

INDÚSTRIA 4.0 E A NA SEÇÃO DE SUBSISTÊNCIA DA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA

1 INTRODUÇÃO

As Seções de Subsistência de Organizações Militares são serviços organizados em locais com infraestrutura, materiais, equipamentos e instalações, além de outros recursos que estão disponíveis na Organização Militar (OM), destinados e dedicados exclusivamente ao provimento da alimentação ao efetivo militar. A Doutrina de Alimentação e Nutrição do Ministério da Defesa (2018), os militares têm o direito de receber uma alimentação equilibrada em termos de quantidade e qualidade. As OMs recebem uma quantia financeira correspondente às etapas de alimentação, destinada especificamente ao custeio da refeição diária de cada um dos militares que compõem o efetivo (Ministério da Defesa, 2021). Assim, com a importância de analisar as novas dinâmicas de gestão de processos que promovam a diminuição dos gastos econômicos, a segurança no trabalho e o aumento da qualidade da alimentação. Dessa maneira, a Indústria 4.0 visa aproveitar o potencial das tecnologias de comunicação e informação para impulsionar a produtividade, a eficiência, a qualidade, a gestão nas indústrias e a segurança no trabalho. Essa abordagem proporciona novas oportunidades de estratégias e modelos de negócios, permitindo uma integração mais eficaz e segura entre máquinas e seres humanos, sendo considerada como uma revolução na indústria, proporcionando tecnologicamente (Albino, 2021). Portanto, o objetivo geral é comparar os custos operacionais da cozinha tradicional anteriormente utilizada no rancho com os da Cozinha 4.0.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O Sistema de Subsistência (SISUB), trata-se de espaços dentro das OMs que possuem todas as condições necessárias, como infraestrutura, materiais, equipamentos e instalações, juntamente com outros recursos, para fornecer alimentação aos militares alojados (Ministério da Defesa, 2018). Na Academia da Força Aérea, o SISUB desempenhou um papel fundamental ao implementar a Cozinha 4.0 com a atividade de dois principais equipamentos produzidos pela empresa alemã *RATIONAL*: o *iVario Pro*, um utensílio de cocção capaz de cozinhar, refogar, fritar, substituindo os materiais convencionais de uma cozinha; e o *iCombi Pro*, um forno combinado que utiliza calor seco e úmido para realizar a cocção dos alimentos (Engefood, 2021; Rational, 2024). Um estudo realizado pela empresa, em uma cozinha escolar na França durante três meses, comprovou que, ao comparar uma caldeira a gás com o *iVario Pro*, reduz a energia (expressa em kWh) em 73,5%; o tempo de cocção em 55%; e a água em 67%, permitindo uma maior eficiência na produção (Rational, 2024). A Indústria 4.0, também conhecida como 4ª Revolução Industrial, está transformando a automação, a troca de dados, as etapas de produção e os modelos de negócios em larga escala por meio do uso de máquinas e computadores (Geartech, 2021). Essa revolução traz consigo inovação, eficiência e customização como elementos-chave. Além disso, garante a segurança no trabalho e a qualidade dos alimentos ao utilizar equipamentos modernos e automatizados, reduzindo a manipulação manual e o risco de acidentes (Breeze, 2023). Portanto, há possibilidade de aumentar a produtividade e diminuir os impactos nos gastos se utilizar equipamentos que sejam efetivamente inteligentes como também há a viabilidade da melhora na qualidade da produção, no atendimento aos usuários.

3 MÉTODO DE ESTUDO

No artigo foi realizada uma análise comparativa entre o desempenho, os custos operacionais e os aspectos de segurança da cozinha tradicional utilizada no rancho entre janeiro e agosto de 2023, e da Cozinha 4.0, implementada em setembro de 2023 até o mês de dezembro do corrente ano. Foi feito um cálculo baseado nos dados, para a medição dos gastos financeiros, para os gastos realizados no período de Jan/23 a Ago/23 foi considerado, o custo da energia elétrica, somente nos equipamentos da cozinha, tais como fornos combinados e fritadeiras elétricas, sem considerar o gasto com iluminação na área do refeitório, e no período de Set/23 a Dez/23. Sendo assim, foi calculado o tempo de utilização dos equipamentos da Cozinha 4.0 na Seção de Subsistência da Academia da Força Aérea. Além disso, para os cálculos referentes aos gastos com óleo diesel, medido em litros, e gás (GLP), medido em quilogramas, considerou-se os valores ao mês. A coleta de dados sobre a implementação da cozinha 4.0 e suas peculiaridades, foi realizado por meio da *survey*, onde os respondentes eram militares relacionado a Seções de Subsistência da AFA, sendo um universo de 50 militares do efetivo, dos quais 28 responderam o formulário.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A coleta de dados dos gastos financeiros foi obtido na Seção de Subsistência, decorrentes dos custos com preço médio do gás a granel (em Kg) foi de R\$ 4,78; preço médio do óleo diesel (em L) foi de R\$ 5,75, e a energia foi com base no ano de 2023 do estado de São Paulo, sendo o custo médio da tarifa de conta de luz R\$ 0,85 centavos. No período de janeiro a agosto de 2023, o processo produtivo foi predominantemente sustentado por caldeiras a gás alimentadas por óleo diesel, complementado pelo uso de equipamentos elétricos, como fornos e fritadeiras. A partir de setembro de 2023, iniciou-se a operação da Cozinha 4.0, cuja matriz energética baseia-se na eletricidade e no gás liquefeito de petróleo (GLP). Ressalta-se, entretanto, que as caldeiras não foram integralmente desativadas, permanecendo em funcionamento complementar. Assim, têm-se nesse período, o gasto com óleo diesel. Para os cálculos relativos em energia elétrica, a Seção de Subsistência possui um gasto conjunto com outros setores da Academia da Força Aérea, então foram utilizados dados das potências de cada equipamento da cozinha antiga e a cozinha 4.0. Além disso, utilizou-se a quantidade de dias de cada mês, sendo considerado o intervalo de segunda-feira a quinta-feira, pois as horas utilizadas eram maiores, e o intervalo de sexta-feira à domingo, sendo reduzida as horas gastas. Os Quadros 01 e 02 apresentam os equipamentos utilizados como referência para a coleta de dados nos cálculos de consumo monetários.

Quadro 01 - Dados dos equipamentos utilizados na cozinha antiga

Equipamentos	Qtd.	Watts(W)	Utilização de Seg a Qui.(em h)	Utilização de Sex a Dom.(em h)
Fritadeira Elétrica	1	33.000	8	4
Forno Combinado 1	1	21.000	8	4
Forno Combinado 2	1	0,2	8	4

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

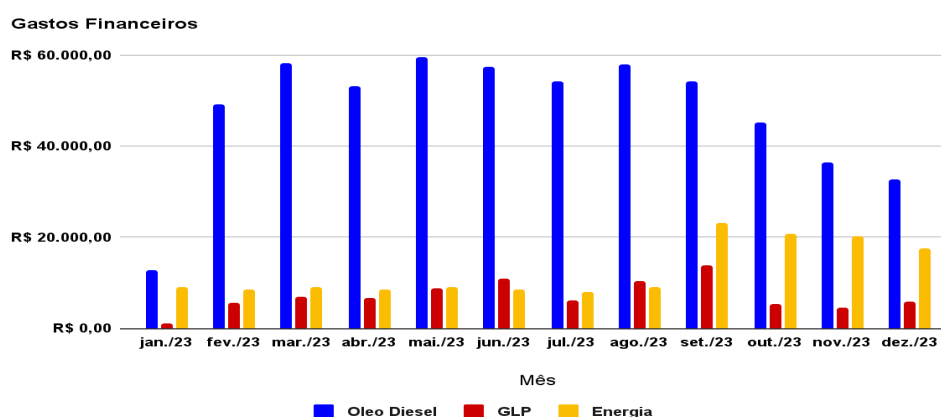
Quadro 02 - Dados dos equipamentos utilizados na cozinha atual

Equipamentos	Qtd.	Watts(W)	Utilização de Seg a Qui.(em h)	Utilização de Sex a Dom.(em h)
iVario Pro - Basculante	3	38.000	8	4
iCombi Pro - Forno Combinado	1	34.000	8	4

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Com base nos dados coletados, foi realizado o cálculo correspondente para cada equipamento quantidade de equipamentos de cada modelo disposto no Quadro 01, potência (em W) “n” Horas utilizadas em dias úteis “n” quantidade de dias úteis no mês, somado a quantidade de equipamentos de cada modelo disposto no Quadro 02, potência (em W) “n” Horas utilizadas em dias não úteis “n” quantidade de dias não úteis no mês.

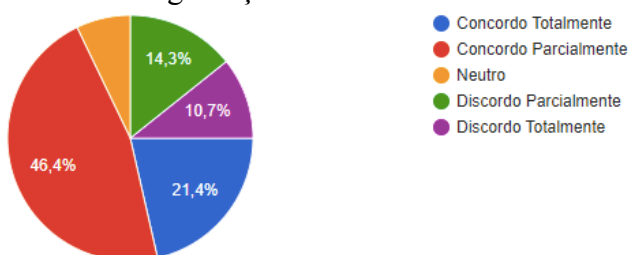
Figura 01 - Gastos mensais com insumos para a cozinha



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Figura 01 apresenta a distribuição mensal ao longo de 2023, dos insumos utilizados na cozinha o óleo diesel, o gás de cozinha e a energia elétrica. Observa-se que, o óleo diesel utilizado nas caldeiras é mais caro que o gás de cozinha e a energia elétrica. Entre janeiro e agosto de 2023, o gasto médio com óleo diesel totalizaram aproximadamente 55.692,00 enquanto os custos com gás de cozinha e energia elétrica apresentam uma média de R\$ 15.881,00, no mesmo período. No período de agosto a dezembro de 2023, as caldeiras mantiveram-se em funcionamento em escala reduzida. Com a implementação dos equipamentos da cozinha 4.0, observou-se uma diminuição nos gastos com com óleo diesel, que totalizam R\$ 42.193,00 no período, enquanto as despesas médias com energia elétrica e gás de cozinha passaram a girar em torno de R\$ 27.778,00. Como já demonstrado por Rational (2024), a utilização da energia elétrica reduz consideravelmente o custo gasto se comparado ao gasto em equipamentos movidos a caldeiras abastecidas por óleo diesel. As melhorias no sistema são fundamentadas nas tecnologias da Indústria 4.0, que contribuem para a constante evolução dos processos, promovendo a otimização de recursos, a economia de energia, a padronização das operações e a automação das atividades (Fortes et al., 2025). Tratando de segurança no trabalho relacionada à Indústria 4.0, na Figura 02, estão exibidas as opiniões sobre a melhora na segurança no trabalho após a implementação da Cozinha 4.0.

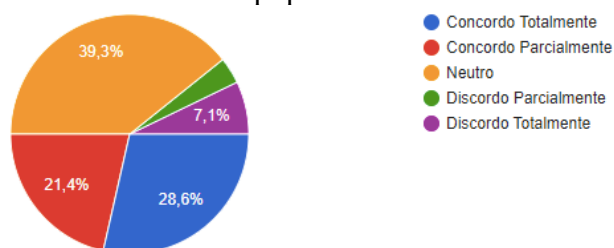
Figura 02 - Cozinha 4.0 melhora na segurança no trabalho



Fonte: Elaborados pelos autores (2024)

É possível notar na Figura 02 que 21,4% dos respondentes concordam totalmente que houve uma melhora na segurança no trabalho com a implementação da Cozinha 4.0 e 46,4% concordam parcialmente. Todavia, 14,3% discordam parcialmente sobre essa melhora e 10,7% discorda totalmente, além de que 7,2% manteve neutra, não sendo percebida uma mudança significativa e uniforme relacionada à melhora da segurança do trabalho após a inserção da Indústria 4.0. De acordo com Silva et al., (2021), tecnologias advindas da evolução da Indústria 4.0 proporcionam que ferramentas e modelos possam ser desenvolvidos para a melhora da saúde e segurança no trabalho, no entanto, podem surgir a incidência de novos tipos de lesões. Figura 03, Porcentagem das respostas da necessidade de mais instruções e explicações a respeito do manuseio dos equipamentos da Cozinha 4.0.

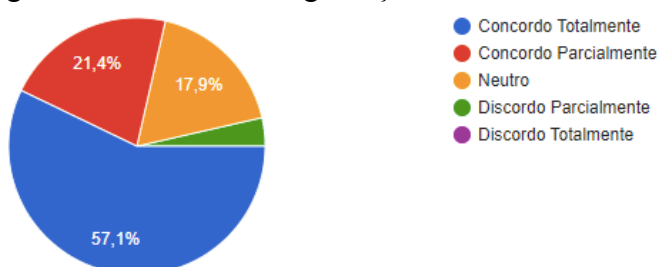
Figura 03 - Explicações sobre manuseio de equipamentos da Cozinha 4.0



Fonte: Elaborados pelos autores (2024)

Observa-se que 28,6% dos respondentes concordam totalmente que há a necessidade de mais instruções e explicações a respeito do manuseio dos equipamentos da Cozinha 4.0 e 21,4% concordam parcialmente. Porém, 3,6% discordam parcialmente e 7,1% discordam totalmente em haver essa necessidade, além de que 39,3% se mantiveram neutros em relação a esta afirmação. Corroborando, Freitas et al., (2020), aborda a necessidade do treinamento em conceitos básicos de tecnologia e segurança no trabalho, a fim de que o profissional se torne cada vez mais autônomo no ambiente de trabalho. As tecnologias da Indústria 4.0 transformaram profundamente o setor de alimentos, ao incorporar inovações como o aprendizado de máquina e a Internet das Coisas (Rahaman; Batcha, 2023). Na Figura 04, é possível notar sobre como a tecnologia presente na Cozinha 4.0, tais como sensores de monitoramento e coletas de dados, auxiliam na melhora da segurança do trabalho.

Figura 04 - Tecnologia 4.0 no auxílio da segurança no trabalho

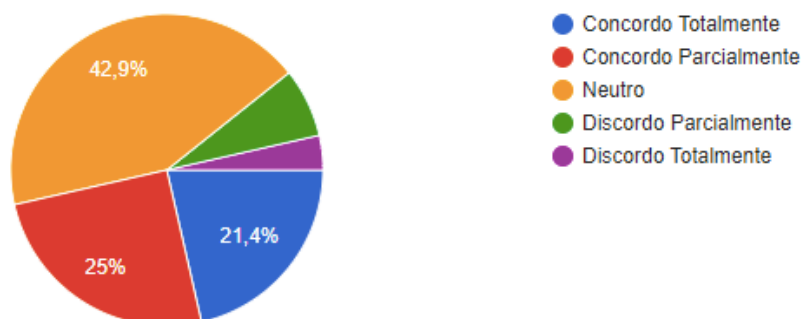


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Percebe-se que 57,1% dos respondentes concordam totalmente que a tecnologia presente na Cozinha 4.0, tais como sensores de monitoramento e coletas de dados, auxiliam na melhora da segurança do trabalho e 21,4% concordam parcialmente, demonstrando existe uma resposta positiva em relação a implementação da Indústria 4.0. Relacionado a isto, de acordo com FIA (2021), a implementação da Cozinha 4.0 traz diversos impactos positivos, entre os quais se encontram processos mais seguros e a redução dos erros. A incorporação das tecnologias da Indústria 4.0 pode viabilizar a superação de barreiras operacionais, ao mesmo tempo

em que potencializa o alcance de resultados superiores de desempenho (Ribeiro et al., 2023; Tortorella et al., 2020). É possível averiguar se há incidência de novos riscos associados às novas tecnologias relacionados com a ergonomia e a carga intelectual, conforme Figura 05.

Figura 05 - Incidência de novos riscos associados às novas tecnologias



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Ao analisar a Figura 05, acerca do surgimento de novos riscos associado às novas tecnologias da Indústria 4.0, 21,4% concordam totalmente que há uma incidência destes novos riscos e 25% concordam parcialmente. Todavia, 42,9% se manteve neutro, sem identificar se houve ou não a incidência de novos riscos. Portanto, A incorporação da Cozinha 4.0 com sensores inteligentes e sistemas automatizados tem contribuído para um maior controle operacional e melhoria nas condições ergonômicas dos colaboradores. A integração da indústria 4.0 no setor de alimentos leva a detecção de defeitos em alimentos, melhoria da eficiência operacional, sustentabilidade na cadeia de abastecimento (Derakhti; Gonzalez; Mardani, 2023; Quiroz-Flores et al., 2024) No entanto, essa transformação também demanda uma reconfiguração das práticas tradicionais, especialmente no que diz respeito ao manuseio dos novos equipamentos. A necessidade de capacitação torna-se evidente diante da complexidade dos sistemas integrados. A ausência de conhecimento pode comprometer a eficiência dos processos, falhas operacionais, e dificuldades na tomada de decisão em situações críticas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Objetivo geral é comparar os custos operacionais da cozinha tradicional anteriormente utilizada no rancho com os da Cozinha 4.0. O desenvolvimento da Indústria 4.0 resulta em novas dinâmicas de gestão de processos que permitam que os sistemas automatizados responsáveis pelo controle dos equipamentos industriais possam tornar a produção mais eficiente. No que diz respeito à utilização da gestão de qualidade agregada aos conceitos da Indústria 4.0, é possível argumentar que, existe uma diminuição dos custos e um reforço na segurança com relação a nova cozinha 4.0 da Seção de Subsistência da Academia da Força Aérea. Nota-se uma evolução progressiva na redução com gastos de compra de óleo diesel, mesmo no período de adaptação da Cozinha 4.0, os custos com energia elétrica e gás não se encontram estabilizados, mas já é possível perceber a eficiência, além do fator sustentável agregado a essas mudanças. Logo, recursos como sensores de monitoramento e sistemas de coleta de dados, presentes na Cozinha 4.0, demonstram potencial para mitigar riscos e aprimorar o controle operacional. No entanto, a introdução dessas inovações também traz novos desafios, exigindo que os profissionais estejam preparados para lidar com riscos emergentes e mudanças na dinâmica de trabalho. Desta maneira, a evolução tecnológica deve ser acompanhada por estratégias de gestão que assegurem a adaptação segura e eficiente dos colaboradores às novas realidades produtivas. Portanto, Indústria 4.0 representa transformação de paradigmática impulsionada pela convergência entre

inovação, digitalização de processos produtivos e integração inteligente de sistemas, redefinindo modelos de negócio, cadeias de valor e competências profissionais no contexto da economia contemporânea. Para trabalhos futuros sugere-se, um estudo sobre melhoria da sustentabilidade, trazendo novos aspectos que possam aperfeiçoar a Seção de Subsistência da Academia da Força Aérea, como também de outras unidades.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, B. M. **Avaliação da Indústria 4.0 em Joinville**. 2021. 36 f. TCC (Graduação) – Curso de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.
- BREEZE. **Cozinhas com o que existe de mais moderno em tecnologia**. 2023. Disponível em: <https://breezeservices.com.br/cozinha-4-0/>. Acesso em: 12 set. 2025.
- DERAKHTI, A.; GONZALEZ, E. D. R. S.; MARDANI, A. Industry 4.0 and beyond: a review of the literature on the challenges and barriers facing the Agri-Food supply chain. **Sustainability**, v. 15, n. 6, p. 5078, 2023.
- ENGEFOOD. **iVario: saiba como este equipamento vai revolucionar sua cozinha**. 2021. Disponível em: <https://engefood.com.br/ivario-pro-saiba-como-este-equipamento-vai-revolucionarsua-cozinha/#:~:text=Ter%20um%20dos%20sistemas%20mais,a%20produtividade%2C%20flexibilidade%20e%20simplicidade>. Acesso em: 1 ago. 2025.
- FIA. **Indústria 4.0: o que é, consequências, impactos positivos e negativos**. 2021. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/industria-4-0/#:~:text=Processos%20mais%20seguros%20e%20%20C3%A1geis&text=As%20solu%20C3%A7%20C3%B5es%20tecnol%20C3%B3gicas%20sem%20d%20C3%BAvida,melhorar%20a%20seguran%20C3%A7a%20dos%20processos>. Acesso em: 21 ago. 2025.
- 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.
- GEARTECH BRASIL. **Indústria 4.0: Entenda o que é a quarta revolução industrial**. 2021. Disponível em: <https://geartechbr.com.br/industria-4-0-entenda-o-que-e-a-quarta-revolucaoindustrial/>. Acesso em: 17 ago. 2025.
- MINISTÉRIO DA DEFESA. Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas. **MD42-M-05 Doutrina de Alimentação e Nutrição**. 2018b. [s.l.]. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/ptbr/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/logistica_mobilizacao/mda_42a_ma_05a_douta_alima_nutria_2a_ed_2018.pdf. Acesso em: 19 set. 2025.
- MINISTÉRIO DA DEFESA. **Comando da Aeronáutica. NSCA 145-1 Norma de Sistema de Subsistência do Comando da Aeronáutica**. 2021. [s.l.]. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/acervo/detalhe/6084?guid=1600819208531&returnUrl=%2Fterminalcendoc%2Fresultado%2Flistar%3Fguid%3D1600819208531%26quantidadePaginas%3D1%26codigoRegistro%3D6084%236084&i=1>. Acesso em: 21 jago. 2025.
- QUIROZ-FLORES, J. C. et al. Industry 4.0, circular economy and sustainability in the food industry: a literature review. **International Journal of Industrial Engineering and Operations Management**, v. 6, n. 1, p. 1–24, 1 jan. 2024.
- RATIONAL. **O que é um forno combinado?** 2024. Disponível em: https://www.rationalonline.com/pt_br/icombi-pro/. Acesso em: 20 set. 2025.
- RAHAMAN, J.; BATCHA, M. S. How is Industry 4.0 Changing Food Technology? A Scientometric Profile. **Journal of Data Science, Informetrics, and Citation Studies**, v. 2, n. 1 SE-Research Article, p. 25–31, 27 abr. 2023.
- RATIONAL. **Basculante e caldeira a gás vs. iVario Pro**. 2024a. Disponível em: <https://www.rational-online.com/media/general-documents/energy-savings/21-929-flyer-gas-vsivario-catering-study-a4-pt-br.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2025.
- RIBEIRO, D. R. S. et al. VSM Approach to Manufacturing Systems **in Industry 4.0: From Literature Review to a Conceptual Framework** BT -Proceedings of the 11th International Conference on Production Research –Americas. (F. Deschamps et al., Eds.) Cham: Springer Nature Switzerland, 2023.
- TORTORELLA, G. L. et al. Designing lean value streams in the fourth industrial revolution era: proposition of technology-integrated guidelines. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 16, p. 5020–5033, 17 ago. 2020.
- SILVA, C. M. M. da; SILVA, M. A. G. da; PEREIRA, A. S.; FRANZ, L. A. dos S.; BEMVENUTI, R. H. Utilização das tecnologias da indústria 4.0 na segurança e saúde do trabalhador: uma revisão sistemática da literatura. **Brazilian Journal of Production Engineering**, Pelotas, v. 7, n. 5, p. 252-268, 2021.