EVENTO ON-LINE
ConBRepro
XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

Da Gestão Operacional à Transformação Digital: Um Estudo de Caso sobre a Evolução da Maturidade Produtiva em uma Pequena Indústria de Pães Congelados

Valdivino Junior Barbosa Vassalo
Departamento de Engenharia De Produção – Universidade do Estado do Pará
Lorena Lopes Lima
Departamento de Engenharia De Produção – Universidade do Estado do Pará
Valmir Silva Costa
Departamento de Engenharia De Produção – Universidade do Estado do Pará
Danielly Faria Monteiro
Departamento de Engenharia De Produção – Universidade do Estado do Pará
Angela Fernanda Naves Neves
Departamento de Engenharia De Produção – Universidade do Estado do Pará

Resumo: A transformação digital representa uma oportunidade para melhoria da competitividade industrial, porém pequenas empresas enfrentam desafios relacionados à estrutura organizacional e maturidade tecnológica. Este estudo tem como objetivo analisar as condições operacionais de uma pequena indústria de pães congelados e propor um roadmap de transformação digital baseado na melhoria dos processos produtivos, indicadores de desempenho e práticas de manutenção. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, de abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo, utilizando observação direta e análise dos processos operacionais. Os resultados identificaram ausência de padronização, baixa utilização de indicadores, registros pouco estruturados e predominância de manutenção corretiva. Como contribuição, foi proposto um roadmap de evolução digital composto por etapas de estruturação operacional, digitalização dos controles e aplicação gradual de tecnologias da Indústria 4.0. O estudo evidencia que a transformação digital em pequenas indústrias deve iniciar pelo fortalecimento dos fundamentos da Engenharia de Produção.

Palavras-chave: Transformação digital; Indústria 4.0; Pequenas empresas; Gestão da produção; Manutenção preventiva.

From Operational Management to Digital Transformation: A Case Study on the Evolution of Production Maturity in a Small Frozen Bread Industry

Abstract: Digital transformation represents an opportunity to improve industrial competitiveness; however, small companies face challenges related to organizational structure and technological maturity. This study aims to analyze the operational conditions of a small frozen bread manufacturing company and propose a digital transformation roadmap based on production improvement, performance indicators, and maintenance practices. The research is characterized as a qualitative and exploratory-descriptive case study, using direct observation and operational process analysis. The results identified lack of standardization, limited use of performance indicators, poorly structured records, and a predominance of corrective maintenance. As a contribution, a digital evolution

roadmap was proposed, including operational structuring, process control digitalization, and gradual adoption of Industry 4.0 technologies. The study demonstrates that digital transformation in small industries should begin by strengthening Production Engineering fundamentals.

Keywords: Digital transformation; Industry 4.0; Small companies; Production management; Preventive maintenance.

1. Introdução

A crescente complexidade dos mercados industriais tem pressionado as organizações a desenvolverem sistemas produtivos mais eficientes, flexíveis e capazes de responder rapidamente às mudanças na demanda. Nesse contexto, a transformação digital passou a representar uma alternativa estratégica para aprimorar processos, ampliar a capacidade de tomada de decisão e fortalecer a competitividade organizacional. Entretanto, a adoção de tecnologias digitais não depende apenas da disponibilidade de recursos tecnológicos, mas também do nível de preparação dos processos e das capacidades internas das empresas (ROSSMANN, 2018).

A Indústria 4.0 tem ampliado a discussão sobre a integração entre tecnologias digitais e sistemas produtivos, permitindo maior conectividade, coleta de dados em tempo real e melhoria da eficiência operacional. Contudo, estudos indicam que a implementação dessas tecnologias ocorre de maneira distinta entre organizações, sendo influenciada por fatores como infraestrutura existente, conhecimento técnico, cultura organizacional e capacidade de investimento (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019).

Embora frequentemente associada a grandes empresas altamente automatizadas, a transformação digital também representa um desafio relevante para pequenas e médias empresas industriais. Segundo Mittal et al. (2018), organizações de menor porte apresentam limitações relacionadas à falta de recursos financeiros, ausência de competências digitais e dificuldades para estabelecer estratégias estruturadas de evolução tecnológica. Dessa forma, a digitalização dessas empresas deve considerar uma abordagem progressiva, iniciando pela organização dos processos e pelo desenvolvimento da maturidade operacional.

Nesse cenário, a melhoria dos fundamentos da Engenharia de Produção torna-se essencial para a evolução digital das organizações. Processos não padronizados, ausência de indicadores de desempenho e práticas inadequadas de manutenção podem comprometer a eficiência produtiva e dificultar a utilização de tecnologias avançadas. De acordo com Schumacher, Erol e Sihn (2016), a maturidade para a Indústria 4.0 está diretamente relacionada à capacidade da empresa em estruturar seus processos, informações e recursos antes da adoção de soluções digitais.

No setor alimentício, especialmente em pequenas indústrias de produtos congelados, aspectos como disponibilidade dos equipamentos, controle produtivo e redução de desperdícios apresentam impacto direto na competitividade. A ausência de práticas estruturadas de manutenção preventiva pode gerar interrupções no fluxo produtivo, aumento dos custos operacionais e redução da confiabilidade dos processos. Além disso, a falta de indicadores dificulta a identificação de perdas e limita a tomada de decisão baseada em dados.

Diante desse contexto, este estudo apresenta um estudo de caso realizado em uma pequena indústria de pães congelados, denominada neste trabalho como Empresa Alfa, com o objetivo de analisar suas condições operacionais e propor ações para evolução da maturidade produtiva e digital. A organização estudada apresenta características comuns às pequenas empresas industriais, incluindo baixa automação, ausência de controles padronizados e predominância de ações corretivas na manutenção dos equipamentos.

Assim, a pesquisa busca responder à seguinte questão: como a estruturação dos processos produtivos, a implementação de controles operacionais e a adoção de práticas de manutenção preventiva podem contribuir para a jornada de transformação digital de uma pequena indústria de pães congelados?

O objetivo geral consiste em analisar as condições operacionais da empresa estudada e propor um roadmap de transformação digital adequado à sua realidade. Como objetivos específicos, busca-se: (I) identificar limitações relacionadas ao controle produtivo e manutenção dos equipamentos; (II) avaliar oportunidades de melhoria associadas à digitalização dos processos; e (III) propor ações graduais alinhadas aos princípios da Indústria 4.0.

2. Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada, com abordagem predominantemente qualitativa, objetivo exploratório-descritivo e estratégia de pesquisa baseada em estudo de caso único. Essa abordagem foi escolhida devido à necessidade de compreender, em profundidade, as características operacionais de uma pequena indústria de pães congelados e identificar oportunidades relacionadas à melhoria dos processos produtivos e à evolução da maturidade digital da organização.

Segundo Yin (2015), o estudo de caso é uma estratégia de investigação adequada quando o pesquisador busca compreender fenômenos contemporâneos inseridos em seu contexto real, especialmente quando os limites entre o fenômeno estudado e o ambiente organizacional não estão claramente definidos. Dessa forma, essa metodologia permite analisar de maneira detalhada os desafios enfrentados pela empresa e propor soluções alinhadas às suas características específicas.

A pesquisa foi desenvolvida em uma pequena indústria alimentícia brasileira, denominada neste estudo como Empresa Alfa, preservando a identidade da organização. A empresa atua no segmento de fabricação de pães congelados, atendendo clientes do varejo e do setor alimentício, apresentando características comuns às pequenas empresas industriais, como baixo nível de automação, utilização limitada de sistemas digitais e processos produtivos predominantemente controlados de forma manual.

A coleta de dados ocorreu durante o período de estágio acadêmico em Engenharia de Produção realizado na organização, permitindo a observação direta das atividades produtivas, identificação das práticas existentes e análise das principais limitações relacionadas à gestão operacional. Conforme Marconi e Lakatos (2021), a observação direta possibilita ao pesquisador obter informações sobre fatos e fenômenos a partir do acompanhamento do ambiente estudado, contribuindo para uma compreensão mais próxima da realidade investigada.

Para desenvolvimento do estudo, foram utilizadas as seguintes técnicas de coleta de dados:

a) Observação direta do processo produtivo:

Foi realizado o acompanhamento das principais etapas produtivas da empresa, incluindo preparação da massa, modelagem, congelamento, embalagem e armazenamento, buscando identificar características relacionadas ao fluxo produtivo, controles existentes e oportunidades de melhoria.

b) Análise dos procedimentos operacionais:

Foram avaliados os métodos utilizados para controle da produção, registro das atividades, acompanhamento dos equipamentos e gerenciamento das informações produtivas, permitindo identificar a ausência ou existência de práticas padronizadas.

c) Levantamento das condições de manutenção dos equipamentos:

Foi realizada uma análise das práticas de manutenção adotadas pela organização, observando aspectos relacionados à frequência das intervenções, registros históricos de falhas e predominância de ações corretivas em comparação às práticas preventivas.

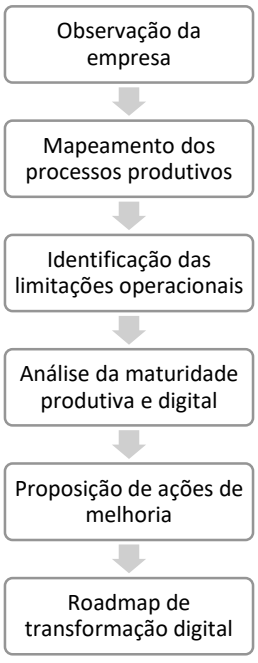
d) Identificação de oportunidades de transformação digital:

A partir do diagnóstico realizado, foram analisadas possibilidades de evolução tecnológica compatíveis com a realidade da empresa, considerando aspectos como padronização dos processos, implementação de indicadores de desempenho, digitalização dos controles e preparação para futuras aplicações relacionadas à Indústria 4.0.

A análise dos dados foi conduzida por meio de uma abordagem comparativa entre a situação operacional observada na empresa e os conceitos apresentados na literatura relacionados à maturidade digital, gestão da produção e manutenção industrial. Para isso, foi utilizado como referência o conceito de níveis de evolução tecnológica, no qual a organização inicialmente necessita desenvolver fundamentos de gestão e controle antes da implementação de tecnologias digitais avançadas (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016).

A Figura 1 apresenta o modelo metodológico adotado na pesquisa:

Figura 1 – Estrutura metodológica do estudo



Fonte: Autores (2026)

Dessa forma, a metodologia adotada possibilita compreender como uma pequena indústria alimentícia pode estruturar seus processos internos e desenvolver condições favoráveis para uma futura implementação de tecnologias digitais, evidenciando que a transformação digital depende inicialmente da consolidação dos fundamentos da Engenharia de Produção.

3. Referencial Teórico

2.1 Transformação digital e Indústria 4.0

A evolução dos sistemas produtivos industriais tem sido impulsionada pela integração entre tecnologias digitais, processos organizacionais e novas formas de gerenciamento da informação. Nesse contexto, a Indústria 4.0 representa uma mudança significativa no modelo tradicional de produção ao promover maior conectividade entre equipamentos, sistemas e pessoas, possibilitando processos mais inteligentes, flexíveis e orientados por dados.

Segundo Frank, Dalenogare e Ayala (2019), as tecnologias associadas à Indústria 4.0 podem ser classificadas conforme sua aplicação nos sistemas produtivos, incluindo tecnologias voltadas à comunicação, integração de dados, automação e análise inteligente das informações. Entre essas tecnologias destacam-se a Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem, sistemas ciberfísicos, análise de dados e inteligência artificial.

Entretanto, a transformação digital não está limitada à implementação de recursos tecnológicos. De acordo com Vial (2019), esse processo envolve mudanças estruturais nas organizações, afetando modelos operacionais, processos internos e formas de geração de valor. Dessa maneira, a tecnologia atua como um elemento facilitador, mas os resultados dependem da capacidade organizacional de adaptar processos e desenvolver novas competências.

Nesse sentido, Rossmann (2018) destaca que a transformação digital exige o desenvolvimento de capacidades organizacionais relacionadas à estratégia, governança, cultura, tecnologia e gestão dos processos. Assim, empresas que apresentam baixa estruturação operacional podem encontrar dificuldades para obter benefícios provenientes da digitalização, uma vez que informações inconsistentes e processos não padronizados comprometem a utilização eficiente dos dados.

Dessa forma, a transformação digital deve ser compreendida como uma evolução gradual, na qual a organização desenvolve inicialmente fundamentos de gestão e controle para posteriormente incorporar tecnologias mais avançadas.

2.2 Maturidade digital e os desafios das pequenas empresas industriais

Embora a Indústria 4.0 apresente oportunidades significativas para melhoria da produtividade e competitividade, sua implementação representa um desafio especialmente relevante para pequenas e médias empresas (PMEs). Diferentemente das grandes organizações, empresas de menor porte frequentemente possuem limitações relacionadas ao investimento financeiro, infraestrutura tecnológica, conhecimento especializado e disponibilidade de recursos humanos.

Segundo Mittal et al. (2018), a maturidade para a Indústria 4.0 está relacionada à capacidade da organização em desenvolver competências tecnológicas e gerenciais necessárias para aproveitar os benefícios da digitalização. Os autores destacam que

pequenas empresas não devem buscar simplesmente reproduzir modelos tecnológicos utilizados por grandes indústrias, mas desenvolver uma trajetória compatível com suas capacidades e necessidades.

Schumacher, Erol e Sihn (2016) propõem que a avaliação da maturidade industrial deve considerar diferentes dimensões organizacionais, incluindo estratégia, processos, tecnologia, produtos, cultura e colaboradores. Essa perspectiva demonstra que a evolução digital depende de uma transformação ampla, não restrita apenas à aquisição de equipamentos ou softwares.

Além disso, Sony e Naik (2020) identificaram que algumas das principais barreiras para adoção da Indústria 4.0 estão relacionadas à falta de conhecimento, resistência organizacional, ausência de planejamento estratégico e dificuldade de integração dos sistemas existentes. Portanto, antes de implementar soluções digitais avançadas, torna-se necessário desenvolver uma base operacional estruturada.

Nesse contexto, pequenas indústrias podem iniciar sua transformação digital por meio de ações de menor complexidade, como padronização dos processos, criação de indicadores, organização das informações e melhoria da gestão dos ativos produtivos.

2.3 Padronização dos processos produtivos e gestão operacional

A padronização dos processos representa um dos fundamentos da Engenharia de Produção, pois permite reduzir variabilidades, melhorar a previsibilidade das operações e estabelecer uma base para a melhoria contínua. Processos sem padrões definidos tendem a apresentar maior ocorrência de erros, desperdícios e dificuldades na identificação das causas dos problemas.

Segundo Liker (2005), a estabilidade dos processos é uma condição necessária para a implementação de melhorias sustentáveis, uma vez que organizações com elevada variabilidade operacional possuem dificuldades para identificar oportunidades de otimização. Nesse sentido, a padronização contribui para estabelecer métodos de trabalho consistentes e facilitar a gestão do desempenho produtivo.

Para Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), o controle adequado das operações depende da definição de objetivos de desempenho e do acompanhamento sistemático de indicadores relacionados à qualidade, custo, velocidade, confiabilidade e flexibilidade. A utilização desses indicadores permite transformar informações operacionais em conhecimento para tomada de decisão.

No contexto da transformação digital, a padronização apresenta papel ainda mais relevante, pois sistemas digitais dependem da qualidade das informações coletadas. Conforme destacado por Buer, Strandhagen e Chan (2018), organizações que buscam implementar tecnologias da Indústria 4.0 precisam desenvolver previamente processos organizados e estruturas adequadas de gestão dos dados.

Portanto, a melhoria operacional constitui uma etapa essencial para a digitalização, pois possibilita que futuras tecnologias sejam aplicadas em ambientes produtivos mais estáveis e preparados.

2.4 Manutenção preventiva e confiabilidade dos equipamentos industriais

A disponibilidade dos equipamentos representa um fator crítico para o desempenho dos sistemas produtivos, principalmente em indústrias alimentícias, nas quais interrupções podem comprometer prazos de entrega, qualidade dos produtos e eficiência operacional.

Historicamente, muitas pequenas empresas utilizam predominantemente estratégias de manutenção corretiva, caracterizadas pela intervenção após a ocorrência da falha. Embora essa abordagem possa apresentar menor custo inicial, ela tende a gerar maior imprevisibilidade operacional e aumento dos custos associados às paradas não planejadas.

Segundo Moubray (1997), a manutenção moderna deve estar orientada para a confiabilidade dos ativos, buscando identificar mecanismos de falha e desenvolver estratégias preventivas capazes de aumentar a disponibilidade dos equipamentos. A manutenção preventiva, portanto, representa uma evolução da gestão industrial ao substituir uma postura reativa por uma abordagem planejada.

Além disso, a manutenção estruturada contribui para a geração de informações importantes sobre o desempenho dos equipamentos, criando uma base de dados que futuramente pode ser utilizada em aplicações digitais, como manutenção preditiva e análise de desempenho dos ativos.

Dessa maneira, a implementação de práticas básicas de manutenção preventiva em pequenas indústrias representa não apenas uma ação de melhoria operacional, mas também uma etapa inicial para construção de uma estrutura compatível com os princípios da Indústria 4.0.

3 Resultados e discussão

3.1 Diagnóstico da situação operacional da Empresa Alfa

A análise realizada na Empresa Alfa permitiu identificar características comuns às pequenas indústrias alimentícias em processo inicial de evolução tecnológica. Embora a organização apresente capacidade produtiva consolidada no segmento de pães congelados, foram observadas limitações relacionadas à gestão dos processos, controle das informações produtivas e manutenção dos equipamentos.

O diagnóstico evidenciou que os processos operacionais eram conduzidos predominantemente com base no conhecimento prático dos colaboradores e na experiência dos gestores, apresentando baixa formalização dos procedimentos e limitada utilização de ferramentas estruturadas de controle. Essa característica representa um desafio para a evolução da maturidade produtiva, uma vez que a ausência de padrões dificulta a identificação de desvios, a análise das causas dos problemas e a implementação de melhorias contínuas.

De acordo com Mittal et al. (2018), pequenas e médias empresas apresentam maior dificuldade na adoção dos conceitos da Indústria 4.0 devido, principalmente, à ausência de competências organizacionais e estruturas internas adequadas. Dessa forma, observa-se que a empresa estudada apresenta uma condição inicial semelhante à descrita na literatura, na qual a transformação digital deve ser precedida pelo fortalecimento dos fundamentos da gestão industrial.

A Figura 2 apresenta uma síntese dos principais pontos identificados no diagnóstico:

Figura 2 – Diagnóstico da maturidade operacional da Empresa Alfa

Dimensão analisada	Situação observada
Padronização dos processos	Ausência ou baixa formalização dos procedimentos operacionais
Controle da produção	Predominância de registros manuais e baixa utilização de indicadores
Gestão da informação	Dados produtivos pouco estruturados
Manutenção dos equipamentos	Predominância de ações corretivas
Digitalização	Baixo nível de utilização de ferramentas digitais

Fonte: Autores (2026).

3.2 Ausência de padronização e impactos no desempenho produtivo

Um dos principais pontos identificados durante o estudo foi a ausência de um sistema estruturado de padronização das atividades produtivas. Apesar da existência de rotinas estabelecidas pelos operadores, grande parte do conhecimento permanecia concentrada na experiência individual dos colaboradores, aumentando a dependência do conhecimento tácito.

A falta de procedimentos operacionais padronizados pode ocasionar variações na execução das atividades, dificuldades de treinamento de novos funcionários e maior ocorrência de perdas relacionadas à inconsistência operacional. Segundo Liker (2005), a estabilidade dos processos representa uma condição fundamental para a melhoria contínua, pois organizações que não possuem padrões definidos apresentam maior dificuldade para identificar oportunidades de otimização.

No contexto da transformação digital, essa limitação torna-se ainda mais relevante. A implementação de sistemas digitais depende da disponibilidade de informações confiáveis e processos organizados. Conforme Buer, Strandhagen e Chan (2018), a digitalização industrial não substitui processos deficientes, mas amplia a necessidade de organizações possuírem estruturas operacionais capazes de gerar e utilizar dados adequadamente.

Dessa forma, uma primeira etapa recomendada para a Empresa Alfa consiste na implementação de ferramentas básicas de gestão, como:

Procedimentos Operacionais Padrão (POPs);

folhas de processo;

controles visuais;

indicadores de produção;

registros de ocorrências operacionais.

Essas ações apresentam baixo custo de implementação e contribuem para a criação de uma base organizacional necessária para futuras aplicações digitais.

3.3 Análise das práticas de manutenção dos equipamentos

Outro aspecto relevante identificado foi a predominância de uma abordagem de manutenção corretiva, caracterizada pela intervenção dos equipamentos após a ocorrência

das falhas. Essa prática pode comprometer a disponibilidade dos recursos produtivos, gerar interrupções inesperadas e dificultar o planejamento da produção.

Em uma indústria de pães congelados, equipamentos como masseiras, divisoras, modeladoras, túneis de congelamento e sistemas de embalagem possuem influência direta sobre a continuidade do processo produtivo. Portanto, falhas inesperadas nesses equipamentos podem provocar impactos relacionados ao cumprimento dos pedidos, desperdício de matéria-prima e redução da produtividade.

Segundo Moubray (1997), a manutenção baseada na confiabilidade busca substituir ações predominantemente corretivas por estratégias preventivas e planejadas, utilizando informações históricas dos equipamentos para reduzir a ocorrência de falhas. Nesse sentido, a ausência de registros estruturados de manutenção identificada na Empresa Alfa representa uma oportunidade de melhoria operacional.

Como proposta inicial, recomenda-se a implementação de um programa básico de manutenção preventiva composto por:

cadastro dos equipamentos;

histórico de falhas;

planos de inspeção periódica;

checklists operacionais;

acompanhamento de indicadores como MTBF e MTTR.

Essa iniciativa representa uma etapa fundamental para a evolução digital da organização, pois permite a criação de uma base de dados sobre o comportamento dos ativos produtivos.

3.4 Proposta de roadmap para transformação digital

Com base nos resultados obtidos, foi estruturado um roadmap de transformação digital adaptado à realidade da Empresa Alfa. Diferentemente de uma abordagem baseada na implementação imediata de tecnologias avançadas, a proposta considera uma evolução gradual, iniciando pela organização dos processos e desenvolvimento da capacidade de gestão das informações.

O roadmap é apresentado em quatro etapas:

Tabela 2 – Roadmap de transformação digital proposto para a Empresa Alfa

Etapa de evolução	Diagnóstico identificado	Ações propostas
1. Estruturação operacional	Processos dependentes do conhecimento dos operadores e ausência de padronização formal.	Implantação de procedimentos operacionais, gestão visual e organização dos controles produtivos.
2. Digitalização dos controles	Registros manuais e baixa utilização de indicadores de desempenho.	Criação de indicadores, digitalização dos registros e desenvolvimento de dashboards produtivos.
3. Integração das informações	Dados de produção e manutenção pouco estruturados e sem integração.	Implementação de sistemas de gestão e integração das informações entre setores.
4. Aplicação da Indústria 4.0	Ausência de monitoramento automático dos equipamentos e análise de dados.	Utilização de sensores, monitoramento em tempo real e manutenção preditiva.

Fonte: Autores (2026)

Observa-se que a proposta apresentada não considera a implementação imediata de tecnologias avançadas, mas uma trajetória progressiva de desenvolvimento organizacional. Essa abordagem está alinhada aos estudos de Schumacher, Erol e Sihn (2016), que destacam que a maturidade para a Indústria 4.0 depende da evolução simultânea de processos, tecnologia e competências organizacionais.

Para pequenas empresas industriais, essa perspectiva é particularmente relevante, pois permite direcionar investimentos conforme o nível de preparação existente, reduzindo riscos associados à adoção prematura de soluções tecnológicas complexas (MITTAL et al., 2018).

3.5 Discussão dos resultados

Os resultados indicam que a Empresa Alfa encontra-se em um estágio inicial de maturidade operacional e digital, condição semelhante à observada em diversas pequenas empresas industriais. Embora a organização possua processos produtivos estabelecidos, a ausência de mecanismos formais de controle limita sua capacidade de monitoramento e melhoria.

A análise demonstra que a transformação digital não deve ser iniciada necessariamente pela aquisição de tecnologias complexas, mas pela construção de fundamentos relacionados à gestão dos processos, confiabilidade dos equipamentos e qualidade das informações. Essa constatação converge com Rossmann (2018), ao destacar que capacidades organizacionais são elementos essenciais para que tecnologias digitais gerem valor estratégico.

Assim, o estudo reforça que pequenas indústrias podem desenvolver sua jornada rumo à Indústria 4.0 por meio de ações progressivas e compatíveis com sua realidade econômica e estrutural. A digitalização, nesse contexto, deve ser compreendida como uma consequência da maturidade operacional, e não como um processo isolado de implantação tecnológica.

5. Conclusões

O presente estudo abordou a temática da transformação digital em uma pequena indústria de pães congelados, analisando a relação entre a maturidade operacional da organização e sua capacidade de evolução em direção aos princípios da Indústria 4.0. A pesquisa concentrou-se na identificação dos principais desafios relacionados à gestão dos processos produtivos, controle das informações e práticas de manutenção, considerando a realidade de pequenas empresas industriais.

O objetivo geral do trabalho foi analisar as condições operacionais de uma pequena indústria alimentícia e propor um roadmap de transformação digital baseado na padronização dos processos produtivos, implementação de indicadores de desempenho e evolução das práticas de manutenção. Dessa forma, buscou-se compreender como uma organização com baixa automação e limitada estrutura digital pode desenvolver uma trajetória gradual de melhoria e preparação para futuras tecnologias.

Para atingir esse objetivo, foi realizado um estudo de caso único, de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo. A pesquisa foi conduzida em uma pequena indústria de pães congelados, denominada Empresa Alfa, utilizando como técnicas de coleta de dados a observação direta do ambiente produtivo, análise dos procedimentos operacionais existentes e levantamento das condições relacionadas à manutenção dos equipamentos.

Os resultados obtidos evidenciaram que a empresa apresenta limitações relacionadas principalmente à ausência de processos padronizados, baixa utilização de indicadores de desempenho, registros produtivos pouco estruturados e predominância de ações de manutenção corretiva. A análise demonstrou que, antes da implementação de tecnologias digitais avançadas, torna-se necessário fortalecer os fundamentos da Engenharia de Produção, criando uma base operacional capaz de sustentar futuras iniciativas de digitalização.

Como principal contribuição, o estudo apresentou um roadmap de transformação digital estruturado em quatro níveis de evolução, contemplando: (1) estruturação operacional; (2) digitalização dos controles; (3) integração das informações; e (4) aplicação de tecnologias associadas à Indústria 4.0. A proposta contribui tanto para a organização estudada quanto para outras pequenas indústrias alimentícias que buscam iniciar sua jornada de transformação digital de maneira gradual e compatível com seus recursos disponíveis.

Como limitação da pesquisa, destaca-se a análise de uma única organização, o que restringe a generalização dos resultados para outros segmentos industriais. Além disso, o estudo apresentou caráter predominantemente qualitativo, não contemplando a mensuração quantitativa dos impactos financeiros e operacionais decorrentes da implementação das melhorias propostas.

Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação do roadmap desenvolvido em outras pequenas indústrias alimentícias, possibilitando comparações entre diferentes níveis de maturidade operacional. Recomenda-se também a realização de estudos longitudinais que acompanhem a implementação das ações propostas e avaliem sua influência sobre indicadores como produtividade, disponibilidade dos equipamentos, redução de perdas e eficiência dos processos produtivos.

Referências

BUER, Sven-Vegard; STRANDHAGEN, Jan Ola; CHAN, Felix T. S. The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. International Journal of Production Research, London, v. 56, n. 8, p. 2924-2940, 2018.

FRANK, Alejandro Germán; DALENOGARE, Lucas Santos; AYALA, Néstor Fabián. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. International Journal of Production Economics, Amsterdam, v. 210, p. 15-26, 2019.

LIKER, Jeffrey K. O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MITTAL, Sameer et al. A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs). Journal of Manufacturing Systems, Amsterdam, v. 49, p. 194-214, 2018.

MOUBRAY, John. Reliability-centered maintenance. 2. ed. New York: Industrial Press, 1997.

SCHUMACHER, Andreas; EROL, Selim; SIHN, Wilfried. A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. Procedia CIRP, Amsterdam, v. 52, p. 161-166, 2016.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

VIAL, Gregory. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. The Journal of Strategic Information Systems, Amsterdam, v. 28, n. 2, p. 118-144, 2019.

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