ÁREA TEMÁTICA: OPERAÇÕES E LOGÍSTICA

CATEGORIA: ENANGRAD JUNIOR

TÍTULO DO TRABALHO IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO PCP E NA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO NO SETOR DE PRODUÇÃO DO BISTEK

Resumo

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) é um sistema processador de informações com função gerencial utilizado na área de gestão da produção e operações, sendo considerado fundamental para indústrias. Para potencializar esse processo, a aplicação de tecnologias da Indústria 4.0, também chamada de quarta revolução industrial, se torna essencial na para a área de produção e operações, contribuindo com as suas seguintes características: conectividade, automação, descentralização das decisões, análise de dados em tempo real e a integração dos sistemas produtivos, fatores que tornam os processos mais rápidos, personalizados e eficientes. Diante disso, o presente estudo analisa a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 e suas implicações no PCP e na sustentabilidade ambiental. Trata-se de pesquisa qualitativa, de natureza exploratório-descritiva, conduzida como estudo de caso a partir de revisão bibliográfica e de entrevista semiestruturada com o supervisor da central de produção de uma rede de padaria e confeitaria. Os resultados mostram que as tecnologias 4.0 aumentam o controle dos processos, reduzem desperdícios e otimizam recursos, contribuindo para a sustentabilidade ambiental, ainda que colaboradores possam ter dificuldades de adaptação nas implementações dos processos. A indústria 4.0 representa uma produção mais eficiente, integrada e sustentável, acompanhada de capacitação contínua das equipes, gerando resultados positivos e permanentes para a rede Bistek.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Planejamento e Controle da Produção; Sustentabilidade ambiental; Automação.

Abstract

Production Planning and Control (PPC) is an information-processing system with a managerial function used in production and operations management, considered fundamental for manufacturing industries. To enhance this process, the application of Industry 4.0 technologies—also known as the Fourth Industrial Revolution—becomes essential, contributing with key characteristics such as connectivity, automation, decentralized decision-making, real-time data analytics, and the integration of

production systems. These factors make processes faster, more customized, and more efficient.

In light of this, this study analyzes the adoption of Industry 4.0 technologies and their implications for Production Planning and Control (PPC) and environmental sustainability. It is a qualitative, exploratory-descriptive study conducted as a case study based on a literature review and a semi-structured interview with the production center supervisor of a bakery and confectionery chain. The results demonstrate that Industry 4.0 technologies increase process control, reduce waste, and optimize resources, directly contributing to environmental sustainability—even though employees may face adaptation challenges during process implementation. Overall, Industry 4.0 enables a more efficient, integrated, and sustainable production system, provided it is supported by continuous employee training, yielding lasting positive results for the Bistek chain.

Keywords: Industry 4.0; Production Planning and Control; Environmental sustainability; Automation.

1. Introdução

"A Indústria 4.0 é uma transformação abrangente na produção industrial por meio da tecnologia, da internet e da indústria convencional" (Barbosa, 2012 *apud* Siltori, 2020, p. 18).

> Segundo Souza;Reis Filho (2024, p. 888), Antes, a prioridade da produção era a incessante busca pela redução de custos e o aumento da eficiência, mas hoje, essas preocupações passam a ser acompanhadas por objetivos de desempenho como qualidade, confiabilidade, rapidez e flexibilidade.

Essa mudança em relação às prioridades do processo produtivo, se dão devido a alta demanda e a criação de novas tecnologias, como, big data, robôs autônomos, entre outros. Segundo Kusmall e Chiroli (2020), elas trazem maior eficiência e melhor gestão, pois armazenam e tratam os dados e automatizam o processo de tomada de decisão e atividades repetitivas. Além disso, as inovações tecnológicas e a inteligência artificial (IA) configuram-se como ferramentas promissoras para o avanço da agenda de sustentabilidade, em virtude de seus potenciais de otimizar processos, reduzir desperdícios e gerar conhecimento a partir da análise de grandes volumes de dados (Goralski; Tan, 2020; Kulkov et al., 2023; Ziemba et al., 2024).

Diante dessas exigências, o Planejamento e Controle da Produção (PCP) assume papel central na gestão das operações, pois coordena os recursos e fornece as informações necessárias à tomada de decisão. (Souza; Reis Filho, 2024).

Este artigo tem como objetivo principal analisar a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 e suas implicações no PCP e na sustentabilidade ambiental. Visando alcançar o objetivo geral, os objetivos específicos são: O que é a produção e o sistema de produção, entender o conceito de PCP relacionado com a Indústria e identificar o conceito central e os impactos de tecnologias da Indústria 4.0 no PCP e na sustentabilidade ambiental. Além

disso, descrever a metodologia adotada e discutir os resultados de um estudo de caso realizado na central de produção da rede de padaria e confeitaria do Bistek, que conta com cerca de 107 funcionários, articulando os dados empíricos à literatura.

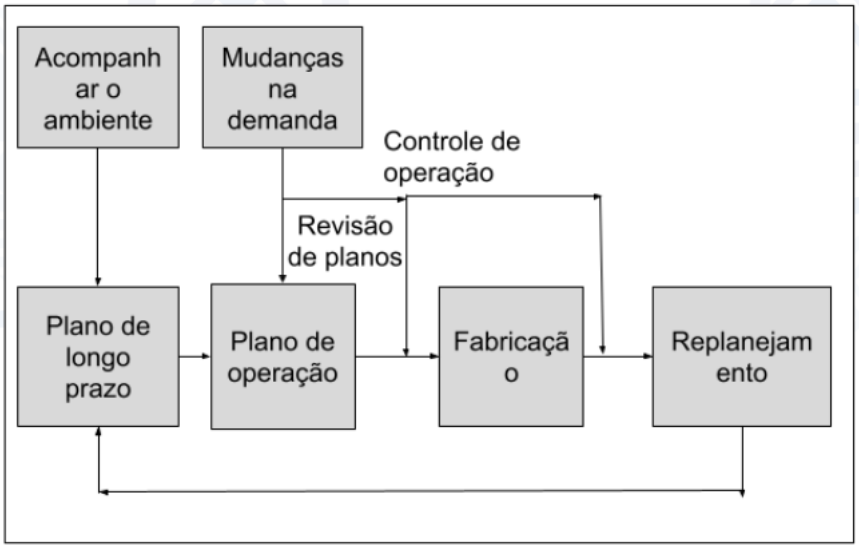
2. Fundamentação Teórica

2.1 Produção e sistemas de produção

A atividade produtiva é, em essência, um processo de transformação. Como sintetiza (Erdmann, 2007), “o ato de produzir implica em transformar”. A produção parte de insumos (entradas) que, associados aos demais recursos, são convertidos em produtos ou serviços. Trata-se, portanto, de um conjunto articulado de atividades que abrange tanto bens tangíveis quanto intangíveis (serviços).

Essa transformação ocorre por meio de sistemas de produção. Um sistema de produção é “um conjunto de partes que estão interrelacionadas e que atuam dentro de padrões estabelecidos sobre inputs (entradas), produzindo outputs (saídas)” (Souza; Reis Filho, 2024, p. 892), intermediando as relações entre fornecedor, produtor e cliente.

Figura 1 – Ciclo do sistema de produção



Fonte: Adaptado de Erdmann (2007).

Portanto, o sistema produtivo acompanha as demandas, faz planejamentos, a programação e o controle e através do que é observado nessas etapas e nas alterações de demanda, é realizado o replanejamento.

2.2 Conceito de PCP (Planejamento, controle e produção)

O PCP ou PPCP(Planejamento e Controle da Produção) tem um papel essencial para a gestão da produção, pois ele coordena os recursos para atender ao planejamento de produção, reduzindo custos e potencializando os resultados através da adaptação às necessidades do processo produtivo, sendo uma ferramenta estratégica indispensável para as organizações. (Souza; Reis Filho, 2024). De forma geral, pode-se dividir o PCP em três etapas, segundo (Erdmann, 2007).

A primeira etapa é o planejamento, que define o que, como e quanto será produzido; geralmente, isso é realizado a longo prazo. Programação: realizada no dia a dia, é a etapa em que se define quanto de cada produto deve ser produzido e quanto, exatamente, a cada período, com quais materiais, onde, por quem e quando ocorrerá a elaboração dos mesmos. Controle: compete à verificação de todas as atividades e etapas, comparando o que foi realizado com o que havia sido planejado, adotando as medidas necessárias para manter o ritmo ou mudar o que for preciso (Erdmann, 2007).

A etapa do planejamento é uma das mais importantes e, de acordo com Erdmann (2007), deve abordar e responder às seguintes questões: “O que produzir? Como produzir? Quanto produzir?”.

Ao responder a essas perguntas, a equipe de produção tem a direção do que será produzido. Já nas etapas de programação e controle, ocorre a parte prática; porém, nessa etapa também há planejamentos de curto prazo, verificando onde e quais materiais serão produzidos, por exemplo. A seguir serão apresentadas as etapas do planejamento de produção, segundo Erdmann (2007); na fase do projeto do produto define-se exatamente o que será produzido; Projeto do processo é a etapa que descreve, por meio de um roteiro, como o produto será elaborado; as definições de quantidades a serem produzidas baseiam-se na capacidade produtiva (variável interna) e na projeção de demanda (variável externa). A projeção de demanda: é necessário atualizar-se sobre as necessidades do mercado consumidor, pois é ele quem dita as regras, e deve-se ajustar o gargalo do processo produtivo, pois ele “corresponde a restrições que limitam o desempenho global de um sistema produtivo, prejudicando sua capacidade de satisfazer às demandas do mercado” (Delarici e Santana, 2025).

2.3 Indústria 4.0: conceitos e características

A Indústria 4.0, considerada também uma grande revolução tecnológica, propõe uma nova tendência industrial baseada em tecnologia de ponta (Morrar, 2017). Seu conceito assenta-se na integração entre os mundos físico e digital: “uma revolução industrial direcionada para os sistemas de Produção, nos quais sensores informam às máquinas como elas devem ser processadas, com coleta de dados e informações em tempo real” (Kusmall; Chiroli, 2020).

Descreve-se como um projeto futuro que pode ser definido por duas direções de desenvolvimento: mudanças sociais, econômicas e políticas gerais (períodos de desenvolvimento curtos, individualização sob demanda, flexibilidade, descentralização e eficiência de recursos) e amplas abordagens tecnológicas (aumento da mecanização e automação, digitalização e rede, miniaturização), conforme Lasi et al. (2014).

A transição do Brasil e de outros países em direção a esse desenvolvimento acentua a importância de compreender como as indústrias tecnológicas podem beneficiar a sociedade e as empresas, e como essa transição pode ocorrer de maneira segura.

A quarta revolução industrial trouxe mudanças significativas nas profissões, tornando o conhecimento em manufatura essencial para lidar com dispositivos tecnológicos (Gorecky, 2014). Isso inclui o planejamento automatizado impulsionado pela Internet das Coisas e processamento de dados em nuvem, resultando em ambientes máquina-máquina realistas (Wang, 2016). No contexto da Indústria 4.0, decisões automáticas e sequenciais, com a possibilidade de personalização posterior pelo usuário, ocorrem no planejamento de projetos (Pedagopu e Kumar, 2014).

Como características centrais, destacam-se a conectividade, a automação, a descentralização das decisões, a análise de dados em tempo real e a integração dos sistemas produtivos, fatores que tornam os processos mais rápidos, personalizados e eficientes. Trata-se, contudo, de um movimento que traz novos desafios e oportunidades, exigindo que as empresas estejam preparadas para enfrentá-los, conforme exposto no artigo pesquisado (Tortorelli et al., 2024, p. 1), sobretudo no que se refere à adaptação tecnológica e organizacional.

2.4 Tecnologias da Indústria 4.0

“A literatura organiza a Indústria 4.0 em torno de um conjunto de tecnologias habilitadoras, frequentemente descritas como nove pilares: Big Data, robôs autônomos, simulação, integração vertical e horizontal, Internet das Coisas (IoT), segurança cibernética, computação em nuvem, manufatura aditiva e realidade aumentada, aos quais se somam a inteligência artificial e os novos materiais” (Kusmall; Chiroli, 2020, p. 133).

A Internet das Coisas é a rede que permite comunicar, sentir e interagir com ambientes internos e externos, sendo sua integração à Indústria 4.0 considerada indispensável. O Big Data, por sua vez, é “a capacidade de armazenamento e tratamento de um grande volume de informações que otimiza o design, a produção e os ciclos de produtos, minimizando simultaneamente o uso de recursos” (Kusmall; Chiroli, 2020, p. 133).

A esses elementos somam-se os sistemas ciberfísicos (CPS), cuja utilização “possibilita a interação entre máquinas e produtos, permitindo a auto-organização do fluxo de processo” (Peixoto; Soares, 2022, p. 188).

No âmbito específico do PCP, a inteligência artificial assume papel de destaque. Conforme (Pereira et al. 2024, p. 1), “a inteligência artificial (IA)

desempenha um papel crucial no Planejamento e Controle da Produção (PCP), auxiliando na tomada de decisões e na otimização de processos", integrando-se à IoT, sensores e computação em nuvem para analisar grandes volumes de dados em tempo real e automatizar tarefas como a previsão de demanda, com a consequente redução de custos.

2.5 Tecnologias da Indústria 4.0 e sustentabilidade ambiental

A adoção das tecnologias da Indústria 4.0 também produz implicações na sustentabilidade. O termo sustentabilidade é definido como " [...] a capacidade de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades" (Glavic e Lukman, 2007 *apud* Siltori, 2020, p. 28). "Quando essas questões de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade foram definidas, houve a necessidade de criar uma interação entre as três dimensões, sendo elas a econômica, social e a ambiental. Para que a sustentabilidade funcione adequadamente é necessário que os aspectos dos pilares se encontrem e de forma holística passem a interagir" (Siltori, 2020, p. 30).

Com a consolidação da Indústria 4.0, prevê-se uma utilização muito mais eficiente dos insumos e recursos energéticos do maquinário produtivo por meio de algoritmos de aprendizado de máquina (Siltori, 2020).

Esse potencial, contudo, é ambivalente. A revisão de (Chew et al. 2024, p. 1) adverte que a Indústria 4.0 "possui um potencial duplo de reduzir o desperdício e as emissões, ao mesmo tempo em que aumenta as preocupações com o uso de energia, lixo eletrônico e privacidade de dados". Ainda assim, a literatura recente já identifica a sustentabilidade como tema emergente associado às técnicas de inteligência artificial aplicadas à produção, sugerindo o uso dessas tecnologias para práticas mais sustentáveis (Pereira et al., 2024, p. 9).

3. Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de natureza exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa. "Em termos gerais, o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o 'caso') em profundidade e em seu contexto de mundo real [...]" (Yin, 2024, p. 16). A escolha, logo, justifica-se pelo objetivo de compreender, em profundidade, como uma organização real adota tecnologias da Indústria 4.0 e quais são seus efeitos sobre o PCP e a sustentabilidade.

A coleta de dados foi realizada por meio de uma entrevista semiestruturada no dia 23/05/2026, com duração total de uma hora. A entrevista foi conduzida com o supervisor da central de produção da padaria e confeitaria da rede Bistek Supermercados, localizada em São José (SC), unidade responsável por abastecer as lojas da rede. O entrevistado ocupa o cargo de supervisor de produção há três anos e é responsável por uma equipe de 107 colaboradores, abrangendo a fabricação de pães, salgados, doces, tortas e sobremesas.

Os dados obtidos foram organizados por temas — tecnologias adotadas, gargalos produtivos, monitoramento, impactos no trabalho e sustentabilidade — e analisados à luz do referencial teórico, de modo a confrontar a prática observada com os conceitos de PCP e Indústria 4.0.

Em relação à declaração do uso de IA, utilizou-se o Scispace para a busca dos artigos empregados neste estudo e o Gemini para auxiliar na síntese do conteúdo e na estruturação do presente artigo, além do Manus na versão 1.6 Lite para correção ortográfica.

4. Análise e Discussão dos Resultados

4.1 O Bistek e a Confeitaria

O supermercado Bistek possui sua central de produção de pães e confeitos na região de São José (SC), sendo responsável pelo abastecimento das unidades da empresa com esses produtos. Diariamente, é realizada a produção de bolos, doces, tortas, salgados, pães e outros alimentos da base, operando em grandes quantidades para atender à demanda das unidades.

Os dados foram coletados através de uma entrevista via meet e de acordo com a fala do supervisor da operação entrevistado, a unidade conta com 107 colaboradores distribuídos nas etapas de produção e em seus respectivos terminais de trabalho, o que exige controle absoluto sobre as funções, planejamento diário da produção, controle de estoques, monitoramento das demandas e acompanhamento dos indicadores de desempenho para atingir o objetivo esperado.

O processo dessa operação é bastante complexo e exige bastante eficiência do Planejamento e Controle da Produção (PCP), considerando que os produtos são delicados e com validades curtas, precisam ser entregues com qualidade e dentro dos prazos estabelecidos. A adoção das tecnologias digitais torna-se fundamental para

garantir a entrega, contribuindo para atingir um maior grau de controle e eficiência no processo.

4.2 Tecnologias 4.0 Adotadas

O supervisor de produção de padaria do supermercado Bistek nos informou, em nossa entrevista, que utiliza em seus processos tecnologias 4.0 para a melhoria do seu fluxo de trabalho. Em destaque, foi adquirido de forma bastante positiva o uso da máquina pingadeira da marca Pirog, que produz 3.500 bolinhos em 1h30, economizando 8h de trabalho humano manual.

Segundo o entrevistado, os níveis de produção são acompanhados por sistemas integrados que permitem maior agilidade na tomada de decisões; esse processo reduz falhas operacionais e possibilita ajustes rápidos diante de alterações na demanda. Foram investidos 19 milhões em maquinário novo para a padaria na indústria, aumentando o ritmo de produtividade, a entrega com qualidade e a diminuição de atividades manuais.

Essas práticas estão alinhadas aos princípios da Indústria 4.0 descritos por Kusma e Chiroli (2020), especialmente no que se refere à conectividade, automação e utilização de dados para suporte às operações. Na produção da padaria do supermercado Bistek, foram adotados sistemas 5G de rastreio para gerenciamento de estoques com pedidos automáticos, resultando em um controle melhor e muito mais automatizado, máquinas de GiroFreezer que congelam os salgados fritos em 20 segundos com embalagem automática e tanques de imersão e esteira de lavagem que higienizam 20 formas em 10 minutos, contribuindo para a melhoria de todo o processo.

A integração dos sistemas e maquinários na produção reforça a importância da inovação e da adoção das tecnologias 4.0 nos processos. Mesmo que, por vezes, algum colaborador mais antigo possa emitir alguma resistência, é reforçado e executado de maneira funcional o quanto a aquisição da tecnologia reflete em um resultado eficiente. O acompanhamento da gestão e controle de atividades da produção ocorre de maneira centralizada e com maior visibilidade dos processos quando adotadas essas tecnologias, diminuindo erros e falhas.

PRINCIPAIS TECNOLOGIAS ADOTADAS	RESULTADO NA PRÁTICA	RELAÇÃO COM A TEORIA
máquina pingadeira	produz 3.500 bolinhos em 1h30, economizando 8h de trabalho humano manual.	Essa prática está alinhada aos princípios da Indústria 4.0 descritos por Kusma e Chiroli (2020), especialmente no que se refere à conectividade e automação para

		dar suporte às operações.
sistemas 5G de rastreio.	gerenciamento de estoques com pedidos automáticos.	Uma revolução industrial direcionada para os sistemas de Produção, com coleta de dados e informações em tempo real (Kusmall; Chiroli, 2020).

4.3 Implicações das Tecnologias no PCP

A adoção das tecnologias da Indústria 4.0, citadas anteriormente, é essencial e implica diretamente no PCP, pois é por meio do PCP que se realiza a gestão da produção.

O PCP se divide em três etapas, conforme a própria sigla: planejamento, programação e controle (Erdmann, 2007), e a adoção dessas tecnologias aplicadas no Bistek impacta cada uma dessas etapas.

No planejamento e na programação, eles utilizam dois sistemas que fornecem os dados de que precisam para o dia a dia e para o planejamento a longo prazo de forma integrada: o EP (estoque padrão) e o G5 vt, por meio dos quais os pedidos de insumo são realizados pela plataforma que os envia diretamente para o setor de compras, onde conseguem consultar o estoque instantaneamente e comprar os insumos de forma mais rápida. Ou seja, auxilia os setores de compras e produção a se planejarem e se programarem simultaneamente.

Outro sistema que eles utilizam e que se aplica mais diretamente à programação é o sistema GS, pois ele automatiza uma parte da programação do PCP, que, segundo Erdmann (2007), consiste em definir quais materiais e quais quantidades serão usadas para produzir determinado produto. A função dele é realizar a pesquisa de tudo o que é necessário para produzir os produtos, pesquisando pelo nome do produto e a quantidade que se quer produzir, e a plataforma informa tudo o que é preciso para produzir aquele produto em determinada quantidade. Já para o controle, não há nenhuma das tecnologias informadas que realize exatamente o que é feito nessa etapa; é o supervisor que faz esse controle da produção. Ele chega, na maioria dos dias, às 7 da manhã, verifica todos os setores, insumos (verifica o vencimento e outros aspectos), demandas e horários a serem entregues os produtos e passa as atividades para os funcionários. Além disso, enquanto eles realizam as atividades, ele supervisiona o uso de EPIs e a higiene por parte dos

funcionários. Ele geralmente verifica essa parte pelas câmeras, pois muitas vezes, na ausência do supervisor, é que o pessoal acaba retirando um EPI, por exemplo. Mas os sistemas citados anteriormente também impactam, pois apoiam as decisões deles com algumas informações.

Além disso, eles tinham dois gargalos em seu processo produtivo: um deles era a lavagem das formas utilizadas na produção dos alimentos, pois era realizada de forma manual e demandava dias para alguns funcionários conseguirem lavar tudo, inclusive muitos tinham até que fazer hora extra algumas vezes. E o outro gargalo era a produção das massas dos alimentos, pois as massas eram feitas de forma manual, produto e etapa por etapa, e ainda depois tinham que assar e decorar (principalmente os doces), por exemplo. E por isso, os produtos não ficavam prontos até meio-dia, atrasando o processo de distribuição para as redes Bistek.

Esses gargalos citados foram melhorados por meio da aplicação das tecnologias: tanques de imersão de água quente que realizam a lavagem de todas as formas em, no máximo, dois dias. E a máquina pingadeira, que melhorou a produção das massas, realizando todas de forma automatizada, desde a preparação da massa com insumos e o processo de assar e desenformar as massas. Em uma hora e meia, ela produz cerca de 3.500 massas, e elas já saem prontas para a etapa de confeitar os alimentos. Antes, esse processo de produção das massas levava cerca de três horas e meia.

“O algoritmo de programação finita da produção deve ser orientado para a maximização do fluxo no recurso crítico ou gargalo” (Tubino, 2017, apud Slack et al., 2015).

Principais tecnologias adotadas	Resultado na prática	Relação com a teoria
EP (estoque padrão) e o G5 vt	Planejamento de curto e longo prazo com dados integrados.	É muito importante ter esse controle através de tecnologias atualizadas no planejamento da produção, pois, segundo (Erdmann, 2007) é uma das etapas mais importantes do processo produtivo.

sistema GS.	Programação da produção.	A função dele é realizar a pesquisa de tudo o que é necessário para produzir os produtos, que conforme (Erdmann, 2007) são as atividades realizadas na etapa de programação da produção.

4.4 Implicações das Tecnologias na Sustentabilidade Ambiental

Em termos de sustentabilidade, conforme destacado pelo supervisor de produção, as ações incluíram a implementação de alguns maquinários novos, como novas fritadeiras com sistema de filtragem automático e diário, e máquinas de lavagem que evitam o descarte de produtos químicos na rede de esgoto, garantindo que ambos tenham destinos corretos para descarte, algo que anteriormente não era feito com precisão.

Além disso, o desperdício de insumos no processo produtivo também diminuiu. Inclusive, o sistema de controle de estoque/insumos utilizado auxilia no monitoramento do vencimento dos insumos, emitindo um alerta quando estão próximos da validade, evitando o desperdício.

Apesar de ter esse impacto na sustentabilidade, o foco da compra desses maquinários novos seria a produtividade; porém, indiretamente, a máquina pingadeira, por exemplo, não é poluente, é pneumática e faz uso de ar comprimido e energia elétrica. Assim, de certa forma, ela é considerada sustentável, e a implementação dessas tecnologias está gerando impactos positivos na sustentabilidade ambiental. Conforme foi visto na teoria por (Siltori, 2020) que a consolidação da Indústria 4.0, prevê-se uma utilização muito mais eficiente dos insumos e recursos energéticos do maquinário produtivo por meio de algoritmos de aprendizado de máquina .

Contudo, as ações da empresa estudada estão de acordo com o que consideramos como sustentabilidade, pois suprem as necessidades básicas da empresa e utilizam recursos que afetam minimamente as gerações futuras.

5. Conclusão e Contribuições

O estudo teve como objetivo analisar a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 e suas implicações no Planejamento e Controle da Produção

(PCP) e na sustentabilidade ambiental, realizado por meio de uma entrevista semiestruturada com o supervisor de produção da padaria do supermercado Bistek e pesquisa de caráter exploratório e descritivo.

As análises mostram resultados eficientes e de qualidade após a adoção das tecnologias 4.0 implementadas nos processos.

Demonstram que a utilização de sistemas informativos e novos maquinários aumenta a eficiência operacional e o controle da produção, com melhor suporte à tomada de decisão. Essas tecnologias fortalecem as atividades do PCP, permitindo maior precisão e planejamento dos processos.

Com relação à sustentabilidade ambiental, subentende-se que a redução de desperdícios tem destaque nos processos, resultando em melhor aproveitamento dos alimentos e seguindo as regras estabelecidas em vigor. Os impactos ambientais reduzidos contribuem para um melhor alinhamento da produção e aumento da credibilidade e valor da operação.

Identificada como um dos principais desafios na produção, a necessidade de adaptação de colaboradores na utilização de novas tecnologias exige tempo de treinamento e capacitação, o que não diminui a importância da Indústria 4.0 na implementação de processos produtivos mais eficientes e sustentáveis, agregando valor a seus entregáveis em acompanhamento com boa gestão das atividades operacionais e investimentos nos treinamentos necessários.

Este estudo mostra resultados que evidenciam como a aquisição de tecnologias em processos operacionais de produção pode gerar benefícios simultâneos nas entregas, resultados esperados e sustentabilidade das indústrias. Foi explícito como a adoção das tecnologias 4.0 em empresas do setor alimentício é empregada de maneira eficiente, gerando exemplos de aplicações práticas na modernização dos processos produtivos de outras organizações

Referências

CHEW, H. T. et al. Além do otimismo tecnológico: uma revisão crítica das implicações da Indústria 4.0 para PMEs, trabalho, sustentabilidade e governança. 2024.

DELARICI, Isabella Previtale; SANTANA, João Luis. Indicadores de desempenho como estratégia para aumento da eficiência operacional, identificação de gargalos e redução de não conformidades. **Interface Tecnológica**, v. 22, n. 2, p. 925-937, 2025. DOI: https://doi.org/10.31510/infa.v22i2.2363.

ERDMANN, Rolf Herm. *Administração da produção*. Florianópolis: UFSC, 2007.

HANNAUER, G. de O.; SCHREIBER, D.; VIANA, L. P. Adoção de tecnologias da Indústria 4.0 para promover práticas sustentáveis. *Revista Alcance*, Itajaí, v. 33, n. 1, 2026.

INTERFACE TECNOLÓGICA v. 21, n. 2, p. 887-897, 2024. DOI: 10.31510/infa.v21i2.2137. Disponível em: https://doi.org/10.31510/infa.v21i2.2137.

KUSMA, V. V.; CHIROLI, D. M. de G. A indústria 4.0: uma revisão sobre os impactos e as modificações na dinâmica de trabalho do modelo atual. Principia, João Pessoa,

n. 53, p. 131-139, 2020.

MORRAR, Rabeh; ARMAN, Husam; MOUSA, Saeed. The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective. Technology Innovation Management Review, v. 7, n. 11, p. 12-20, 2017.

PEIXOTO, J. A.; SOARES, A. B. Manufatura automatizada baseada em sistemas ciberfísicos: um passo para indústria 4.0. Revista Eletrônica Científica da UERGS, v. 8, n. 3, p. 188-198, 2022.

PEREIRA, J. L. R. de A. et al. Tendências e perspectivas da inteligência artificial no planejamento e controle da produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 44., 2024, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: ABEPRO, 2024.

SILTORI, P. F. da S. **Análise dos impactos da Indústria 4.0 na sustentabilidade empresarial**. 2020. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020. Disponível em: https://repositorio.unicamp.br/. Acesso em: 3 ago. 2026.

SILVA, Maria Andresa Santana *et al.* Tecnologia consciente: uma análise bibliométrica da Green AI e seus caminhos para a sustentabilidade. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 14, n. esp., p. 98-113, 2025. DOI: https://doi.org/10.22169/mas.v14iesp..1227.

SOUZA, Érika M. A. de et al. Impactos da Indústria 4.0 na empregabilidade e planejamento e controle de produção: desafios e oportunidades. *Revista Delos*, v. 19, n. 54, 2026.

SOUZA, Matheus Henrique Tudes de; REIS FILHO, Ramilio Ramalho. A importância do planejamento e controle da produção (PCP) em indústrias de manufatura.

SOUZA, M. H. T. de; REIS FILHO, R. R. A importância do planejamento e controle da produção (PCP) em indústrias de manufatura. Interface Tecnológica, v. 21, n. 2, p. 887-897, 2024.

SUSTENTABILIDADE. In: DICIO: Dicionário Online de Português. 7GRAUS. Disponível em: https://www.dicio.com.br/sustentabilidade/. Acesso em: 25 jun. 2026.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

TORTORELLI, F. de F. et al. Adoção da Indústria 4.0: planejamento e desafios. [S. l.], 2024.

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

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Tradução: Daniel Bueno.

6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2024.