

CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO – UNISAGRADO

ERIK YUSKE ORIY

IMPORTÂNCIA DA AUTOMAÇÃO E DA INDÚSTRIA 4.0 EM INDÚSTRIAS DE  
PRODUTOS: SIMULAÇÃO NO SOFTWARE FLEXSIM

BAURU

2023

ERIK YUSKE ORIY

IMPORTÂNCIA DA AUTOMAÇÃO E DA INDÚSTRIA 4.0 EM INDÚSTRIAS DE  
PRODUTOS: SIMULAÇÃO NO SOFTWARE FLEXSIM

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como parte dos requisitos  
para obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Mecânica - Centro  
Universitário Sagrado Coração.

Orientador: Prof. Dr. José Augusto de  
Carvalho Dias

BAURU

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com  
ISBD

O69i

Oriy, Erik Yuske

Importância da automação e da indústria 4.0 em indústrias de produtos: simulação no Software Flexsim / Erik Yuske Oriy. -- 2023. 21f. : il.

Orientador: Prof. Dr. José Augusto de Carvalho Dias

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP

1. Automação Industrial. 2. Produtividade. 3. Indústria 4.0. 4. Evolução. 5. Indústria. I. Dias, José Augusto de Carvalho. II. Título.

ERIK YUSKE ORIY

IMPORTÂNCIA DA AUTOMAÇÃO E DA INDÚSTRIA 4.0 EM INDÚSTRIAS DE  
PRODUTOS: SIMULAÇÃO NO SOFTWARE FLEXSIM

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como parte dos requisitos  
para obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Mecânica- Centro  
Universitário Sagrado Coração.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. José Augusto de Carvalho Dias (Orientador)  
Centro Universitário Sagrado Coração

---

Titulação, Nome  
Instituição

---

Titulação, Nome  
Instituição

Dedico este trabalho aos meus pais,  
amigos e colegas, com carinho.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiro quero agradecer ao meu pai Luis Kazuyoshi Oriy (in memoriam) pelo todo o apoio e motivação nos meus primeiros anos de graduação.

Também quero agradecer a minha mãe Iracema Rocha Oriy pelo seu apoio em todos esses anos, me ajudando e incentivando a sempre não desistir.

“A vitória sobre si mesmo é a maior de todas as vitórias” (DHAMMAPADA, verso 103).

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Linha de Produção 1. ....	14
Figura 2: Linha de Produção 2. ....	14
Figura 3: Linha de Produção 3. ....	15
Figura 4: Linha de Produção 4. ....	15
Figura 5: Linha de Produção 5. ....	16
Figura 6: Linha de Produção 5 sem a adição da segunda esteira.....	16
Figura 7: Linha de Produção 5 com a segunda esteira. ....	17
Figura 8: Gráfico de produtividade das 5 linhas de produções .....	17



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	8
1.1	JUSTIFICATIVA .....	8
1.2	OBJETIVOS .....	9
1.2.1	Objetivo Geral.....	9
1.2.2	Objetivos Específicos .....	9
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
3	REVISÃO DA LITERATURA .....	10
3.1	PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL .....	10
3.2	AUTOMAÇÃO E INDÚSTRIA 4.0.....	11
3.3	INDÚSTRIA 5.0 .....	12
3.4	SOFTWARE FLEXSIM.....	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	13
5	CONCLUSÃO.....	17
5.1	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	19
	REFERÊNCIAS.....	20

# IMPORTÂNCIA DA AUTOMAÇÃO E DA INDÚSTRIA 4.0 EM INDÚSTRIAS DE PRODUTOS: SIMULAÇÃO NO SOFTWARE FLEXSIM

ORIY, E.Y.<sup>1</sup>; Dias, J.A.C.<sup>2</sup>

**RESUMO:** Antes do aparecimento das indústrias, todos os produtos eram manufaturados. Por conta disso a produção era baixa em comparação com a população que crescia progressivamente. Porém com o advento da primeira Revolução Industrial com a utilização das máquinas a vapor, aprimorou seus processos para o aumento da produtividade e impulsionou a evolução da linha de produção. De tal maneira conseguiu suprir essa demanda de produtos. Com o passar das décadas as mudanças e as inovações tecnológicas continuaram a acontecer até o surgimento da Indústria 4.0, que utilizava robôs na fabricação de produtos, assim tendo uma produtividade maior comparada as Revoluções anteriores. A quarta Revolução Industrial foi muito usada pelas indústrias fabricantes de produtos, a fim de aumentar a sua produtividade, mas também para suprir a demanda de produtos para o mundo. Deste modo está pesquisa apresenta um estudo sobre a evolução da produtividade, a fim de mostrar a importância da automação e da Indústria 4.0 em indústrias de produtos utilizando para isso o software de simulação produtiva FlexSim que permitirá demonstrar os ganhos produtivos e realizar a comparação.

**Palavras-chave:** Automação Industrial. Produtividade. Indústria 4.0. Evolução. Indústria.

**ABSTRACT:** Before the advent of industries, all products were manufactured. As a result, production was low compared to the progressively growing population. However, with the onset of the first Industrial Revolution and the use of steam engines, processes were refined to increase productivity, propelling the evolution of the production line. This improvement successfully met the demand for products. Over the decades, technological changes and innovations continued to occur, leading to the emergence of Industry 4.0, which involved the use of robots in product manufacturing, resulting in higher productivity compared to previous revolutions. The fourth Industrial Revolution was widely adopted by product-manufacturing industries to not only increase productivity but also to meet the world's product demand. This research, therefore, presents a study on the evolution of productivity, aiming to highlight the importance of automation and Industry 4.0 in product industries. The productive simulation software FlexSim is utilized to demonstrate productivity gains and facilitate comparisons.

**Keywords:** Industrial Automation. Productivity. Industry 4.0. Evolution. Industry.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO), e-mail para contato: oriy20002@gmail.com

<sup>2</sup> Professor doutor docente do curso de Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO), e-mail para contato: jose.dias@unisagrado.edu.br

# 1 INTRODUÇÃO

A indústria desempenha um papel crucial no fornecimento de produtos para a população global em constante crescimento. No entanto, para atender à demanda crescente e garantir a eficiência dos processos de produção, é essencial buscar soluções inovadoras. Nesse contexto, a automação e a Indústria 4.0 emergem como ferramentas fundamentais para impulsionar a produtividade, a qualidade e a segurança nas indústrias de mercadorias.

Segundo Sacomano (2018) a integração da tecnologia de informação e comunicação na indústria 4.0 permite alcançar maiores produtividades, flexibilidades, qualidades e gerenciamentos, contribuindo para a adoção de novas estratégias e modelos de negócios, reduzindo a ocorrência de erros humanos e minimizando a variabilidade nos resultados.

A Indústria 4.0, por sua vez, promove a integração dos processos industriais com as tecnologias da informação e comunicação. Esse conceito engloba a interconexão de máquinas, sistemas e pessoas, por meio da Internet das Coisas (IoT) e da análise de dados em tempo real (Silveira, 2016). Na indústria de produtos em geral, a aplicação da Indústria 4.0 permite o monitoramento contínuo dos parâmetros de produção, como temperatura, umidade e pressão, garantindo a segurança dos produtos. Além disso, a coleta e análise de dados fornecem informações relevantes para otimizar os processos, reduzir custos e tomar decisões embasadas.

Sendo assim, a proposta desse trabalho é criar uma simulação através do software de simulação FlexSim e comparar a produtividade antes e depois da implementação da automação industrial na linha de produção, a fim de mostrar a importância da automação, para suprir a grande demanda de mercadorias diante de uma população global crescendo constantemente.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Com o aumento da população global, as indústrias de bens de consumo precisam inovar constantemente para atender à crescente demanda por produtos essenciais em todo o mundo, “[...] estudiosos vinculados aos problemas populacionais, numa ligação direta com a produção de alimentos e infraestrutura para esta população que cresce continuamente” (FONTANA ET AL, 2015, p.114).

Por conta disso é importante ressaltar a necessidade da automação industrial dentro das empresas fornecedoras de recursos, Fontana et al (2015) fala que a produção de alimento tem crescido por conta do desenvolvimento tecnológico e isto pode ser visto com a evolução da automação junto com a robótica e o sistema de inteligência artificial complementando uma a outra, fazendo elas se comunicarem entre si para a otimização da produtividade da empresa.

De acordo com Iqbal, Khan e Khalid (2017) citam que as fabricas de alimentos com a introdução da robótica dentro da linha de produção, teve um aumento de produtividade de + 25%. Com isso, a concepção resulta na atual proposta deste trabalho, que busca mostrar a importância da automação industrial dentro dos setores industriais fornecedoras de produtos, com o propósito de destacar a necessidade constante de atualizar o sistema de automação para atender a uma demanda crescente de produtos para a população global.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Fazer uma análise baseado no software FlexSim, fazendo uma simulação de produtividade geral, para levantar dados sobre a evolução produtiva comparando o antes e o depois da implementação da automação e das estratégias da Industria 4.0 dentro da linha de produção de produtos gerais.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar levantamento de dados da simulação utilizando o software FlexSim.
- Comparar os dados levantados sobre antes e depois da automação e das estratégias da Industria 4.0.
- Mostrar a evolução da produtividade.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

Para o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso, serão realizados levantamentos bibliográficos em artigos, livros, blogs e revistas, sobre o tema Automação Industrial, Industria 4.0 e simulação produtiva.

Após o levantamento bibliográfico, será realizado uma simulação, utilizando o software FlexSim. Na simulação, será levado em consideração uma linha produtiva de produtos qualquer. Através do software, serão realizados 4 processos diferentes,

cada uma mais automatizada que a anterior, sendo a última aplicando as estratégias da Indústria 4.0, serão analisadas.

Com os dados obtidos na simulação, será investigado o antes e depois da implementação da automação dentro da linha de produção e com as estratégias da Indústria 4.0, para demonstrar os efeitos causados por elas na produtividade.

### **3 REVISÃO DA LITERATURA**

A humanidade presenciou o surgimento da indústria, onde foi um marco para a evolução do mundo. As Revoluções Industriais foram fatores importantes para o avanço da raça humana, junto com a automação industrial ajudando no aumento da produtividade e a suprir a demanda de produtos industriais. Com o aumento da população crescendo progressivamente, a automação industrial tem uma grande importância dentro das empresas de tecnologia a fim de aumentar a eficiência, aprimorar a qualidade e fornecer os produtos necessários para atender a essa grande demanda de recursos.

“Antes do surgimento da indústria, tudo era produzido de forma manual, fator que proporcionava pequenas produções, e isso era inevitável diante de uma população que crescia descontroladamente” (SAKURAI; ZUCHI, 2018). Devido ao crescimento populacional mencionado, os produtores e cultivadores manuais não conseguiam satisfazer as necessidades do povo.

#### **3.1 PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL**

Boettcher, (2015) mostra que a primeira Revolução Industrial aconteceu na Inglaterra, no final do século XVIII e início do século XIX, entre 1760 a 1850, que depois se estendeu para outros países, onde todos ingressaram no novo modelo industrial.

A Indústria 1.0 foi importante por trazerem novas tecnologias, que trouxeram uma grande evolução nos setores de transporte e produção. A ciência descobriu a utilidade do carvão como fonte de energia e então a descoberta da máquina a vapor e a locomotiva (VENTURELLI, 2020).

A primeira Revolução foi importante pois impulsionou o capitalismo, onde antes era comercial virou industrial que por sua essência tinha como objetivo uma produção mais rápida e em maior quantidade. Essa revolução mudou a vida das pessoas e até

hoje seus reflexos podem ser vistos e continuam em processo de transformação (CAVALCANTE; SILVA, 2011).

No processo da Revolução Industrial o uso de novas tecnologia foram essenciais para o crescimento e a modernização, por conta disso o modelo industrial desenvolvido inicialmente sofreu mudanças, onde em 1870 um grande consumo de tecnologia movida pelas inovações aparece a segunda Revolução Industrial. Nesse contexto foram descobertas as utilidades da eletricidade e a química na criação de motores. Essa revolução industrial teve destaque, por buscar maiores lucros; especialização do trabalho; ampliação da produção (SILVA; GASPARIN, 2018).

Junto com a Industrial 2.0 o dono da Ford Motor Company, desenvolveu seu próprio procedimento industrial baseado na linha de montagem para gerar uma grande produção que deveria ser consumida em massa. “[...] o americano Henry Ford criou um modelo de produção onde peças eram transportadas até os operários através de esteiras transportadoras” (CARDOSO, 2016). Este método foi conhecido como modelo de produção Fordista ou simplesmente de Fordismo (SCHAFER, 2015).

Souza, (s.d) explica que a terceira Revolução Industrial, também conhecida como Revolução Técnico – Científico, que teve início no século XX e ficou marcada pela vinda de novas tecnologias, principalmente as relacionadas a eletrônica e informática nos processos industriais, colaborando para grandes ganhos produtivos.

A concepção de uma produção em massa foi dando espaço a produção em lotes, necessária para suprir a demanda com a redução e controle de estoque. Polon, (2018) comenta que os produtos passaram a ter um maior valor agregado, para compensar o tempo gasto com pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos empregados ao processo, diferente das duas primeiras revoluções.

### **3.2 AUTOMAÇÃO E INDUSTRIA 4.0**

Por conta de uma forte modernização, a humanidade continuou investindo em tecnologia e assim nasce a Indústria 4.0, sendo originada em 2011 na feira de Hannover na Alemanha.

Com a digitalização e a automação o Silveira (s.d) esclarece que o fundamento básico da Indústria 4.0 é de interligar máquinas, sistemas e ativos, as empresas podendo criar redes inteligentes, assim controlar os módulos de produção de forma autônoma. Estas redes que conectam equipamentos formam sistemas “cyber-física”, que são o elo entre o mundo real e o virtual (ZANNI, 2015).

Com o alto desenvolvimento da quarta Revolução a automação industrial sendo um conglomerado de sistemas capazes de receber informações e tomar ações corretivas apropriadas, comportando-se igual a um operador, porém com ajuda de sensores, teve uma evolução significativa dentro da robótica e IA (inteligência artificial).

Com a evolução da robótica e da IA, sistemas com base em controle automático mecanizados e sistemas atuais microeletrônicos, foram evoluindo nos últimos anos. Tudo isto foi surgindo devido às necessidades sentidas, em busca do aumento das produtividades e conseqüentemente melhores resultados a nível de produção (OLIVEIRA, 2013, p.1).

A junção de modelos mecânicos, matemáticos e sistemas computacionais dão origem a um sistema automatizado, possuindo níveis de precisão e sincronia nos sistemas, sendo necessário possuir conhecimento em variadas áreas para a produção da máquina.

Hoje em dia a automação industrial é um recurso indispensável nas indústrias, por causa dos muitos benefícios que ela traz como: eficiência, segurança, menor custo, maior produção etc. O FIR (2015) menciona que em 2014 foram vendidas 229.261 unidades, batendo o recorde do ano passado. O mesmo padrão de crescimento foi testemunhado no setor de robôs para as indústrias alimentícias e de bebidas.

Para destaque nas empresas alimentícias “os fabricantes da indústria de alimentos registraram um aumento de produtividade de + 25% após o uso da robótica em comparação com o trabalho realizado por uma cadeia humana” (IQBAL; KHAN; KHALID,2017). Como fala anteriormente este cenário pode ser visto muito nas indústrias produtoras de carne de frango, onde eles usam um processo automatizado de corte e desossamento de frangos.

### **3.3 INDÚSTRIA 5.0**

Na atualidade, com a ascensão da inteligência artificial, as empresas estão buscando ampliar a integração da IA em seus sistemas de produção para aprimorar o desempenho. A Indústria 5.0 tem como propósito promover agilidade, qualidade e eficiência, fazendo uso de tecnologias flexíveis e adaptáveis, com o objetivo de criar um ecossistema eficaz que conecte seres humanos e IA (Leng et al., 2022).

Com a implementação da inteligência artificial, diversas tendências tecnológicas têm conquistado espaço na indústria, tais como a Internet das Coisas (IoT), Big Data, Computação em Nuvem (EC) e robôs colaborativos, sendo integradas para impulsionar o aumento da produção e a entrega mais rápida de produtos personalizados. Isso transforma a Indústria 5.0 em um modelo de produção centrado na interconexão entre humanos e máquinas (Maddikunta et al., 2022).

### **3.4 SOFTWARE FLEXSIM**

O FlexSim é um software de simulação de manufatura que permite analisar e melhorar processos industriais reais em meios virtuais, possibilitando modelar uma linha de produção real em um ambiente 3D e virtual, proporcionando a alteração em tempo real das variáveis de processo, testando o modelo base da simulação em cenários diversificados, sem a necessidade de ficar fazendo teste dentro da operação real. (SARTORI; FERREIRA; MERIZIO; GRIPA, 2020).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O Flexsim, sendo um programa com a finalidade de recriar linhas de produção de processos industriais simples á complexas, possui diversas ferramentas de personalização, podendo inserir operadores e máquinas para otimizar o processo, possibilitando colocar mais de duas linhas de produção no mesmo programa, sendo possível modificar o tempo de início e fim da produção, podendo comparar a eficiência de cada linha de produção, gerando gráficos e tabelas para análises coletivas e individuais dos processos estudados.

Da indústria 1.0 até a 4.0, já entrando na 5.0, diversas áreas se beneficiaram dessa evolução, inclusive a indústria de produtos. Por conta desse enriquecimento muitas empresas tiveram um salto em questão de qualidade e desempenho.

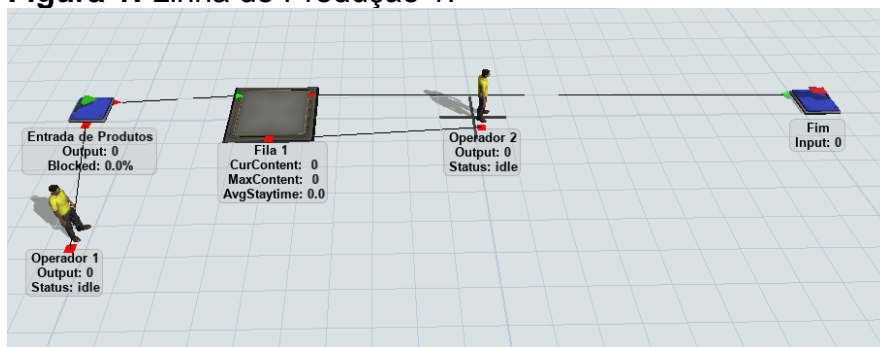
No software Flexsim foram feitas cinco linhas de produção, com cada uma possuindo uma entrada e uma saída de produto, onde foi analisada a saída dos produtos para comparação do índice de desempenho. No percurso da entrada à saída foram introduzidos itens para simular o transporte do produto, a fim de melhor análise foram colocados parâmetros iguais nos itens de transporte em relação a velocidade, capacidade e tempo de carregamento do produto, para melhor comparação entre as simulações.



Após montadas as linhas de produções, foram rodadas simulações em um período de 1 hora para obtenção de parâmetros equivalentes, a fim de manter um período uniforme para cada linha de produção.

Na linha de produção 1(Figura 1) foram posicionados uma entrada de produtos empacotados, onde o operador 1 é conectada a uma fila, após o operado 1 deixar o produto empacotado na fila, em seguida o operador 2 pega o produto e carrega até o fim da linha.

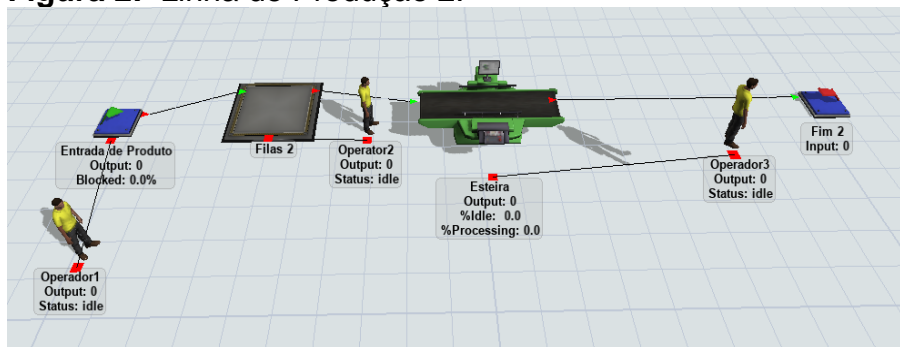
**Figura 1:** Linha de Produção 1.



**Fonte:** Elaborada pelo autor dentro do software Flexsim.

Na linha de produção 2 (Figura 2) foram colocados uma entrada de produtos empacotados, onde o operador 1 é conectada a uma fila, após o operado 1 deixar o produto na fila, em seguida o operador 2 pega o produto e leva para uma esteira, no qual é levada para o operado 3 que a transporta para o fim da linha.

**Figura 2:** Linha de Produção 2.

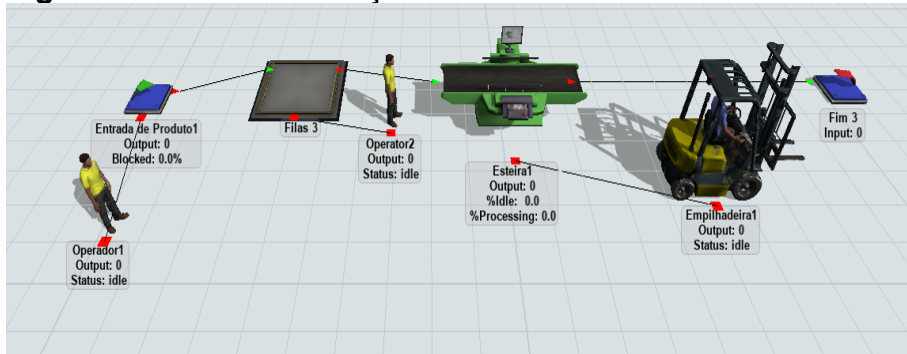


**Fonte:** Elaborada pelo autor dentro do software Flexsim.

Na linha de produção 3 (Figura 3) foram postos uma entrada de produtos empacotados, no qual o operador 1 é ligado a uma fila, em seguida o operador 1 deixar o produto na fila, logo após deixar pacote o operador 2 pega o produto e leva

até a esteira, no qual é transportado para a empilhadeira 1 que a transportara para o fim da produção.

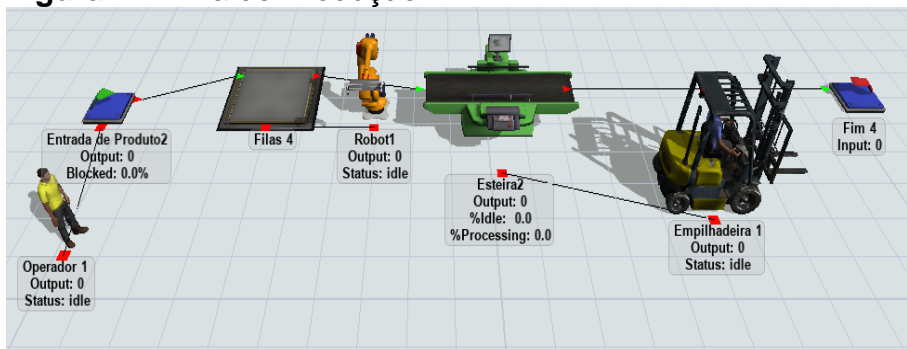
**Figura 3:** Linha de Produção 3.



**Fonte:** Elaborada pelo autor dentro do software Flexsim

Na linha de produção 4 (Figura 4) foram posicionados uma entrada de produtos empacotados, no qual o operador 1 é ligado a uma fila, logo em seguida o operador 1 leva o pacote na fila, em seguida o robô 1 pega o pacote e leva para a esteira, onde será transportada para a empilhadeira 1, levando para o fim da linha de produção.

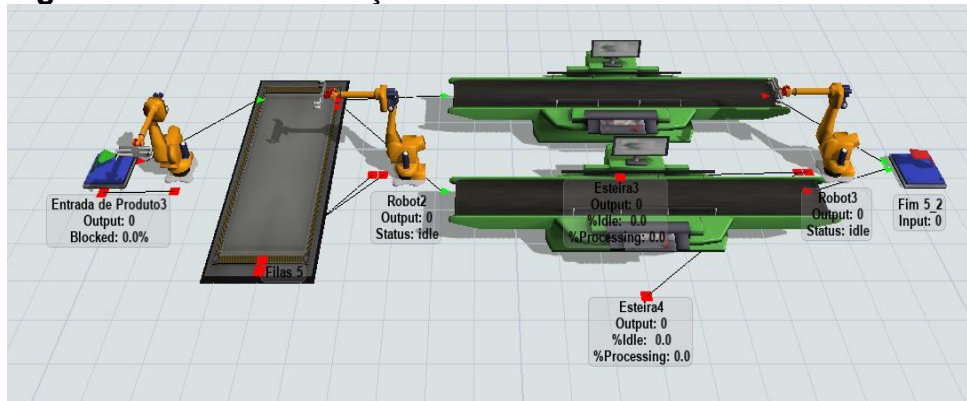
**Figura 4:** Linha de Produção 4.



**Fonte:** Elaborada pelo autor dentro do software Flexsim

Na linha de produção 5 (Figura 5) foram utilizadas uma entrada de produtos empacotados, onde o robô 1 é unido a uma fila, em seguida o robô 2 carrega o produto a esteira 1, logo após carregar a esteira 1 o robô 2 leva o produto para a esteira 2, em seguida será transportado para o robô 3, que colherá os produtos empacotados da esteira 1 para o fim da linha de produção, logo depois pegará os pães da esteira 2 carregando-os para o fim da produção.

**Figura 5:** Linha de Produção 5.



**Fonte:** Elaborada pelo autor dentro do software Flexsim

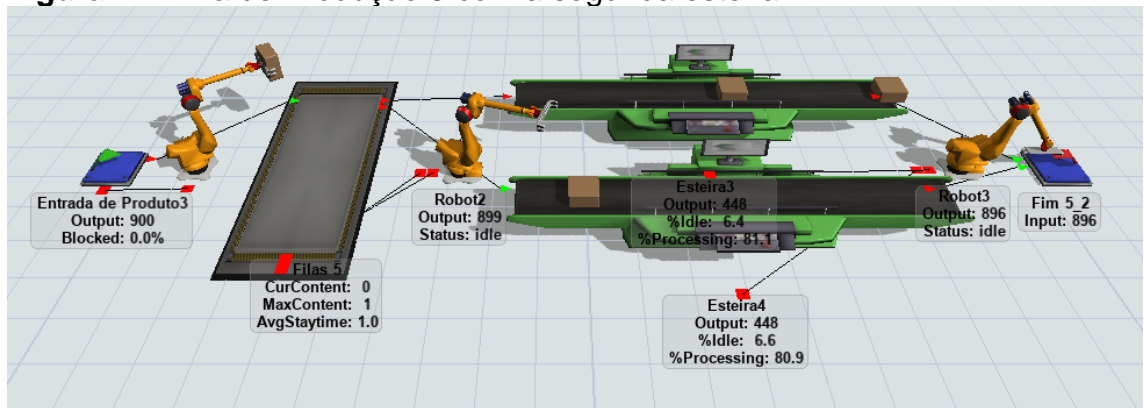
Na linha de produção 5 (Figura 6) foram utilizadas duas esteiras, por conta do acúmulo exagerado de pacotes na fila, para não sobrecarregar a linha de produção é implementado uma segunda esteira ao lado da primeira, ao posicionar a segunda esteira foram restabelecidos os parâmetros de frequência e a concentração de pacotes normalizados (Figura 7).

**Figura 6:** Linha de Produção 5 sem a adição da segunda esteira.



**Fonte:** Elaborada pelo autor dentro do software Flexsim

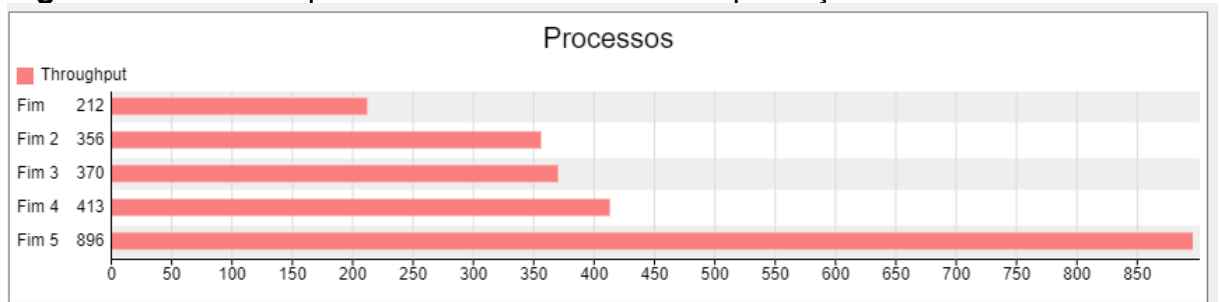
**Figura 7:** Linha de Produção 5 com a segunda esteira.



**Fonte:** Elaborada pelo autor dentro do software Flexsim

Com as linhas de produções simuladas por 1 hora, os dados de produtividade são gerados pelo software Flexsim em formatos de gráfico de barra, o gráfico de produtividade é dado por produtos/hora.

**Figura 8:** Gráfico de produtividade das 5 linhas de produções



**Fonte:** Elaborada pelo autor dentro do software Flexsim

## 5 CONCLUSÃO

A comparação dos dados de produtividade de cinco linhas de produção na indústria de bens, proporciona uma análise substantiva da evolução da produção, destacada pela implementação de estratégias relacionadas com a automação e a Indústria 4.0, e apresenta uma visão prospetiva para a transição para o paradigma da Indústria 5.0.

Antes da adoção das diretrizes da automação e da Indústria 4.0, a produção de produtos em geral era amplamente caracterizada por procedimentos manuais, o que inevitavelmente resultava em menor produtividade, além de permitir uma grande margem de erro. É inegável que tais sistemas de produção são baseados no trabalho

humano, resultando em baixa eficiência, processos demorados e suscetíveis a interrupções operacionais devido à fadiga humana.

No entanto, a combinação das estratégias de automação e Indústria 4.0 trouxe uma transformação significativa. A linha de produção foi significativamente otimizada através da introdução de tecnologias avançadas, como robôs, sensores, sistemas de rastreamento e automação de controle.

Com base nos dados obtidos, pode-se observar que a linha de produção 5 apresenta a maior produtividade, produzindo 896 produtos por hora, enquanto a linha de produção 1 apresenta a menor produtividade, produzindo 212 produtos por hora. Isso mostra que a configuração da linha 5 é a mais eficiente em termos de produção por hora em comparação com as linhas anteriores. A implementação de um segundo esteira permitiu à linha de produção 5 lidar com o aumento da carga de trabalho, o que significa que na aplicação de dois robôs dentro da empresa, caso o segundo transportador não fosse adquirido, a linha de trabalho não conseguiria acompanhar o ritmo de trabalho, sobrecarregando a linha de produção e causando prejuízos financeiros à empresa.

Essa evolução produtiva benéfica da automação e digitalização na indústria de produtos. A automação reduz a dependência de mão de obra e aumenta a consistência, precisão e eficiência do processo. Além disso, a adaptabilidade em tempo real e os recursos de análise de dados melhoram a tomada de decisões e a eficiência operacional.

A transição para a Indústria 5.0 anuncia enormes avanços, com maior ênfase nas sinergias entre a inteligência artificial, a Internet das Coisas (IoT) e os sistemas ciberfísicos. Esse movimento promete uma produção mais eficiente e personalizada, com grande adaptabilidade e processos autônomos. A coleta e análise de dados em tempo real proporcionarão otimização contínua, bem como a capacidade de adaptar a produção para atender às necessidades específicas do consumidor.

Em resumo, a evolução da produção nas linhas de produção de produto, para além dos constrangimentos da Indústria 4.0 e rumo à Indústria 5.0, representa uma conquista significativa em termos de eficiência e capacidade de resposta na fábrica de produtos. A automação e a digitalização desempenham um papel vital na transformação da produção de itens, tornando a indústria mais competitiva, sustentável e adaptável às necessidades dinâmicas dos consumidores.

## **5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Dada as limitações de algumas informações e do prazo restrito para concluir este trabalho, recomenda-se fortemente que estudos futuros considerem a incorporação de um planejamento financeiro abrangente. Este plano visa preencher lacunas não abordadas detalhadamente neste trabalho, nomeadamente no que diz respeito aos custos de implementação, custos de manutenção e viabilidade financeira das tecnologias em questão. Incorporar um plano financeiro sólido não só permite uma análise mais abrangente destes aspectos, mas também aumenta muito a compreensão geral dos desafios e oportunidades associados à implementação bem-sucedida das tecnologias de automação e da Indústria 4.0. Esta abordagem mais detalhada e focada permite uma avaliação mais precisa dos recursos necessários, contribuindo para uma tomada de decisões estratégicas mais minuciosa no setor industrial.

## REFERÊNCIAS

- BOETTCHER, M. **Revolução Industrial - Um pouco de história da Indústria 1.0 até a Indústria 4.0**. LinkedIn. 26 nov. 2015. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/revolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-um-pouco-de-hist%C3%B3ria-da-10-at%C3%A9-boettcher>>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- CARDOSO, M. O. **Indústria 4.0: a quarta revolução industrial**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016. Curitiba, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/17086>>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- CAVALCANTE, Z. V.; SILVA, M. L. S. da. **A importância da Revolução Industrial no mundo da Tecnologia**. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 7. 2011. Maringá. Anais eletrônico. Maringá. 2011. Disponível em: <<http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/6395>>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- Federação Internacional de Robótica– FIR. **World robotics executive summary**. Frankfurt am Main: IFR. 2015. Disponível em: <[http://www.diag.uniroma1.it/~deluca/rob1\\_en/2015\\_WorldRobotics\\_ExecSummary.pdf](http://www.diag.uniroma1.it/~deluca/rob1_en/2015_WorldRobotics_ExecSummary.pdf)>. Acessado em: 14 mar. 2021.
- IQBAL, J.; KHAN, Z. H.; KHALID, A. **Prospects of robotics in food industry**. Food Sci. Technol (Campinas), Campinas, v. 37, n. 2, p. 159-165, abr. 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612017000200159&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612017000200159&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- Leng, J., Sha, W., Wang, B., Zheng, P., Zhuang, C., Liu, Q., Wuest, T., Mourtzis, D., & Wang, L. (2022). **Industry 5.0: Prospect and retrospect**. *Journal of Manufacturing Systems*, 65, 279–295. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2022.09.017>>. Acessado em: 09 de setembro de 2023.
- Maddikunta, P. K. R., Pham, Q. V., B, P., Deepa, N., Dev, K., Gadekallu, T. R., Ruby, R., & Liyanage, M. (2022). **Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications**. *Journal of Industrial Information Integration*, 26, 100257. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/J.JII.2021.100257>>. Acessado em 10 de setembro de 2023.
- OLIVEIRA, N. F. **Automação de Linha Industrial Flexível para Demonstração**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013. Portugal, 2003. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/72670/1/000157928.pdf>>. Acessado em: 14 mar. 2021.
- POLON, L. **Terceira Revolução Industrial**. 2018. Disponível em: <<http://www.estudopratico.com.br/terceira-revolucao-industrial/>>. Acesso em 14 mar. 2021.

SACOMANO, J. B., GONÇALVES, R. F., BONILLA S. H., SILVA, M. T., SÁTYRO, W. C. (2018). **Indústria 4.0**. Editora Blucher.

SAKURAI, R.; ZUCHI, J. D. **AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS ATÉ A INDÚSTRIA 4.0**. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 480-491, 2018. DOI: 10.31510/infa. v15i2.386. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/386>. Acesso em: 14 mar. 2021.

SARTORI, S.; FERREIRA, B.; MEREZIO, M.; GRIPA, S. **A utilização do Software FLEXSIM e sua aplicabilidade para a melhoria contínua dos sistemas de produção**. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a20v41n24/a20v41n24p08.pdf>>. Acessado em: 03 maio. 2023.

SCHAFER, G. **Revolução Industrial (2º fase)**. 2015. Disponível em: <<http://schafergabriel.blogspot.com/2015/02/revolucao-industrial-2-fase.html>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

SILVA, J. A. B.; FONTANA, R. L. M.; COSTA, S. S.; RODRIGUES, A. J. **Teorias demográficas e o crescimento populacional no mundo**. Caderno de Graduação - Ciências Humanas e Sociais – UNIT. Sergipe, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 113–124, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/cadernohumanas/article/view/1951>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

SILVA, M. C. A.; GASPARIN, J. L. **A Segunda Revolução Industrial e suas influências sobre a Educação Escolar Brasileira**. 2015. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/15584876-A-segunda-revolucao-industrial-e-suas-influencias-sobre-a-educacao-escolar-brasileira.html>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

SILVEIRA, C.B. **O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo**. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

SILVEIRA. **O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo**. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 02 de setembro de 2023.

VENTURELLI, M. **Indústria 4.0: uma visão da automação industrial. Automação Industrial**, nov. 2020. Disponível em: <<https://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0-uma-visao-da-automacao-industrial/>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

ZANNI, Alessandro. **Sistemas cyber-físicos e cidades inteligentes**. 2015. Disponível em: <<https://developer.ibm.com/br/technologies/iot/articles/ba-cyber-physical-systems-and-smart-cities-iot/>>. Acesso em: 14 mar. 2021.