, que a estrutura do conselho de administração é importante para compreender melhor onde, dentro desta estrutura, está situado o setor envolvido neste trabalho. Um dos membros do conselho, o Sr. Jorge Nóbrega é também o presidente do grupo reafirmando assim a forte conexão entre o conselho administrativo e a administração executiva do Grupo Globo. Os Estúdios Globo dentro da hierarquia do Grupo, está inserido na Rede Globo, na diretoria de jornalismo, entretenimento e desporto. Os Estúdios Globo incluem a parte de entretenimento da empresa e a sua estrutura é composta por tudo o que oferece suporte à produção (Grupo Globo, 2020a).

3.5.2. Estrutura administrativa do Grupo Globo

A divisão administrativa é baseada nos segmentos de atuação de cada marca ou empresa do grupo. A estrutura organizacional vigente, teve início em janeiro de 2020 após, 16 meses de análise estratégica de transformação digital para a integração de diversas empresas do grupo numa só. Este projeto recebeu o nome de “UmaSóGlobo” e teve como principal característica a unificação das empresas TV Globo, Globosat, Som Livre, Globo.com, Globoplay e DGC Corp. Hoje, todas estas fazem parte da empresa que recebeu o nome Globo. Segundo a empresa, houve um grande esforço para garantir que ela seja um dos maiores players de produtos e serviços digitais- D2C) do Brasil (Grupo Globo, 2020b).

Na estrutura atual, ilustrada na Figura 8, encontram-se representadas as 11 grandes divisões que abrangem tanto a gama de produtos com conteúdo audiovisual, quanto a estrutura que suporta estes produtos (Grupo Globo, 2020a).

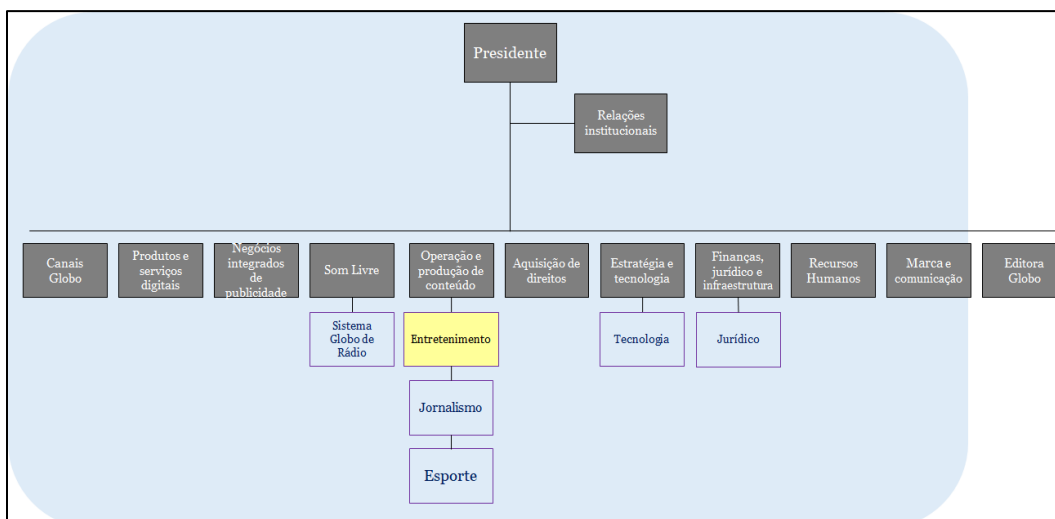


Figura 8. Estrutura administrativa do Grupo Globo (Fonte: Grupo Globo, 2020a).

A Fábrica de Figurinos encontra-se na divisão de Operação e Produção de Conteúdo. Esta divisão comporta três grandes áreas que gerem a forma de atuação do grupo como um todo: jornalismo, desporto e entretenimento. Sendo nesta última, que está incluída a Fábrica de Figurinos.

3.5.3. Estrutura do Entretenimento

No entretenimento estão compreendidos os produtos que compõem a programação extra jornalismo e desporto. Os filmes, as séries, as telenovelas, os programas de auditório, os *talkshows*, os reality shows, os musicais, os programas de humor e os programas de variedades como programas de culinária e de entrevistas por exemplo. A vasta e complexa estrutura da Globo, para esta grande área de atuação, apresentada na Figura 9, traz diariamente diversos desafios de gestão de projetos e um diálogo constante entre a área criativa e a execução da produção, que necessita de se reinventar regularmente e a engenharia por trás que fornece o suporte de modo a garantir a execução da produção planeada num ritmo acelerado e constante. A dificuldade de realizar um planeamento assertivo e confiável para algo muitas vezes sem referência faz com que os processos e as metodologias de trabalho surjam de acordo com as exigências apresentadas pelas áreas criativas (Grupo Globo, 2020a).

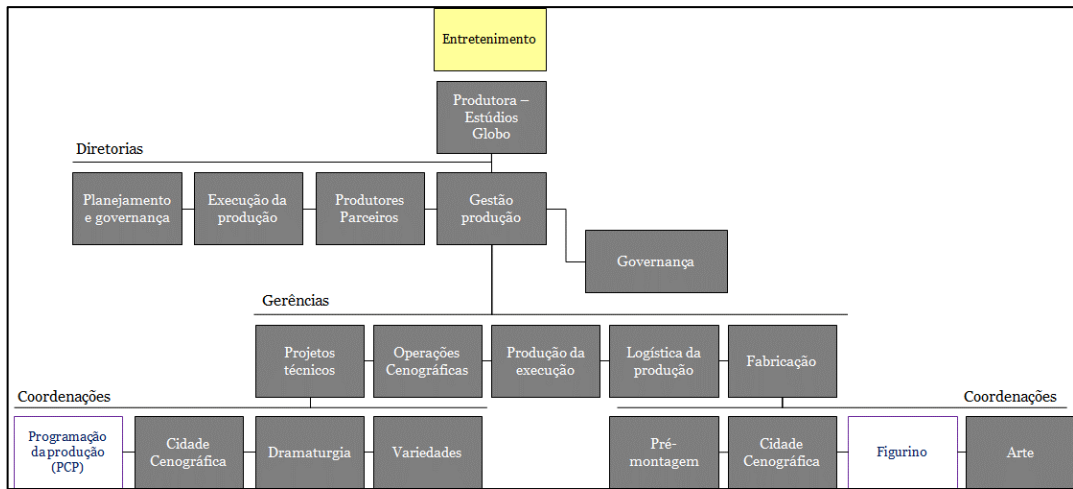


Figura 9. Estrutura organizacional da produtora (Fonte: Grupo Globo, 2020a).

Capítulo 4 – Situação Atual do Processo

O objetivo deste capítulo é apresentar o estado atual da Fábrica de Figurinos dos Estúdios Globo e as problemáticas envolvidas no caso de estudo. Para contextualização do problema serão abordados os objetivos fundamentais da fábrica, a descrição dos seus processos produtivos desde a entrada da demanda até à entrega do produto para o cliente e as oportunidades de digitalização no processo produtivo.

4.1. Objetivos Fundamentais da Fábrica de Figurinos

Para que um programa de entretenimento possa ser transmitido pela emissora com sucesso existe um processo extremamente complexo no *back office*. Resultante de um plano que se baseia nos guiões escritos pelos autores ou guionistas. Este processo engloba 4 grandes áreas: fabricação de cenários, montagem dos estúdios de gravação, construção de cidades cenográficas e confeção dos figurinos.

Neste contexto, a Fábrica de Figurinos possui como principal responsabilidade a elaboração ou adaptação de figurinos, que são utilizados para os variados tipos de programas, que compõem a grade de programação de entretenimento da Rede Globo os quais se dividem em três categorias: variedades; séries e humor; dramaturgia, conforme ilustrado na Figura 10.

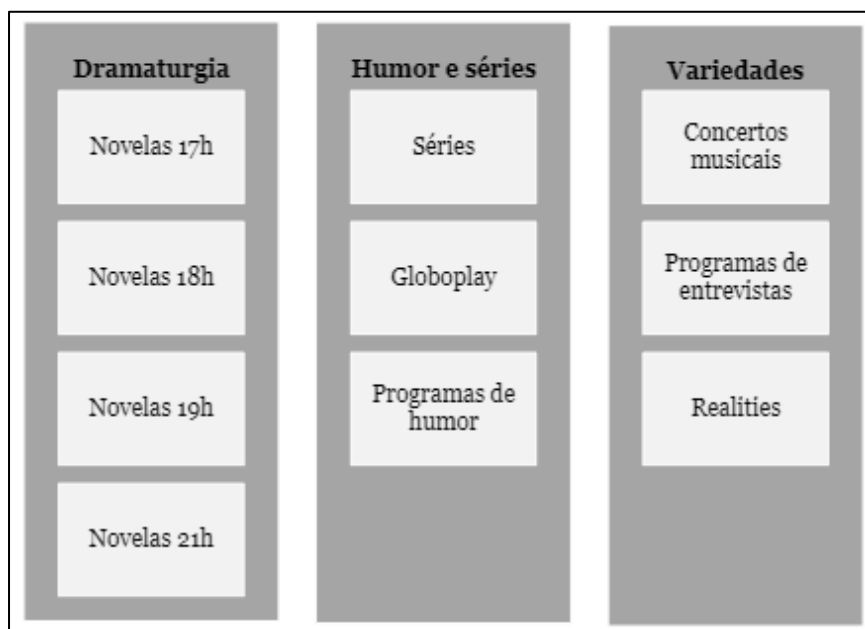


Figura 10. A divisão das categorias da programação de entretenimento (Fonte: Grupo Globo, 2020c).

4.2. Descrição do processo produtivo

O processo produtivo da fábrica, apresentado no Anexo A, é baseado num modelo normalmente adotado pelas fábricas de roupas e composta pelas atividades de entrada da demanda, planeamento, modelagem e corte, preparação e separação de materiais, *Full Kit*, confecção, controlo de qualidade. Há ainda o suporte dos setores de planeamento e melhoria contínua que mesmo sem um sistema do tipo *Enterprise Resource Planning*⁷ (ERP), fornecem e desenvolvem melhorias através de ferramentas integradas da *Microsoft Power Platform* de modo a garantir uma melhor eficiência e cumprimento das metas estabelecidas pela gestão.

4.2.1 Pedido de Figurino – Solicitação de produção

A primeira etapa deste processo é o preenchimento de uma ficha designada por “Pedido de Figurino” (PF), apresentado na Figura 11, que contém a descrição de todos os detalhes do pedido de confecção de uma peça de figurino.

Para o processo de criação de um figurino, existem diversas etapas que são necessárias para garantir a entrega no prazo e com qualidade exigida pelo cliente interno.

A Figura 11 mostra um formulário de "PEDIDO DE FIGURINO" com o nome "Alto" escrito no topo. O formulário contém campos para: Código da Peça, Carimbo: PCP, Confecção, Reforma, Nº do Pedido: 240486, Pontos de Prova, Ajuste, Bordo, Alargado. Abaixo, há campos para Programa: "Nos Tempos da Imperatriz", Data de Prova, Data/Hora Encadernamento: "09/03/2020 16:50", Elencos/Peças: "Florina Guedes e figurino", Nome da Peça: "avental", Quantidade: "01 + 08", Figurinista Responsável/Assistente: "Gersonina", Tempo Máx. Corte, Supervisor Responsável: "JL12", Data Hora Entrega: "16/03/2020", e Nome do PCP (Prazo a PT). Abaixo do formulário, há duas fotos de referências de um avental marrom com detalhes em preto. As fotos são acompanhadas de anotações manuscritas: "colocar botões para fechar", "prestar a cintura do ombro para as costas", "cós com 5cm de largura", "ligar a parte de cima do avental duplicado com o próprio tecido formando", "avental formado na cintura", "ligar a parte do avental criando como marcado em perna". No canto inferior direito das fotos, há uma lista de tamanhos: "Florina Guedes + 2 P, 3 M, 3 G".

Figura 11. Exemplo de Ficha de Pedido de Figurino (Fonte: O autor, 2022).

Compõem estes detalhes: nome do figurinista, programa, data de recebimento, nome da peça, tamanhos, quais os tipos de peças a confeccionar; quantidade de peças do PF; tipo da peça (de

⁷ *Enterprise Resource Planning*: em português Planejamento dos Recursos da Empresa, é um software de gestão empresarial que integra e gerencia os processos de uma organização. Ele busca melhorar a eficiência operacional, automatizando tarefas e fornecendo uma visão abrangente das operações comerciais.

época ou contemporânea); gênero (masculino ou feminino); prazo de entrega acordado com o figurinista; tipo de processo a ser realizado: modelagem, corte e preparação.

Na sequência, é realizado o processo de entendimento do pedido pelo supervisor de modelagem, que consiste em alinhar as necessidades do PF com o figurinista e verificar o plano de produção do Planejamento e Controle da Produção (PCP) para alinhar uma data de entrega com o cliente interno.

Posteriormente é iniciada a etapa do cadastro, para garantir que o pedido possa ser consultado, planejado e controlado.

4.2.2 Cadastro

O processo de solicitação de pedidos ocorria de maneira totalmente manual. Os pedidos preenchidos em ficha de papel e cadastradas em uma ferramenta no programa Excel manualmente pelo assistente administrativo após a entrega da ficha pelo supervisor de produção.

Na ferramenta de cadastro e controle de produção, “Costurando o Futuro”, a página de cadastro possuía os campos conforme a Tabela 6.

Tabela 6. Tipos de cadastro e suas respectivas descrições (Fonte: O autor, 2023).

Cadastro	Descrição do campo
Ano	Ano em que foi realizado o cadastro do pedido
Complexidade	Classificação das peças do pedido cadastrado a partir da experiência do supervisor. Classificada como: alta, média e baixa
Descrição do serviço	Detalhamentos específicos das peças a serem produzidas no pedido
Entrada	Data de entrada do pedido na fábrica
Entrega	Data de entrega da produção para o cliente
Flag cancelado	Sinalização para cancelar o pedido de produção
Época / Contemporâneo	Classificação relacionada ao período histórico da peça. Designado por peças de época ou peças contemporâneas
Hora de entrada	Horário em que foi realizado o cadastro do pedido
Mês	Mês em que foi realizado o cadastro do pedido
Peça	Nome do tipo de peça. São exemplos: calça, camisa, paletó, saia e vestido
Pedido	Número identificador único referente ao PF
Persona	Nome do ator ou atriz que fará uso da peça
Personagem	Nome do personagem atrelado às peças do pedido
Produto	Nome do programa em que a peça será utilizada
Qtd	Número de peças para produzir
Gênero	Característica da peça: masculina ou feminina

Tais campos, geravam uma base de dados que permitia o controle da produção de toda a fábrica.

A correta inserção das informações nesta etapa do processo é de extrema importância, pois qualquer erro poderia comprometer o planejamento, o registro da produção e, conseqüentemente,

resultar em informações incorretas ou perda dos dados relacionados à produção. Com todos os campos preenchidos corretamente, o pedido estará pronto para ser inserido no planejamento da produção.

4.2.3 Planejamento e controlo da produção

De acordo com, Hallett e Johnston (2013), o planejamento de produção de figurinos envolve a revisão dos planos de produção, análise dos recursos disponíveis, avaliação dos prazos de entrega e a tomada de decisão sobre os processos de produção que serão utilizados. As etapas mais relevantes para tal planejamento são:

Planeamento de materiais: nesta fase, realiza-se a análise dos requisitos de materiais, a estimativa dos custos, a programação das entregas e o controle do estoque. Na Fábrica de Figurinos, em contraste com uma fábrica convencional, o controle é direcionado apenas para insumos e aviamentos básicos. Além disso, cabe ao figurinista a responsabilidade de fornecer todos os materiais específicos, como aviamentos, acessórios, tecidos e peças de referência;

- Planeamento da mão de obra: o objetivo desta etapa é garantir que haja mão de obra suficiente para a produção, considerando os prazos e os recursos disponíveis. Isso envolve a avaliação da capacidade produtiva e a alocação de recursos humanos para as atividades específicas de produção;
- Planeamento de máquinas e equipamentos: nesta etapa, é feita a análise das máquinas e equipamentos disponíveis e a sua capacidade produtiva, bem como a estimativa de custos e a programação de manutenção;
- Planeamento de controle de qualidade: esta etapa envolve o desenvolvimento de procedimentos de controle de qualidade e a verificação da conformidade dos processos de produção com os requisitos estabelecidos;
- Planeamento de programação de produção: nesta etapa, é feita a programação da produção, considerando as etapas anteriores e os prazos estabelecidos. Isso envolve a definição do plano de produção e a sua programação diária ou semanal;
- Planeamento de controle de produção: esta etapa envolve a monitorização da produção, o acompanhamento dos processos, o ajuste de programações e a tomada de medidas corretivas quando necessário.

A etapa mais desafiadora do planejamento da fábrica é o planejamento de programação de produção. Ele divide-se em longo, médio e curto prazo, respetivamente.

Para a estruturação de um plano de longo prazo, é estabelecida a procura e avaliadas as capacidades de produção da Fábrica de Figurinos. São utilizados dados históricos relativos à volumetria de peças fabricadas para programas com características similares às dos novos programas que serão exibidos no ano subsequente, de modo a obter uma estimativa de necessidade de mão de obra para a produção de figurinos. Através da projeção de curvas de

necessidade de produção em função do tempo, pode-se identificar picos e vales de produção ao longo dos meses, e assim redistribuir as demandas para que não haja incapacidade de atendimento das necessidades nos picos ou mão de obra ociosa nos vales.

No que se refere ao planeamento de médio prazo, não há uma estrutura desenvolvida e sólida. Entretanto, o conceito a ser implementado é de existir um refinamento das informações do longo prazo, tanto da capacidade produtiva quanto da procura da produção. A expectativa neste momento, é de que as informações se encontrem mais consistentes, ou seja, com maior nível de certeza de modo a garantir que este plano possa ser enviado com uma antecedência de 30 a 45 dias do início da produção dos figurinos. É a partir do planeamento de médio prazo, que são elaboradas as estratégias de curto prazo.

Neste momento a informação seria definitiva e já se encontraria distribuída de forma estruturada entre os responsáveis pelo programa e os produtores de execução. O Gráfico 1 apresenta o volume de pedidos realizados em função dos intervalos entre a data de solicitação e a data-limite de entrega do pedido. É possível observar que 36% dos pedidos são enviados com um prazo de entrega entre 5 e 10 dias e que 80% dos pedidos são enviados com o prazo de entrega entre 0 e 15 dias, o que denota a inexistência de um plano de produção de médio prazo e dificulta a programação das atividades. Tal facto torna-se mais evidente ao se verificar que em 27% dos pedidos há um prazo menor ou igual a 5 dias, ou seja, o planeamento é de curtíssimo prazo e muitas vezes ocorre num prazo de 24h.

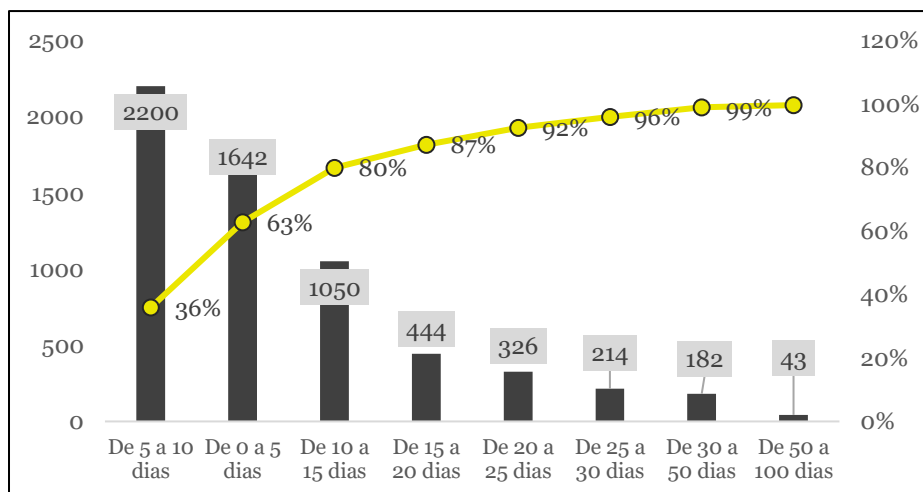


Gráfico 1. Gráfico de Pareto de número de pedidos versus data de envio e data de entrega (Fonte: O autor, 2022)

No planeamento de curto prazo, atualmente o mais realizado nas esferas de planeamento existentes, são definidas as estratégias de distribuição das peças que serão fabricadas. São considerados os prazos de entrega, mão de obra disponível e o equipamento disponível e capacidade produtiva baseada nas competências técnicas das células produtivas.

Sempre que há a entrada de um pedido no plano de produção, verifica-se a capacidade produtiva e a disponibilidade de produção do PF para o prazo solicitado. Caso não haja alinhamento entre o prazo solicitado e o prazo previsto, toda a fila de pedidos planeados sofre uma nova priorização e os produtores de execução, responsáveis diretos pelos produtos, são informados prontamente. Quando há capacidade de produção do PF no prazo solicitado, é realizado o planeamento do PF.

Toda esta etapa refere-se ao fluxo de informação, uma vez que até este ponto não há movimentação física de materiais ou processos produtivos.

4.2.3.1 Capacidade produtiva

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009) a capacidade produtiva em uma fábrica pode ser definida como a quantidade máxima de produtos que a empresa é capaz de produzir em um determinado período, de modo a levar em consideração as limitações físicas dos equipamentos, a disponibilidade de mão de obra, os tempos de preparação e setup das máquinas e outros fatores que podem afetar a eficiência do processo produtivo. Ainda segundo Slack et al. (2004), a capacidade pode ser expressa em termos de unidades de produto por hora, dia, semana ou mês.

Todavia, definir o indicador de capacidade produtiva da Fábrica de Figurinos era um desafio. A produção caracterizada pela grande diversidade de tipos de peças e lotes com poucas unidades impossibilitava a realização de crono análise e, portanto, inviabilizava a obtenção de tempos de ciclo dos produtos.

Além disso, o facto de o cadastro não possuir um sistema a prova de erros eram os principais ofensores para determinação da capacidade produtiva. Tal facto acarretava em horas extras da equipe para a entrega média de 489 peças por mês de e aumento do custo fabril.

4.2.4 Modelagem, Corte e Preparação

Antes de abordar o setor de modelagem é importante contextualizar brevemente o que se entende por modelar uma peça de vestuário, uma vez que este processo é imprescindível para que a construção de uma peça seja bem-sucedida.

Emídio (2019), afirmou que a modelagem do vestuário é a responsável por representar o corpo a partir das formas criadas pelo designer ou modelista. Em suma, pode-se dizer que a realização da modelagem de uma peça de vestuário, é um dos mais importantes processos para o sucesso da confecção de roupas. Ela é a técnica pela qual se interpreta o desenho criado pelo figurinista ou peça piloto criada por uma costureira experiente através de um determinado molde.

Desta maneira, ao transportar estas definições para o fluxo em análise, verifica-se que a execução da modelagem do figurino, é realizada após a certificação de que o PF se encontra registado no plano de produção realizado pelo planeamento de curto prazo.

A primeira etapa no processo de corte e modelagem, que tem o seu setor produtivo composto por um total de 10 colaboradores e é dividida entre supervisores modelistas, alfaiates, contramestres e costureiras e corte, é a verificação e o envio das informações aos modelistas selecionados para a execução dos trabalhos. Estas informações das medidas corporais dos atores e atrizes que compõem o elenco, encontram-se no base de dados do Sistema de Medidas. Com as medidas validadas, o supervisor de modelagem deve transmitir o conceito do produto ao modelista responsável pela execução e neste momento, deve entregar-lhe os seguintes materiais:

1. Ficha de PF, com entendimento da demanda realizado;
2. Peça piloto (em caso de replicação);
3. Materiais específicos entregues pelo Figurinista.

Com os materiais necessários, o modelista deve realizar os processos de corte e preparação das peças. É importante salientar que todo o processo de modelagem e corte deve ser acompanhado diariamente, pelo supervisor de modelagem pois este é o responsável pelo acompanhamento da execução dos pedidos, conforme o plano de produção. Além de verificar o andamento das atividades, responde pela monitorização da qualidade da execução das peças.

Ao finalizar o processo de um PF, o colaborador deve entregar todo o material ao supervisor de modelagem, para que seja realizada a verificação e entrega com o documento de PF para montagem do *Full Kit*.

O *Full Kit* deve conter o material necessário para a confecção na costura, o tecido, os aviamentos, as linhas, as etiquetas, que são fundamentais para a fabricação das peças, devem estar inseridas nele. Após a validação, o *Full Kit* é enviado para o *Kanban* físico e lá permanece até que as peças sejam distribuídas pelo supervisor de costura para que seja iniciado o processo de confecção, reforma ou ajuste.

4.3.1. Confeção, reformas e ajustes

É nesta etapa do processo que mais se pode perceber a agregação de valor em todo o fluxo produtivo, pois ocorre a união das partes modeladas e cortadas através do processo de costura e a conceção da peça do figurino. O setor de confecção conta com uma equipa de 35 pessoas entre costureiras, alfaiates, supervisores, técnico de qualidade e equipa de suporte, como assistente de planeamento. Esta equipa possui o objetivo de realizar a confecção da peça com o máximo de qualidade no menor prazo possível, conforme o planeamento estabelecido. A produção é distribuída entre as células produtivas conforme o plano de produção realizado pela equipa de planeamento de curto prazo.

O fluxo produtivo referente a esta etapa é iniciado pelo supervisor de costura com a verificação dos *Full Kits* disponíveis no *Kanban* para a realização do abastecimento das linhas de produção. Os itens que integram o abastecimento são:

1. *Full Kit* contendo todas as partes componentes das peças e aviamentos;
2. PF de figurino onde constam as informações dos conceitos de montagem da peça.

Após a entrega de todos os materiais, o processo é iniciado e acompanhado até o final pelo supervisor da costura.

Ao finalizar um PF, o alfaiate ou costureira deve disponibilizar a peça no local onde será realizada uma verificação prévia da qualidade chamada de *double check*. Esta verificação ocorre antes do envio para a inspeção do controlo da qualidade e objetiva a resolução de algum problema, de modo a envolver o setor de confecção. Fazem parte da verificação de *double check*: os defeitos de qualidade, o conceito de montagem da peça e o conceito do produto; bem como a entrega no prazo. A execução do *double check* deve ser realizada no mesmo dia, ou no dia seguinte, caso exista tempo útil para a inspeção da qualidade e posterior entrega ao cliente dentro do prazo determinado.

4.3.2. Controlo de qualidade

O objetivo principal do controlo da qualidade é garantir que as peças sejam produzidas exatamente como especificada pelo cliente. Os tecidos, os aviamentos, as medidas, e os acabamentos são verificados nesta etapa do processo que ocorre após a confecção de figurinos.

O processo ocorre após a pré-análise da qualidade, na atividade de *double check*. O supervisor de costura envia para o controlo da qualidade as peças produzidas, posicionando-as no local correto para este fim. Antes de tudo, o controlo da qualidade deve conferir se a quantidade de peças entregues é a mesma que consta no PF. Caso o número de peças entregues não esteja correto, o processo de inspeção não segue e o ocorrido deve ser comunicado ao supervisor de confecção.

Outro ponto de análise, é a verificação de medidas das peças que utilizam como referência o PF uma vez que não há produção de peças piloto, característica marcante deste processo e que diverge de uma fábrica convencional de roupas. Como não há produção de grandes lotes, as peças são verificadas uma a uma o que faz o controlo da qualidade avaliar 100% das peças.

O controlo da qualidade analisa se a peça entregue, em toda a sua extensão, apresenta qualquer alteração accidental provocada durante a fabricação como vincos permanentes, queimaduras do ferro de passar roupa, manchas, cortes de tesoura, furos de agulha entre outros possíveis problemas.

Após a execução da inspeção, o controlo da qualidade é responsável por registar os resultados no PF da seguinte forma: sinalizar com etiqueta verde o pedido aprovado, com etiqueta amarela em caso de retrabalho e com etiqueta vermelha o reprovado. Caso o PF seja levado pelo cliente sem a inspeção de qualidade, deverá ser sinalizado com a etiqueta azul.

Para a administração dos dados e indicadores, o setor de controlo da qualidade é responsável por registar os resultados na planilha do setor de qualidade.

Após encerrado este processo, a peça pode ser retirada pelo cliente e, portanto, o final do processo de controlo da qualidade, marca o fim de todo o fluxo produtivo da confeção do figurino. Contudo, este processo que envolve as etapas de planeamento, modelagem, corte, confeção e controlo da qualidade possui muitas oportunidades de melhoria em todos os processos.

4.3. Estado atual e problemática

Após descrever o processo de produção da Fábrica de Figurinos e verificar todas as etapas que fazem parte da confeção de figurinos, neste subcapítulo será apresentado o estado atual da produção e as oportunidades de melhoria, juntamente com as possibilidades de intervenção no que diz respeito à digitalização industrial, através de conceitos da I4.0, I5.0 e da LM na fábrica.

4.3.1. Estado atual

Até o ano de 2019 a fábrica era responsável pela fabricação mensal de aproximadamente 1.000 peças conforme apresentado no Gráfico 2. Após o início da pandemia mundial de Covid 19, em março de 2020, houve uma reestruturação da empresa e tal facto impactou a produção da Fábrica de Figurinos. 20% da produção interna passou a ser produzida externamente e consequentemente 20% da mão de obra foi realocada e, portanto, diminuiu-se a capacidade produtiva. A produção média após a retoma das atividades com 100% da capacidade (julho de 2021) passou a ser 489 peças por mês. Para análise do estado atual serão utilizados os dados a partir do ano de 2019 onde houve a primeira consolidação de dados nos sistemas de controle da Fábrica de Figurinos.

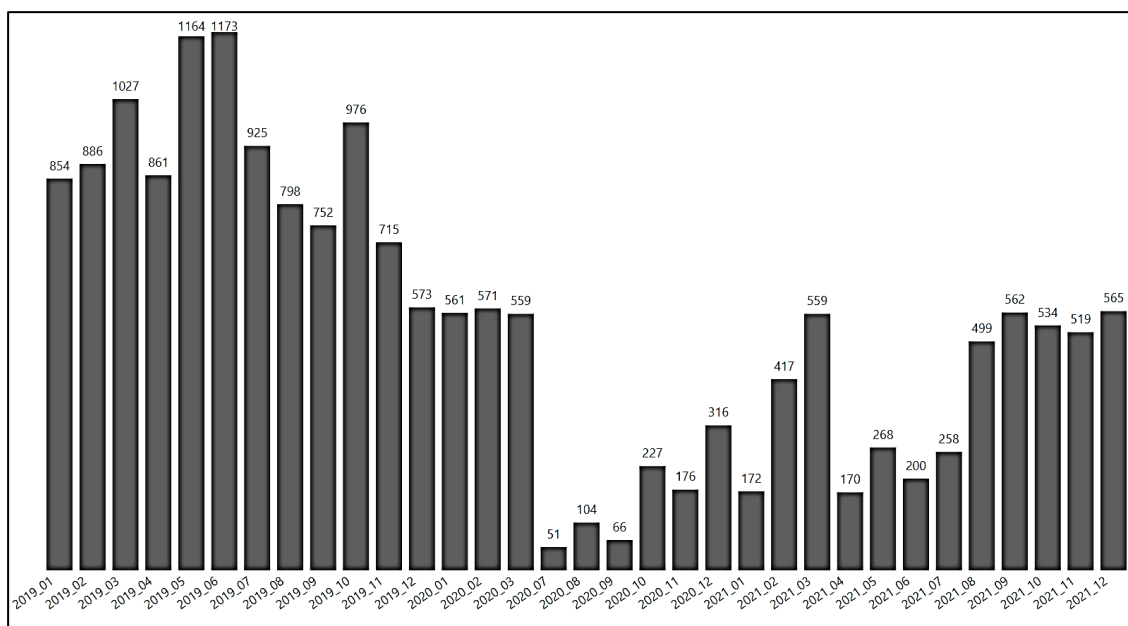


Gráfico 2. Produção Fábrica de Figurinos: 2019 a 2021 (Fonte: Grupo Globo, 2023c).

Destaca-se no Gráfico 2 os picos e vales de produção ao longo do período. Tal variação é oriunda de pedidos não previstos no planejamento de longo prazo. Outro fator que justifica os picos de produção são as concomitâncias de produção de programas em implantação com os produtos com produção de continuidade.

Os produtos em implantação são produtos referentes à dramaturgia, principalmente novelas, que estrearão na grelha de programação da emissora. O volume de produção neste caso representa 58% do volume total de peças do programa.

Os produtos em continuidade são produtos que já iniciaram a transmissão na TV e o restante de sua produção é realizado ao longo da exibição do programa. O seu volume de produção é de 42% do volume de peças planejado.

No que se refere à tipologia de programas, destaca-se a produção de peças para as novelas, grande demandante da fábrica por conta das especificidades técnicas das peças e pelo alto volume. Mais de 50% da demanda, conforme apresentado no Gráfico 3, advém das novelas, principal tipo de conteúdo produzido pela emissora.

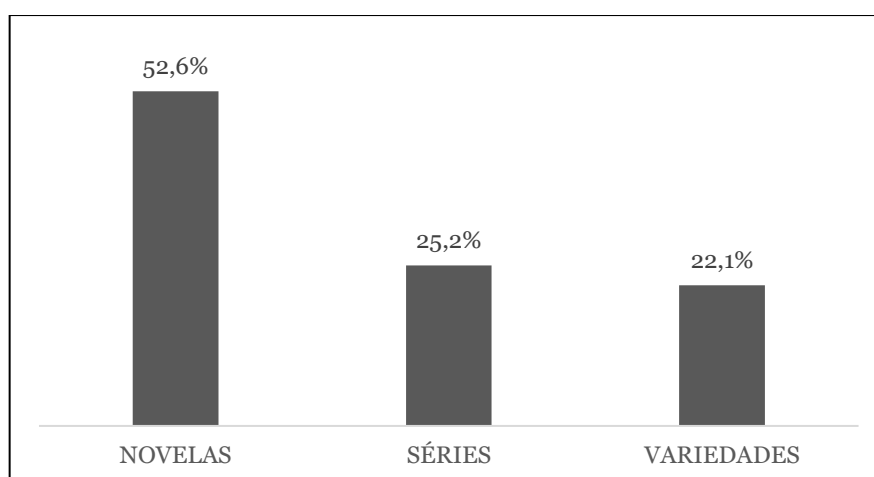


Gráfico 3: Distribuição da produção da Fábrica de Figurinos por tipo de conteúdo (Fonte: Grupo Globo, 2023c).

Em relação à sua distribuição de produção por tipo de peças no período do ano de 2019, pode-se dizer que se verificou um número expressivo de diferentes tipos peças, o que demonstra a capacidade de adaptação da produção e a polivalência dos colaboradores. Foram fabricados 80 diferentes tipos de peças. De forma resumida, são apresentados na Tabela 7 os dez tipos de peças mais produzidos.

Tabela 7. Distribuição dos 10 tipos peças mais fabricadas no ano de 2019 (Fonte: O autor, 2023).

Peça	Total
Camisa	1559
Calça	1278
Vestido	935
Saia	887
Blusa	657
Vestido de Época	450
Colete	442
Paletó	388
Avental	279
Faixa	218

A sua distribuição percentual pode ser verificada no Gráfico 4. As camisas representaram 14% das peças sendo o principal produto na produção totalizando 1559 peças no ano de 2019.

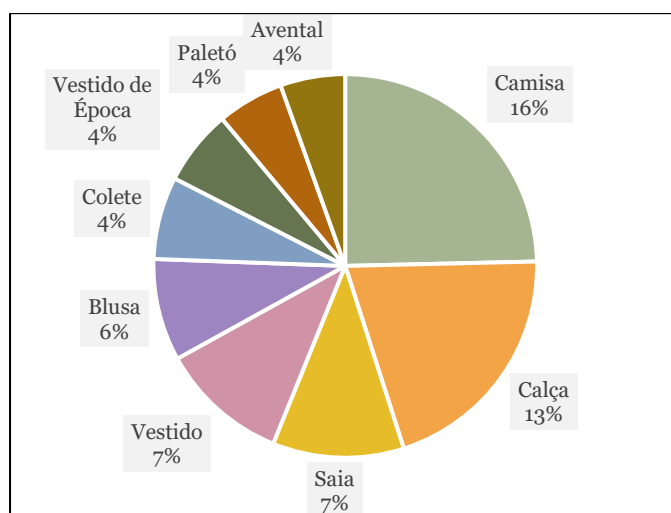


Gráfico 4. Distribuição percentual das 10 peças mais produzidas de janeiro de 2019 à dezembro de 2021 (Fonte: O autor, 2023).

Por fim, pode-se dizer que há capacidade de resposta aos pedidos do ponto de vista da variabilidade de produtos e que a fábrica cumpre as tarefas que são programadas, entretanto há dificuldade de controle dos indicadores fabris.

No que se refere ao nível de maturidade, a Fábrica de Figurinos apresenta estabilidade nos seus processos produtivos. A cultura da LM está presente em todas as atividades nos diversos níveis, desde a gestão de topo até ao nível operacional. O processo segue um fluxo lógico no qual é possível verificar a autonomia dos colaboradores para intervirem no processo produtivo ao identificarem um defeito ou um método melhor para a execução do trabalho.

As ferramentas da LM mais visíveis e utilizadas na rotina são: *Kaizen*, *5-S*, *Kanban*, *Gemba Walk*, Relatório A3 e os KPIs. Já em um segundo plano verifica-se ainda a aplicação de: *Heijunka*, *Hoshin Kanri* e trabalho padronizado. Mesmo com todas estas ferramentas em uso há

oportunidades de melhoria nos processos de uma maneira geral. As ferramentas utilizadas e sua descrição podem ser verificadas na Tabela 8.

Tabela 8. Utilização de ferramentas *Lean* na Fábricas de Figurinos (Fonte: O autor, 2022).

Ferramenta	O que	Onde	Como	Quando	Quem
<i>Kaizen</i>	Garantia da melhoria contínua nos processos por indicadores de produção e inspeção da qualidade em 100% das peças para satisfação do cliente	Em toda fábrica; Setor de Controle de Qualidade	Treinamentos e gestão no chão de fábrica; Inspeção de 100% das peças produzidas	Diariamente; Final do processo produtivo	Operadores e Inspetora de qualidade
5-S	Organização de Linhas e materiais para confecção	Em toda fábrica	Através de auditorias 5-S	Mensalmente	Todos os colaboradores
<i>Kanban</i>	Armazenagem de peças a produzir no setor de costura. Organizados por cores que representam o stock: baixo em vermelho; médio em amarelo; alto em verde. Quando o stock atinge o amarelo, a produção na modelagem deve iniciar para que não haja paragem na linha de produção da costura.	Setor de Confecção	Através de codificação de armário com cores para o <i>Kanban</i>	Diariamente	Supervisores de confecção
<i>Gemba Walk</i>	Realizado diariamente pela supervisão, duas vezes por semana pela coordenação e uma vez por semana pela gerência do setor para verificação de problemas <i>in loco</i>	Em toda fábrica	Caminhada pelos setores para verificação dos problemas da produção <i>in loco</i>	Diariamente	Supervisores de confecção Coordenador Gerente
Relatório A3	São desenvolvidos projetos anuais através de dinâmicas na semana <i>Kaizen</i> para melhorias da área como um todo	Em toda empresa	Desenvolvimento de projetos durante a semana <i>Kaizen</i>	Anualmente	Supervisores de confecção, coordenadores, gerentes e analistas de planeamento
KPIs	Expostos no painel de gestão à vista de fácil acesso e disponível para que todos vejam os números realizados pelo setor	Painel de gestão à vista da fábrica	Exposição de dados atualizados respetivos à produção	Semanalmente	Analistas de planeamento

<i>Heijunka</i>	Realizado diariamente para verificar a capacidade e demanda do Médio prazo pelo PCP e diariamente pela supervisão para balancear a produção diariamente em função das demandas urgentes que podem ser solicitadas pelos clientes	Reuniões no <i>Microsoft Teams</i>	Através de cálculos de capacidade e demanda das células de produção no Excel	Diariamente	Supervisores e analistas de planeamento
<i>Hoshin Kanri</i>	São realizadas reuniões de acompanhamento das ações e projetos onde se pode verificar o alinhamento das mesmas com a estratégia de médio e longo do prazo estabelecida pela diretoria da empresa	Reuniões no <i>Microsoft Teams</i>	Através de reuniões <i>online</i> com apresentações em <i>Power Point</i>	Mensalmente	Diretoria e equipes dos projetos de melhoria
Trabalho Padronizado	São utilizados manuais para garantir o padrão, como o que define a fixação dos botões nas peças, especificando o espaçamento entre eles e o tamanho adequado	Em toda fábrica	Através de manuais	Diariamente	Supervisores

No que se refere às tecnologias da I4.0 e I5.0 não há ocorrência na fábrica no estado atual.

4.3.2. Oportunidades de melhoria – Matriz SWOT

Para identificar as principais oportunidades de melhoria na Fábrica de Figurinos, foi realizada uma análise estratégica utilizando a ferramenta Matriz *SWOT*.

De acordo Kotler (2000), esta sigla, que tem origem nas palavras em inglês *Strengths* (forças), *Weaknesses* (fraquezas), *Opportunities* (oportunidades) e *Threats* (ameaças), é amplamente utilizada em empresas e organizações para avaliar a situação atual da empresa em relação ao ambiente externo e interno em que está inserida. Além disso, Kotler (2000), afirma que a ferramenta tem como objetivo identificar possibilidades de melhoria e oportunidades de crescimento, assim como avaliar as forças e fraquezas internas da empresa e as ameaças externas que podem afetar seu desempenho.

Ainda segundo Kotler (2000) nesta análise, as forças são os pontos fortes da fábrica, ou seja, características internas que proporcionam vantagens competitivas em relação aos concorrentes. Além disso, é essencial para a construção da estratégia da fábrica, pois permite explorar as vantagens competitivas em relação aos concorrentes. Esses pontos fortes especificamente neste caso, podem estar relacionados à mão de obra e aos processos internos por exemplo.

As fraquezas referem-se às características internas que limitam o desempenho da empresa ou do setor produtivo. Kotler (2000), diz que a identificação das fraquezas é importante para que sejam tomadas medidas para superá-las e melhorar o desempenho interno. Assim, é importante analisar aspectos como a qualidade dos processos internos, a capacitação dos colaboradores, a gestão financeira e a infraestrutura.

As oportunidades são as características externas que podem ser exploradas pela empresa para obter vantagens competitivas em relação aos concorrentes. Essas oportunidades podem estar relacionadas a mudanças no mercado, avanços tecnológicos, alterações na legislação, entre outros aspectos.

Kotler (2000), caracteriza como muito relevante a identificação das oportunidades pois na sua visão auxilia a empresa a antecipar-se às mudanças no mercado e aproveitar as tendências de mercado. Assim, é importante analisar aspectos como as tendências de mercado, a inovação tecnológica, as mudanças na legislação e as oportunidades de parcerias estratégicas.

As ameaças são as características externas que podem afetar negativamente o desempenho da empresa. Essas ameaças podem estar relacionadas a mudanças no mercado, concorrência, crises econômicas, entre outros aspectos. De acordo com Kotler (2000), a identificação das ameaças é importante para que a empresa possa preparar-se para enfrentar os desafios do ambiente externo. Assim, é importante analisar aspectos como a concorrência, as mudanças no mercado, as crises econômicas e as mudanças na legislação.

A elaboração da matriz *SWOT* da Fábrica de Figurinos seguiu as seguintes etapas:

1. Reunião da equipe de liderança: Foi convocada uma reunião com os membros da liderança. Compunham essa equipe a coordenadora, supervisores de produção, planejamento;
2. Definição do objetivo da análise *SWOT*: as premissas principais para definição do objetivo da matriz foram considerar as dificuldades de controle de informações da produção e um planejamento mais confiável, a partir dos tempos de produção, coerentes na confecção;
3. Identificação dos pontos fortes (*Strengths*): a equipe elencou os pontos fortes da Fábrica de Figurinos. Esses pontos representam as vantagens competitivas, recursos, habilidades e ativos que o setor possui;
4. Identificação os pontos fracos (*Weaknesses*): listou-se os pontos fracos internos. Fatores que dificultam o desempenho eficiente e que demandam melhorias;
5. Exploração das oportunidades (*Opportunities*): Foi analisada pela liderança o ambiente externo que poderia propiciar oportunidades ao incluir mudanças no mercado de fornecedores ou quaisquer outras tendências positivas na empresa;
6. Identificação das ameaças (*Threats*): Identificação das ameaças externas que poderiam afetar o processo da Fábrica de Figurinos de forma negativa;

7. Identificação das e estratégias: A equipe de liderança trabalhou em conjunto para desenvolver estratégias que capitalizassem os pontos fortes e oportunidades, ao mesmo tempo em que abordam ou mitigam os pontos fracos e ameaças.
8. Implementação e acompanhamento: Após a criação das estratégias, iniciou-se a implementação das melhorias e a verificação regular do progresso.

A matriz *SWOT* foi construída com o time de liderança e resultou na Tabela 9.

Tabela 9. Matriz *SWOT* da Fábrica de Figurinos (Fonte: O autor, 2022).

		FATORES POSITIVOS	FATORES NEGATIVOS
		S – PONTOS FORTES (+)	W – FRAQUEZAS (-)
FATORES INTERNOS		<ul style="list-style-type: none"> • Equipe de funcionários experiente e altamente qualificada • Maquinário de alta qualidade e performance • Proximidade entre Setores produtivos • Layout adequado para o fluxo produtivo • Facilidade na comunicação entre os setores e funcionários • Clima organizacional agradável • Demanda constante de produção • Capacidade de rápida resposta à demanda • Filosofia <i>Lean</i> implementada com processos padronizados • Possibilidade de produzir qualquer tipo de roupa • Inspeção de qualidade em 100% da produção 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade na obtenção dos tempos de produção das peças • Ausência de planejamento de médio Prazo • Processos de planejamento e controle muito manuais • Dificuldade no cálculo de capacidade produtiva • Cadastro ineficiente • Controle de produção com muitas fontes diferentes e sem confiabilidade • Dificuldade na tomada de decisão estratégica • Desperdício de espera e movimentação dos colaboradores para registro de produção • Pouca mão de obra para produção de alfaiataria masculina
			O – OPORTUNIDADES (+)
FATORES EXTERNOS		<ul style="list-style-type: none"> • Parcerias estratégicas com empresas de produção de filmes, séries, para fornecer figurinos exclusivos. • Expansão de novos canais internos e aumento de demanda com novos conteúdos • Expansão para mercados internacionais, aproveitando a demanda por figurinos de qualidade em diferentes regiões. • Aproveitamento das tendências de nostalgia e <i>remakes</i>, fornecendo figurinos para produções retrô e recriações de sucessos antigos. • Colaboração ou parceria com <i>streammings</i> para produção de figurino. 	<ul style="list-style-type: none"> • Concorrência de outras fábricas de figurinos e empresas de entretenimento que possuem produção interna • Flutuações nos custos de matéria-prima e impactos cambiais • Mudanças nas preferências e demandas do público, exigindo adaptação rápida e flexibilidade na produção

A matriz *SWOT* expôs que a fábrica possui uma equipe experiente e qualificada, maquinário de qualidade, bom fluxo de trabalho e uma cultura organizacional positiva. As oportunidades incluem a modernização dos controles, a utilização de ferramentas integradas de gestão e a melhoria da organização dos dados. Por outro lado, é preciso lidar com a incerteza causada pela mudança na priorização dos pedidos e a possibilidade de mudanças estratégicas na empresa.

Ademais, a fábrica enfrenta desafios relacionados ao planejamento, controle de produção ainda manual, falta de dados confiáveis e escassez de mão de obra para a produção de alfaiataria masculina.

Deste modo em relação às fraquezas da matriz *SWOT*, e no prosseguimento do processo para identificação das e estratégias a serem adotadas, foi elaborada uma matriz de causa efeito para obter-se os potenciais principais ofensores na fábrica.

A matriz de causa e efeito foi empregada para identificar a relevância dos pontos fracos da Fábrica de Figurinos, nos quais cada membro da liderança atribuiu pontuações em uma escala de 1 a 10, representando, respectivamente, a menor e maior gravidade da fraqueza em questão. As pontuações finais mais elevadas indicam os principais problemas, segundo a perspectiva da equipe de liderança.

Posteriormente, os dados, foram classificados por esforço e impacto. Nessa matriz, todas as fraquezas foram categorizadas em termos de baixo ou alto impacto, bem como baixo ou alto esforço.

As falhas classificadas como alto esforço e baixo impacto foram consideradas não prioritárias e, portanto, descartadas. Por outro lado, não houve pontos classificados como baixo esforço e baixo impacto; caso existissem, seriam prontamente abordados com ações de melhoria imediata.

As ações identificadas como de alto esforço e alto impacto representam ofensores que exigem soluções complexas ou significativos investimentos financeiros e suas ações melhorias não foram priorizadas.

Por fim, os problemas classificados como de baixo esforço e alto impacto foram destacados como alvos prioritários para alcançar os objetivos estabelecidos na concepção da matriz *SWOT*.

Tabela 10. Matriz causa e efeito (Fonte: O autor, 2023).

Item	Descrição de ofensor	Colaborador 1	Colaborador 2	Colaborador 3	Colaborador 4	Colaborador 5	Colaborador 6	Colaborador 7	Efeito = Impacto	Esforço	impacto
1	Dificuldade na obtenção dos tempos de produção das peças	10	7	7	4	4	1	10	43	baixo	alto
2	Ausência de planejamento de médio Prazo	4	1	4	10	10	7	10	46	alto	baixo
3	Processos de planejamento e controle muito manuais	7	4	4	10	7	4	4	40	baixo	alto
4	Dificuldade no cálculo de capacidade produtiva	10	10	7	7	4	4	7	49	baixo	alto
5	Cadastro ineficiente	10	10	7	7	10	10	7	61	baixo	alto
6	Controle de produção com muitas fontes diferentes e sem confiabilidade	4	1	4	7	4	4	10	34	alto	alto
7	Dificuldade na tomada de decisão estratégica	1	4	4	4	7	7	4	31	alto	alto
8	Desperdício de espera e movimentação dos colaboradores para registo de produção	10	10	4	7	4	1	4	40	baixo	alto
9	Pouca mão de obra para produção de alfaiataria masculina	4	7	10	4	4	7	4	40	alto	alto

Com base no resultado apresentado acerca da matriz *SWOT* e no resultado da matriz de causa e efeito foram definidas ações tangíveis para sanar os problemas apresentados nos itens 1, 3, 4, 5 e 8 além de levar a fábrica para um paradigma alinhado à digitalização industrial e à LM. Dessa forma, as principais oportunidades de melhoria incluíram:

- 1) O desenvolvimento de uma ferramenta em *Power Apps* que consolidasse os cadastros das peças de maneira digital e que garantisse a padronização dos dados gerados para auxiliar na tomada de decisão;
- 2) O desenvolvimento de uma ferramenta integrada, estruturada, rápida e de fácil utilização para recolher dados relativos aos tempos de produção, a criação de uma estrutura de análise de dados para um planejamento mais confiável;
- 3) A integração dos processos de produção às ferramentas de planejamento e controle da I4.0, com baixo custo de implementação e alto impacto. As propostas de implementação dessas ferramentas serão apresentadas e discutidas no Capítulo 5, com o objetivo de alcançar a digitalização industrial e maior controle da produção.

Capítulo 5 – Implementação de Melhorias na Fábrica de Figurinos

Nesta seção, serão descritas as melhorias implementadas na Fábrica de Figurinos da Rede Globo. Serão explicados os fatores que motivaram as mudanças e as expectativas após as intervenções nos fluxos de informação e produção.

Com base nos resultados das matrizes SWOT e de esforço e impacto, expostas no Capítulo 4, foram realizadas as ações de melhorias no sistema produtivo, com a implementação de tecnologias relacionadas à digitalização industrial, utilizando a abordagem da LM.

Objetivou-se realizar ações que apresentassem alto impacto e baixo esforço conforme apresentado na Tabela 10. Desta forma, foram utilizadas ferramentas da *Microsoft Power Platform*⁸ de acordo com as necessidades e pela possibilidade de maior conectividade com o PCP. Duas aplicações foram desenvolvidas conforme descrito no item 4.3.2.

Para a criação aplicações foi necessária a adoção de uma metodologia bem definida, a fim de assegurar a eficiência e funcionalidade do produto final.

A etapa inicial e essencial desse processo consistiu na definição clara das metas e objetivos do aplicativo em questão. Neste contexto, foi imprescindível a identificação precisa dos problemas específicos que o aplicativo se propunha a resolver, assim como a determinação da principal ação que seria executada. Durante a fase de definição das metas, era fundamental compreender quais os propósitos almejados com as aplicações e quais problemáticas eles visavam solucionar.

Outro aspeto de grande relevância foi compreender quais os tipos de dados que o aplicativo iria gerar, bem como a forma como os dados deveriam ser visualizados. Esse entendimento aprofundado das necessidades do público-alvo e a maneira pela qual os usuários interagiriam com os dados, foram aspectos essenciais para assegurar uma experiência do usuário eficiente e satisfatória.

Adicionalmente, fez-se necessário determinar as fontes dos dados das aplicações, neste caso o *SharePoint*, além de avaliar a necessidade de estabelecer conexões com múltiplas fontes de dados. Tal etapa constituiu-se como um fator preponderante para garantir que as aplicações possuíssem acesso às informações essenciais para seu adequado funcionamento.

⁸ O *Microsoft Power Platform* é a união de três aplicativos de negócios: *Power Apps*, *Power BI* e *Power Automate*. Quando interligados, fornecem uma plataforma que possibilita o acesso, a análise e a automação dos dados com baixa complexidade. São ferramentas que permitem a usuários não técnicos criar aplicativos simples ou visualizações de dados com pouco ou nenhum código (*low-code/no-code*).

Relativamente à elaboração do esboço dos recursos e funções das novas aplicações, foi fundamental efetuar uma investigação detalhada de todas as funcionalidades previstas, bem como mapear os distintos casos de uso através da construção de um bloco de desenho ou *storyboard*. Ao delinear claramente os recursos que tornariam as aplicações indispensáveis, desenvolveram-se as versões iniciais das aplicações ao manter apenas o que era essencial, de modo a agilizar o processo de construção das ferramentas bem como facilitar futuras otimizações.

Em paralelo ao processo de construção das ferramentas, realizou-se uma pesquisa abrangente acerca de aplicações já existentes na empresa, os quais possuísem objetivos ou resoluções de problemas semelhantes. Esta pesquisa permitiu compreender como foram desenvolvidas algumas plataformas móveis além de identificar oportunidades de aprimoramento e desenvolvimento das novas ferramentas, especialmente ao considerarem as necessidades específicas do público-alvo.

Após concluída a etapa de pesquisa, iniciou-se a criação de esboços da estrutura do aplicativo. Esses esboços, chamados de *mockups* permitem que os desenvolvedores tenham uma visão prévia do produto final. São criados com o objetivo de validar ideias, testar conceitos, obter *feedback* dos usuários e *stakeholders*, e fazer ajustes necessários antes de prosseguir com a implementação completa.

Posteriormente, foi realizada a etapa de teste e refinamento da experiência do usuário. Através da elaboração de testes em uma estrutura interativa, foi possível identificar aspetos que poderiam comprometer a fluidez das aplicações. A coleta de *feedback* por meio de usuários chave possibilitou a identificação de problemas, propiciando ajustes e aprimoramentos que culminassem em uma boa experiência do usuário.

Após apresentada a metodologia de criação das aplicações, ambas serão abordadas e descritas neste capítulo.

5.1. Aplicação - Solicitação de pedidos de figurino

Como proposta de melhoria, frente à uma ferramenta obsoleta de gestão de pedidos, foi desenvolvida de uma aplicação que permitisse através de um computador, telemóvel ou tablet criar, acompanhar e gerir os PF. Foram avaliados os pontos positivos e negativos para este processo conforme descrito a seguir.

Como pontos positivos destacam-se principalmente:

1. A organização e padronização do PF em bases de dados o que garante a obtenção de informações de carácter quantitativo: como intervalo entre PF, número total de PF realizados, número total de peças produzidas e tipologia de peças produzidas;
2. A economia referente à utilização do papel e seu impacte ambiental no seu descarte;

3. A possibilidade de solicitação de pedido em qualquer local através da conexão com a internet representa uma facilidade para os clientes pois as produções podem estar sendo realizadas em outros estados brasileiros ou outros países e um pedido emergencial pode surgir durante uma viagem;
4. A mitigação de erros no preenchimento ou dificuldade na interpretação da escrita do formulário em papel com a utilização itens selecionáveis baseados nas listas geradas e situadas no *SharePoint*.

Contudo, existem desvantagens que foram consideradas no momento da confecção da ferramenta. São elas:

1. No desenvolvimento de desenho ou inspiração da peça a ser criada, o PF pode conter desenho feito à mão, recortes de revistas, partes de tecidos com registros específicos. Eliminar isto, representa uma grande quebra de paradigma para os clientes que culturalmente entendem este processo como única maneira possível;
2. A dependência constante de um *backup* se faz necessária pois é primordial garantir que todos tenham as informações asseguradas em caso de instabilidade nas bases de dados e aplicações;

Os pontos positivos e negativos podem ser visualizados resumidamente na Tabela 11.

Tabela 11. Pontos positivos e negativos relativos à implementação de aplicação para solicitação de PF (Fonte: O autor, 2022).

Pontos positivos	Pontos negativos
Padronização das bases de dados	Criação do desenho ou colagens de imagens
Integração das bases de dados	Dependência de <i>backup</i>
Menor impacto ambiental	
Economia no custo de papel	
Minimização dos erros no preenchimento	
Menor tempo de preenchimento	
Liberdade para acesso via internet em qualquer localidade	

Na continuidade no desenvolvimento da aplicação, foi elaborado um processo baseado no fluxograma apresentado na Figura 12. As atividades nele apresentadas serão detalhadas ao longo deste capítulo.

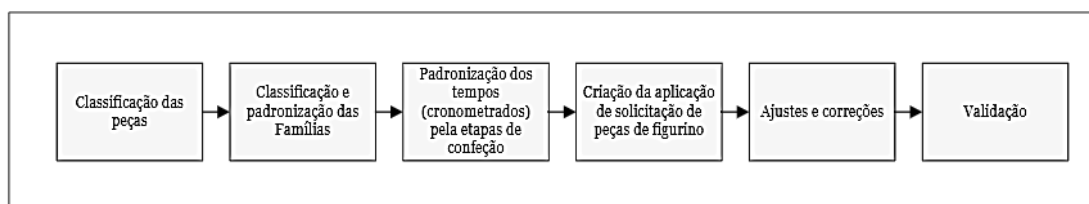


Figura 12. Processo de desenvolvimento da aplicação de solicitação de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).

5.1.1. Padronização da identificação das peças, famílias e complexidades

Conforme apresentado no Capítulo 4, havia falta de padronização na nomenclatura das peças o que afetava o planejamento e controle da produção. Havia tempos de ciclos diferentes para peças iguais e vice-versa pois cada solicitante, poderia designar a mesma peça com nomes distintos.

Diante deste desafio e para que a aplicação fizesse sentido, era necessário elaborar uma classificação coerente e fidedigna à realidade da produção. Foi verificado que parâmetros considerados importantes, na avaliação da coordenação da produção, não eram considerados. Apenas o parâmetro relativo ao gênero da peça era ponderado e outros como a complexidade não possuíam uma padronização na classificação. Foram propostos quatro fatores conforme descrito a seguir:

1. Gênero – masculino e feminino: possuem processos de modelagem e de confecção distintos que conferem características e tempos de processos diferentes às peças;
2. Período – peças de época: peças que representam períodos relativos aos anos ou séculos passados; peças contemporâneas: peças que fazem parte do período atual e que podem ser encontradas em lojas atualmente. É uma característica que pode conferir tempos totalmente distintos de peças similares, porém de épocas diferentes;
3. Complexidade de modelagem e confecção: podem ser classificadas como: baixa, média baixa, média alta ou alta. Esta escala é elaborada em função dos tempos médios de produção da atividade. Ademais, a época e o gênero da peça influenciam diretamente nas complexidades.

Tabela 12. Fatores determinantes no tempo de produção de roupas (Fonte: O autor, 2022).

Período	Gênero	Complexidade Modelagem	Complexidade Confeção
Época	Masculino	Complexidade baixa	Complexidade baixa
Época	Feminino	Complexidade alta	Complexidade alta
Contemporâneo	Masculino	Complexidade baixa	Complexidade média baixa
Contemporâneo	Feminino	Complexidade média baixa	Complexidade média baixa
Contemporâneo	Unisex	Complexidade média	Complexidade média alta

Diante das variações de peças e parâmetros, foi realizada uma análise para a adoção de uma nova classificação das peças. As peças foram categorizadas em nove grupos, denominados como “famílias”. Diferentemente da classificação anterior, que considerava apenas o tempo de fabricação como parâmetro, foi avaliado o processo de fabricação por similaridade das peças e as principais etapas necessárias para a produção. Assim, por exemplo, uma camisa não faria parte da família das calças por simplesmente ter o mesmo tempo de produção.

Este foi o primeiro passo de uma ampla classificação de todas as peças catalogadas. Além disso, buscou-se uma organização que pudesse facilitar o planejamento em função das competências da fábrica que é composta por seis células.

Tabela 13. Classificação das famílias de peças (Fonte: O autor, 2022).

Código	Família	Peças que compõem as famílias	Prioridade de produção
1	Alfaiataria top	Batina - Blazer - Casaca - Dolman - Farda - Gibão - Jaquetão - Paletó - Smoking - Sobrecasaca - Sobretudo - Sobreveste - Tailleur - Hábito	Célula 1
2	<i>Underwear</i>	Maiô - Biquíni - Body - Calcinha - Collant - Cueca - <i>Hot Pant</i> - Sunga - Sutiã	Célula 5
3	<i>Bottom</i>	Bermuda - Calça - Ceroula - Jardineira - Short	Célula 3
4	Top	Abaya - Bata - Bolero - Bomber - Camisa - Capa - Casaco - Casaquinho - Colete - Jaleco - Jaqueta - Kaftan - Manto - Pelerine - Quimono - Robe - Roupão - Thobe - Túnica - Veste	Célula 4
5	Corset	Cinturita - Corpete - Corselet	Célula 5
6	Inteiro	Camisola - Combinação - Macacão - Macaquinho - Salopete - Vestido - Vestido de Época - Vestido de festa - Vestido de Noiva	Célula 6
7	<i>Bottom Feminino</i>	Anágua - Saia - Sobresaia	Célula 4
8	Top Simples	Blusa - Camiseta - Regata - Top	Célula 2
9	Simples	Avental - Bandeira - Chale - Cinto - Faixa - Gola - Lenço - Manga - Peitilho - Punho - Vêu	Célula 6

O segundo passo foi efetuar a classificação das peças, famílias, período, gênero complexidade da modelagem, complexidade da confecção para todas as peças. Obteve-se uma tabela com 194 itens conforme a tabela no Anexo F. Esta categorização originou a principal base de dados para abastecimento da aplicação. Uma base de dados sólida, ativa e totalmente adaptável às necessidades da Fábrica de Figurinos e seus clientes internos.

5.1.2. Padronização das bases de dados

No contexto deste estudo de caso, a implementação da aplicação de Solicitação de Pedidos de Figurinos, exigiu a conexão de diversas bases de dados essenciais para o seu funcionamento. Duas bases de dados em particular foram identificadas como sendo de extrema importância para a construção dessa ferramenta:

- 1) Lista dos Utentes que é codificada não pode ser acedida mas que é representada na Figura 13 na estrutura de programação do *Power Apps*.

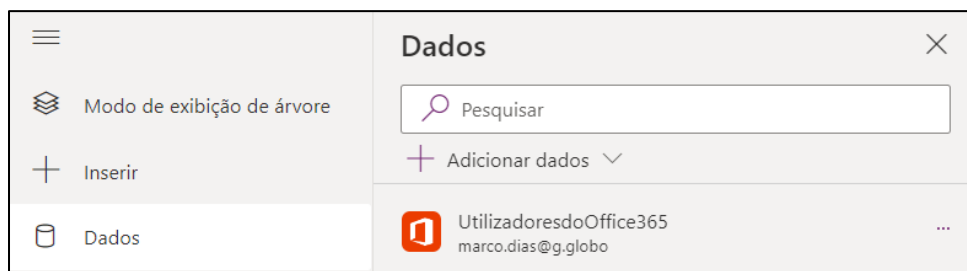


Figura 13. Base de dados de utentes do *Office 365* (Fonte: O autor, 2023).

2) Catálogo de Peças (Anexo F e Figura 14), ambas localizadas no *SharePoint* da empresa.

A base de dados Lista dos Utentes continha informações detalhadas sobre os utilizadores autorizados a solicitar PF, incluindo os seus nomes, funções e departamentos.

Já a base de dados Catálogo de Peças continha informações sobre a tipologia, género, período entre outras especificações continha detalhes sobre as peças que poderiam ser produzidas na Fábrica de Figurinos.

A conexão dessas bases de dados foi fundamental para a funcionalidade da aplicação, uma vez que permitiu que os utilizadores autorizados tivessem acesso às informações atualizadas sobre as peças disponíveis no momento da solicitação de pedidos. Isso garantiu que os pedidos fossem feitos de forma precisa e eficiente, evitando erros e redundâncias.

Além disso, a conexão das bases de dados também possibilitou um maior controlo e verificação ao longo do tempo. As informações eram atualizadas e sincronizadas regularmente, garantindo que os dados utilizados pela aplicação estivessem sempre atualizados e consistentes. Isso contribuiu para a melhoria dos fluxos de informação e produção na Fábrica de Figurinos, otimizando os processos e evitando possíveis falhas de comunicação ou inconsistências nos PF.

5.1.2.1. Base de dados dos utentes

A base de dados dos utentes é composta por informações de todos os colaboradores da organização e permite identificar o acesso aos perfis de cada utilizador através conta da Microsoft. Nessa base de dados, é possível realizar diversas ações, como obtenção de dados relativos ao próprio perfil, ao perfil de outro utilizador, de um gestor ou de seus subordinados diretos, a partir de um utilizador autorizado. Essas funcionalidades garantem que o acesso seja restrito apenas a utentes específicos, de modo a garantir a confidencialidade e a segurança das informações.

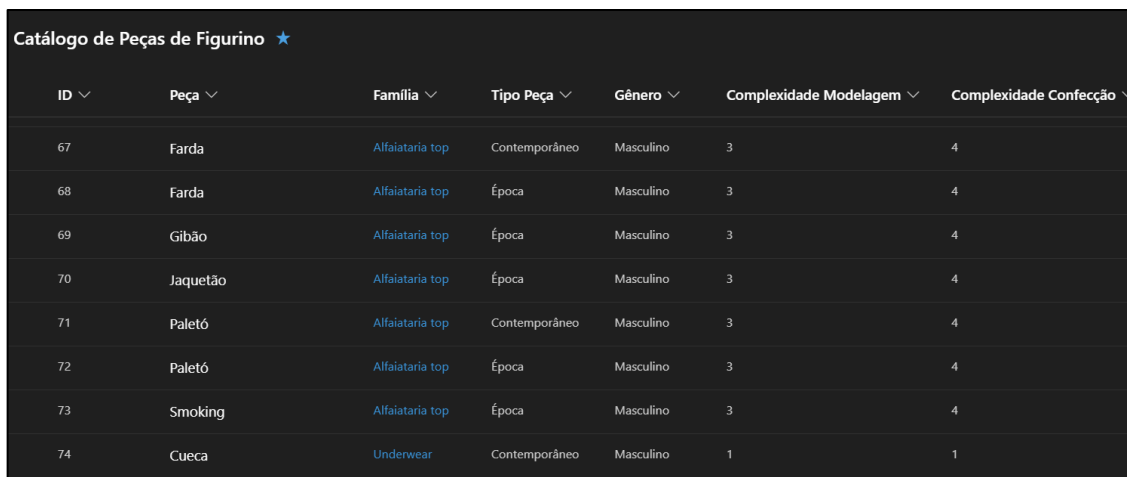
Além disso, é possível exibir, consultar e cruzar dados, como número de telefone, e-mail e fotografia de perfil do utilizador, o que possibilita uma gestão eficiente dos perfis de utilizador na aplicação de Solicitação de PF em questão.

A base de dados dos utentes tem como principal função o controle de utentes na aplicação, permitindo a liberação ou bloqueio de acesso de acordo com as permissões concedidas pelo PCP,

de modo a garantir assim, um controle adequado e seguro dos utilizadores autorizados a realizar PF.

5.1.2.2. Base de dados Catálogo de Peças do Figurino

Conforme mencionado no item 5.1.1. houve a necessidade de uma ampla classificação das peças da Fábrica de Figurinos. Tal classificação gerou um catálogo de peças do figurino e uma base de dados hospedada no *SharePoint* da empresa. A aplicação desenvolvida utiliza essa base de dados como fonte de informações sobre as peças, possibilitando aos usuários a escolha de uma peça específica. Cada peça na base de dados é acompanhada de informações relevantes, como sua família, período, gênero, e graus de complexidade de modelagem e confecção. Além disso, cada item na base de dados é identificado por um código único, chamado de ID, que pode ser utilizado para realizar links ou cruzamentos de dados entre as peças. Tal abordagem permite uma gestão eficiente e organizada das informações sobre as peças da Fábrica de Figurinos, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento da aplicação proposta no caso de estudo.



ID	Peça	Família	Tipo Peça	Gênero	Complexidade Modelagem	Complexidade Confecção
67	Farda	Alfaiataria top	Contemporâneo	Masculino	3	4
68	Farda	Alfaiataria top	Época	Masculino	3	4
69	Gibão	Alfaiataria top	Época	Masculino	3	4
70	Jaquetão	Alfaiataria top	Época	Masculino	3	4
71	Paletó	Alfaiataria top	Contemporâneo	Masculino	3	4
72	Paletó	Alfaiataria top	Época	Masculino	3	4
73	Smoking	Alfaiataria top	Época	Masculino	3	4
74	Cueca	Underwear	Contemporâneo	Masculino	1	1

Figura 14. Base de dados Catálogo de peças de figurino (Fonte: Globo, 2022).

5.1.2.3. Base de dados Pedidos de Figurino

A base de dados de PF é responsável por consolidar as datas de entrada das peças na Fábrica de Figurinos, assim como as datas de entrega para os clientes. Regista ainda informações importantes, como o tipo de demanda, o nome do programa de TV, o nome do ator e o nome do personagem relacionado à peça.

Todas as conexões da aplicação estão diretamente relacionadas à essa base de dados que funciona como um ponto de consolidação entre a lista de utentes, o catálogo de peças e os pedidos. Ou seja, é esta base de dados que fornece os dados para que seja possível consultar toda e qualquer demanda cadastrada na aplicação. Na Figura 15 é possível verificar as interações entre a base de PF e as bases de dados supracitadas.

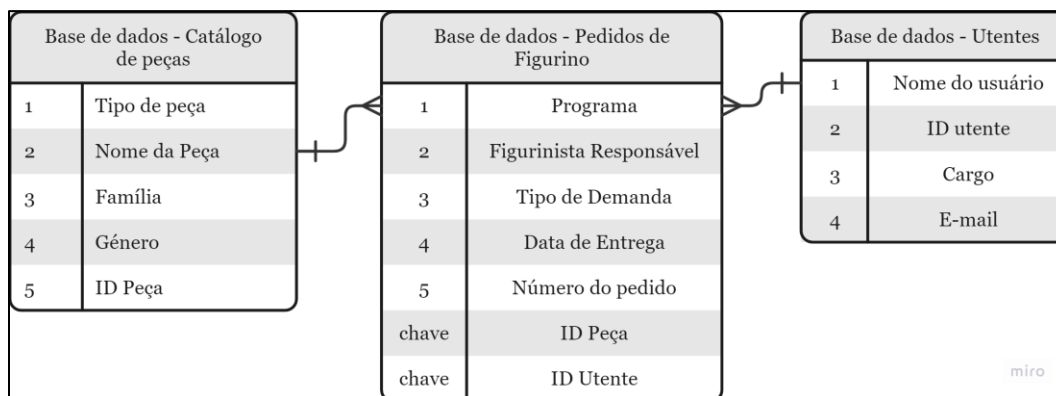


Figura 15. Relacionamento entre bases de dados na aplicação de solicitação de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).

5.1.3. Funcionamento da aplicação

Após padronização das informações nas bases de dados, iniciou-se a criação da aplicação na ferramenta *Power Apps* da *Microsoft Power Platform*.

O processo de cadastro de um pedido respeita um processo que se repete a cada surgimento de novo programa da programação.

Após o programa ser validado na grade de programação, é realizada uma reunião de lançamento, chamada de *kickoff*, onde são abordadas todas as características e particularidades de todas as áreas envolvidas, entre elas, a fabricação do figurino. Na sequência do *kickoff*, é organizado um alinhamento entre o gestor do programa e os responsáveis pela fabricação do figurino, leia-se supervisores e planeamento. Os clientes criam uma listagem prévia de peças em função do guião e da disponibilidade de força de trabalho disponível e atrelada ao programa. Seguidamente os pedidos começam a ser enviados via aplicação.

Para realização do cadastro, o utente deverá aceder a página do *Power Apps* caso esteja a utilizar um computador ou descarregar a aplicação do *Power Apps* em seu telemóvel ou tablet.

Após a efetivação do login, o utente deve buscar pela aplicação em questão no conjunto de aplicações do *Power Apps*. Caso opte por cadastrar demanda deve clicar no botão com este nome. Além da opção de cadastro, é possível ainda buscar uma demanda existente, buscar itens da demanda que significa verificar o detalhe de uma peça específica dentro de um pedido, ser redirecionado para o aplicação de registo através de um *link* ou realizar avaliações a cerca de um pedido já finalizado. Esta última opção é dedicada aos clientes e protegida pelo seu nome de utente. A representação da página inicial pode ser verificada na Figura 16.

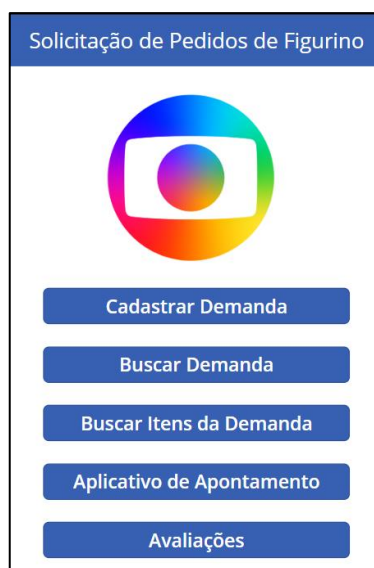


Figura 16. Página inicial da aplicação de solicitação de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).

Ao prosseguir, deve-se selecionar uma das opções de peças género, família e período. O menu com estas escolhas é representado pela Figura 17.



Figura 17. Menu de escolha de peças, tipo de peça e género (Fonte: O autor, 2022).

No prosseguimento do cadastro, é necessário realizar o preenchimento dos detalhes do pedido como programa, figurinista responsável, tipo de demanda (confeção, bordado ou beneficiamento⁹), data de entrega, e observações. Todas são informações básicas do pedido. Todos os campos obrigatórios são marcados com asterisco. Sem seu preenchimento aplicação não permite que o utente prossiga.

⁹Beneficiamento: etapa onde atividades como tingimento, envelhecimento forçado pinturas, aplicações de texturas são realizadas nas peças ou tecidos para garantir maior veracidade em relação à obra televisiva a qual se destina.

Ao prosseguir, detalhes específicos sobre o pedido são solicitados e devem ser preenchidos para dar prosseguimento ao cadastro. Nome do programa, nome do figurinista, tipo de demanda nomeadamente: confecção, bordado e beneficiamento. Data de entrega do pedido que é a data máxima para que o cliente receba o seu pedido sem impactar a data de gravação do programa. É possível ainda fazer anotações para facilitar a compreensão do PF, indicar a quantidade de peças a confeccionar, indicar o tipo de demanda: ajuste, reforma, ajuste ou modelagem. Para sanar o problema da falta do papel, foi habilitada a função de adicionar referências. Tais referências podem ser arquivos de imagens, PDF ou qualquer referência que auxilie a produção na compreensão do PF.

Na última etapa do cadastro, é possível marcar a complexidade da demanda. São cinco níveis de dificuldade que vão permitir que no momento do planeamento o PCP balanceie as demandas de acordo com as suas complexidades e as disponibilidades das células de produção.

The image displays three sequential screenshots of a web application interface for registering costume orders. The first screenshot, titled 'Cadastrar / Editar Pedido', shows a form with fields for 'Programa' (Acervo Multitudo), 'Figurinista Responsável / Assistente' (Marco Dias), 'Tipo de Demanda' (Confecção), 'Data e Hora de Prova' (00:00), and 'Data de Entrega' (17/06/2022). The second screenshot, titled 'Cadastra / Editar Item', shows a detailed view of an item with fields for 'Número do Pedido Físico' (123456), 'Quantidade' (1), 'Tipo da Demanda' (Ajuste), and 'Calimento' (Certo / Regular). The third screenshot, titled 'Cadastra / Editar Item', shows an 'Adicionar Referência' dialog box with fields for 'Comprimento do Tecido (cm)' (140), 'Nome do Artista' (antonio fagundes), and 'Nome do personagem' (Bruno Mezenga).

Figura 18. Etapas de cadastro da aplicação de solicitação de pedidos da Fábrica de Figurinos (Fonte: O autor, 2022).

Ao finalizar o pedido, as informações são enviadas ao *SharePoint* na lista PF. Vale ressaltar que um PF pode conter uma ou mais peças de tipologia diferente. E, portanto, para cada é gerado um ID distinto. Desta forma, obtém-se o ID do pedido e os IDs de cada peça atrelados ao ID do pedido.

Com as informações armazenadas em nuvem, significativas melhorias puderam ser alcançadas. Toda estruturação, alterações nos processos fabris foram validados em conjunto com a área de fabricação de figurinos e seus colaboradores.

A mais relevante melhoria foi a possibilidade de criação de uma aplicação para registo da produção a fim de obter os tempos reais de produção das peças na fábrica.

5.2. Aplicação – Registo de Pedidos de Figurino

Com o objetivo de assegurar o registo e a organização de todos os dados relacionados aos PF, foi desenvolvida uma nova aplicação para obter o tempo médio de produção das peças solicitadas. Essa aplicação permitiu o refinamento posterior dos tempos por meio da análise de dados, possibilitando ganhos de produtividade, gestão da produção mais precisa, planeamento mais eficiente e redução de desperdícios nos processos produtivos.

A natureza de produção de peças únicas na unidade produtiva torna a cronoanálise inviável, diferentemente de grandes fábricas com grandes lotes de produção. Para atender a essa necessidade específica, a aplicação foi desenvolvida para permitir o registo dos PF por meio de computadores, smartphones ou tablets, com funcionalidades de iniciar, pausar, retomar e finalizar o registo.

Para isso, foi necessário avaliar os tempos padrão armazenados na base de dados para os cálculos de planeamento da produção. Esses dados foram posteriormente comparados com os tempos obtidos pela aplicação de Registo de PF.

Assim como na aplicação de solicitação de PF, a nova aplicação foi desenvolvida com o objetivo de fornecer informações mais precisas e facilitar o processo de gestão da produção na Fábrica de Figurinos. A possibilidade de registo dos PF por meio de diferentes dispositivos também traz maior flexibilidade aos colaboradores, permitindo que o processo de registo seja feito em qualquer lugar e a qualquer momento.

5.2.1. Elaboração da aplicação de Registo de pedidos de figurino

No desenvolvimento da aplicação buscou-se uma interface que possuísse boa usabilidade e a simplicidade, de forma a facilitar o uso da aplicação pelos usuários. A ferramenta é composta por telas intuitivas, com campos de preenchimento claro e botões de ação bem identificados. Ademais, possui recursos de busca e filtragem, que permitem aos usuários localizar rapidamente os PF.

A lógica e arquitetura foram similares à aplicação e solicitação de pedidos. Todas as bases de dados hospedadas no *SharePoint* da empresa e o desenvolvimento da aplicação no *Power Apps*, ambas ferramentas da *Microsoft Power Platform*.

Relativamente ao processo de funcionamento apresentam-se as seguintes etapas:

1. Identificação do usuário: através de uma lista suspensa na tela inicial o funcionário deverá obrigatoriamente identificar-se pelo nome;

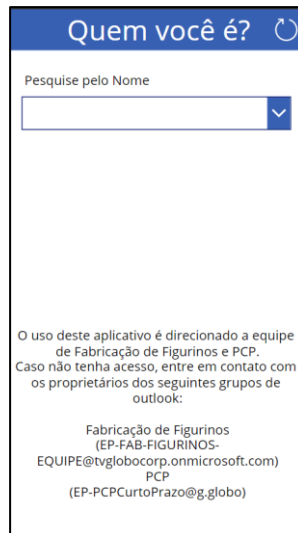


Figura 19. Tela inicial com lista de usuários da aplicação de registo de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).

2. Iniciar registo ou retomar trabalho: nesta etapa o funcionário pode iniciar o registo ou caso possua um pedido em andamento deve retomar e finalizar o mesmo. Neste caso, as informações como o número do pedido e tipo de serviço são apresentadas na tela;

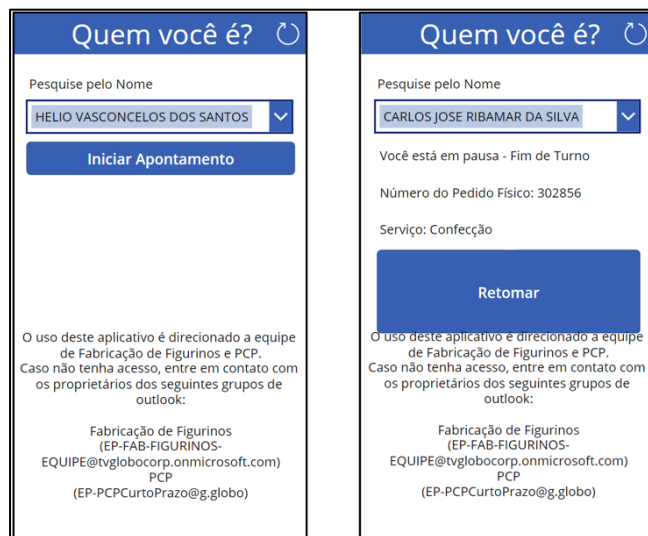


Figura 20. Menu de início ou retoma de registros relativo ao aplicativo de registo de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).

3. Caso o funcionário necessite iniciar um novo pedido a tela seguinte trará a listagem de todos os pedidos aptos à registo. O usuário deverá selecionar ou escrever qual o pedido deseja iniciar e clicar na seta ao lado do pedido;

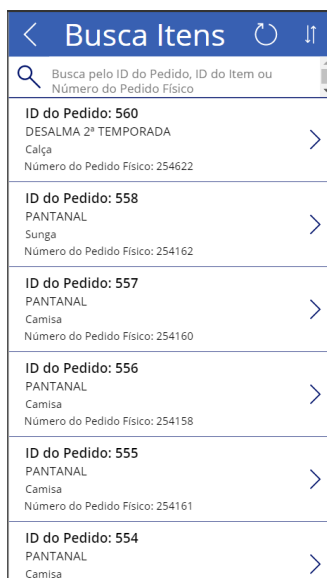


Figura 21. Menu de escolha de pedidos para retoma no registo de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).

Após a seleção do pedido, deverá inserir informações sobre qual o tipo de serviço será efetuado, qual etapa, o número de peças previstas a produzir e ainda verificar ao consultar a ficha técnica se há falta de algum material essencial na fabricação que não foi inserido por um erro na separação do *Full Kit*. Caso tudo esteja correto, deverá finalizar com um clique no botão no canto superior direito na tela. Assim estará iniciado o registo.

Apontamento

Colaborador
HELIO VASCONCELOS DOS SANTOS

Pedido
558

Pedido - Item
646

Número do Pedido Físico
254162

* Serviço
Confecção

* Etapa
Etapa 1

* Quantidade Prevista
3

Material e/ou informação ausente?
 Sim Não

Figura 22. Menu de escolha do tipo de serviço a ser realizado na aplicação de registo de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).

O resumo de todas as atividades habilitadas e suas respectivas descrições na utilização da aplicação de registo de PF pode ser verificada na Tabela 14.

Tabela 14. Atividades e descrições habilitadas no aplicativo de registo de pedidos de figurino Fonte: O autor, 2022).

Atividade	Descrição
Identificação	O colaborador deve selecionar seu nome na listagem na tela de início
Seleção do pedido	O colaborador deve selecionar o pedido em que realizará seu trabalho. Este pode ser um novo pedido a iniciar ou um pedido já iniciado anteriormente que estava em pausa.
Selecionar o serviço	O colaborador deve selecionar o serviço que realizará. Preparação, confecção ou bordado.
Confirmação	O colaborador deverá selecionar o botão de confirmação e então o registo iniciará. A informação de data e hora são enviados instantaneamente para a base de dados lotada no <i>SharePoint</i>
Pausa	Em qualquer momento o colaborador pode efetuar uma pausa na aplicação
Retoma	Após pausado o pedido pode ser retomado e seu tempo de produção volta a ser contabilizado
Finalização	No momento da finalização o pedido é encerrado e todas as informações são armazenadas na nuvem em <i>SharePoint</i>

Neste momento é inserida automaticamente uma nova linha com todos os dados selecionados além de data e hora na base de dados do *SharePoint*. Nesta base serão armazenados todos os dados relativos aos registos.

ID	Colaborador	Pedido - Item	Serviço	Etapa	Data Hora Início	Data Hora Fim	Motivo Pausa	Motivo Finaliza...	Andamento do Pedido
30126	LESSANDRA SILVA D	6816	Confecção	Etapa 1 Etapa 2 Etapa 3	10/04/2023 17:05		Fim de Turno		Estou na metade (50%)
30125	MARIA DAS GRAÇAS	6817	Confecção	Etapa 1 Etapa 2 Etapa 3	10/04/2023 19:28		Fim de Turno		Andei menos da metade (25%)
30124	ESPERANCA RODRIG	6851	Bordado		10/04/2023 19:18		Fim de Turno		Estou na metade (50%)
30123	PATRICIA FERREIRA I	6814	Confecção	Etapa 1 Etapa 2 Etapa 3	10/04/2023 19:16		Fim de Turno		Estou um pouco mais da metade (75%)
30122	ANA PAULA DA SILVA	6750	Confecção	Etapa 1 Etapa 2 Etapa 3	10/04/2023 19:04		Fim de Turno		Andei menos da metade (25%)

Figura 23. Base de dados dos registos de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).

É nesta base que são captadas as informações dos pedidos em caso de retoma da produção pausada. Com a ferramenta desenvolvida e em utilização, foi importante criar uma etapa de avaliação e validação na utilização da mesma.

5.2.2. Avaliação e validação da aplicação

O processo de desenvolvimento de uma nova aplicação para a obtenção do tempo médio de produção das peças apontadas na Fábrica de Figurinos envolveu um rigoroso processo de validação e avaliação dividido em quatro fases:

A Fase 1 buscava iniciar o novo processo de registo, tinha como premissa garantir que os funcionários tivessem boa aceitação da ferramenta e compreender os erros para melhoria. Foi um período de treinamento e testes. Nesse momento o objetivo era obter uma adesão de 25% no registo das atividades. O papel do supervisor de produção era fundamental para mudança de

cultura dos colaboradores que há muitos anos tinham um processo de registo distinto do proposto.

A Fase 2 objetivava introduzir a nova aplicação e obter uma adesão mínima de 50% nos registos por parte dos colaboradores durante a operação. Os supervisores de produção por sua vez tinham a responsabilidade de garantir este registo durante o decorrer da operação. O planeamento deveria garantir o funcionamento pleno ao corrigir as falhas informadas para a manutenção do indicador de aderência em sua utilização.

Já na Fase 3, o objetivo era obter uma operação mais madura na utilização da aplicação de registos. Desta maneira o indicador de adesão na utilização passa de 50 para 75%. Tanto os supervisores quanto o PCP trabalharam em conjunto otimizando ainda mais a ferramenta.

Com a utilização plena da aplicação, iniciou-se a quarta fase. Neste ponto o grande objetivo foi estruturar as ferramentas para análise de dados para identificar desvios na produção.

Na última fase, o PCP tinha como meta informar os tempos de produção das peças apontadas via aplicação e criar o indicador de produtividade para a fábrica. Este indicador era fundamental pois é o principal balizador de planeamento de curto, médio e longo prazo.

O processo de validação de utilização da aplicação de registos de PF pode ser mais bem resumida na Tabela 15.

Tabela 15. Fases para validação de utilização da aplicação de registos de pedidos de figurino (Fonte: O autor, 2022).

Fase	Responsável	Descrição das atividades	Indicador	Período	% de conclusão
Fase 1	Operador	Efetuar apontamento	Garantir 50% das atividades apontadas	08/2020 a 11/2020	25%
Fase 1	Supervisor	Garantir o apontamento	Garantir 50% das atividades apontadas		
Fase 1	PCP	Contabilizar falhas	Ajustar 100% das falhas		
Fase 2	Operador	Efetuar apontamento	Garantir 75% das atividades apontadas	12/2020 a 3/2021	50%
Fase 2	Supervisor	Garantir o apontamento	Garantir 75% das atividades apontadas		
Fase 2	PCP	Efetuar melhorias propostas	Avaliar e realizar os ajustes		
Fase 3	Operador	Efetuar apontamento	Garantir 100% das atividades apontadas	4/2021 a 6/2021	75%
Fase 3	Supervisor	Garantir o apontamento	Garantir 100% das atividades apontadas		
Fase 3	PCP	Estruturar análise de dados	100% dos dados tratados em suas coletas		
Fase 4	Operador	Efetuar apontamento	Garantir 100% das atividades apontadas	07/2021 a 09/2021	100%
Fase 4	Supervisor	Garantir o apontamento	Garantir 100% das atividades apontadas		
Fase 4	PCP	Obter lead times das peças e criar indicador de produtividade	Obter lead times das peças		

Outro ganho importante após a validação dos dados coletados foi a possibilidade da análise de dados para verificação dos tempos de produção para a refinar os tempos de produção das peças. Estes resultados serão apresentados no item 5.3.

5.3. Resultados e análises

O presente subitem apresenta os resultados e análises obtidos no caso de estudo. Com base nos dados coletados após a implementação das novas ferramentas na produção dentro do contexto da

digitalização industrial e da LM, serão destacadas as melhorias alcançadas nas áreas de planejamento, produção e gestão.

A análise dos resultados apresentados nesta seção contribuirá para uma compreensão aprofundada do impacto da digitalização industrial na Fábrica de Figurinos, evidenciando as melhorias alcançadas, as contribuições do estudo para a literatura acadêmica e para a prática industrial.

5.3.1. Resultados e análises práticos

A primeira premissa para as análises, foi a seleção das peças mais produzidas no período de outubro de 2021 a fevereiro de 2023. Conforme apresentado no Gráfico 5, essas peças representam 80% do volume total produzido, totalizando 6.950 peças em 3.638 pedidos. Dentre essas peças, cerca de 32% foram camisas e calças, conforme detalhado no Gráfico 5.

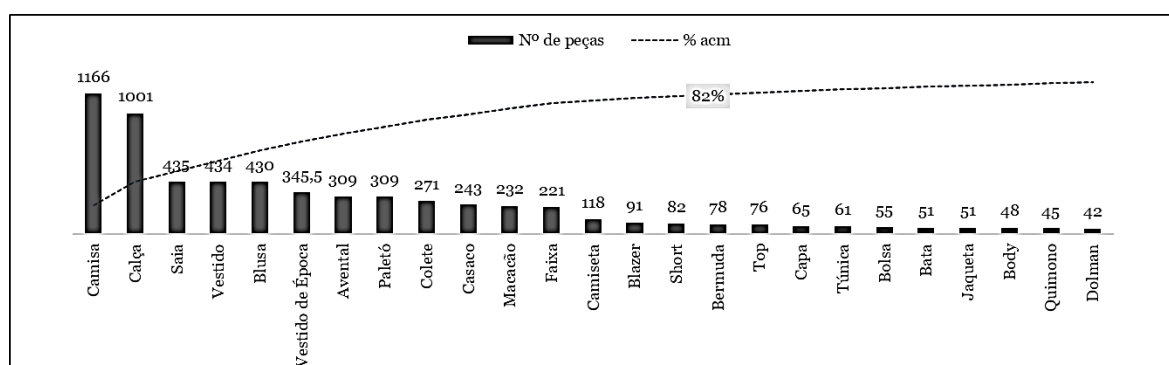


Gráfico 5. Representatividade dos tipos de peças mais fabricadas (Fonte: O autor, 2022).

A segunda premissa foi estabelecer o tempo de produção de planejamento para a produção das peças contemporâneas e de época mais produzidas dos gêneros feminino apresentada na Tabela 16 e masculino exposta na Tabela 17.

Tabela 16. Tempo médio de produção planejado de peças femininas (Fonte: O autor, 2023)

Tipo de peça	Tempo peças Época	Tempo peças Contemporâneas
Avental	12 horas	7 horas e 55 minutos
Bermuda	24 horas	24 horas
Blazer	Não se aplica	60 horas
Blusa	48 horas	36 horas
Body	Não se aplica	12 horas
Calça	24 horas	24 horas
Camisa	48 horas	24 horas
Camiseta	Não se aplica	12 horas
Capa	36 horas	24 horas
Casaco	36 horas	36 horas
Colete	24 horas	24 horas
Faixa	7 horas e 55 minutos	7 horas e 55 minutos
Jaqueta	Não se aplica	36 horas
Macacão	Não se aplica	60 horas
Quimono	36 horas	36 horas
Short	Não se aplica	24 horas
Top	Não se aplica	12 horas
Túnica	24 horas	24 horas
Vestido	Não se aplica	48 horas
Vestido de Época	96 horas	Não se aplica

Tabela 17. Tempo médio de produção planejado de peças masculinas (Fonte: O autor, 2023)

Tipo de peça	Tempo peças Época	Tempo peças Contemporâneas
Avental	12 horas	7 horas e 55 minutos
Bata	12 horas	12 horas
Bermuda	24 horas	24 horas
Blazer	Não se aplica	60 horas
Calça	24 horas	24 horas
Camisa	24 horas	24 horas
Camiseta	Não se aplica	12 horas
Capa	36 horas	24 horas
Casaco	36 horas	24 horas
Colete	24 horas	24 horas
Dólmán	72 horas e 43 minutos	72 horas e 43 minutos
Jaqueta	Não se aplica	36 horas
Macacão	Não se aplica	60 horas
Paletó	60 horas	60 horas
Quimono	24 horas	24 horas
Short	Não se aplica	24 horas
Túnica	24 horas	24 horas

A análise dos tempos planejados, destacados nas Tabelas 16 e 17 do presente estudo, é resultado de uma cronoanálise realizada antes deste caso de estudo. É importante ressaltar que esses tempos planejados não estão diretamente relacionados com as práticas adotadas neste caso de estudo.

Uma das premissas adotadas na análise realizada neste estudo é a concentração exclusiva na etapa de Confeção, a qual foi identificada como a etapa mais relevante do processo, conforme detalhado na subseção 4.3.1.

Com base nessas premissas, estabeleceu-se um parâmetro comparativo entre os tempos planejados previamente mencionados e os tempos efetivamente obtidos por meio dos registros registados na aplicação de registo de PF, após a implementação das ferramentas descritas nos itens 5.1 e 5.2.

De acordo com Heizer e Render (2004), é de suma importância manter a base de tempos atualizada de forma regular, de modo a refletir as mudanças ocorridas no processo de produção. Essa atualização possibilita uma gestão mais eficaz dos recursos, uma programação mais precisa e uma resposta mais ágil às demandas dos clientes. Adicionalmente, conforme destacado pelos autores, a atualização periódica dos tempos de produção é crucial para assegurar que a empresa esteja utilizando as tecnologias e métodos de produção mais modernos e eficientes, o que pode resultar em melhorias significativas na produtividade, qualidade e competitividade do negócio.

Por outro lado, negligenciar a atualização da base de tempos pode acarretar atrasos nas entregas dos produtos, aumento de custos operacionais e uma perda de competitividade no mercado. Portanto, manter a base de tempos atualizada é uma prática imprescindível para o sucesso e sustentabilidade da empresa no cenário empresarial atual.

Após a definição das premissas e parâmetros de comparação, foi conduzida a análise da estabilidade dos tempos registados pela nova ferramenta de registo de tempos de produção. Foram extraídas as bases de dados armazenadas no *SharePoint* ao longo dos meses, a fim de

verificar os tempos de produção reais e avaliar a consistência do uso da ferramenta. Essa análise também permitiu analisar os novos tempos de produção, possibilitando a atualização dos tempos-padrão das peças.

5.3.2. Resultados após a implementação da ferramenta de registo

Após a implementação da nova aplicação na fábrica, foram registados cerca de 24.500 registos na ferramenta entre outubro de 2021 e fevereiro de 2023. Para analisar esses dados, dividiu-se o processo em duas etapas distintas, cada uma com seus objetivos específicos.

Na primeira etapa, o objetivo foi investigar o comportamento dos dados em relação ao desvio padrão. Identificou-se que os dados obtidos através dos registos apresentaram um desvio padrão elevado. Para lidar com essa dispersão, realizou-se uma apresentação dos dados aos colaboradores bem como um novo treinamento. Com base nisso, iniciou-se a segunda etapa. Neste momento, objetivou-se realizar a medição dos tempos e validá-los como referência na base de dados, com o intuito de reduzir o desvio padrão para cada tipo específico de peça. Durante a análise dessa etapa, foi possível observar uma predominância na produção de peças contemporâneas, conforme demonstrado no Gráfico 6.

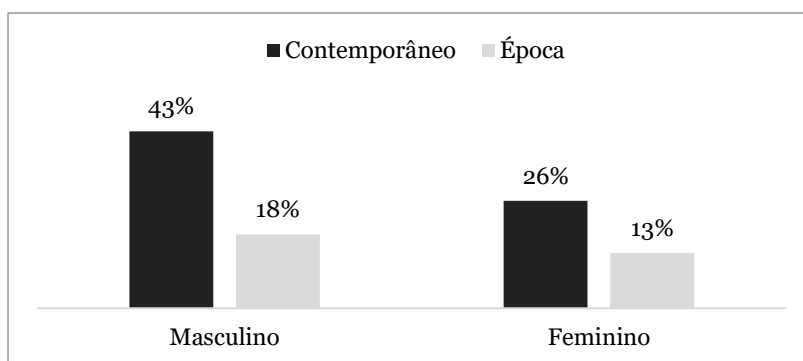


Gráfico 6. Comparação entre os volumes, tipos de peças e seus respectivos géneros fabricados na Fábrica de Figurinos (Fonte: O autor, 2023).

É importante ressaltar que a programação televisiva, especialmente as novelas, afetam diretamente a tipologia das peças.

Como resultado dessa influência, e por apresentarem volume de produção nulo ou não significativo, alguns tipos de peças não foram incluídos nas análises apresentadas nos Anexos B, C, D e E. Além disso, é válido mencionar que as peças contemporâneas têm um tempo de fabricação menor devido à sua menor complexidade em comparação com as peças de época.

Considerou-se algumas premissas para as análises realizadas:

1. O gênero e o tipo das peças: a distinção entre peças de época e peças contemporâneas;
2. Analisou-se as peças que correspondem a 80% da produção total, incluindo Avental, Bermuda, Camisa, Camiseta, Capa, Casaco, Colete, Dolman, Jaqueta, Macacão, Paletó, Quimono, Short e Túnica;

3. A análise abrangeu peças registadas no aplicativo entre outubro de 2021 e fevereiro de 2023, dividido em duas etapas:
 - o Primeira etapa: de outubro de 2021 a setembro de 2022;
 - o Segunda etapa: de outubro de 2022 a fevereiro de 2023.

5.3.2.1. Peças de época

Na análise das roupas masculinas de época, observou-se que o desvio padrão nos registos dos tempos de produção na primeira etapa foi de 0,28, reduzindo para 0,12 na segunda etapa.

Foi constatado que as peças mais fabricadas, como Camisas, Calças e Paletós, tiveram produção contínua ao longo da maior parte do período abrangido pela segunda etapa. Além disso, essas peças apresentaram redução significativa no desvio padrão de seus tempos de produção entre a primeira e a segunda fase de registos. As calças tiveram uma redução de 78%, as camisas de 65% e os paletós de 55%. O Gráfico 7 ilustra os valores encontrados para os desvios padrão das peças analisadas nas fases 1 e 2.

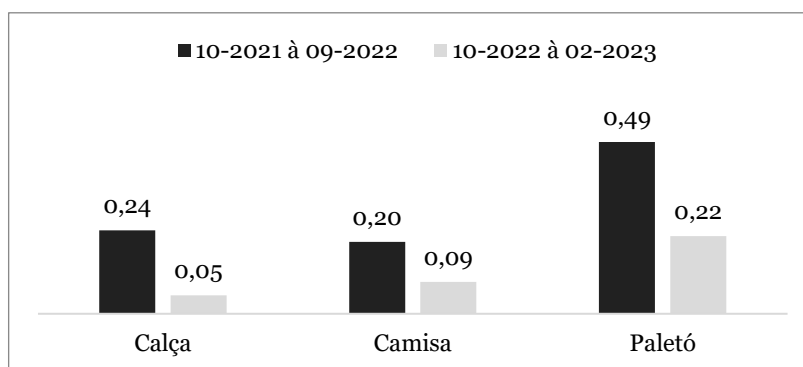


Gráfico 7. Comparação dos desvios padrão das fases 1 e 2 de peças masculinas de época (Fonte: O autor, 2022).

Outro ponto importante a ressaltar é que a maioria dos registos apresentou uma redução no tempo de fabricação em relação aos tempos de fabricação planejados, com uma média de redução de 22%. No entanto, é importante destacar que o tempo de produção encontrado para as calças foi maior do que o tempo planejado, indicando a necessidade de ajustes no cadastro para melhor planejamento dessas peças. O Gráfico 8 evidencia a variação dos tempos de produção das peças masculinas de época.

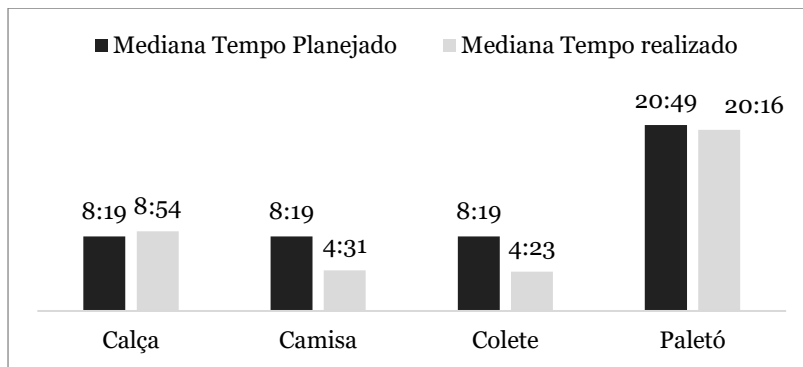


Gráfico 8. Comparação das medianas dos tempos produção apontados nas fases 1 e 2 de peças masculinas de época (Fonte: O autor, 2022).

Ao comparar os tempos de planeamento antes e depois da implementação da ferramenta de registo, em relação às peças mencionadas no Gráfico 8, é possível identificar melhorias significativas:

- 1) Redução de horas extras: ao projetar os novos tempos encontrados em relação ao período antes do estudo, seria possível evitar a necessidade de trabalho extra na produção de calças, resultando em uma otimização da equipe;
- 2) Aumento na produção de camisas e coletes: ao projetar os novos tempos encontrados em relação ao período antes do estudo, com o mesmo contingente de equipe, seria possível produzir 46% mais camisas e coletes, indicando um aumento notável na eficiência produtiva.

Uma observação positiva diz respeito à estabilidade nos tempos registados pela célula responsável pela fabricação de paletós. Essa constância pode ser atribuída ao fato dessa célula se dedicar exclusivamente à produção desse tipo específico de peça, contando com colaboradores mais experientes nesse processo.

É importante ressaltar que, no período entre outubro de 2022 e fevereiro de 2023, as peças masculinas de época classificadas como Avental, Calça, Camisa, Capa, Casaco, Colete, Dolman e Paletó não foram fabricadas. Portanto, essas peças foram excluídas da análise, conforme detalhado na tabela do Anexo B.

Relativamente às peças femininas de época, foi constatado uma diminuição na produção durante a segunda fase. As peças mais fabricadas foram Blusas, Calças, Saias e Vestidos de época. Notavelmente, o desvio padrão médio entre a primeira e a segunda fase reduziu de 0,73 para 0,24, representando uma redução significativa de 64%.

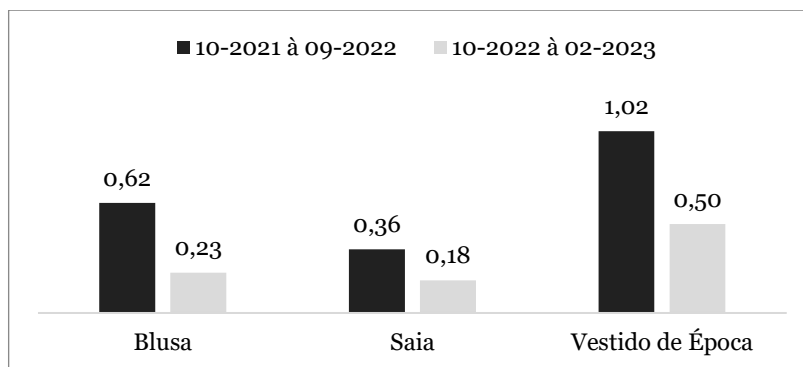


Gráfico 9. Comparação dos desvios padrão das fases 1 e 2 de peças femininas de época (Fonte: O autor, 2022).

Destaca-se ainda que a maioria das peças analisadas na segunda etapa registou uma redução no tempo de fabricação em relação aos tempos planejados, com uma média de redução de 34%. No entanto, é necessário mencionar que os tempos de produção encontrados para as calças, capas e casacos foram maiores do que os tempos planejados, indicando a necessidade de realizar ajustes no planejamento dessas peças.

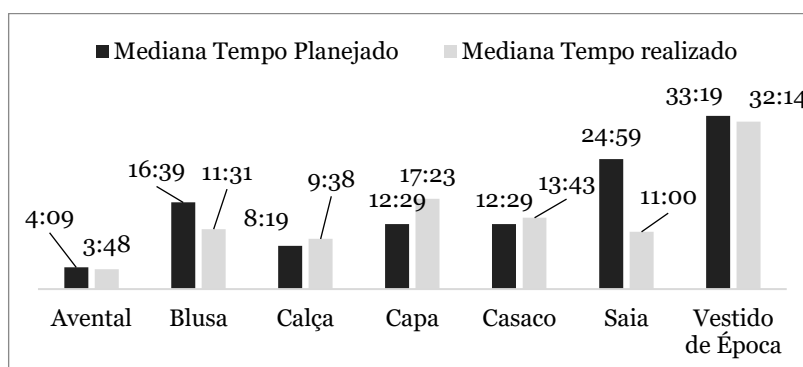


Gráfico 10. Comparação das medianas dos tempos produção apontados nas fases 1 e 2 de peças femininas de época (Fonte: O autor, 2022).

Ao analisar os tempos de planejamento antes e depois da implementação da ferramenta de registro, levando em consideração as peças mencionadas no Gráfico 10, é possível identificar algumas melhorias significativas:

- 1) Evitar horas extras: Com a alteração, seria possível evitar a realização de horas extras na produção de capas, calças e casacos. Isso representa uma otimização do tempo e recursos da equipe;
- 2) Aumento na produção: Com a mesma equipe, seria possível produzir 839 saias adicionais, bem como 304 blusas e coletes a mais. Isso indica um aumento considerável na produtividade, resultando em um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

Um ponto positivo observado foi a estabilidade nos tempos apontados pela célula responsável pela produção de Vestidos de Época. Esse fato pode ser explicado pela especialização dessa célula em um tipo específico de produto e pela experiência dos colaboradores em roupas femininas.

Em resumo, a análise das roupas masculinas e femininas de época revelou melhorias na consistência e estabilidade dos registos tempos de produção. A implementação da ferramenta de registo resultou em redução do desvio padrão e otimização do tempo de fabricação para a maioria das peças. Tais melhorias são fundamentais para garantir um planeamento mais preciso e eficiente em toda fábrica além de minimizar a necessidade de horas extras reduzindo desta maneira o custo fabril de maneira geral.

5.3.2.2. Peças contemporâneas

Na análise das roupas masculinas contemporâneas, foi observado que houve uma redução no desvio padrão dos tempos de produção entre a primeira e segunda fase. Na primeira etapa, o desvio padrão foi de 0,56, enquanto na segunda fase, esse valor diminuiu para 0,17. As peças que apresentaram as maiores reduções no desvio padrão foram o Colete e o Blazer, com uma diminuição de 93%, seguidos pela jaqueta, que expôs uma redução de 83%.

Devido ao maior volume de produção das peças contemporâneas, a análise entre os diferentes tipos de peças foi mais abrangente. As peças mais fabricadas, incluindo Bermuda, Blazer, Calça, Camisa, Camiseta, Capa, Casaco, Colete, Dolman, Jaqueta, Macacão, Paletó e Short, foram produzidas ao longo da maior parte do período correspondente à segunda fase e também apresentaram uma redução no desvio padrão dos tempos de produção. Destacam-se as seguintes reduções nos tempos de produção: Bermudas (65%), Camisas (49%) e Jaquetas (51%). O Gráfico 11 apresenta os valores encontrados para os desvios padrão das peças analisadas nas fases 1 e 2.

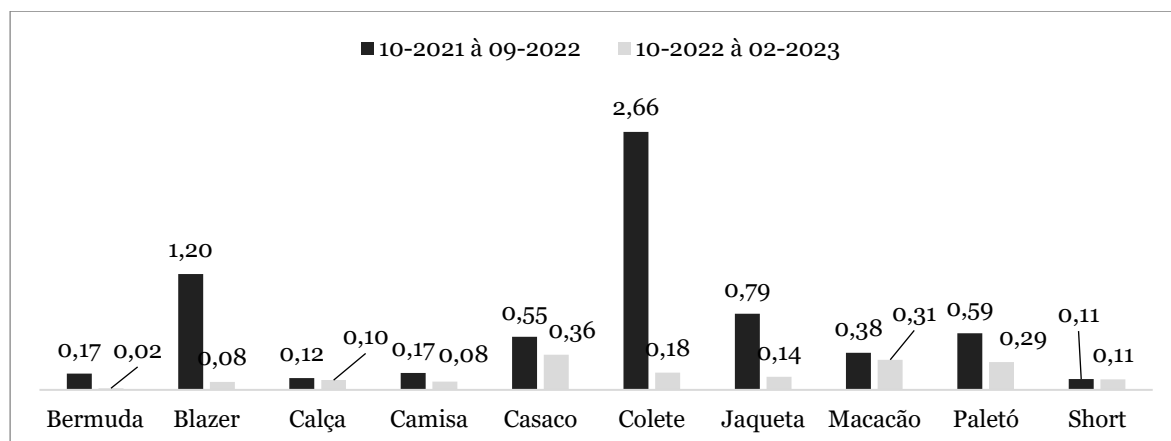


Gráfico 11. Comparação dos desvios padrão das fases 1 e 2 de peças masculinas contemporâneas (Fonte: O autor, 2022).

Notou-se que a maioria das peças sofreu redução no tempo de fabricação, em relação aos tempos de fabricação planejados de com uma redução média de 33%. Vale ressaltar que o tempo de produção encontrado para as Túnicas foi superior ao tempo planejado indicando assim um ajuste necessário para o planeamento destas peças. O Gráfico 12 apresenta a variação dos tempos de produção das peças masculinas contemporâneas.

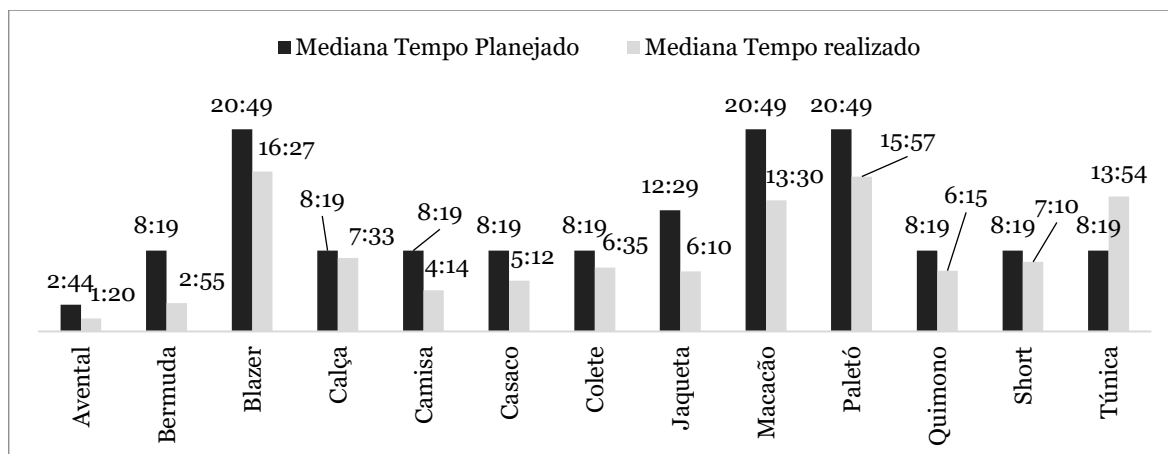


Gráfico 12. Comparação das medianas dos tempos produção apontados nas fases 1 e 2 de peças masculinas contemporâneas (Fonte: O autor, 2022).

Ao comparar os tempos de planeamento antes e depois da implementação da ferramenta de registo nas peças mencionadas no Gráfico 12, observa-se que essa mudança poderia ter evitado horas extras na produção de Túnica e aumentado em média 33% a quantidade de peças produzidas pela mesma equipe. No entanto, não foi identificada uma estabilidade significativa nos tempos de produção entre as etapas 1 e 2. Portanto, conclui-se que a redução do desvio padrão e a diminuição significativa nos tempos de produção indicam a possibilidade de reduzir os tempos utilizados como parâmetro, otimizando assim os recursos e permitindo um planeamento mais assertivo e eficiente.

As peças de masculinas contemporâneas classificadas como: Avental, Bata, Bermuda, Blazer, Calça, Camisa, Camiseta, Capa, Casaco, Colete, Dólmã, Jaqueta, Macacão, Paletó, Quimono, Short e Túnica foram desconsideradas na análise de desvio padrão pois na segunda fase sua amostra foi insuficiente para conforme a tabela no Anexo D.

No que se refere às peças femininas contemporâneas, verificou-se que menos peças foram fabricadas na segunda fase. As peças mais fabricadas foram Saia, Vestido e Blusa. O desvio padrão médio entre a primeira e a segunda fase reduziu de 0,65 para 0,20, o que representa uma redução de 69%.

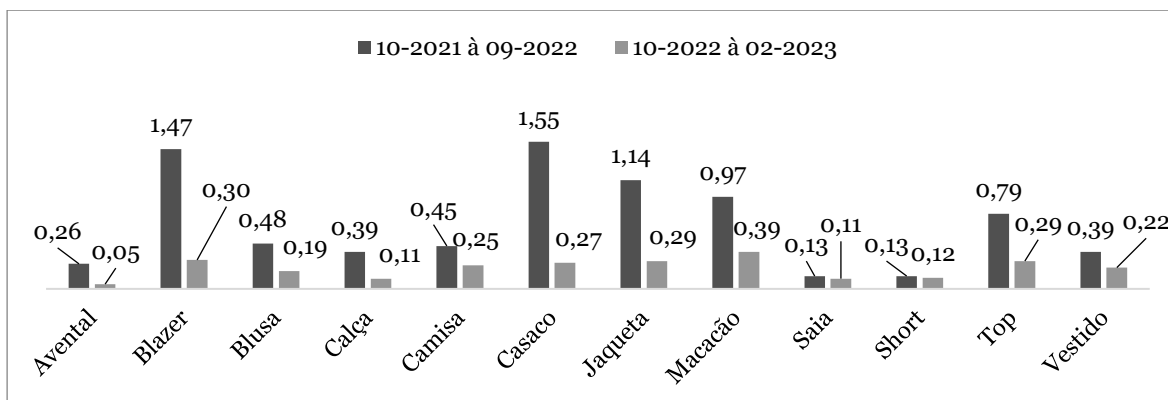


Gráfico 13. Comparação dos desvios padrão das fases 1 e 2 de peças femininas contemporâneas (Fonte: O autor, 2022).

Além disso, a maioria das peças apresentou uma redução no tempo de fabricação em relação aos tempos de fabricação planejados, com uma média de redução de 34%. É importante ressaltar que os tempos de produção encontrados para as Calças, Capas e Casacos foram superiores aos tempos planejados, indicando a necessidade de ajustes no planejamento dessas peças.

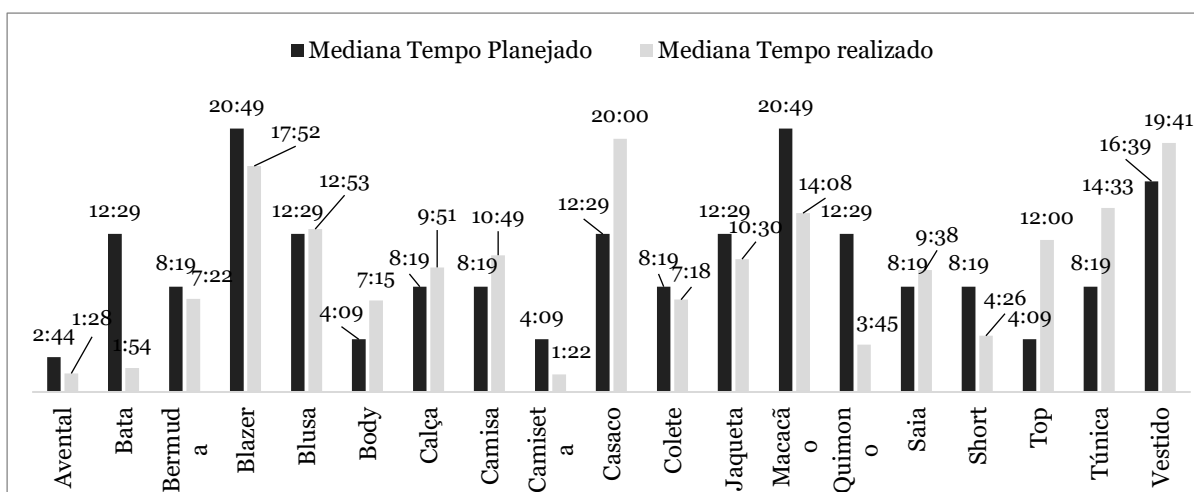


Gráfico 14. Comparação das medianas dos tempos produção apontados nas fases 1 e 2 de peças femininas contemporâneas (Fonte: O autor, 2022).

Ao comparar-se os tempos de planejamento antes e depois da implementação da ferramenta de registro nas peças mencionadas no Gráfico 14, é possível observar que essa alteração teria possibilitado evitar horas extras na produção de capas, calças e casacos, além de ter produzido um maior número de saias (839 unidades), blusas (304 unidades) e coletes com a mesma equipe.

Destaca-se ainda a estabilidade nos tempos de produção apontados pela célula responsável pela produção de vestidos de época, o que pode ser explicado pela especialização dessa célula em um tipo específico de produto e pela maior experiência dos colaboradores em roupas femininas.

Portanto assim como nas peças de época, a análise de dados nos tempos apontados nas roupas masculinas e femininas contemporâneas revelou melhorias na consistência e estabilidade dos registros tempos de produção entre a primeira e a segunda fase de registros. A implementação da

ferramenta de registo também resultou em redução do desvio padrão e otimização do tempo de fabricação para a maioria das peças. Tais melhorias são fundamentais para garantir um planeamento mais preciso e eficiente em toda fábrica.

Com o processo de registo validado e um grande número de pedidos computados, foi possível iniciar a integração com outras ferramentas como o *Trello*, que é utilizado como um *e-Kanban* no gerenciamento do fluxo de trabalho através da movimentação de cartões virtuais e *Power BI* utilizado para criar relatórios dinâmicos e painéis de controle com indicadores importantes para a fábrica. Através desta integração foi possível fornecer aos clientes finais uma visão do funcionamento da fábrica ao longo do tempo.

5.3.3. Integração de ferramentas

Com base nos procedimentos estabelecidos tanto para o cadastro de peças quanto para a obtenção dos tempos de produção, foi possível implementar um *e-Kanban* utilizando a plataforma *Trello*. Essa solução tecnológica, disposta na Figura 24, permite o acompanhamento e controle eficiente do fluxo de trabalho na fábrica, bem como a gestão das atividades relacionadas à produção.

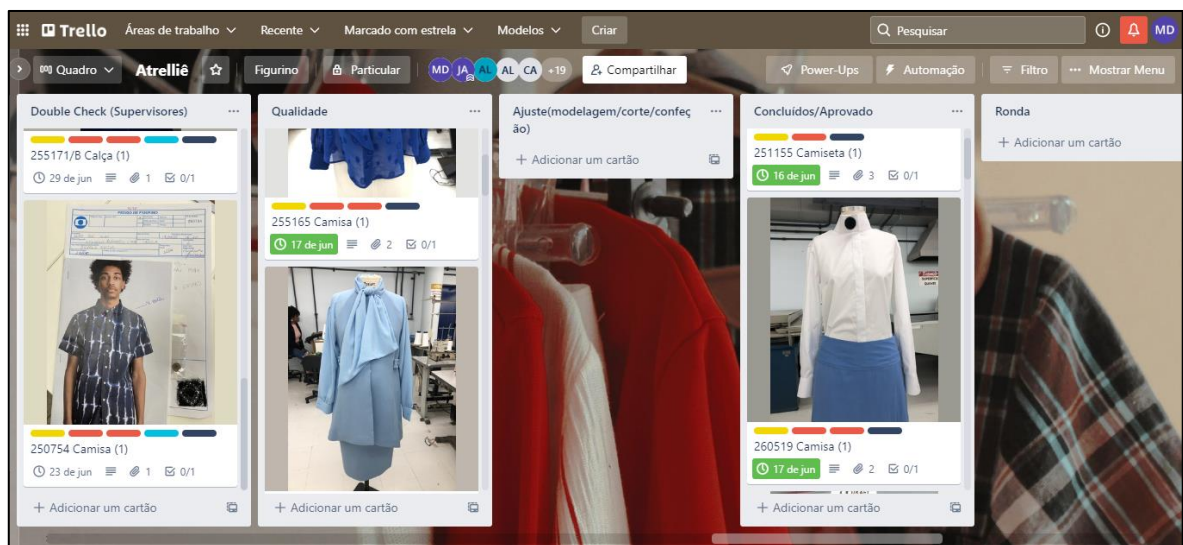


Figura 24. *e-Kanban* virtual da fábrica de figurino (Fonte: O autor, 2023).

Além disso, a integração do *e-Kanban* com o *Power BI* oferece benefícios adicionais, de modo a possibilitar que a gestão da fábrica e os clientes internos tenham acesso a informações sobre o avanço da produção. Através dessa integração, torna-se mais fácil monitorizar os KPIs e identificar possíveis gargalos ou oportunidades de melhoria na linha de produção.

Sempre que um PF é criado, automaticamente um cartão é inserido no início da cadeia produtiva que tem seu início na etapa de “Entendimento da Demanda” e seu encerramento na etapa de “Qualidade”. Ao longo do processo, os cartões são movidos através de computadores, telemóveis ou tablets pelos supervisores e toda a liderança passa a ter visibilidade da localização e quais observações relevantes de cada PF. As etapas relativas ao *e-Kanban* podem ser verificadas na Tabela 17.

Tabela 18. Detalhamento do *e-Kanban* virtual da Fábrica de Figurinos(Fonte: O autor, 2023).

Espaço para o Cartão	Descrição
Entendimento da Demanda	Etapa do processo onde o solicitante do PF alinha detalhes com o supervisor da modelagem
Pedidos Urgentes	Os cartões que necessitam de produção emergencial são priorizados quando estão neste espaço
Planeados Modelagem	Todos os PFs que foram planeados de acordo com a ordem de entrada na modelagem
Modelagem	PF em processo na atividade de modelagem
Corte	PF em processo na atividade de corte
Preparação	PF em processo na atividade de preparação
Parado pelo Supervisor	PF parado pelo supervisor por falta de algum material ou nova priorização
<i>Full Kit</i>	PF em processo na atividade de separação de material para composição do <i>Full Kit</i>
<i>Kanban</i> Fábrica	Etapa do processo em que o PF encontra-se armazenado no <i>Kanban</i> da fábrica e está pronto para confecção
Planeados Confecção	Todos os PFs que foram planeados de acordo com a ordem de entrada na confecção
Peças com Pendência de quantidade ou composição	Peças com pendência de materiais ou etiquetas
<i>Double Check</i> (Supervisores)	Peças em verificação de qualidade pelos supervisores de confecção
Qualidade	Peças em verificação de qualidade pelo controle de qualidade
Ajuste (modelagem/corte/confecção)	Peças que foram reprovadas no controle de qualidade e que necessitam de ajuste nas respectivas etapas
Concluídos/Aprovado	Peças aprovadas finalizadas e aprovadas
Histórico	Peças que foram entregues aos clientes
Pedidos Cancelados	Pedidos que por qualquer motivo foram cancelados

Outra vantagem do *e-Kanban*, foi a geração de uma base de dados na nuvem. Esta base é modificada sempre que um cartão é movimentado pela supervisão e permite que sejam analisadas as informações a cerca dos pormenores em cada cartão.

Todos os cartões constam as informações relativas ao cadastro, previamente realizado pela aplicação de solicitação de PF, acrescidas de informações inseridas posteriormente no *e-Kanban* conforme apresentado na Figura 25.

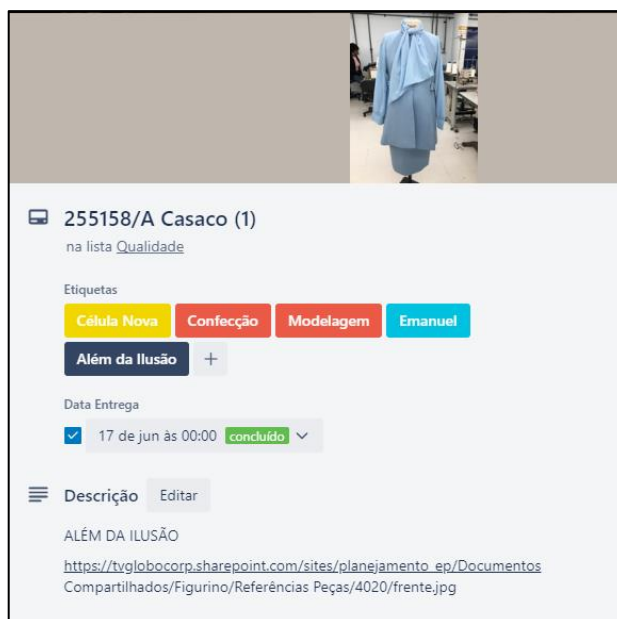


Figura 25. Exemplo de cartão virtual utilizado no *e-Kanban, Trello* (Fonte: O autor, 2022).

O cartão, por meio de suas etiquetas de identificação coloridas apresentam informações para identificar os setores e os repetitivos funcionários que fabricaram as peças em suas áreas:

Tabela 19. Codificação do sistema de *e-Kanban Trello* (Fonte: O autor, 2022).

Cor	Legenda
Amarelo	Célula de produção da confecção
Vermelho	Setor por onde já foi realizada atividade
Azul claro	Nome do colaborador do setor de modelagem
Azul escuro	Nome do programa a ser exibido

Com todas as informações padronizadas e armazenadas em bases de dados, foi possível realizar uma integração dos dados do *e-Kanban* e da aplicação de solicitação de PF. Tal integração permitiu um acompanhamento de toda a produção da fábrica em tempo real através de um *dashboard* em *Power BI* de modo a facilitar assim a visualização de todos os dados referentes à produção para todos os colaboradores, e não mais apenas para a supervisão.

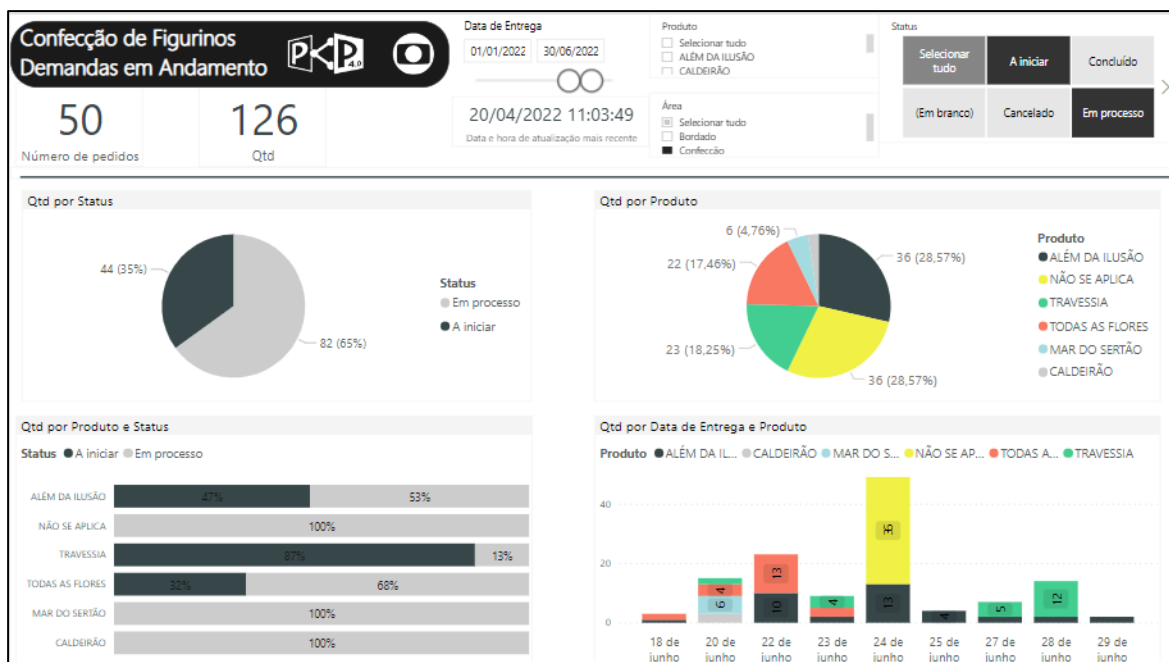


Figura 26. *Dashboard* de demandas em andamento (Fonte: O autor, 2022).

O *dashboard* possibilita visualizar cinco diferentes telas que permitem a visualização de acordo com a necessidade. É possível realizar filtros dinâmicos de:

- 1) Datas;
- 2) Setor;
- 3) Nome do programa;
- 4) Status do PF: a iniciar, cancelado, concluído ou em processo.

O uso do *dashboard* permite uma análise mais precisa dos picos de entrega em datas específicas de produção, possibilitando um fluxo produtivo mais bem conduzido, desde o planejamento até a entrega para o cliente. Além disso, a geração de relatórios dinâmicos atende às necessidades de supervisão, coordenação, gerência e diretoria, fornecendo informações relevantes em tempo real.

O acesso ao *dashboard* pode ser feito por meio de computadores, *tablets* ou telemovéis, desde que haja conexão com a Internet.

Todo o desenvolvimento dessa aplicação foi focado na melhoria qualitativa do processo. A adoção dessas ferramentas de digitalização industrial representa um avanço significativo para a fábrica, resultando em maior eficiência operacional, agilidade na tomada de decisões e aprimoramento contínuo dos processos. A integração do *e-Kanban* com o *Power BI* proporciona uma gestão mais ágil, eficaz, e oferece aos clientes a facilidade de monitorizar seus pedidos de forma simplificada pois desta forma pode-se analisar os picos de entregas em datas específicas de produção e melhor conduzir o fluxo produtivo do planejamento à entrega bem como gerar relatórios dinâmicos para todos os níveis de gestão (supervisão, coordenação, gerência e diretoria).

Em resumo, a implementação do *e-Kanban* por meio do *Trello* e a integração com o *Power BI* foram medidas estratégicas que impulsionam a transformação digital na fábrica. Tais soluções tecnológicas proporcionam uma visão abrangente da produção, permitindo a análise de dados em tempo real e a tomada de decisões embasadas. Com isso, a empresa se coloca em uma posição alinhada às necessidades dos clientes com maior foco na entrega final.

5.3.4. Demais ganhos

Após a validação da aplicação desenvolvida para criação de PF, verificou-se os seguintes ganhos diretos:

1. Tempo para abertura de um pedido passou de 8 para 2,5 minutos. Melhoria de 5,5 minutos ou 62,5%. Com o pressuposto de que em média são realizados fabricadas 4.905 peças, a economia de tempo atinge a marca de minutos o que possibilitaria o cadastro de 10.792 novas peças;
2. Redução de 83% de erros em preenchimento de informações na abertura do pedido. No período de 2019 foram registados 112 pedidos errados por conta de grafia ou detalhamento errôneo do pedido em papel. Com a utilização da aplicação, no ano de 2021 e 2022 apenas 23 pedidos foram registados de maneira errada, uma redução de 79,5%. Entretanto nenhum registo errado gerou problemas relativos à qualidade. Foram apenas erros de identificação ou nomenclatura;
3. As bases de dados, situadas no *SharePoint*, armazenaram um total de 3.638 no período supracitado evitando a compra de 36 blocos de papel para novos pedidos com custo total evitado de R\$ 1.153,60. Com esta economia, possível adquirir um tablet para a produção. Ademais a organização e padronização dos PFs em bases de dados permitiram a integração de dados com outras ferramentas e bases de dados;
4. A eliminação de pelo menos dois desperdícios do ponto de vista da LM que ocorriam devido à utilização da antiga ferramenta como registo;
 - a. Movimentação: havia a necessidade de sair do posto de trabalho, interromper suas atividades para inserir informações nos computadores que se localizava em um ponto específico da fábrica. Em média o colaborador saía e retonava em média 3 vezes (1 vez para o almoço, 1 vez no final do turno e 1 registo para troca ou pausa no pedido) do seu posto de trabalho que estava a uma distância média de 7m do local onde estava o computador para o registo de dados. Para 1 pessoa uma média de 21m, ao considerar o total de 35 pessoas o deslocamento total por dia seria de 735m por funcionário por dia. Com a aplicação Registo de Pedidos de Figurino esta movimentação foi anulada.
 - b. Espera: ao sair para o almoço o funcionário esperava em média 2 minutos para realizar o registo no computador. No dia 2 registos eram críticos: saída para o almoço e final de turno. Com 35 funcionários e 2 registos críticos no mínimo temos um desperdício total de 140 minutos por dia. Com a aplicação Registo de Pedidos de Figurino esta espera foi anulada.

5. Criação do indicador de produtividade: com o advento de todos os dados de produção organizados, padronizados e situados na nuvem foi possível o desenvolvimento do indicador de produtividade, métrica-chave para avaliar o desempenho operacional, impulsionar a eficiência e promover a melhoria contínua nos processos produtivos;
6. Aumento progressivo de produtividade: após a eliminação dos principais desperdícios, tem se notado um aumento da produtividade na fábrica. A Tabela 20 apresenta variação do indicador ao longo dos períodos de 2021 a 2023.

Tabela 20. Produtividade no período de 10-2021 a 02-2023 (Fonte: O autor, 2023)

Ano	Peças produzidas	Meses trabalhados	Costureiras	Produtividade (peças por costureira por mês)
Out a Dez 2021	1275	3	43	9,88
Jan a Dez de 2022	4800	12	40	10,00
Jan a Mar de 2023	875	2	35	12,50

Capítulo 6 – Conclusões

A LM aliada à I4.0 tem se mostrado uma poderosa combinação para impulsionar a melhoria contínua nas corporações. No caso de estudo da Fábrica de Figurinos da Rede Globo, foi possível constatar como a integração desses conceitos pode trazer resultados significativos. A digitalização do processo de controle da produção, com a implementação de aplicações em *Power Apps*, trouxe agilidade na captação e gestão dos dados de produção, ao resultar em: melhor gestão, planejamento e controle da produção.

Os artigos consultados demonstraram que a integração de fábricas com os conceitos da LM, da I4.0 e da I5.0 tem crescido ao longo dos anos além de se enquadrarem nos mais diversos segmentos industriais. Na percepção do autor há uma grande distância entre o mundo acadêmico e a realidade da indústria manufatureira, principalmente, a que foi abordada no caso de estudo deste trabalho. Contudo, a capacidade de adaptação das ferramentas da LM e tecnologias da I4.0 favorecem a quebra de paradigma.

As metodologias utilizadas, como a análise *SWOT* e a matriz de causa e efeito, foram fundamentais para identificar os problemas e priorizar ações, para garantir a integração das ferramentas da LM e tecnologias da I4.0 através da implementação de duas aplicações em *Power Apps*. A geração de dados corretos possibilitou, através de análise de dados, a manutenção contínua dos tempos de produção ao garantir maior confiabilidade no processo.

Este estudo contribuiu ao demonstrar que a adoção dessas abordagens não exige grandes investimentos, podendo ser sustentável ao eliminar o uso de papel e reduzir o impacto ambiental. Além disso, a aplicação das ferramentas digitais possibilitou uma atualização periódica do status da produção, fornecendo informações realistas e adicionando valor ao processo produtivo aos olhos dos clientes.

Os objetivos específicos deste trabalho eram:

1. Realizar uma revisão bibliográfica sobre a integração da LM com a I4.0 a fim de avaliar seu estado da arte;
2. Caracterizar a empresa e o processo produtivo em estudo;
3. Verificar as metodologias utilizadas para a distribuição das atividades, bem como as ferramentas utilizadas para o controle da produção;
4. Identificar quais os dados a recolher e a sua relevância no processo;
5. Desenvolver metodologias e ferramentas para a recolha, o armazenamento, a análise e a retroalimentação dos dados;
6. Avaliar a confiabilidade dos dados adquiridos através de ferramentas estatísticas.
7. Produzir conclusões acerca da integração entre a LM e I4.0 no contexto do caso de estudo.

Através da revisão bibliográfica realizada no capítulo 2, foi possível atingir os objetivos 1 e 2 apresentados, objetivo 3 foi atingido no capítulo 4 e anexo A. Ainda o capítulo 4, por meio do item 4.3.1 e 4.3.2, atingiram o objetivo 4. No que se refere ao objetivo 5 e 6, estes foram atingidos pelo capítulo 5. Por fim o capítulo atual garante o atingimento do objetivo 7.

Como sugestão de trabalhos futuros, temos:

1. Estudo de caso comparativo entre diferentes setores industriais: Considerando a contribuição do trabalho em relação à aplicação da Lean Manufacturing e Indústria 4.0 na indústria de figurinos, seria interessante realizar um estudo de caso comparativo em diferentes setores industriais. Isso permitiria avaliar os desafios, benefícios e impactos específicos da integração da LM e I4.0 em diferentes contextos, possibilitando uma compreensão mais abrangente dessas abordagens;
2. Avaliação do potencial da I5.0 em contextos de baixo volume e valor agregado: Dado que o trabalho menciona a limitação da aplicação de conceitos da I5.0 devido ao baixo valor agregado do produto e volume do processo estudado, um trabalho futuro poderia explorar como a I5.0 pode ser adaptada para esses contextos. Seria interessante investigar como a automação, conectividade e inteligência artificial podem ser aplicadas de forma escalonada e adaptada para melhorar a eficiência e flexibilidade nesses ambientes;
3. Elaboração de estudo para criação de atualização dos tempos de produção em tempo real em função dos registos de modo a agilizar o planeamento e compreender os desvios de tempos dos colaboradores em atividades similares
4. Conexão das máquinas à sistemas interligados aos dashboard para criação de indicadores de OEE na fábrica.

Referências Bibliográficas

Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 25(7), 709-756. <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>

Akundi, A., Euresti, D., Luna, S., Ankobiah, W., Lopes, A., & Edinbarough, I. (2022). State of Industry 5.0—Analysis and Identification of Current Research Trends. *Applied System Innovation*, 5(1), 1-14. <https://doi.org/10.3390/asi5010027>

Albrecht, J., Dudek, R., Auersperg, J., Pantou, R., & Rzepka, S. (2015). Thermal and mechanical behaviour of an RFID based smart system embedded in a transmission belt determined by FEM simulations for Industry 4.0 applications. 2015 16th International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems, EuroSimE 2015, 1-5. <https://doi.org/10.1109/EuroSimE.2015.7103152>

Alcácer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 22(3), 899-919. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.01.006>

Andronie, M., George, L., Iatagan, M., Hurloiu, I., & Dijm, I. (2021). Sustainable Cyber-Physical Production Systems in Big Data-Driven Smart Urban Economy: A Systematic Literature Review.

Azadegan, A., Patel, P. C., Zangouinezhad, A., & Linderman, K. (2013). The effect of environmental complexity and environmental dynamism on lean practices. *Journal of Operations Management*, 31(4), 193-212. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2013.03.002>

Baars, H., & Kemper, H. G. (2008). Management support with structured and unstructured data - An integrated business intelligence framework. *Information Systems Management*, 25(2), 132-148. <https://doi.org/10.1080/10580530801941058>

Bauer, H., Brandl, F., Lock, C., & Reinhart, G. (2018). Integration of Industrie 4.0 in Lean Manufacturing Learning Factories. *Procedia Manufacturing*, 23, 147-152. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.008>

Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations and Production Management*, 34(7), 876-940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>

Bís, V. R., & Ricci, M. G. (2016). A filosofia Lean Production em indústrias de processo contínuo. *Espacios*, 37(7), 1-12.

Boyes, H., Hallaq, B., Cunningham, J., & Watson, T. (2018). The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. *Computers in Industry*, 101, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.04.015>

Buer, S.-V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. S. (2018). The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2924-2940. DOI: 10.1080/00207543.2018.1442945.

Caiado, R. G. G. (2020). Frameworks para a integração entre a Manufatura Enxuta e a Indústria 4.0 (Dissertação de Doutorado, PUC-Rio)

de Oliveira Souza, R., & Galhardi, A. C. (2022). O Lean Manufacturing na otimização de processos produtivos [Lean Manufacturing in productive process optimization]. *Brazilian Journal of Development*, 8(3), 17203-17216.

Deflorin, P., Scherrer, M., & Schillo, K. (2021). The influence of IIoT on manufacturing network coordination. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(6), 1144–1166. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2019-0346>

Dekier, Ł. (2012). The Origins and Evolution of Lean Management System. *Journal of International Studies*, 5(1), 46-51. https://jois.eu/files/DekierV_5_N1.pdf

Duncan, E., & Ritter, R. (2014). Next frontiers for lean. *McKinsey Quarterly*, 2, 1-8.

Emídio, L. de F. B. (2018). Modelo MODThink: O Pensamento de Design Aplicado ao Ensino-Aprendizagem e Desenvolvimento de Competências Cognitivas em Modelagem do Vestuário. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru.

Emídio, L. de F. B. (2019). O Pensamento de Design Aplicado ao Ensino-Aprendizagem e Desenvolvimento de Competências Cognitivas em Modelagem do Vestuário (Vol. 53, Issue 9) [Universidade Estadual Paulista]. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Esmailian, B., Behdad, S., & Wang, B. (2016). The evolution and future of manufacturing: A review. *Journal of Manufacturing Systems*, 39, 79-100. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2016.03.001>

Feld, W. M. (2001). Lean manufacturing—tools, techniques, and how to use them. *Journal of Manufacturing Systems*, 20(1). [https://doi.org/10.1016/s0278-6125\(01\)80022-4](https://doi.org/10.1016/s0278-6125(01)80022-4)

Fragapane, G., Strandhagen, J. O., & Peron, M. (2020). Increasing flexibility and productivity in Industry 4.0 production networks with autonomous mobile robots and smart intralogistics. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03526-7>

Gad, M. G., Mosa, D. T., Abualigah, L., et al. (2022). Emerging Trends in Blockchain Technology and Applications: A Review and Outlook. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.03.007>.

Georgios, L., Kerstin, S., & Theofylaktos, A. (2019). Internet of things in the context of industry 4.0: An overview.

Ghobakhloo, M., Fathi, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Morales, M. E. (2021). Industry 4.0 ten years on: A bibliometric and systematic review of concepts, sustainability value drivers, and success determinants. *Journal of Cleaner Production*, 302, 127052. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127052>

Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Grybauskas, A., Vilkas, M., & Petraitė, M. (2021). Industry 4.0, innovation, and sustainable development: A systematic review and a roadmap to sustainable innovation. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 4237-4257.

Gotthardt, S., Hulla, M., Eder, M., Karre, H., & Ramsauer, C. (2019). Digitalized milk-run system for a learning factory assembly line. *Procedia Manufacturing*, 31, 175-179. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.03.028>

Grupo Globo (2020a). Quem somos. Disponível em <https://dev.grupoglobo.globo.com/> (Acessado em 12/10/2022)

Grupo Globo (2020c) Site de Imprensa Disponível em: <https://imprensa.globo.com/programas/sobre-a-globo/textos/bem-vindo-a-globo/> (Acessado em 3/5/2022)

Grupo Globo. (2020b). História Grupo Globo Disponível em: <https://robertomarinho.globo.com/hgg/> (Acessado em 15/09/2020) Luiz Rosa, J. (2019). Reformulada, Globo avança na direção de se tornar 'media tech'. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2019/11/08/reformulada-globo-avanca-na-direcao-de-se-tornar-media-tech.ghtml> (Acessado em 16/09/2022)

Gupta, Shaman, & Jain, S. K. (2013). A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 8(4), 241-249. <https://doi.org/10.1080/17509653.2013.825074>

Gupta, Shivam, Modgil, S., & Gunasekaran, A. (2020). Big data in lean six sigma: a review and further research directions. *International Journal of Production Research*, 58(3), 947-969. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1598599>

Hartmann, L., Meudt, T., Seifermann, S., & Metternich, J. (2018). Value stream method 4.0: Holistic method to analyse and design value streams in the digital age. *Procedia CIRP*, 78, 249-254. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.08.309>

Heizer, J. H., & Render, B. (2004). *Principles of operations management*. Pearson Educación.

Heriadi, H., Pamuji, G. C., Systems, F., Bewick, T. A., Thomson, S. J., Using, S., Spread, N., Deng, S., & Huang, H. (2019). A review Cyber of Industry 4.0 (Cyber-Physical Systems (CPS), the Internet of Things (IoT) and the Internet of Services (IoS): Components , and Security Challenges . A review Cyber of Industry 4.0 (Cyber-Physical Systems (CPS), the Internet. o, 0-6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1424/1/012029>

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2016-March, 3928-3937. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>

Hines, P., Holwe, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations and Production Management*, 24(10), 994-1011. <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>

Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420-437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>

Jagdish, R. J., Shankar, S. M., & Santosh, B. R. (2014). Exploring barriers in lean implementation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(2), 122-148. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2012-0014>

Johnston, J., & Hallett, C. (2010). *Fabric For Fashion: A Comprehensive Guide to Natural Fibres* (1^a ed.). Laurence King Publishers.

Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies. *IFAC-PapersOnLine*, 28(3), 1870-1875. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.359>

Kotler, P. (2000). *Administração de Marketing* (10^a ed., 7^a reimpressão). São Paulo: Prentice Hall

Kotler, P. (2000). *Administração de marketing: a edição do novo milênio*. São Paulo: Prentice Hall.

Kumar, P., Maddikunta, R., Pham, Q., Prabadevi, B., Deepa, N., Dev, K., Reddy, T., Ruby, R., & Liyanage, M. (2021). Journal of Industrial Information Integration Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications ☆. *Journal of Industrial Information Integration*, July, 100257. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>

Küpper, D., Heidemann, A., Ströhle, J., Spindelndreier, D., & Knizek, C. (2017). When Lean Meets Industry 4.0. The Boston Consulting Group, 12/17, 15. http://image-src.bcg.com/Images/BCG-When-Lean-Meets-Industry-4.0-Dec-2017_tcm87-179091.pdf

Lampropoulos, G., Siakas, K., & Anastasiadis, T. (2019). Internet of Things in the Context of Industry 4.0: An Overview. *International Journal of Entrepreneurial Knowledge*, 7(1), 4-19. <https://doi.org/10.2478/ijek-2019-0001>.

Lee, J., Azamfar, M., & Singh, J. (2019). A blockchain enabled Cyber-Physical System architecture for Industry 4.0 manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 20, 34-39. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2019.05.003>

Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5-20. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>

Lödding, H., Riedel, R., Thoben, K. D., von Cieminski, G., & Kiritsis, D. (2017). Preface. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 514, 341-349. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-66926-7>

Mani, S., Singh, J., & Singh, H. (2009). Kaizen Philosophy: A Review of Literature Kaizen Philosophy: A Review of Literature.

Mayr, A., Weigelt, M., Kühl, A., Grimm, S., Erll, A., Potzel, M., & Franke, J. (2018). Lean 4.0-A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 72(June), 622-628. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.292>

Mohamad, E., Soufhwee, M., Rahman, A., & Ito, T. (2019). Framework of Andon Support System in Lean Cyber-Physical System Production Environment Framework of Andon Support System in Lean Cyber-Physical System Production Environment. September, 10-13. <https://doi.org/10.1299/jsmemsd.2019.404>

Mullet, V., Sondi, P., & Ramat, E. (2021). A Review of Cybersecurity Guidelines for Manufacturing Factories in Industry 4.0. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3056650>

Nayernia, H., Bahemia, H., & Papagiannidis, S. (2022). A systematic review of the implementation of industry 4.0 from the organisational perspective. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.2002964>

Nicholas, J. (2014). Total Quality Management & Business Excellence Hoshin kanri and critical success factors in quality management and lean production. December, 37-41. <https://doi.org/10.1080/14783363.2014.976938>

Ohno, T. (1988). Toyota production system: beyond large-scale production. crc Press.

Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127-182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>

Pekarcikova, M., Trebuna, P., Kliment, M., & Rosocha, L. (2020). Material flow optimization through e-Kanban system simulation. *International Journal of Simulation Modelling*, 19(2), 243-254. <https://doi.org/10.2507/IJSIMM19-2-513>

Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.032>

Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras*. Lidel Edições Técnicas.

Pizoń, J., & Gola, A. (2023). Human-Machine Relationship-Perspective and Future Roadmap for Industry 5.0 Solutions. *Machines*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/machines11020203>

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers and Education*, 147(December 2019), 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean enterprise institute.

Ružarovský, R., Holubek, R., Janíček, M., Velíšek, K., & Tirian, G. O. (2021). Analysis of the Industry 4.0 key elements and technologies implementation in the Festo Didactic educational systems MPS 203 I4.0. *Journal of Physics: Conference Series*, 1781(1), 0-12. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1781/1/012030>

S. Wang, J. Wan, D. Li, and C. Zhang, "Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook", *Int. J. Distrib. Sens. Networks*, vol. 2016, 2016.

Saarikko, T., Westergren, U. H., & Blomquist, T. (2020). Digital transformation: Five recommendations for the digitally conscious firm. *Business Horizons*, 63(6), 825-839. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2020.07.005>

Santos, B. P., Silva, L. A., Celes, C. S. F. S., Borges, J. B., Neto, B. S. P., Vieira, M. A. M., ... & Loureiro, A. (2016). Internet das coisas: da teoria à prática. *Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*, 31, 16.

Sari, R. P. (2015). Integration of Key Performance Indicator into the Corporate Strategic Planning: Case Study at PT. Inti Luhur Fuja Abadi, Pasuruan, East Java, Indonesia. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 3, 121-126. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.01.024>

Satoglu, S. I., Durmusoglu, M. B., & Dogan, I. (2006). Evaluation of the conversion from central storage to decentralized storages in cellular manufacturing environments using activity-based costing. *International Journal of Production Economics*, 103(2), 616-632. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.12.003>

Slack, N. (1993). Made to measure: Is JIT for you? *Industrial Management & Data Systems*, 93(9), 3-6. <https://doi.org/10.1108/02635579310047252>

Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2004). *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas.

Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875-1885. ISSN 1877-7058. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>.

Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, 51(1), 40-49. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>

Tettamanzi, A. G., Oglialoro, C., & La Rosa, M. (2021). Smart Grid: A review of some international initiatives. *Utilities Policy*, 69(September 2020), 101223. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101223>

Tortorella, G. L., & Uva, A. E. (2019). Systematic Review in Operations Management. (J. K. Viswanadham, Ed.) *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(3), 841-855. <https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2915455>

Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*. Springer Series in Advanced Manufacturing. Springer International Publishing Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_15.

Valamede, L. S., & Akkari, A. C. S. (2020, February). Lean manufacturing and Industry 4.0: a holistic integration perspective in the industrial context. In *2020 9th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM)* (pp. 63-68). IEEE.

Vinitha, K., Ambrose Prabhu, R., Bhaskar, R., et al. (2020). Review on industrial mathematics and materials at Industry 1.0 to Industry 4.0. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.331>.

Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for Industry 4.0: A self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Networks*, 101, 158-168. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2016.03.015>

Wichmann, R. L., Eisenbart, B., & Gericke, K. (2019). A Direção da Indústria: Uma Revisão Bibliográfica sobre a Indústria 4.0. Em Anais da 22^a Conferência Internacional de Design de Engenharia (ICED19), Delft, Holanda, 5-8 de agosto de 2019. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.219>.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon & Schuster.

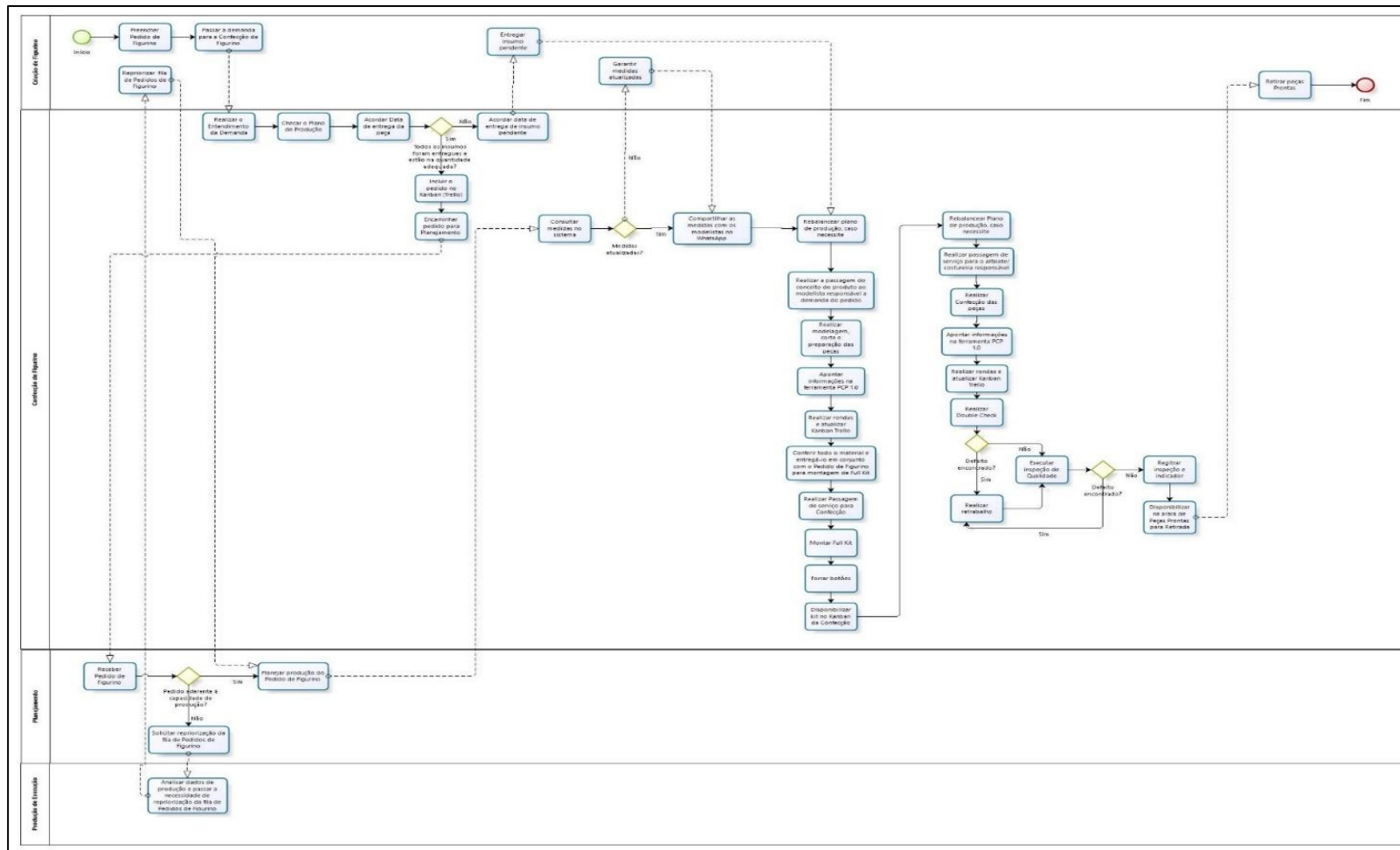
Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Triumph of Lean Production*. Rawson Macmillan.

Yakovleva, N. V., & Masloboev, V. A. (2020). A Review of Technologies and Solutions for Cloud-Based Manufacturing Execution Systems. *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME*, 142(10). <https://doi.org/10.1115/1.4047660>

Yang, S., Siau, K., & Shao, Y. P. (2019). Toward a Framework of Internet of Things (IoT) Systems Management. *Journal of Computer Information Systems*, 59(4), 295-305. <https://doi.org/10.1080/08874417.2018.1490676>

Zhou, K., Zhang, Q., & Lytras, M. D. (2021). Industry 4.0 implications on operations and supply chain management: A review. *Industrial Management and Data Systems, ahead-of-p(ahead-of-p)*, 1-20. <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2019-0543>

Anexo A – Processo de produção da Fábrica de Figurinos da Rede Globo



Anexo B – Dados apontados e as respectivas análises às peças masculinas de época

		Avental	Calça	Camisa	Capa	Casaco	Colete	Dolman	Paletó	Quimono	Túnica
Mês e Ano	10-2021		13:21	3:10	6:37		10:08		35:01		
	11-2021		19:20	8:54			15:43	9:46	43:35		
	12-2021	7:31	12:43	16:56		0:52		6:38	49:54		
	1-2022	0:49	14:50	11:12	3:36	5:13	10:18	12:36	20:55		
	2-2022		7:00	3:22			7:12		17:08		
	3-2022		4:27	2:55	1:25		2:47	10:46	20:49		
	4-2022	15:29	5:12	5:23		30:38	2:41		21:08		
	5-2022		4:37	5:17			12:01		41:39		
	6-2022		7:23	2:21		14:24	13:41		29:30		
	7-2022		4:23				8:03		40:22		
	9-2022		1:00					2:46			
	12-2022		7:20						20:16		
	1-2023		8:54	6:02			4:23		14:35	2:16	
	2-2023		9:47	3:00					25:05		3:39
Análise de tempos de produção	Mediana Tempo realizado	-	8:54	4:31	-	-	4:23	-	20:16	2:16	3:39
	Mediana Tempo Planeado	4:09	8:19	8:19	12:29	12:29	8:19	25:14	20:49	8:19	8:19
	Diferença % (planeado x apontado)	-	-7%	46%	-	-	47%	-	3%	73%	56%
	Diferença total de tempo (hh:mm)		0:34	3:48			3:56		0:33	6:02	4:40
Análise de desvio padrão	10-2021 à 09-2022	0,31	0,24	0,20	0,11	0,55	0,19	0,16	0,49	-	-
	10-2022 à 02-2023	-	0,05	0,09	-	-	-	-	0,22	-	-
	Variação	-	0,18	0,11	-	-	-	-	0,27	-	-
	Variação %	-	78%	56%	-	-	-	-	55%	-	-
	Teste	-	0,18	0,11	-	-	-	-	0,27	-	-
	Conclusão	inconclusivo	Melhor	Melhor	inconclusivo	inconclusivo	inconclusivo	inconclusivo	Melhor	inconclusivo	inconclusivo

Anexo C – Dados apontados e as respectivas análises às peças femininas de época

	mês ano	Avental	Bermuda	Blusa	Calça	Camisa	Capa	Casaco	Colete	Faixa	Quimono	Saia	Túnica	Vestido de Época	
Mês e Ano	10-2021			16:37	30:04	39:18		50:41				28:24		41:36	
	11-2021			55:07	18:39	34:16			21:48			26:11		39:42	
	12-2021			33:34	5:18	40:48					4:05	25:57		46:14	
	1-2022			29:35	4:19	30:26					10:13	38:39	129:24	49:59	
	2-2022	27:47		59:09	3:34	20:08		35:30	16:10	18:53		23:41		43:01	
	3-2022		25:49		16:53	16:50					1:42		24:32	7:51	52:56
	4-2022		7:16					37:18					36:44		47:17
	5-2022	0:31		35:38	3:46	7:31		55:33					12:32		61:03
	6-2022	6:43		43:08	6:24	6:33		55:11	5:48				15:10		39:22
	7-2022	5:10			53:40										121:02
	8-2022													0:11	
	10-2022														16:05
	11-2022			0:28									8:11		
	12-2022			7:10									15:12		
	1-2023	3:48		12:19	8:35			17:23	13:43				13:49		32:14
2-2023			11:31	10:41								6:02		39:23	
Análise de tempos de produção	Mediana Tempo realizado	3:48	-	11:31	9:38	-	17:23	13:43	-	-	-	11:00	-	32:14	
	Mediana Tempo Planeado	4:09	8:19	16:39	8:19	16:39	12:29	12:29	8:19	2:44	12:29	24:59	8:19	33:19	
	Diferença % (planeado x apontado)	9%	-	31%	-16%	-	-39%	-10%	-	-	-	56%	-	3%	
	Diferença total de tempo (hh:mm)	0:21	-	5:07	1:18		4:53	1:13				13:58		1:05	
Análise de desvio padrão	10-2021 à 09-2022	0,50	0,55	0,62	0,70	0,57	-	0,41	0,34	0,51	0,18	0,36	3,02	1,02	
	10-2022 à 02-2023	-	-	0,23	0,06	-	-	-	-	-	-	0,18	-	0,50	
	Variação	-	-	0,39	0,64	-	-	-	-	-	-	0,17	-	0,52	
	Variação %	-	-	63%	91%	-	-	-	-	-	-	49%	-	51%	
	Teste	-	-	0,39	0,64	-	-	-	-	-	-	0,17	-	0,52	
	Conclusão	inconclusivo	inconclusivo	Melhor	Melhor	inconclusivo	inconclusivo	inconclusivo	inconclusivo	inconclusivo	inconclusivo	inconclusivo	Melhor	inconclusivo	Melhor

Anexo D – Dados apontados e as respectivas análises às peças masculinas contemporâneas

	Avental	Bata	Bermuda	Blazer	Calça	Camisa	Camiseta	Capa	Casaco	Colete	Dolman	Jaqueta	Macacão	Paletó	Quimono	Short	Túnica		
Mês e Ano	10-2021				7:48	3:58		13:58				56:50	6:41	45:14					
	11-2021			10:20	6:20	2:04	0:17			15:38		1:25	3:52	17:03	6:21				
	12-2021	1:17:37			26:55	8:29	12:59		2:51	67:29		9:34	10:47	27:35					
	1-2022			2:50	11:49	9:03	4:09		26:29	188:19		7:50	30:11	7:12					
	2-2022			12:50	8:42	8:25			13:15			4:23	2:14	47:11		5:02			
	3-2022				3:37	11:50	17:13	29:35	2:46			12:43				2:28			
	4-2022			4:27	12:50	2:27	3:44		16:26	8:02			18:51	9:25			16:20		
	5-2022	2:40:07	5:42		81:07	2:32	3:41	2:18		6:29		12:50	14:19	26:20	2:43		7:38		
	6-2022	2:17:10		2:40		9:12	1:42	101:40			2:17	25:59		6:01	27:33	3:35	1:43		
	7-2022			8:36	33:31	9:30	9:11	4:30		29:40	11:39	23:30		4:21	37:50				
	8-2022	1:31:39	1:47	8:37	24:59	5:19	5:29		2:27	36:42	9:49			25:15	45:50		7:36	0:22	
	9-2022					75:05	6:51	13:08	7:04	0:27				10:30	32:32	4:50			
	10-2022			3:11	15:54	9:55	3:40	0:09		5:12	10:57		2:09	23:31	29:29		6:10		
	11-2022			2:23	17:00	4:11	2:03			0:21	11:18		6:10	6:57	15:21		7:10		
	12-2022				19:04	7:33	4:14				6:35		7:07	14:54	14:54				
	1-2023	1:20:11		2:55	14:23	5:06	4:33				2:06		8:39	13:30	26:00	6:15	11:10	13:54	
	2-2023					8:44	7:38			17:20	3:15			19:59	15:57				
	Análise de tempos de produção	Mediana Tempo realizado	1:20	-	2:55	16:27	7:33	4:14	0:09	-	5:12	6:35	-	6:10	13:30	15:57	6:15	7:10	13:54
		Mediana Tempo Planeado	2:44	4:09	8:19	20:49	8:19	8:19	4:09	8:19	8:19	25:14	12:29	20:49	20:49	8:19	8:19	8:19	8:19
		Diferença % (planeado x apontado)	-	-	65%	21%	9%	49%	-	-	37%	21%	-	51%	35%	23%	-	14%	-
Diferença total de tempo (hh:mm)		-	-	5:24	4:21	0:46	4:05	-	-	3:06	1:44	-	6:19	7:19	4:51	-	1:09	-	
Análise de desvio padrão	10-2021 à 09-2022	0,03	0,12	0,17	1,20	0,12	0,17	1,53	0,56	0,55	2,66	0,07	0,79	0,38	0,59	0,07	0,11	0,33	
	10-2022 à 02-2023	-	-	0,02	0,08	0,10	0,08	-	-	0,36	0,18	-	0,14	0,31	0,29	-	0,11	-	
	Variação	-	-	0,15	1,11	0,02	0,09	-	-	0,19	2,49	-	0,65	0,07	0,30	-	0,00	-	
	Variação %	-	-	90%	93%	18%	52%	-	-	34%	93%	-	83%	19%	51%	-	1%	-	
	Teste	-	-	0,15	1,11	0,02	0,09	-	-	0,19	2,49	-	0,65	0,07	0,30	-	0,00	-	
	Conclusão	inconclusivo	inconclusivo	Melhor	Melhor	Melhor	Melhor	inconclusivo	inconclusivo	Melhor	Melhor	inconclusivo	Melhor	Melhor	Melhor	inconclusivo	Melhor	inconclusivo	

Anexo E – Dados apontados e as respectivas análises às peças femininas de contemporâneas

	mês ano	Avental	Bata	Bermuda	Blazer	Blusa	Body	Calça	Camisa	Camiseta	Capa	Casaco	Colete	Jaqueta	Macacão	Quimono	Saia	Short	Top	Túnica	Vestido	
Mês e Ano	10-2021				36:43	5:20	8:30	5:27	3:50			32:05			2:07		3:42		7:37		33:16	
	11-2021				121:09	11:29		6:15		1:56	46:17			11:35			7:12				12:30	
	12-2021				44:19	6:28						4:50		2:40								20:18
	1-2022				15:09	22:25	10:42	36:36	33:08	60:21			6:10		72:00		13:03	8:40	9:42			29:51
	2-2022				19:12	31:07	9:32	9:25	6:09			104:56			9:45		12:36		57:37			37:35
	3-2022				19:11	6:45	24:25	1:56	2:14	0:47	3:44	16:36	5:44		17:39		10:40		1:32			12:39
	4-2022	16:43			90:24	5:22		10:08	3:02	7:26					53:45	1:24	8:32	3:14	3:04			12:24
	5-2022	0:58			77:05	38:32	3:32	10:07	1:32						27:10		10:19					10:07
	6-2022	3:37	5:33		28:39	6:28		4:46	17:15	1:56				5:29		30:25		7:59		35:22		22:06
	7-2022	0:34	2:11		38:32	18:12	3:54	12:55	19:50				49:46		53:56	3:49		10:21	0:20	1:53	8:38	11:26
	8-2022	3:00			69:52	4:21		7:58	16:02		8:21	18:34	25:58			22:30		11:10	4:13	7:46		18:56
	9-2022	0:06	0:38		5:12	8:22		16:00					83:13	7:08				3:32	1:25	14:40		14:15
	10-2022	2:50	1:54	7:22	22:30	5:51		13:56	8:33	1:22			20:00	7:20		8:27	3:13	4:18	6:25	18:07	8:48	16:36
	11-2022	0:27			17:52			8:20	6:33				14:39		5:33	8:24	5:52	9:02	2:28			16:21
	12-2022	1:28			20:37	12:09		8:40	21:30				20:05		15:27	14:08		9:38				29:02
	1-2023				17:52	13:36	7:15	13:04	14:45				31:30	7:16		30:47	3:45	9:54		4:07	20:17	23:48
	2-2023				4:00	16:31		9:51	10:49				16:16			19:04		10:53		12:00		19:41
	Análise de tempos de produção	Mediana Tempo realizado	1:28	1:54	7:22	17:52	12:53	7:15	9:51	10:49	1:22	-	20:00	7:18	10:30	14:08	3:45	9:38	4:26	12:00	14:33	19:41
		Mediana Tempo Planeado	2:44	12:29	8:19	20:49	12:29	4:09	8:19	8:19	4:09	8:19	12:29	8:19	12:29	20:49	12:29	8:19	8:19	4:09	8:19	16:39
		Diferença % (planeado x apontado)	47%	85%	11%	14%	-3%	-74%	-18%	-30%	67%	-	-60%	12%	16%	32%	70%	-16%	47%	-188%	-75%	-18%
Diferença total de tempo (hh:mm)		1:16	10:35	0:57	2:56	0:23	3:05	1:31	2:29	2:47	-	7:31	1:01	1:59	6:40	8:44	1:18	3:52	7:50	6:13	3:01	
Análise de desvio padrão	10-2021 à 09-2022	0,26	0,10	-	1,47	0,48	0,32	0,39	0,45	1,07	0,97	1,55	0,41	1,14	0,97	-	0,13	0,13	0,79	-	0,39	
	10-2022 à 02-2023	0,05	-	-	0,30	0,19	-	0,11	0,25	-	-	0,27	0,00	0,29	0,39	0,06	0,11	0,12	0,29	0,34	0,22	
	Variação	0,21	-	-	1,16	0,29	-	0,28	0,20	-	-	1,27	0,41	0,85	0,58	-	0,03	0,02	0,50	-	0,17	
	Variação %	81%	-	-	79%	61%	-	72%	45%	-	-	82%	99%	74%	60%	-	20%	13%	63%	-	43%	
	Teste	0,21	-	-	1,16	0,29	-	0,28	0,20	-	-	1,27	0,41	0,85	0,58	-	0,03	0,02	0,50	-	0,17	
	Conclusão	Melhor	inconclusivo	inconclusivo	Melhor	Melhor	inconclusivo	Melhor	Melhor	inconclusivo	inconclusivo	inconclusivo	Melhor	Melhor	Melhor	Melhor	inconclusivo	Melhor	Melhor	Melhor	inconclusivo	Melhor

Anexo F – Descrição de Gênero, Família, Período e complexidades na fabricação das peças

Peça	Família	Gênero	Período	Complexidade Modelagem	Complexidade Confeção
Abaya	Top	Feminino	Época	2	2
Anágua	<i>Bottom</i> Feminino	Feminino	Época	3	3
Avental	Simples	Feminino	Contemporâneo	1	1
Avental	Simples	Masculino	Contemporâneo	1	1
Avental	Simples	Feminino	Época	2	2
Avental	Simples	Masculino	Época	2	2
Bandeira	Simples	Único	Contemporâneo	1	2
Bata	Top	Feminino	Contemporâneo	2	2
Bata	Top	Masculino	Contemporâneo	2	2
Bata	Top	Feminino	Época	2	2
Bata	Top	Masculino	Época	2	2
Batina	Alfaiataria top	Masculino	Época	1	4
Bermuda	<i>Bottom</i>	Feminino	Contemporâneo	1	2
Bermuda	<i>Bottom</i>	Masculino	Contemporâneo	1	2
Bermuda	<i>Bottom</i>	Feminino	Época	2	3
Bermuda	<i>Bottom</i>	Masculino	Época	2	3
Berthe	Top	Feminino	Época	3	4
Biquini	<i>Underwear</i>	Feminino	Época	2	3
Blazer	Alfaiataria top	Feminino	Contemporâneo	3	4
Blazer	Alfaiataria top	Masculino	Contemporâneo	3	4
Blusa	Top Simples	Feminino	Contemporâneo	3	3
Blusa	Top Simples	Feminino	Época	3	4
Body	<i>Underwear</i>	Feminino	Contemporâneo	1	2
Bolero	Top	Feminino	Contemporâneo	2	2
Bolero	Top	Feminino	Época	2	4
Bomber	Top	Feminino	Contemporâneo	2	3
Bomber	Top	Masculino	Contemporâneo	2	3
Burca	Inteiro	Feminino	Época	2	3
Calça	<i>Bottom</i>	Feminino	Contemporâneo	2	3
Calça	<i>Bottom</i>	Masculino	Contemporâneo	2	3
Calça	<i>Bottom</i>	Feminino	Época	2	3
Calça	<i>Bottom</i>	Masculino	Época	2	3
Calcinha	<i>Underwear</i>	Feminino	Contemporâneo	1	2
Calcinha	<i>Underwear</i>	Feminino	Época	3	3
Camisa	Top	Feminino	Contemporâneo	2	3
Camisa	Top	Masculino	Contemporâneo	2	3
Camisa	Top	Feminino	Época	3	4
Camisa	Top	Masculino	Época	2	3
Camiseta	Top Simples	Feminino	Contemporâneo	1	1
Camiseta	Top Simples	Masculino	Contemporâneo	1	1
Camisola	Inteiro	Feminino	Contemporâneo	2	3
Camisola	Inteiro	Masculino	Contemporâneo	2	3
Camisola	Inteiro	Feminino	Época	2	3

Camisola	Inteiro	Masculino	Época	2	3
Capa	Top	Feminino	Contemporâneo	1	2
Capa	Top	Masculino	Contemporâneo	1	2
Capa	Top	Feminino	Época	2	3
Capa	Top	Masculino	Época	2	3
Capuz	Simples	Feminino	Contemporâneo	1	2
Capuz	Simples	Masculino	Contemporâneo	1	2
Capuz	Simples	Feminino	Época	1	3
Capuz	Simples	Masculino	Época	1	3
Casaca	Alfaiataria top	Feminino	Época	3	5
Casaca	Alfaiataria top	Masculino	Época	3	5
Casaco	Top	Feminino	Contemporâneo	2	2
Casaco	Top	Masculino	Contemporâneo	2	2
Casaco	Top	Feminino	Época	3	4
Casaco	Top	Masculino	Época	3	4
Casaquinho	Top	Feminino	Contemporâneo	2	3
Casaquinho	Top	Feminino	Época	3	4
Ceroula	<i>Bottom</i>	Feminino	Época	1	2
Ceroula	<i>Bottom</i>	Masculino	Época	1	2
Chale	Simples	Feminino	Contemporâneo	1	2
Chale	Simples	Feminino	Época	1	4
Cinto Vestido	Simples	Feminino	Contemporâneo	1	1
Cinto Vestido	Simples	Feminino	Época	1	1
Cinturita	Corset	Feminino	Época	2	3
Colete	Top	Feminino	Contemporâneo	2	2
Colete	Top	Masculino	Contemporâneo	2	2
Colete	Top	Feminino	Época	3	3
Colete	Top	Masculino	Época	3	3
Collant	<i>Underwear</i>	Feminino	Época	1	2
Combinação	Inteiro	Feminino	Contemporâneo	2	3
Combinação	Inteiro	Feminino	Época	2	3
Corpete	Corset	Feminino	Contemporâneo	3	4
Corpete	Corset	Feminino	Época	3	5
Corselet	Corset	Feminino	Contemporâneo	3	4
Corselet	Corset	Feminino	Época	3	5
Corselet	Corset	Feminino	Época	3	5
Cueca	<i>Underwear</i>	Masculino	Contemporâneo	1	1
Cueca	<i>Underwear</i>	Masculino	Época	2	3
<i>Dinner</i>	Alfaiataria top	Masculino	Contemporâneo	3	4
<i>Dinner</i>	Alfaiataria top	Feminino	Contemporâneo	3	4
<i>Dinner</i>	Alfaiataria top	Masculino	Época	3	4
<i>Dinner</i>	Alfaiataria top	Feminino	Época	3	4
Dolman	Alfaiataria top	Masculino	Contemporâneo	3	5
Dolman	Alfaiataria top	Masculino	Época	3	4
Faixa	Simples	Feminino	Contemporâneo	1	1
Faixa	Simples	Masculino	Contemporâneo	1	1
Faixa	Simples	Feminino	Época	1	1
Faixa	Simples	Masculino	Época	1	1
Farda	Alfaiataria top	Masculino	Contemporâneo	3	4
Farda	Alfaiataria top	Feminino	Contemporâneo	3	4
Farda	Alfaiataria top	Masculino	Época	3	4
Farda	Alfaiataria top	Feminino	Época	3	4
Fichu	Top	Feminino	Época	3	4
Fraque	Alfaiataria top	Masculino	Contemporâneo	3	4
Fraque	Alfaiataria top	Feminino	Contemporâneo	3	4
Fraque	Alfaiataria top	Masculino	Época	3	4

Fraque	Alfaiataria top	Feminino	Época	3	4
Gibão	Alfaiataria top	Masculino	Época	3	5
Gola	Simples	Feminino	Contemporâneo	1	1
Gola	Simples	Masculino	Contemporâneo	1	1
Gola	Simples	Feminino	Época	2	3
Gola	Simples	Masculino	Época	2	3
Hábito	Alfaiataria top	Feminino	Época	3	5
Hot Pant	Underwear	Feminino	Contemporâneo	1	1
Hot Pant	Underwear	Feminino	Época	1	1
Jaleco	Top	Feminino	Contemporâneo	1	2
Jaleco	Top	Masculino	Contemporâneo	1	2
Jaleco	Top	Feminino	Época	2	4
Jaleco	Top	Masculino	Época	2	4
Jaqueta	Top	Feminino	Contemporâneo	2	4
Jaqueta	Top	Masculino	Contemporâneo	2	4
Jaquetão	Alfaiataria top	Masculino	Época	3	4
Jardineira	Bottom	Feminino	Contemporâneo	2	2
Jardineira	Bottom	Masculino	Contemporâneo	2	2
Jardineira	Bottom	Feminino	Época	2	3
Jardineira	Bottom	Masculino	Época	2	3
Kaftan	Top	Feminino	Contemporâneo	1	2
Kaftan	Top	Masculino	Contemporâneo	1	2
Kaftan	Top	Feminino	Época	1	3
Kaftan	Top	Masculino	Época	1	3
Lenço	Simples	Feminino	Contemporâneo	1	1
Lenço	Simples	Masculino	Contemporâneo	1	1
Lenço	Simples	Feminino	Época	1	1
Lenço	Simples	Masculino	Época	1	1
Macacão	Inteiro	Feminino	Contemporâneo	2	4
Macacão	Inteiro	Masculino	Contemporâneo	2	4
Macaquinho	Inteiro	Feminino	Contemporâneo	2	3
Maiô	Underwear	Feminino	Contemporâneo	1	2
Maiô	Underwear	Feminino	Época	2	3
Mandrião	Inteiro	Feminino	Época	3	3
Manga	Simples	Feminino	Época	2	2
Manga	Simples	Masculino	Época	2	2
Manto	Top	Feminino	Época	2	4
Manto	Top	Masculino	Época	2	4
Paletó	Alfaiataria top	Masculino	Contemporâneo	3	4
Paletó	Alfaiataria top	Masculino	Época	3	4
Peitilho	Simples	Feminino	Contemporâneo	2	2
Peitilho	Simples	Masculino	Contemporâneo	2	2
Peitilho	Simples	Feminino	Época	2	3
Peitilho	Simples	Masculino	Época	2	3
Pelerine	Top	Feminino	Época	2	4
Punho	Simples	Feminino	Época	1	2
Punho	Simples	Masculino	Época	1	2
Quimono	Top	Feminino	Contemporâneo	2	4
Quimono	Top	Masculino	Contemporâneo	2	4
Quimono	Top	Feminino	Época	2	4
Quimono	Top	Masculino	Época	2	4
Regata	Top Simples	Masculino	Contemporâneo	1	2
Robe	Top	Feminino	Contemporâneo	2	2
Robe	Top	Masculino	Contemporâneo	2	2
Roupão	Top	Feminino	Contemporâneo	1	2
Roupão	Top	Masculino	Contemporâneo	1	2

Saia	<i>Bottom Feminino</i>	Feminino	Contemporâneo	2	3
Saia	<i>Bottom Feminino</i>	Feminino	Época	3	4
Salopete	Inteiro	Feminino	Contemporâneo	2	4
Short	<i>Bottom</i>	Feminino	Contemporâneo	1	2
Short	<i>Bottom</i>	Masculino	Contemporâneo	1	2
Smoking	Alfaiataria top	Masculino	Época	3	5
Sobrecasaca	Alfaiataria top	Feminino	Época	3	5
Sobrecasaca	Alfaiataria top	Masculino	Época	3	5
Sobresaia	<i>Bottom Feminino</i>	Feminino	Época	2	4
Sobretudo	Alfaiataria top	Feminino	Contemporâneo	3	4
Sobretudo	Alfaiataria top	Masculino	Contemporâneo	3	5
Sobretudo	Alfaiataria top	Feminino	Época	3	5
Sobretudo	Alfaiataria top	Masculino	Época	3	5
Sobreveste	Alfaiataria top	Feminino	Contemporâneo	3	5
Sobreveste	Alfaiataria top	Feminino	Época	3	5
Sobreveste	Alfaiataria top	Masculino	Época	3	5
Sunga	<i>Underwear</i>	Masculino	Contemporâneo	1	2
Sunga	<i>Underwear</i>	Masculino	Época	1	2
Sutiã	<i>Underwear</i>	Feminino	Contemporâneo	2	3
Sutiã	<i>Underwear</i>	Feminino	Época	3	4
Tailleur	Alfaiataria top	Feminino	Época	4	#N/D
Tapa-Sexo	<i>Underwear</i>	Masculino	Contemporâneo	1	2
Tapa-sexo	<i>Underwear</i>	Masculino	Contemporâneo	1	2
Thobe	Top	Masculino	Época	2	3
Toga	Inteiro	Único	Época	2	4
Top	Top Simples	Feminino	Contemporâneo	1	2
Túnica	Top	Feminino	Contemporâneo	2	3
Túnica	Top	Masculino	Contemporâneo	2	3
Túnica	Top	Feminino	Época	2	3
Túnica	Top	Masculino	Época	2	3
Veste	Top	Feminino	Época	2	3
Veste	Top	Masculino	Época	2	3
Vestido	Inteiro	Feminino	Contemporâneo	2	4
Vestido de Época	Inteiro	Feminino	Época	3	5
Vestido de festa	Inteiro	Feminino	Contemporâneo	3	3
Vestido de Noiva	Inteiro	Feminino	Contemporâneo	3	5
Vestido de Noiva	Inteiro	Feminino	Época	3	5
Véu	Simples	Feminino	Contemporâneo	2	3
Véu	Simples	Feminino	Época	3	4