

ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA COZINHA 4.0 NA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA: UM ESTUDO DE CASO DA SEÇÃO DE SUBSISTÊNCIA DA AFA¹

IMPLEMENTATION ANALYSIS OF KITCHEN 4.0 AT THE AIR FORCE ACADEMY: A CASE STUDY OF THE AFA'S SUBSISTENCE SECTION

Raquel Skibina Verbeno²
Marina Pelegrini³

RESUMO

A Indústria 4.0 facilita a transformação da indústria tradicional por meio da interconexão e informatização dos processos produtivos, integrando máquinas e dispositivos físicos complexos com sensores e softwares conectados em rede. Isso permite prever, controlar e planejar operações e também possibilita a obtenção de melhores resultados comerciais. Quando se considera o ambiente militar, particularmente as exigências da Seção de Subsistência — setor da Intendência responsável pelo preparo, armazenamento e distribuição de refeições aos militares —, a aplicação dos princípios da Indústria 4.0 pode trazer melhorias ainda mais significativas e pode aumentar consideravelmente a eficiência operacional, garantindo a distribuição de refeições de forma ágil e precisa para atender grandes volumes em curtos períodos. Ademais, a gestão dos recursos financeiros em instituições públicas, que operam com orçamentos limitados, exige soluções que promovam uma alocação mais eficiente dos recursos e a redução de desperdícios. Portanto, a busca por alternativas econômicas e inovadoras, torna-se essencial para otimizar os processos e atingir os objetivos de forma sustentável. O presente estudo visa analisar os desafios da implementação de equipamentos 4.0 no setor de alimentação da AFA, com foco na eficiência operacional e qualidade do serviço. Para isso, os Objetivos Específicos deverão se subdividir em: Descrever as principais características dos equipamentos de cozinha 4.0 instalados na Seção de Subsistência da AFA; comparar a capacidade produtiva entre os equipamentos tradicionais e os atuais, considerando diferentes cenários de demanda; Levantar informações sobre limitações e benefícios percebidos na utilização dos novos equipamentos. O intuito é fornecer material para embasar tomadas de decisão, orientada à busca por soluções que conciliem eficácia operacional e responsabilidade na escolha dos equipamentos mais adequados para as seções de alimentação da Força Aérea Brasileira. Neste trabalho concluiu-se que, embora o novo método seja mais sustentável, automatizado e reduza o trabalho braçal, ele não altera significativamente o atendimento à demanda alimentar, especialmente no que se refere ao volume e tempo de preparo.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Seção de Subsistência; Cozinha automatizada.

¹Artigo de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Formação de Oficiais Intendentes (CFOInt) da Academia da Força Aérea (AFA).

² Cadete Intendente do 4º Esquadrão (Turma *Ártemis*, 2025).

³ Profa Associada Dra Marina Pelegrini, Mestre e Doutora em Ciências na Área de Física Atômica e Molecular. Academia da Força Aérea. E-mail: marinamp@fab.mil.br.

ABSTRACT

Industry 4.0 facilitates the transformation of traditional industries through the interconnection and informatization of production processes, integrating complex machines and physical devices with sensors and networked software. This allows for the prediction, control, and planning of operations, as well as enabling better business outcomes. When considering the military environment, particularly the demands of the Subsistence Section — a logistics department responsible for preparing, storing, and distributing meals to military personnel — the application of Industry 4.0 principles can bring even more significant improvements and can greatly increase operational efficiency, ensuring the agile and precise distribution of meals to meet large volumes in short periods. Moreover, managing financial resources in public institutions, which operate with limited budgets, requires solutions that promote more efficient resource allocation and reduce waste. Therefore, the search for economic and innovative alternatives becomes essential to optimize processes and achieve goals sustainably. This study aims to analyze the challenges of implementing 4.0 equipment in the food sector of the AFA, focusing on operational efficiency and service quality. To achieve this, the specific objectives are subdivided into: Describing the main characteristics of the 4.0 kitchen equipment installed in the Subsistence Section of the AFA; Comparing the production capacity between traditional and current equipment, considering different demand scenarios; Gathering information on limitations and perceived benefits of using the new equipment. The purpose is to provide material to support decision-making, guided by the search for solutions that reconcile operational effectiveness and responsibility in choosing the most suitable equipment for the Brazilian Air Force's food sections. This study concluded that, although the new method is more sustainable, automated, and reduces manual labor, it does not significantly alter the fulfillment of food demand, especially regarding volume and preparation time.

Keywords: Industry 4.0; Subsistence Section; Automated Kitchen.

INTRODUÇÃO

A Cozinha, assim como qualquer ambiente produtivo, está em constante evolução. Com a crescente integração da tecnologia, a cozinha institucional também vem se transformando por meio dos conceitos da Indústria 4.0. A implementação de equipamentos automatizados na AFA visa reduzir os desafios e aumentar a eficiência, controle de qualidade e gestão de recursos alimentares, com foco na otimização dos processos produtivos.

A Seção de Subsistência da AFA segue as diretrizes da NSCA 145-1 da Diretoria de Administração da Aeronáutica, norma que trata do Sistema de Subsistência do Comando da Aeronáutica e orienta o seu gerenciamento (Brasil, 2024a). Esse documento estabelece que a gestão dos serviços de alimentação está sob a responsabilidade do serviço de Intendência, encarregado de garantir o suprimento, preparo e distribuição de refeições nas organizações militares. Assim fica clara a responsabilidade da Intendência pela gestão dos serviços de alimentação nas suas unidades.

Também são abordados os procedimentos e normas para a administração dos serviços de alimentação nas unidades da Aeronáutica, incluindo a gestão da cozinha e a logística de fornecimento de refeições.

No contexto da implementação da Cozinha 4.0 no ambiente militar, a modernização representa uma oportunidade significativa para otimizar os processos de preparo e distribuição de refeições, essenciais para o funcionamento diário da instituição. Essa modernização integra uma série de tecnologias com o intuito de tornar o ambiente mais conectado e eficiente, buscando reduzir desperdícios e aumentar a produtividade (Taquita, 2022). No contexto militar, onde eficiência, precisão e agilidade são fundamentais, a introdução de tecnologias avançadas, pode aumentar a capacidade produtiva, reduzir desperdícios e melhorar o controle de qualidade dos alimentos. Ademais, a cozinha industrial também pode promover um ambiente de trabalho mais saudável e confortável por meio de sistemas mais seguros e reduzindo lesões por esforços repetitivos (Freitas *et al.*, 2020).

A implementação da Cozinha 4.0 na AFA não apenas contribui para aprimorar o desempenho operacional, como também oferece uma base sólida para a tomada de decisão dos gestores, proporcionando maior clareza na análise de custos e benefícios. Essa modernização facilita a aplicação das novas tecnologias, assegurando que os recursos sejam utilizados de forma eficiente e sustentável. Com uma análise de custos detalhada, os investimentos podem ser melhor planejados para atender às crescentes demandas da instituição. A AFA, ao alimentar um grande efetivo, se beneficia dessa otimização, mantendo padrões nutricionais e de qualidade, e assegurando o bem-estar e desempenho dos militares. A modernização dos processos alimentares torna-se essencial para proporcionar agilidade, reduzir desperdícios e aprimorar a gestão de recursos, atendendo às necessidades diárias de forma eficaz.

Portanto, este trabalho tem como objetivo geral analisar os desafios da implementação de equipamentos da Cozinha 4.0 na Seção de Subsistência da Academia da Força Aérea, propondo-se a seguinte pergunta: de que maneira a utilização de uma cozinha 4.0 na Academia da Força Aérea pode contribuir para atender à alta demanda de alimentos?

A fim de atender ao Objetivo Geral, os Objetivos Específicos deverão se subdividir em:

- a. Descrever as principais características dos equipamentos de cozinha 4.0 instalados na Seção de Subsistência da AFA.
- b. Analisar a capacidade produtiva entre os equipamentos tradicionais e os atuais.

- c. Levantar informações sobre limitações e benefícios percebidos na utilização dos novos equipamentos.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 SERVIÇO DE ALIMENTAÇÃO

O Serviço de Alimentação constitui o setor responsável, no âmbito das organizações militares, pelo preparo, armazenamento e fornecimento de refeições destinadas ao efetivo militar. Segundo o Boletim Técnico BT30.412-01 do Exército Brasileiro (2012), o serviço abarca a gestão de recursos alimentares, incluindo a elaboração de cardápios, controle de estoques, transporte e distribuição de alimentos, além de atender às normas de segurança alimentar e nutricional. A NSCA 145-1 define a seção, ainda, como o conjunto de recursos orçamentários, humanos, materiais e infraestruturais responsáveis por prover alimentação ao efetivo da unidade (Brasil, 2024a).

Regida por normas específicas de higiene, nutrição e organização, a Seção de Alimentação das Organizações Militares tem como objetivo garantir uma alimentação balanceada e adequada para manter o desempenho físico e mental das tropas, seja em tempos de paz ou em operações militares. A gestão desta seção segue as regulamentações das Forças Armadas, com supervisão direta para garantir o cumprimento dos padrões de qualidade e segurança alimentar, com vistas a garantir a manutenção das condições de sustento da tropa (Brasil, 2018a).

Segundo o Regulamento Interno e dos Serviços Gerais (RISG) das Forças Armadas, a alimentação é o objetivo prioritário do comando da unidade. Nessas condições, as refeições têm amostras fiscalizadas e somente depois, distribuídas (Brasil, 2003). Entre a administração de recursos, atividades operacionais e treinamento, o RISG também coordena os serviços de alimentação, especificando os procedimentos para o preparo e fornecimento de refeições, as normas de higiene e a sua supervisão.

De maneira complementar, a Doutrina de Alimentação e Nutrição do Ministério da Defesa regulamenta o planejamento, preparo e fornecimento de alimentos às tropas das Forças Armadas, com o objetivo de manter a saúde e o bem-estar dos militares. É importante que sejam garantidos os índices nutricionais, também, por conta da grande parcela de militares jovens, que estão em fase de formação biológica. além disso, há uma busca constante do estímulo ao estudo mais aprofundado da

ciência alimentar para estimular a prevenção de maus hábitos alimentares e para a economia de recursos da administração pública (Brasil, 2018a).

Outro ponto que chama atenção é o direito de todo militar à alimentação equilibrada, em quantidade e qualidade, garantindo as necessidades que a sua tarefas profissionais exigem. Para isso recomenda-se utilização de produtos pouco processados e in natura, além de incentivar a redução do desperdício. Promove-se, também, a implementação de laboratórios e centros de pesquisa para melhorar os cardápios, na alimentação rotineira e nas rações operacionais utilizadas em campanha, que exigem valores nutricionais diferentes do rotineiro (Brasil, 2018a).

Visto que a alimentação é um fator de extrema importância para o emprego das tropas em missões humanitárias, operações de resgate e salvamento, a doutrina prevê, ainda, que a Administração Militar deve assegurar a excelência da alimentação dos militares onde estiverem operando, seja nos navios, seja nos acampamentos e bivaques, em deslocamentos de Unidade, em situações de desordem e calamidade pública (Brasil, 2018a).

Outro fator que deve ser levado em conta é a qualidade no atendimento ao consumidor, que pode ser compreendida como um serviço agregado ao produto. Sendo assim, a satisfação do cliente é considerada um elemento essencial para promover o engajamento e a coesão da equipe na execução dos processos (Costa *et al.*, 2013) o que, no ambiente militar, pode se traduzir como elevar o moral da tropa.

Nesse contexto, a qualidade da alimentação está diretamente relacionada ao bem-estar, conforto e moral do efetivo, com o intuito de elevar o estado de ânimo e atuar positivamente na saúde física e emocional dos militares. Assim, é indispensável uma produção alimentar segura e que garanta a integridade dos militares, para que se mantenham em boas condições físicas e mentais de cumprir suas funções diárias, tanto em tempos de paz quanto durante operações de combate, buscando o zelo pelas normas de segurança dos alimentos previsto na Portaria GABAER nº 175/GC3 (Brasil, 2021).

1.2 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NAS COZINHAS INDUSTRIAIS

De acordo com Coelho (2016), a indústria passou por três revoluções industriais e, atualmente, vivencia a quarta. A primeira delas ocorreu entre 1760 e 1840, na Inglaterra, com a invenção de máquinas movidas a vapor, o que possibilitou a mecanização do trabalho. A segunda revolução foi marcada pela introdução da eletricidade e pela produção em massa. Após o fim da

Segunda Guerra Mundial, em 1945, iniciou-se a terceira revolução, com desenvolvimento de computadores, semicondutores, internet e automação nas indústrias, além da introdução de sistemas informatizados (Hobsbawm, 2012). Essas transformações mudaram não apenas os sistemas produtivos, mas também resultaram no desaparecimento de algumas ocupações e no surgimento de novas profissões, além de representar um avanço nos métodos de organização e otimização da cadeia de valor segundo Hermann *et al.* (2016).

A Indústria 4.0 começou a ganhar relevância em 2011, durante a feira Hannover Messe, na Alemanha e o conceito foi apresentado como uma proposta para o desenvolvimento de uma nova abordagem de economia política alemã, baseada em estratégias de alta tecnologia (Mosconi, 2015). Ela envolve a expansão de tecnologias que proporcionam maior flexibilidade nos processos produtivos (Demir *et al.*, 2019; Paschek *et al.*, 2019) e representa um novo patamar de estruturação e gestão da cadeia de valor ao longo do ciclo de vida do produto, segundo Kagermann *et al.* (2013).

Essas tecnologias e conceitos são aplicáveis à organização de forma abrangente, promovendo a conexão em tempo real entre máquinas, pessoas e produtos (Hermann *et al.*, 2016), o que possibilita um alto nível de interação e comunicação entre as equipes, contribuindo para o desenvolvimento de fábricas mais inteligentes, adaptáveis e eficientes (Coelho, 2016; Tortorella *et al.*, 2018).

De acordo com o Sistema Firjan (2016), o maior controle sobre os processos e a integração da produção por meio de equipamentos conectados e sensores são inovações que influenciam a forma de produzir nos dias atuais. Algumas tecnologias fundamentais para proporcionar maior autonomia e tornar as soluções do dia a dia mais ágeis são a automação industrial, a customização dos ambientes e a Internet das Coisas (Internet of Things - IoT).

Esse termo surgiu em 1999, no Massachusetts Institute of Technology (MIT), e refere-se ao encontro entre digital e físico. A transmissão de dados e o fluxo de informações são intensificados pela internet, com conectividade em níveis eletrônicos e de software (Sarma, 2000), permitindo a articulação dos diversos insumos e capacidades do ambiente produtivo em tempo real. Isso permite uma maior percepção do meio, além de permitir que tarefas complexas sejam realizadas com maior precisão e menos falhas (Womack *et al.*, 1996).

Esses avanços resultam em uma automação extensiva dos processos, informatização dos resultados, interligação de máquinas via redes sem fio e integração dos registros com o processamento de dados por meio de Big Data (Roblek, 2016). Graças a esses desenvolvimentos tecnológicos, é possível ter acesso a tecnologias como impressão 3D, telemedicina e informações

em tempo real, que trazem mudanças significativas para os negócios, como descreve Sommer, (2015).

No contexto da aplicação dessas inovações no ambiente produtivo da cozinha, ocorre integração dos equipamentos e análise de dados para otimizar os processos de preparo e gestão de alimentos. Assim, é possível o monitoramento em tempo real, maior controle sobre a produção, redução de desperdícios e personalização dos cardápios, melhorando a eficiência e a qualidade dos serviços alimentares, já que cozinhas 4.0 são capazes de ajustar automaticamente os processos, garantindo flexibilidade e agilidade na produção, além de reduzir custos operacionais (Silva e Vieira, 2021).

Exemplos da implementação de equipamentos da cozinha 4.0 são braços robóticos para preparo ou montagem, sistemas automatizados de lavagem, controle preciso da temperatura e remoto, além de geladeira e câmaras frias com sensores avançados que monitoram a umidade e a temperatura interna dos alimentos e do forno com precisão (Noh *et al.*, 2024). Somam-se a isso fornos combinados, refrigeradores, ultracongeladores e máquinas de lavar louça que podem ser monitorados e, muitas vezes, controlados remotamente via aplicativos ou sistemas centralizados (Thermo King, 2022).

Um outro fator importante foi o papel relevante no aumento do volume, da diversidade e da rapidez dos dados gerados nas operações de produção (Khan, 2017), o que permite reduzir gastos com desperdícios e resíduos. Nesse contexto, para assegurar a interoperabilidade, é essencial que haja padronização dos equipamentos e processos, para que haja uma comunicação eficiente entre todos os agentes, o que aumenta a eficácia e a redução dos riscos, utilizando alinhamento de dados, facilidade de reformulação e capacidade de operação conjunta, além de comunicação segura, conforme Vogel-Heuser *et al.* (2016).

Sob essa perspectiva, torna-se essencial garantir uma produção mais segura, eficiente e ágil, destacando também a responsabilidade com o meio ambiente que, apesar de ser negligenciada por muitas empresas, é um fator essencial para a estratégia e a sobrevivência, segundo Trevisan *et al.* (2008, p. 2). Isso entra em concordância com movimentos globais que versam sobre a sustentabilidade e a redução da emissão de carbono, como a 25ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP 25). Durante a conferência discutiu-se amplamente a necessidade de reduzir as emissões de carbono e promover soluções tecnológicas que minimizem o impacto ambiental, especialmente em setores industriais e comerciais (UNEP, 2019).

1.3 SEÇÃO DE SUBSISTÊNCIA DA AFA

De acordo com a Portaria GABAER nº 638/GC3, de 11 de dezembro de 2023, o Sistema de Subsistência da Aeronáutica (SISUB) estabelece as diretrizes para o planejamento, preparo, distribuição e controle das refeições nas unidades da Força Aérea Brasileira. Essa portaria regula não apenas a logística de alimentação, mas também a integração das tecnologias e processos modernos que garantem a eficiência do serviço alimentar, alinhando-se aos princípios de sustentabilidade e gestão eficiente de recursos (Brasil, 2024b). O Folheto do Comando da Aeronáutica 145-16 (FCA), que trata da elaboração de cardápios e indicadores de subsistência, ainda define um rancho como serviço organizado de Subsistência, incluindo itens que se destinam de forma restrita a manter a alimentação ao contingente militar, o que abrange materiais, locais e recursos da organização militar (Brasil, 2018b).

Nesse contexto, é importante observar quais são os fatores prioritários na organização da cozinha da AFA. A gestão de operações é o campo da administração responsável pelo planejamento, organização e controle dos recursos e processos necessários para a produção de bens e serviços (Slack *et al.*, 2009). Em ambientes como cozinhas industriais ou institucionais, especialmente no contexto militar, essa área assume papel estratégico ao garantir que as refeições sejam produzidas de forma eficiente, com qualidade e dentro das restrições de tempo e recursos.

Segundo Adam e Ebert (2001), em Administração da Produção, as prioridades competitivas de uma organização, que variam em níveis de custo, qualidade, flexibilidade, rapidez e confiabilidade, podem ser gerenciadas para alcançar vantagem competitiva e definir os objetivos organizacionais. No caso de um refeitório militar, com as exigências específicas da tropa, a capacidade de fornecer refeições com qualidade e em grande quantidade é essencial, especialmente com grandes contingentes.

A rapidez no serviço garante que todos os militares sejam alimentados sem atrasos, evitando prejuízos às atividades programadas e contribuindo para a eficiência da rotina diária. Já a flexibilidade refere-se à capacidade de se adaptar a variações na demanda, como mudanças no número de refeições, horários ou tipos de dietas especiais (Slack *et al.*, 2009). No contexto militar, onde as operações e necessidades podem mudar rapidamente, a flexibilidade da produção alimentar permite respostas ágeis a essas mudanças, sem comprometer a qualidade ou o tempo de atendimento.

O gerenciamento do volume refere-se à capacidade de produzir e servir grandes quantidades de refeições de forma eficiente. Na seção de subsistência, a demanda é elevada e precisa ser atendida de maneira organizada para evitar gargalos e desperdícios. A habilidade de lidar com grandes volumes de alimentos, garantindo consistência e manutenção da padronização em cada refeição, é essencial para manter o bem-estar e a prontidão operacional dos militares, previsto na FCA 145-16 (Brasil, 2018b).

Dessa forma, de acordo com o conceito de prioridades operacionais apresentado por Adam e Ebert (2001), velocidade, flexibilidade e volume são vitais para que a cozinha militar atenda às exigências de seus usuários de forma eficiente, garantindo que cadetes e outros militares sejam alimentados adequadamente, sem comprometer a logística e a rotina da organização. A gestão eficaz desses elementos é crucial para o desempenho de uma Seção de Subsistência moderna. Tecnologias associadas à Cozinha 4.0, ao automatizarem processos e fornecerem dados em tempo real, contribuem diretamente para o atendimento dessas prioridades, ao mesmo tempo em que promovem o uso racional de recursos e o aumento da qualidade no serviço prestado (Costa *et al.*, 2013).

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa e exploratória, fundamentada nos princípios descritos por Dalfovo, Lana e Silveira (2008), que destacam a importância dos métodos qualitativos para compreender fenômenos complexos e explorar significados, experiências e percepções dos participantes. A pesquisa qualitativa permitirá uma análise aprofundada de aspectos subjetivos e contextuais, favorecendo uma interpretação mais detalhada dos dados e proporcionando uma compreensão abrangente do objeto de estudo.

A presente pesquisa se caracteriza como aplicada, buscando investigar os desafios da implementação da Cozinha 4.0 na Seção de Subsistência da AFA. Para isso, adota-se o estudo de caso como método principal, sendo uma investigação empírica que examina um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não são claramente definidos, de acordo com Yin (2015). Além disso, segundo Gil (2008), esse método permite uma análise aprofundada de uma unidade específica, possibilitando compreender suas particularidades e aplicabilidades práticas.

O universo da pesquisa compreende os processos operacionais da Seção de Subsistência da AFA, responsável pelo preparo e distribuição de refeições aos militares, enquanto a amostra será composta por dados secundários (como relatórios institucionais) e entrevistas informais com profissionais-chave envolvidos na gestão do setor. As entrevistas serão conduzidas com fornecedores, chefes de cozinha, operadores de equipamentos automatizados, entre outros funcionários, a fim de entender as percepções dos envolvidos quanto aos efeitos da modernização.

A coleta de dados será feita por meio de pesquisa *in loco* e observações diretas. A pesquisa documental e bibliográfica incluirá o levantamento de registros institucionais, que servirão para analisar a eficiência operacional e qualidade do serviço com interação direta com o ambiente (Gil, 2008). As entrevistas permitirão captar as percepções subjetivas dos participantes sobre a implementação da Cozinha 4.0 e as observações diretas permitirão registrar as interações diárias e os desafios da tecnologia na operação da cozinha.

A escolha metodológica é justificada pela natureza do problema de pesquisa, que exige uma abordagem detalhada e contextualizada para entender as mudanças tecnológicas no ambiente específico da AFA. O uso de múltiplas fontes de dados (documentos, entrevistas e observações) possibilitará uma análise ampla e multifacetada, essencial para compreender tanto os efeitos operacionais quanto as percepções dos envolvidos.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO

A cozinha da AFA, localizada na Seção de Subsistência em Pirassununga – SP, é responsável pelo preparo e fornecimento de refeições aos militares de diversos setores e militares de variadas patentes. A norma padrão de ação (NPA) 414 da Divisão Administrativa (DA) da AFA, de 2024, versa sobre o Funcionamento da Seção de Subsistência da Academia, e prevê a divisão em chefia e adjunto e nas subseções de nutrição e produção. A subseção de produção é constituída por armazém, cozinha e panificação e confeitaria (Brasil, 2024b).

O regulamento prevê a disponibilização de café da manhã, almoço e jantar aos militares que optarem pelos serviços, por meio do sistema de provisionamento da alimentação institucional. Após a definição da quantidade de militares a serem atendidos, os insumos alimentares correspondentes são requisitados junto ao depósito por meio de um requerimento formal. Salienta-se, ainda, a antecipação de planejamento dos cardápios, para que sejam feitos da maneira prevista os procedimentos de descongelamento, corte e tempero dos alimentos e preparação dos

alimentos in natura (Brasil, 2024b), para efetivar a gestão eficiente de recursos e promover a economicidade, além da redução de desperdícios (Brasil, 2018a).

Em pesquisa presencial com o Adjunto da Seção de Subsistência da AFA, notou-se que o refeitório dos Cadetes contava com cerca de 800 lugares, com horário de funcionamento para o café das 5h00min às 7h00min, almoço das 10h30min às 14h00min e jantar das 17h30min às 19h00min, conforme o Anexo F da NPA 414 (Brasil, 2024b). O almoço é a refeição mais crítica e de tempo mais restrito devido à rotina agitada, exigindo uma preparação ágil e eficiente para atender às demandas em um curto intervalo. A maior parte dos cadetes precisa ser atendida entre 12:20 e 12:35, sendo cerca de 600 pessoas em 15 minutos. Isso evidencia que o almoço é a refeição que mais demanda rapidez no atendimento e planejamento da produção, requerendo também a utilização de equipamentos que permitam a preparação dos alimentos com eficiência e agilidade.

Durante a fase anterior à implementação dos equipamentos de cozinha 4.0 na AFA, a preparação de grandes volumes de alimentos era realizada com o auxílio de caldeirões industriais, cuja operação refletia um método centralizado e de baixa variabilidade produtiva. Profissionais que atuavam na rotina da cozinha institucional descreveram, ainda, procedimentos que hoje evidenciam limitações frente às tecnologias atuais, como o grande trabalho braçal empregado.

Segundo relatos dos profissionais que atuavam na cozinha da AFA antes da modernização tecnológica, o ambiente operacional era sustentado por uma estrutura antiga, com aproximadamente 60 anos de uso, o que implica em limitações significativas em termos de infraestrutura, segurança e eficiência energética. A planta física da cozinha e refeitório, concebida em um período com exigências produtivas e normativas distintas das atuais, continha equipamentos subdimensionados para a demanda contemporânea da instituição.

Soma-se a isso a necessidade de implementar de maneira mais presente as recomendações da FCA 145-15, que prevê a possibilidade de usar energia elétrica, gás e vapor, independentemente do combustível empregado, o sistema sempre será do tipo central, exclusivo das dependências do Rancho e sempre deverá atender a economia de meios e volume de atendimento do Rancho. O documento descreve, ainda, que o processo mais vantajoso seria o elétrico, apesar do grande consumo de energia (Brasil, 2008), sendo o que mais se alinha às normativas definidas na COP 25 (UNEP, 2019), com redução significativa da emissão de carbono.

A justificativa inserida no processo de compra envolveu a necessidade de reforma das estruturas da Seção de Subsistência e a modernização das cozinhas no âmbito da AFA, resultando na adoção de equipamentos de última geração, alinhados aos conceitos da Cozinha 4.0, conforme

preconiza a NPA 414-DA acerca da manutenção e atualização de cada instalação, máquina ou equipamento da Seção de Subsistência (Brasil, 2024b). Esse movimento de modernização segue a tendência de implementar no setor alimentício tecnologias da Indústria 4.0, como a IoT, inteligência artificial e robótica para aumentar a eficiência, a segurança alimentar e a personalização dos serviços (LANCIOTTI; DALLA ROSA, 2020).

A intenção é implementar equipamentos industriais fabricados especialmente para cada necessidade. Com a substituição dos caldeirões convencionais pelos equipamentos 4.0, a dinâmica de produção na cozinha da AFA passou por uma reestruturação significativa, tanto em termos operacionais quanto organizacionais. Dessa forma, será estudado de maneira mais aprofundada a situação antiga da cozinha e a implementação das tecnologias 4.0 no âmbito da AFA, relacionando, também, com as legislações vigentes da FAB.

3.1 COZINHA TRADICIONAL

Em pesquisas realizadas com o Adjunto da Seção de Subsistência da AFA obteve-se a informação de que, até 2023, a base da produção alimentar estava centrada em oito caldeirões com capacidade de 500 litros cada, operando com sistemas de queima direta de combustíveis fósseis. Esse modelo de cocção, embora seja um equipamento de geração de vapor previsto pela FCA 145-15 (Brasil, 2008), apresentava resultados negativos tanto no aspecto ambiental quanto na eficiência energética e riscos operacionais relacionados à combustão e à pressão.

A estrutura física impunha desafios significativos à rotina da produção, influenciando a padronização dos alimentos, o tempo de preparo e a segurança das operações, fator que deve ser observado dentro dos procedimentos de segurança no trabalho, principalmente no trato com os equipamentos, segundo a NPA 414-DA (Brasil, 2024b). Esses fatores, somados às exigências por práticas mais sustentáveis e eficientes, reforçaram a necessidade de modernização e transição para sistemas tecnológicos alinhados aos princípios da Cozinha 4.0.

Um dos aspectos destacados foi o uso do caldeirão para um procedimento único de cocção. Segundo os relatos, era comum a preparação da quantidade total de um alimento específico em uma única operação contínua, sem a divisão por lotes, o que impedia ajustes dinâmicos durante o processo. Essa metodologia apresentava eficiência no volume, porém reduzia muito a flexibilidade de produção e a padronização entre as porções. Soma-se a isso a exigência de maior controle

manual e o trabalho braçal dos militares que trabalhavam diretamente no setor de produção de alimentos.

O equipamento, entretanto, apresentava certa vantagem ao permitir o amaciamento de alimentos mais rígidos, como cortes de carne mais fibrosos, que eram economicamente viáveis. Graças à cocção prolongada sob pressão, era possível trabalhar com insumos de menor custo, adaptando-os à demanda da instituição sem comprometer a aceitabilidade sensorial da tropa do preparo final. Outro ponto mencionado refere-se à produção fixa, com pouca possibilidade de variação entre ciclos.

Entre os casos práticos relatados na rotina da cozinha, destaca-se a prática de inserção dos alimentos no caldeirão ainda à noite, permanecendo sob pressão durante toda a madrugada. Na manhã seguinte, os preparos eram retirados para finalização e posterior distribuição, o que resultava em alimentos com textura significativamente amaciada, favorecendo a quebra de fibras musculares e contribuindo para uma maior aceitabilidade. Isso se alinha ao princípio da economia de meios e eficiência, na Administração Pública, tendo em vista a necessidade de gerenciar os recursos creditícios da AFA (Brasil, 2021). Dessa forma, apesar de funcional dentro das limitações da infraestrutura existente na época, esse método pode apresentar riscos sanitários e operacionais.

3.2 APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS 4.0 NA SEÇÃO DE SUBSISTÊNCIA DA AFA

Após a substituição de alguns equipamentos e implementação de outros, no início de 2024 a cozinha da AFA passou a contar com um conjunto de equipamentos que seguem o conceito de Cozinha 4.0, integrando automação, IA e conectividade para otimizar os processos de produção alimentar (Noh *et al.*, 2024). Esses equipamentos foram adquiridos para garantir maior eficiência, segurança e padronização da qualidade dos alimentos servidos (Brasil, 2018a).

Esse aspecto se alinha com o previsto na FCA 145-15, que prevê a implantação de equipamentos que atendam à demanda de refeições da localidade e das reais necessidades do serviço, entendendo que os equipamentos de rancho exigem uma infraestrutura complexa e cara (Brasil, 2008).

Em pesquisa no local da cozinha da AFA, foram encontrados os seguintes equipamentos: Fornos Combinados, algumas unidades do modelo iVario, além de 3 panelas à gás adquiridas para complementar o volume da produção. Dos Fornos Combinados, três são modelo iCombi Pro e dois são do modelo 20 Gastronorm (GN's), sendo um elétrico e outro a gás. Ambos os modelos

permitem a cocção simultânea de grandes quantidades de alimentos com controle preciso de temperatura, umidade e tempo. A estrutura também inclui quatro unidades do iVario modelo Pro XL, cada uma com capacidade de 150 litros e dimensões 1365 mm x 894 mm x 608 mm e 60 dm² de superfície de cocção, vide Figura 1. Por fim, a cozinha possui um iVario modelo 2S com dimensões 1100 mm x 938 mm x 482 mm, com duas cubas independentes de 25 litros cada e 2 sessões de 19 dm² de superfície de cocção, conforme a Figura 2.



Figura 1 iVario XL

Fonte: Rational, 2023.



Figura 2 iVario 2-S

Fonte: Rational, 2023.

O iVario é um equipamento que se diferencia por sua capacidade de substituir vários métodos tradicionais de cocção, como refogar, saltear, fritar, cozinhar em baixas temperaturas, na pressão, em um único sistema versátil, incorporando tecnologias inteligentes como o *iCookingSuite*, que permite o monitoramento contínuo e automático do processo de cocção, realizando ajustes em

tempo real para assegurar a melhor qualidade dos alimentos, segundo a fabricante (Rational, 2023). Esses aspectos se alinham ao previsto na FCA 145-15, que diz que a utilização de materiais e equipamentos na seção de subsistência deve ser correspondente com o número de refeições a serem servidas em um espaço de tempo previsto (Brasil, 2008).

Além disso, o *iZoneControl* permite dividir a superfície da cuba em diferentes zonas de cocção independentes, aumentando a flexibilidade operacional e otimizando o uso de energia, (Rational, 2023). A conectividade do equipamento possibilita ainda o monitoramento remoto, atualizações automáticas e análise de desempenho, além da gestão precisa da temperatura, seguindo os princípios da Indústria 4.0 aplicados à gastronomia (Silva e Vieira, 2021).

Além da automação de tarefas específicas e eficiência energética, ele integra IA, IoT, análise de dados e interação homem-máquina inteligente. Ademais, o *MyDisplay*, com seu painel digital intuitivo facilita a interação entre o operador e a máquina, usando interfaces gráficas claras e instruções automatizadas, de modo que o usuário veja de maneira simplificada apenas as funções que julgar necessárias para a sua rotina de produção segundo o site de vendas do produto (Rational, 2023), vide Figura 3. Soma-se a isso o *ConnectedCooking*, que permite que o operador defina remotamente as operações e programe a produção, podendo padronizar também entre diversos sistemas de cocção conectados.



Figura 3 Painel Digital

Fonte: Rational, 2023.

De acordo com os profissionais envolvidos na rotina produtiva da cozinha da AFA, a nova metodologia implementada passou a operar com base em loteamentos alimentares, organizando a produção em ações fracionadas, o que possibilitou uma gestão mais segmentada dos processos. Esse novo modelo de cocção permitiu alcançar um maior nível de uniformidade no preparo dos alimentos, devido ao controle preciso de temperatura, tempo e outras variáveis operacionais previstas pelo equipamento (Rational, 2023). A capacidade de realizar preparações fracionadas também contribuiu para uma resposta mais ágil às demandas variáveis de consumo.

Apesar disso, algumas limitações operacionais foram relatadas pela equipe da cozinha que opera o equipamento. Segundo entrevistas, ele apresenta melhor desempenho com carnes de maior qualidade e menor rigidez, sendo menos eficaz no preparo de cortes mais duros ou economicamente acessíveis. Outrossim, a operação está sujeita a interferências externas, como quedas de energia ou falhas técnicas, que podem comprometer etapas críticas da produção, especialmente em horários de alta demanda, como o almoço.

A adoção do iVario implicou, também, na necessidade de uma reorganização da equipe de trabalho, uma vez que o equipamento exige acompanhamento constante por parte dos operadores. Diferente do caldeirão, que permitia processos longos com baixa intervenção, o iVario demanda presença ativa e manipulação frequente, por conta do menor volume do equipamento. Consequentemente, é requerida maior quantidade de ciclos de produção, o que resultou em um aumento na demanda do efetivo para garantir o fluxo contínuo da produção, chegando a exigir que houvesse produção contínua e ininterrupta durante a madrugada, no preparo de alguns alimentos.

Apesar disso, os operadores destacam a alta versatilidade do equipamento, que dispõe de quatro funções principais de preparo e é capaz de produzir uma ampla variedade de alimentos com precisão e controle. Essa flexibilidade torna possível produzir alimentos de forma mais rápida, produzindo diferentes pratos e ampliando a capacidade de atendimento ao público militar.

Soma-se a isso a reduzida carga que o equipamento oferece, com maior facilidade de manuseio e, por conta do menor volume do equipamento e maior automatização, menor esforço braçal para manuseio, como descrito por Freitas *et. al* (2020).

Um outro fator que se destaca é a eficiência energética do iVario Pro, especialmente pelo fato de ser elétrico. Segundo o manual do fabricante, o equipamento consome até 40% de energia

menos energia em comparação com outros equipamentos (Rational, 2023), o que é um exemplo de tecnologia sustentável que está em consonância com as diretrizes estabelecidas na COP 25 (UNEP, 2019). Isso representa um avanço importante nesse sentido, pois utiliza energia de forma mais eficiente, reduzindo a demanda por combustíveis fósseis e, conseqüentemente, contribuindo para reduzir as emissões de CO₂.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo investigou os desafios da implementação da Cozinha 4.0 na Seção de Subsistência da AFA, com foco na eficiência operacional e qualidade do serviço. A partir da análise da introdução de tecnologias avançadas, como automação, monitoramento automático do processo de cocção e *iZonecontrol*, a pesquisa buscou compreender como a modernização tecnológica pode contribuir para o aumento da capacidade produtiva em um contexto militar.

Os resultados indicam que a Cozinha 4.0 trouxe melhorias significativas na agilidade e precisão da distribuição de refeições, além de otimizar a gestão de recursos. A flexibilidade operacional foi ampliada, permitindo maior adaptação às variações na demanda alimentar, especialmente em períodos de alta demanda. No entanto, a comparação com o caldeirão tradicional revelou que, embora o *iVario* ofereça uma série de vantagens, como controle preciso de temperatura e tempo, ele exige vários processos repetitivos que não eram necessários no sistema anterior.

O caldeirão antigo, se mostrava mais rápido para certos tipos de preparação, permitindo a produção de grandes quantidades de alimentos em uma única operação. Isso era eficiente para grandes quantidades, mas resultava em baixa flexibilidade de produção e padronização entre as porções. Esse aspecto pode impactar a percepção de eficiência operacional, especialmente quando o tempo de produção precisa ser otimizado em situações de alta demanda em um curto espaço de tempo.

Além disso, a análise revelou que a capacidade produtiva aumentou, mas o tempo de atendimento e o volume de refeições servidas por dia não mudaram significativamente. Dessa maneira, embora a Cozinha 4.0 tenha introduzido uma série de tecnologias avançadas, a alteração real no tempo de preparo não foi tão expressiva quanto o esperado, principalmente em razão da necessidade de ajustes constantes e da adaptação dos operadores ao novo sistema.

No tocante à análise da capacidade produtiva entre os equipamentos tradicionais e os atuais, observou-se que os caldeirões eram vantajosos para amaciar cortes de carne mais fibrosos,

economicamente mais viáveis, através de cocção prolongada. Em contrapartida, os novos equipamentos permitem um controle preciso de temperatura, umidade e tempo, o que resulta em lotes mais uniformes. Embora reduza o esforço braçal dos profissionais da cozinha, o iVario demanda acompanhamento constante por conta dos vários ciclos de produção com menor volume individual, podendo exigir produção contínua durante a madrugada para alguns alimentos. Também apresenta desempenho melhor com carnes de maior qualidade e menor rigidez.

Pode-se concluir que a implementação da Cozinha 4.0 não apenas otimiza os processos de produção alimentar, mas também fortalece a gestão estratégica de recursos, proporcionando uma estrutura com energia mais eficiente e sustentável. No entanto, os desafios operacionais indicam que a transição para novas tecnologias requer um planejamento mais robusto, especialmente em um ambiente com as características da AFA, onde a rotina é rígida e as demandas são elevadas.

Por fim, embora os equipamentos 4.0 otimizem processos e ofereçam maior controle e flexibilidade por lote, a necessidade de múltiplos ciclos de produção para atender ao volume total, ou a especificidade de alguns preparos, faz com que o ganho em tempo e volume geral não seja tão expressivo quanto se poderia esperar para a demanda da AFA. Dessa maneira, por mais que o iVario atenda com eficiência unidades menores ou com fluxo de produção mais moderado, sua aplicação em estruturas de grande porte, como a AFA, apresenta restrições de escala, exigindo adaptações logísticas e operacionais para atender toda a demanda institucional.

Recomendações para futuras pesquisas incluem a análise da longevidade da implementação da Cozinha 4.0 na AFA, avaliando os resultados a longo prazo, especialmente em termos de custo-benefício e sustentabilidade operacional. Além disso, estudos comparativos com outras instituições militares ou unidades de grande porte poderiam ampliar a aplicação dos resultados encontrados e fornecer subsídios sobre como escalar a Cozinha 4.0 para outras organizações.

A pesquisa, portanto, contribui para a base de conhecimento sobre tecnologias emergentes em ambientes militares, trazendo pontos importantes para a gestão de alimentação institucional e para a eficácia operacional, gerindo a responsabilidade na escolha de equipamentos e uso de tecnologias da Indústria 4.0 para transformar práticas tradicionais em processos mais modernos e eficientes.

REFERÊNCIAS

ADAM, E. E. JR.; EBERT, R. J. **Administração da Produção**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2001.

BALLOU, R. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

BRASIL. **Exército Brasileiro**. Regulamento Interno e dos Serviços Gerais (RISG). Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2003. Separata ao Boletim do Exército N° 51, de 19 de dezembro de 2003. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/164/1/RISG.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2025

BRASIL. **Comando da Aeronáutica**. FCA 145-15: Equipamentos e Instalações de Subsistência. 2008. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/Resultado/ListarLegislacao?guid=1747313109377>. Acesso em: 30 abr. 2025.

BRASIL. **Exército Brasileiro**. Boletim Técnico BT30.412-01: Noções básicas do Sistema de Subsistência. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.dabst.eb.mil.br/index.php/classes/category/71-2-4-gestao-classe-i?download=609:2-4-5-bt30-412-01-nocoes-basicas-do-sistema-de-subsistencia>. Acesso em: 30 abr. 2025.

BRASIL. **Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas**. MD42-M-05: Doutrina de Alimentação e Nutrição. 2018a. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/ajuste-01/legislacao/emcfa/publicacoes/logistica_mobilizacao/mda_42a_ma_05a_douta_alima_nutria_2a_eda_2018.pdf. Acesso em: 30 abr. 2025.

BRASIL. **Comando da Aeronáutica**. FCA 145-16: Elaboração de Cardápios e Indicadores de Subsistência. 2018b. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/acervo/detalhe/3931?guid=410ea4721c45869be8cb&returnUrl=%2fterminalcendoc%2fresultado%2flistarlegislacao%3fguid%3d410ea4721c45869be8cb%26quantidadePaginas%3d1%26codigoRegistro%3d3931%233931&i=5>. Acesso em: 30 abr. 2025.

BRASIL. **Comando da Aeronáutica**. Portaria GABAER n° 175/GC3, de 10 de novembro de 2021. Sistema de Subsistência da Aeronáutica (SISUB). Diário Oficial da União, 10 maio 2025. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/acervo/detalhe/41282?guid=1747313399573&returnUrl=%2fterminalcendoc%2fresultado%2flistarlegislacao%3fguid%3d1747313399573%26quantidadePaginas%3d1%26codigoRegistro%3d41282%2341282&i=3>. Acesso em: 30 abr. 2025.

BRASIL. **Comando da Aeronáutica**. Portaria GABAER n° 638/GC3, de 11 de dezembro de 2023. Sistema de Subsistência da Aeronáutica (SISUB). Diário Oficial da União, 11 dez. 2023. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/acervo/detalhe/47527?guid=1747313399573&returnUrl=%2fterminalcendoc%2fresultado%2flistarlegislacao%3fguid%3d1747313399573%26quantidadePaginas%3d1%26codigoRegistro%3d47527%2347527&i=6>. Acesso em: 06 maio 2025.

BRASIL. **Comando da Aeronáutica**. NSCA 145-1: Sistema de Subsistência do Comando da Aeronáutica (SISUB). 2024a. Disponível em:

<https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/acervo/detalhe/48232?guid=1747313779090&returnUrl=%2fterminalcendoc%2fresultado%2flistarlegislacao%3fguid%3d1747313779090%26quantidadePaginas%3d1%26codigoRegistro%3d48232%2348232&i=1>. Acesso em: 06 maio 2025.

BRASIL. **Academia da Força Aérea**. NPA 414-DA 2024 - Funcionamento da Seção de Subsistência da Divisão Administrativa da AFA. 2024b.

COELHO, P. M. N. **Rumo à Indústria 4.0**. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Ambiental. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, 2016. 65 p.

COSTA, Ariana de Sousa Carvalho; SANTANA, Lídia Chagas de; TRIGO, Antônio Carrera. Qualidade do atendimento ao cliente: um grande diferencial competitivo para as organizações. **Revista de Iniciação Científica–RIC Cairu**, v. 2, n. 2, p. 155-172, 2015.

DALFOVO, Michael Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, v. 2, n. 3, p. 1-13, 2008.

DEMIR, Kadir Alpaslan; DÖVEN, Gözde; SEZEN, Bülent. Industry 5.0 and human-robot co-working. **Procedia computer science**, v. 158, p. 688-695, 2019.

FIRJAN. Federação das Indústrias do Rio de Janeiro. **Panorama da Inovação: Indústria 4.0**. Rio de Janeiro: DIN/GIE, 2016.

FREITAS, C. A. de; SILVA, A. R.; AGUIAR, D. S. de; SILVA, M. M. da; CARDOSO, A. da S.; MARTINS, D. R.; ARRUDA, A. C. S. de. A evolução da segurança no trabalho aplicada na manutenção industrial 4.0. **REMIPE - Revista de Micro e Pequenas Empresas e Empreendedorismo da Fatec Osasco**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 229–251, 2020. DOI: 10.21574/remipe.v6i2.289. Disponível em: <https://remipe.fatecosasco.edu.br/index.php/remipe/article/view/289>. Acesso em: 14 maio 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. Design principles for industrie 4.0 scenarios. **In: 2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)**. IEEE, 2016. p. 3928-3937.

HOBBSAWM, Eric J. **A era das revoluções: 1789-1848**. Editora Paz e Terra, 2012.

KAGERMANN, Henning *et al.* **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group**. Forschungsunion, 2013.

KHAN, Maqbool et al. Big data challenges and opportunities in the hype of Industry 4.0. In: **2017 IEEE International Conference on Communications (ICC)**. IEEE, 2017. p. 1-6.

LANCIOTTI, R.; ROSA, M. D. *Food Industry 4.0: Transforming the Future of Food*. Cham: Springer, 2020.

MOSCONI, Franco. *The new European industrial policy: Global competitiveness and the manufacturing renaissance*. Routledge, 2015.

NOH, Donghun; NAM, Hyunwoo; GILLESPIE, Kyle; LIU, Yeting; HONG, Dennis. **YORI: Autonomous Cooking System Utilizing a Modular Robotic Kitchen and a Dual-Arm Proprioceptive Manipulator**. arXiv preprint arXiv:2405.11094, 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2405.11094>. Acesso em: 25 abr. 2025.

PASCHEK, Daniel *et al.* Industry 5.0—The expected impact of next industrial revolution. In: **Thriving on future education, industry, business, and Society, Proceedings of the MakeLearn and TIIM International Conference, Piran, Slovenia**. 2019. p. 15-17.

RATIONAL. iVario Pro. 2023. Disponível em: https://www.rational-online.com/pt_br/ivario-pro/. Acesso em: 6 maio 2025.

ROBLEK, Vasja; MEŠKO, Maja; KRAPEŽ, Alojz. A complex view of industry 4.0. **Sage open**, v. 6, n. 2, p. 2158244016653987, 2016.

SARMA, Sanjay; BROCK, David L.; ASHTON, Kevin. The networked physical world. **Auto-ID Center White Paper MIT-AUTOID-WH-001**, p. 1-16, 2000.

SILVA, J. A. F.; VIEIRA, A. M. Indústria 4.0 aplicada às cozinhas industriais: Automação e eficiência na produção de alimentos. **Revista Brasileira de Inovação e Sustentabilidade**, v. 2, n. 4, 2021.

SOMMER, Lutz. Industrial revolution-industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution?. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 8, n. 5, p. 1512-1532, 2015.

TAQUITA, Thaline da Costa. **Melhoria do desempenho nos processos produtivos no contexto de uma cozinha industrial militar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade do Minho, Escola de Engenharia, 2022.

THERMO KING. **Monitoramento remoto maximiza eficiência no mercado do frio**. 2022. Disponível em:

<https://www.thermoking.com/content/thermoking/la/pt/newsroom/2022/11-Nov/monitoramento-remoto-maximiza-eficiencia-no-mercado-do-frio.html>. Acesso em: 5 jun 2025.

TORTORELLA, Guilherme Luz; FETTERMANN, Diego. Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. **International journal of production research**, v. 56, n. 8, p. 2975-2987, 2018.

TREVISAN, M. et al. Uma ação de responsabilidade socioambiental no rodeio internacional. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção–ENEGEP**, v. 28, 2008.

UNEP – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Conferência das Nações Unidas sobre Mudança Climática – COP 25**. 2019. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/events/conference/conferencia-das-nacoes-unidas-sobre-mudanca-climatica-cop-25>. Acesso em: 6 maio 2025.

VOGEL-HEUSER, B.; HESS, D. Industry 4.0-prerequisites and visions (guest editorial). **IEEE Trans Autom Sci Eng**, v. 13, n. 2, p. 411-3, 2016.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.