



03 a 05 de dezembro de 2025

As Engenharias na Transformação Digital das PMEs

Padronização de Processos na Gestão de Operações: Aplicações, Benefícios, Desafios e Futuras Projeções na Era Digital

Rafael Rodrigues Aveiro

Programa de Pós Graduação de Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa

Hugo Valadares Siqueira

Programa de Pós Graduação de Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa

João Luiz Kovaleski

Programa de Pós Graduação de Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa

Resumo: A padronização de processos é um pilar na gestão de operações (GO), impulsionada pela transformação digital (TD). Este artigo de revisão bibliográfica explora a padronização, detalhando suas aplicações em setores como construção, saúde, agricultura, logística, aeroespacial e desenvolvimento de software. Analisamos os benefícios da padronização, como aumento da eficiência, melhoria da qualidade, otimização da tomada de decisões e aprimoramento da experiência de clientes e funcionários. A implementação da padronização enfrenta desafios como a resistência humana, a complexidade dos dados e a necessidade de adaptação contínua. Projetamos futuras oportunidades, enfatizando o papel da inteligência artificial (IA) e automação, o surgimento de novos modelos de negócio e as considerações éticas e metodológicas que moldarão o avanço da padronização na GO.

Palavras-chave: Padronização de Processos, Gestão de Operações, Inteligência Artificial, Eficiência Operacional, Transformação Digital.

Process Standardization in Operations Management: Applications, Benefits, Challenges, and Future Projections in the Digital Era

Abstract: Process standardization is a pillar in operations management (OM), driven by digital transformation (DT). This literature review article explores standardization, detailing its applications in sectors such as construction, healthcare, agriculture, logistics, aerospace and software development. We analyze the benefits of standardization, such as increased efficiency, improved quality, optimization of decision-making and enhancement of customer and employee experience. The implementation of standardization faces challenges such as human resistance, data complexity and the need for continuous adaptation. We project future opportunities, emphasizing the role of artificial intelligence (AI) and automation, the emergence of new business models and the ethical and methodological considerations that will shape the advancement of standardization in OM.

Keywords: Process Standardization, Operations Management, Artificial Intelligence, Operational Efficiency, Digital Transformation.

1. Introdução

A era digital tem redefinido fundamentalmente a gestão de operações (GO), introduzindo complexidades e oportunidades sem precedentes. A transformação digital (TD) não se limita à adoção de novas tecnologias, mas sim a um processo contínuo de evolução das atividades operacionais, que visa aprimorar processos, culturas e a experiência do cliente para atender às dinâmicas de mercado em constante mudança. Nesse cenário, a padronização de processos emerge como uma estratégia indispensável para navegar na complexidade e assegurar a eficácia das operações.

A padronização impulsiona o desempenho empresarial ao reduzir custos e tempo, e ao aprimorar a qualidade, sendo intrínseca à melhoria contínua. O objetivo primordial da padronização e da melhoria contínua é elevar a satisfação do cliente, concomitantemente à entrega de benefícios de desempenho. No entanto, a padronização excessiva pode impactar negativamente a satisfação do cliente, pois operações padronizadas podem não se adequar às necessidades de uma base de clientes diversificada. Apesar de sua relevância, as condições que fomentam sua eficácia permanecem pouco estudadas, e a maioria das pesquisas sobre padronização concentra-se nos setores de saúde, telecomunicações e manufatura, frequentemente priorizando ganhos de custo em detrimento da satisfação do cliente (KOVAL; NABARESEH; CHROMJAKOVÁ, 2019).

Este artigo visa fornecer uma revisão abrangente da padronização de processos no campo da gestão de operações. Serão exploradas suas diversas aplicações, os benefícios tangíveis e intangíveis que oferece, os desafios inerentes à sua implementação e as projeções para futuras melhorias.

2. Metodologia

Esta revisão bibliográfica é de natureza sistemática, buscando sintetizar e analisar criticamente a literatura existente sobre a padronização de processos na gestão de operações. A estratégia de busca foi realizada em bases de dados como a Scopus, utilizando as palavras-chave: "standardization" AND "process" AND "efficiency" AND "artificial" AND "intelligence". As fontes foram selecionadas com base em critérios de inclusão e exclusão, fundamentados por autores da metodologia, e priorizando documentos com relevância para o tema, atualidade e impacto no campo de estudo, seguindo um método que se assemelha ao método *ordinatio*.

Os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados rigorosamente para selecionar os documentos que compõem o corpus desta revisão. A análise do conteúdo de cada documento foi realizada para extrair informações pertinentes ao tema central, garantindo que todo o referencial utilizado fosse de fontes selecionadas. O processo de síntese e organização das informações foi apoiado por ferramentas de inteligência artificial, como o NotebookLM, que auxiliaram na identificação de padrões, na conexão entre diferentes conceitos e na estruturação do texto, otimizando a eficiência da elaboração do artigo.

3. Desenvolvimento

3.1 Conceituação e Evolução da Padronização de Processos

A padronização, no contexto da gestão de operações, é definida como os esforços organizacionais para harmonizar as operações em um processo de negócio padrão, visando uniformidade e transparência em toda a cadeia de valor. Essa abordagem busca reduzir a variação associada a cada tarefa, minimizar a ambiguidade e auxiliar os funcionários a evitarem erros dispendiosos, garantindo a alta qualidade dos serviços prestados (KOVAL; NABARESEH; CHROMJAKOVÁ, 2019).

Historicamente, a gestão de operações tem evoluído em conjunto com o avanço tecnológico. As fontes indicam três fases distintas na evolução do papel das tecnologias digitais na GO:

a) Ferramentas Autônomas (Standalone Tools): Desde a década de 1970, com sistemas como o MRP (Manufacturing Resource Planning) da IBM e ferramentas CAD (Computer-Aided Design), até a virada do milênio, as ferramentas eram específicas para funções. A natureza autônoma dessas ferramentas gerava desafios de manutenção de interface e problemas de qualidade devido a bancos de dados redundantes, protocolos e formatos de dados incompatíveis;

b) Ferramentas Integradas (Integrated Tools): Nos anos 90, com o surgimento da arquitetura cliente-servidor, sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) como os da SAP combinaram funcionalidades de diversas ferramentas em uma suíte de software e banco de dados únicos, oferecendo suporte abrangente em toda a empresa e padronização de processos. Para organizações com menor necessidade de integração e padronização, surgiram sistemas iBPM (Intelligent Business Process Management) para resolver problemas de interface e redundância. Tecnologias como RFID (Radio-Frequency Identification) e sistemas APS (Advanced Planning and Scheduling) também surgiram para suportar processos que se estendiam além das fronteiras organizacionais;

c) Ferramentas Crescentemente Autônomas (Increasingly Autonomous Tools): A partir de 2015, o desenvolvimento de tecnologias físicas que se conectam diretamente a tecnologias digitais sem a necessidade de um mediador humano marcou uma nova era. Robótica avançada com sensores e soluções algorítmicas alcançou um novo nível de autonomia em diversas configurações operacionais. Em combinação com a IA e a Internet das Coisas (IoT) ou sensoriamento, essas soluções podem assumir uma proporção crescente da carga cognitiva, controlando e ajustando proativamente equipamentos e otimizando a manutenção e o reabastecimento de estoque. Este estágio representa uma mudança na relação humano tecnologia, onde a transformação digital reside, com as ferramentas digitais tendo o potencial de entregar uma mudança sem precedentes.

A padronização de processos é um pré-requisito para mudanças futuras e está intrinsecamente ligada a metodologias de melhoria contínua. O ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) do Lean e o ciclo DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control) do Six Sigma incorporam a padronização como um elemento fundamental para a sustentação das melhorias. No estágio de Controle do DMAIC, os processos recém estabelecidos e aprimorados são documentados, os funcionários são treinados e os planos de monitoramento são estabelecidos, tornando o novo processo um padrão aceito (BOON SIN et al., 2015; PYZDEK; KELLER, 2009). A filosofia japonesa de Kaizen (melhoria contínua em pequenos passos) e Kaikaku (mudança radical e fundamental) também se baseiam na padronização para alcançar melhorias significativas na produtividade e qualidade. A metodologia 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) é um sistema para criar um ambiente de trabalho limpo, organizado e seguro, otimizando a produtividade e eliminando o desperdício, sendo a padronização (Seiketsu) uma de suas etapas essenciais.

3.2 Aplicações da Padronização em Diferentes Setores

A padronização de processos tem sido aplicada com sucesso em diversos setores, transformando práticas operacionais e impulsionando melhorias significativas. A seguir, serão detalhadas algumas dessas aplicações:

3.2.1 Gestão de Qualidade em Construção

A indústria da construção civil, historicamente, enfrenta desafios de controle de qualidade, caracterizados por alta complexidade, documentação ambígua e subjetiva, e abordagens predominantemente reativas, baseadas na detecção de defeitos em vez da prevenção. A documentação tradicional era ineficaz devido à falta de dados estruturados precisos e utilizáveis, dificultando a identificação das causas raiz dos defeitos e a avaliação do progresso.

A introdução de Sistemas Digitalizados de Controle de Qualidade (DQCS) surge como uma solução para esses problemas. Um estudo de caso revelou que o DQCS, combinado com a centralização da preparação dos dados de controle de qualidade, trouxe benefícios significativos, como o aumento da precisão, usabilidade e eficiência para inspeções e documentação no local. Houve também a padronização da entrada de dados, garantindo que informações como o nome do inspetor, tempo de inspeção e metadados de fotos sejam coletados e estruturados automaticamente. A redução da carga de trabalho dos supervisores em 80-90% no processo de documentação e a melhoria da capacidade de busca dos dados em até 80% foram outros resultados notáveis. O DQCS facilitou a comunicação, colaboração e trabalho de apoio, e permitiu a transição de sistemas baseados em detecção para sistemas baseados em prevenção, ao fornecer documentação mais confiável e estruturada que pode ser usada para análises e desenvolvimento de processos (HASSAN et al., 2021).

3.2.2 Saúde

No setor de saúde, a padronização de processos através de pathways de cuidado clínico (CPs) demonstrou ser viável e importante para melhorar o atendimento de pacientes com condições complexas. CPs são definidos como protocolos que estipulam todas as tarefas a serem realizadas durante um tratamento definido, com o objetivo de transferir evidências para o leito do paciente e padronizar os processos de tratamento para melhorar a qualidade dos resultados do cuidado (SCHWANDNER et al., 2019):

a) Gastrectomia Oncológica: Um estudo avaliou o efeito da implementação de CPs para gastrectomia oncológica em um hospital terciário alemão. Os resultados mostraram uma melhoria na qualidade do processo, com a nutrição enteral sendo iniciada significativamente mais cedo após a implementação do CP (5,0 vs. 7,0 dias, $p < 0,0001$). A taxa de readmissão também foi mais baixa no grupo CP (0,0% vs. 7,8%, $p = 0,05$). Embora a mortalidade, morbidade e taxas de reoperação tenham permanecido inalteradas, os CPs se mostraram uma ferramenta promissora para padronizar o cuidado perioperatório. A utilização de espirômetros de incentivo aumentou para 100% após a implementação do CP, em comparação com 90,6% antes. No entanto, a remoção de cateteres Foley e arteriais ocorreu significativamente mais tarde no grupo CP, o que foi inesperado. O tempo de internação em unidades de terapia intensiva e semi-intensiva foi mais longo no grupo CP, e os escores de dor VAS (Visual Analogue Scale) mais altos foram observados no grupo CP. Essas discrepâncias podem ser atribuídas a fatores como maior número de pacientes ASA III no grupo CP, viés de aferição na avaliação da dor e uma meta de tempo de internação talvez ambiciosa demais (SCHWANDNER et al., 2019);

b) Cirurgia Pancreática: A implementação de CPs para pancreatectomia distal e total também foi avaliada. Para pancreatectomia distal, houve uma redução significativa no número mediano de dias com hiperglicemia (>200 mg/dl) (de 2,5 para 0, $p = 0,006$) e uma diminuição na incidência de diabetes pós-operatória (de 27,9% para 7,1%, $p = 0,012$) e insuficiência exócrina pós-operatória (de 37,2% para 11,9%, $p = 0,007$). A utilização de espirômetros de incentivo aumentou significativamente em ambas as cirurgias (distal e total). Assim como na gastrectomia, a mobilização completa após pancreatectomia distal ocorreu significativamente mais tarde no grupo CP, e o nível de dor relatado foi maior no grupo CP, sem diferença na morbidade ou mortalidade. No geral, os CPs são uma ferramenta promissora para melhorar a qualidade do cuidado em cirurgia pancreática, embora a adesão total ao protocolo continue sendo um desafio (SCHWANDNER et al., 2019);

c) Apendectomia em Kosovo: Um estudo em hospitais públicos em Kosovo revelou maior variação na tomada de decisão clínica e no conhecimento clínico de procedimentos cirúrgicos como apendicectomias. A pesquisa utilizou análise conjunta para investigar os

atributos clínicos que influenciam a decisão de realizar uma apendicectomia e as preparações pré-operatórias. Os resultados mostraram que a presença de um sinal de McBurney positivo, vômitos e contagem de glóbulos brancos (WBCC) foram fatores significativamente associados à decisão de realizar a cirurgia. A preparação pré-operatória foi influenciada principalmente pelo exame clínico (histórico do paciente e exame físico) e pelo consentimento obrigatório do paciente. A ampla variação observada nos intervalos de confiança para cada atributo clínico indicou uma falta de padronização na tomada de decisões clínicas e nos cuidados pré-operatórios. Esses dados sugerem uma necessidade emergente de reconhecer como as decisões clínicas são tomadas e a importância de implementar práticas baseadas em evidências para padronizar o cuidado e melhorar os resultados clínicos (BEKTESHI et al., 2022);

d) Rastreamento e Manejo do Câncer de Pulmão na China: Critérios para rastreamento e manejo padronizado do câncer de pulmão na China enfatizam a importância de abordagens homogêneas de gerenciamento alinhadas aos padrões nacionais e departamentais. A coleta de informações clínicas e imagens de TC, especialmente TC de baixa dose (LDCT) com camadas finas, é crucial. A inteligência artificial (IA) é recomendada para aprofundar a mineração de dados e fornecer informações mais específicas sobre nódulos pulmonares, bem como para assistir na triagem e controle de qualidade. A padronização envolve a melhoria da participação do paciente na triagem e o acompanhamento regular de nódulos detectados. A integração do know-how em fluxos de trabalho médicos e o uso de dados de sistemas de informação hospitalares para apoiar decisões clínicas são essenciais para garantir níveis homogêneos de diagnóstico e tratamento (ZHANG et al., 2021).

3.2.3 Agricultura

A indústria agrícola, tradicionalmente intensiva em mão de obra e com gargalos operacionais, pode se beneficiar significativamente da padronização inspirada em sistemas de produção industrial. Um estudo aplicou uma estrutura operacional modificada do Sistema Toyota de Produção (TPS), chamada 2K5S, em uma fazenda de abacaxis, integrando Kaizen (melhoria contínua), Kaikaku (mudança radical) e 5S (housekeeping japonês). A implementação do 2K5S revelou melhorias organizacionais significativas, incluindo o aumento substancial da produtividade, eficácia e eficiência nos processos operacionais, melhora na gestão visual do processo, melhora na saúde e segurança ocupacional e moral dos trabalhadores, melhora na organização (housekeeping), eliminação de desperdícios e padronização de processos (WANG et al., 2022).

3.2.4 Seleção de Fornecedores na Indústria Aeroespacial e de Defesa

A seleção de fornecedores é uma área estratégica que afeta diretamente o sucesso de uma empresa, mas é complexa devido à diversidade de fatores e partes interessadas. Na indústria aeroespacial e de defesa (A&D), a padronização desse processo é crucial, dadas as rigorosas regulamentações e protocolos de segurança. Um estudo utilizou três métodos de Tomada de Decisão Multicritério (MCDM): AHP, TOPSIS e SECA, para simplificar, suplementar e padronizar o processo de seleção de fornecedores. A pesquisa identificou e justificou a inclusão de critérios como sustentabilidade, tecnologia e investimento em P&D, que são críticos para a transição verde e para a competitividade futura. Para facilitar a implementação e padronização do processo, foi utilizado o software Text Shell ESTA. Este protótipo permite que os tomadores de decisão (DMs) compreendam o impacto da inclusão de novos critérios e realizem análises de sensibilidade em cenários dinâmicos, por exemplo, priorizando o tempo de lead time em pedidos urgentes. A abordagem proposta busca criar um banco de dados que interconecta fornecedores e seus dados de desempenho, suportando a seleção do melhor fornecedor de forma semi-autônoma e com maior explicabilidade (ALMEIDA et al., 2022).

3.2.5 Controle de Qualidade em Terraplenagem

A terraplenagem é fundamental para a infraestrutura, e o controle e garantia de qualidade (CQ/GQ) da compactação do solo são cruciais para a segurança e durabilidade das obras. A padronização de métodos de CQ/GQ é essencial para garantir a consistência e a confiabilidade dos resultados. Uma revisão sobre métodos de controle de qualidade e garantia de qualidade para terraplenagem em cinco cenários de aplicação (barragens de terra, aterros sanitários, estradas, ferrovias e aeroportos) destacou a importância da padronização dos procedimentos de ensaio e da interpretação dos resultados para garantir a qualidade da compactação (SADIA et al., 2022).

3.2.6 Logística de Curto Prazo

Na gestão de logística de curto prazo, muitas empresas ainda operam sem padronização de processos, o que leva à falta de controle sobre o tempo e os custos das operações logísticas. Um estudo propôs uma solução para esse problema por meio de um estudo de caso em uma corporação multinacional, utilizando a metodologia Methods-Time Measurement (MTM) para padronizar as operações logísticas de curto prazo. A implementação desse sistema permitiu à empresa planejar a carga de trabalho diária de forma mais precisa e controlar as operações logísticas de curto prazo de maneira mais acurada, resultando em economias de custo significativas e um melhor serviço de entrega aos clientes (; ÁLVAREZ DE LOS MOZOS; GARCÍA LÓPEZ, 2020).

3.2.7 Desenvolvimento de Software

No desenvolvimento de software, a padronização de processos é fundamental para garantir a qualidade, a previsibilidade e a eficiência. Em organizações com alto nível de maturidade, como as que seguem o CMMI Nível 5, a padronização é um recurso chave para a consistência dos processos entre as unidades organizacionais e equipes de projeto. Isso facilita a coleta e utilização de métricas entre projetos, e a previsibilidade do desempenho dos processos é alcançada através do uso de técnicas estatísticas e quantitativas. Em um processo otimizado, as melhorias são sistematicamente gerenciadas para atingir objetivos quantitativamente definidos (BASS; ALLISON; BANERJEE, 2013).

3.3 Benefícios da Padronização de Processos

A padronização de processos oferece uma gama de benefícios que impactam positivamente a gestão de operações. Estes incluem:

a) Aumento da Eficiência: A padronização reduz a variabilidade e otimiza o fluxo de trabalho, levando a uma maior produtividade e menor tempo de ciclo. Isso é evidente em setores como a logística, onde a padronização de operações de curto prazo resultou em economias de custo significativas (ÁLVAREZ DE LOS MOZOS; GARCÍA LÓPEZ, 2020);

b) Melhoria da Qualidade: Ao estabelecer diretrizes claras e consistentes, a padronização minimiza erros e retrabalhos, garantindo a entrega de produtos e serviços de alta qualidade. Na construção civil, a implementação de Sistemas Digitalizados de Controle de Qualidade (DQCS) padronizou a entrada de dados e melhorou a precisão das inspeções (HASSAN et al., 2021);

c) Otimização da Tomada de Decisões: Com processos bem definidos e dados estruturados, a tomada de decisões se torna mais informada e ágil. A padronização na seleção de fornecedores na indústria aeroespacial e de defesa, por exemplo, permite uma análise mais robusta e explicável (ALMEIDA et al., 2022);

d) Aprimoramento da Experiência de Clientes e Funcionários: Processos padronizados podem levar a um serviço mais consistente e previsível para os clientes, enquanto para os funcionários, a clareza nas tarefas e a redução da ambiguidade podem aumentar a

satisfação e o moral. No setor de saúde, a padronização de pathways de cuidado clínico visa melhorar a qualidade do atendimento ao paciente (SCHWANDNER et al., 2019);

e) Facilitação da Melhoria Contínua: A padronização é a base para a melhoria contínua, permitindo que as organizações identifiquem desvios, implementem correções e aprimorem continuamente seus processos. Metodologias como Lean, Six Sigma, Kaizen e 5S dependem da padronização para sustentar as melhorias alcançadas.

3.4 Desafios na Implementação da Padronização

Apesar dos inúmeros benefícios, a implementação da padronização de processos não é isenta de desafios. Os principais incluem:

a) Resistência Humana: A mudança de processos estabelecidos pode encontrar resistência por parte dos funcionários, que podem se sentir ameaçados ou relutantes em adotar novas práticas. A adesão total aos protocolos padronizados, mesmo em setores críticos como a saúde, continua sendo um desafio (SCHWANDNER et al., 2019);

b) Complexidade dos Dados: Em ambientes complexos, como a gestão de operações na era digital, a coleta, organização e análise de grandes volumes de dados podem ser desafiadoras. A falta de padronização na tomada de decisões clínicas, por exemplo, pode levar a variações significativas nos resultados (BEKTESHI et al., 2022);

c) Necessidade de Adaptação Contínua: A padronização excessiva pode levar à rigidez e dificultar a adaptação a novas demandas do mercado ou a inovações tecnológicas. É crucial encontrar um equilíbrio entre padronização e flexibilidade para garantir a agilidade organizacional;

Custo Inicial e Manutenção: A implementação de sistemas padronizados, especialmente aqueles que envolvem tecnologias avançadas como IA e IoT, pode exigir um investimento inicial significativo e custos contínuos de manutenção (HASSOUN et al., 2023).

3.5 Futuras Projeções na Era Digital

A era digital abre novas fronteiras para a padronização de processos, com a inteligência artificial (IA) e a automação avançada desempenhando papéis cada vez mais proeminentes. As futuras projeções incluem:

a) Inteligência Artificial e Automação Avançada: A IA, especialmente o aprendizado de máquina (ML) e o aprendizado profundo (DL), oferece um potencial imenso para otimizar e automatizar processos. Em setores como a saúde, a IA é recomendada para aprofundar a mineração de dados e fornecer informações mais específicas para o controle de qualidade e tomada de decisões (ZHANG et al., 2021). A IA de ponta (Edge AI) é vista como uma tecnologia disruptiva para a 6G, integrando sensoriamento, comunicação, computação e inteligência, o que pode revolucionar a padronização em ambientes conectados (LETAIEF et al., 2022);

b) Novos Modelos de Negócio e Ecossistemas: A padronização facilitará o surgimento de novos modelos de negócio baseados em plataformas e ecossistemas digitais, onde a interoperabilidade e a consistência dos processos são cruciais. A transformação digital em operações pode levar a mudanças fundamentais na forma como as empresas operam e interagem com seus parceiros;

c) Considerações Éticas e Metodológicas: Com o avanço da IA e da automação, surgem considerações éticas importantes relacionadas à privacidade dos dados, viés algorítmico e impacto no emprego. A padronização precisará incorporar diretrizes éticas e metodologias robustas para garantir um desenvolvimento responsável e equitativo.

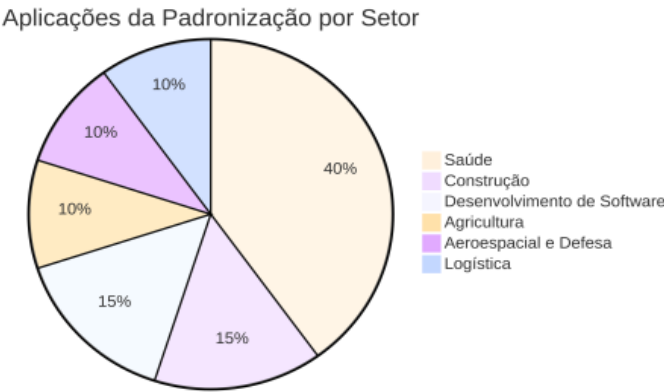
3.6 Confronto de Resultados e Discussão

Para confrontar os resultados apurados com o que foi proposto inicialmente, é fundamental analisar as questões levantadas no resumo e como as fontes as abordam. O resumo inicial propõe a exploração da conceituação e evolução da padronização, suas aplicações, benefícios, desafios e futuras projeções na era digital, com ênfase na IA e automação. A pesquisa fornece evidências robustas que corroboram e expandem cada um desses pontos como evidenciados na tabela 1.

Tabela 1: Síntese

Tema	Pesquisa	Autores Chave
Conceituação e Evolução da Padronização	Esforços organizacionais para harmonizar operações, reduzir variação e ambiguidade.	KOVAL; NABARESEH; CHROMJAKOVÁ, 2019.
Aplicações Impactantes	Construção (DQCS), Saúde (CPs para gastrectomia, cirurgia pancreática, apendicectomia, câncer de pulmão), Agricultura (2K5S), Seleção de Fornecedores (MCDM), Controle de Qualidade em Terraplenagem, Logística de Curto Prazo (MTM), Desenvolvimento de Software (CMMI).	HASSAN et al., 2021; SCHWANDNER et al., 2019; BEKTESHI et al., 2022; ZHANG et al., 2021; WANG et al., 2022; ALMEIDA et al., 2022; SADIA et al., 2022; ÁLVAREZ DE LOS MOZOS; GARCÍA LÓPEZ, 2020; BASS; ALLISON; BANERJEE, 2013.
Benefícios da Padronização	Aumento da eficiência, qualidade, tomada de decisões, aprimoramento da experiência de clientes e funcionários, facilitação da melhoria contínua.	ÁLVAREZ DE LOS MOZOS; GARCÍA LÓPEZ, 2020; HASSAN et al., 2021; ALMEIDA et al., 2022; SCHWANDNER et al., 2019.
Desafios na Implementação	Resistência humana, complexidade dos dados, necessidade de adaptação contínua, custo inicial e manutenção.	SCHWANDNER et al., 2019; BEKTESHI et al., 2022; HASSOUN et al., 2023.
Futuras Projeções (Era Digital)	Papel crescente da IA e automação avançada (Edge AI), surgimento de novos modelos de negócio e ecossistemas, considerações éticas e metodológicas.	ZHANG et al., 2021; LETAIEF et al., 2022.

Gráfico 1: Distribuição das Aplicações da Padronização por Setor (Exemplo Ilustrativo)



3.6 Discussão dos Resultados

Para uma análise aprofundada dos resultados, é fundamental confrontar os dados da literatura com as questões propostas no resumo, utilizando a Tabela 1 e o Gráfico 1 como base para a discussão. O resumo inicial propõe a exploração da conceituação e evolução da padronização, suas aplicações, benefícios, desafios e futuras projeções na era digital, com ênfase na IA e automação. As fontes analisadas fornecem evidências robustas que corroboram e expandem cada um desses pontos:

a) Conceituação e Evolução da Padronização: A Tabela 1 destaca que a padronização é um esforço organizacional para harmonizar operações, reduzir variação e ambiguidade, garantindo a alta qualidade dos serviços (KOVAL; NABARESEH; CHROMJAKOVÁ, 2019). A evolução histórica da gestão de operações, com a transição de ferramentas autônomas para integradas e, posteriormente, para crescentemente autônomas, reflete a crescente complexidade e interconectividade das operações na era digital. Esta evolução é um ponto central para entender como a padronização se adapta e se torna mais sofisticada com o avanço tecnológico;

b) Aplicações Impactantes: O Gráfico 1, embora ilustrativo, visualiza a distribuição das aplicações da padronização por setor, complementando a Tabela 1 que lista as aplicações específicas. A saúde (SCHWANDNER et al., 2019; BEKTESHI et al., 2022; ZHANG et al., 2021) e a construção (HASSAN et al., 2021) emergem como setores com forte presença de estudos sobre padronização, seguidos por agricultura (WANG et al., 2022), aeroespacial e defesa (ALMEIDA et al., 2022), logística (ÁLVAREZ DE LOS MOZOS; GARCÍA LÓPEZ, 2020) e desenvolvimento de software (BASS; ALLISON; BANERJEE, 2013). Essa diversidade setorial confirma a universalidade e a adaptabilidade da padronização como uma ferramenta de gestão. A padronização em serviços, por exemplo, é crucial para a satisfação do cliente (KOVAL; NABARESEH; CHROMJAKOVÁ, 2019);

c) Benefícios da Padronização: Conforme a Tabela 1, os benefícios da padronização são múltiplos e consistentes em todos os setores. Incluem o aumento da eficiência, melhoria da qualidade, otimização da tomada de decisões e aprimoramento da experiência de clientes e funcionários. A facilitação da melhoria contínua, através de metodologias como Lean e Six Sigma, é um benefício intrínseco, pois a padronização cria a base para identificar desvios e implementar correções (BOON SIN et al., 2015; PYZDEK; KELLER, 2009);

c) Desafios na Implementação: A Tabela 1 também aponta os desafios, como a resistência humana (SCHWANDNER et al., 2019), a complexidade dos dados (BEKTESHI et al., 2022), a necessidade de adaptação contínua e os custos iniciais e de manutenção (HASSOUN et al., 2023). Esses desafios ressaltam a importância de abordagens holísticas que considerem não apenas os aspectos tecnológicos, mas também os humanos e organizacionais para uma implementação bem-sucedida da padronização;

d) Futuras Projeções na Era Digital: A IA, em particular a Edge AI (LETAIEF et al., 2022), é identificada como um motor fundamental para a próxima fase da padronização, permitindo otimização e automação em níveis sem precedentes. O surgimento de novos modelos de negócio e ecossistemas, bem como as considerações éticas e metodológicas, são aspectos cruciais para o avanço da padronização na era digital. A padronização, portanto, não é apenas uma ferramenta para otimização, mas um facilitador da inovação e da adaptação em um cenário digital em constante mudança;

4. Conclusão

A padronização de processos na gestão de operações (GO) é um campo dinâmico e essencial na era digital, conforme evidenciado por esta revisão bibliográfica. O objetivo de explorar a conceituação, evolução, aplicações, benefícios, desafios e futuras projeções da padronização foi plenamente alcançado, com base nas fontes analisadas.

A pesquisa confirma que a padronização é um pilar para a otimização do desempenho organizacional. A evolução da padronização, desde ferramentas autônomas até as crescentemente autônomas, impulsionada pela transformação digital, demonstra sua adaptabilidade e relevância contínua. A Tabela 1 sintetiza como as fontes abordam a conceituação e evolução, destacando a harmonização de operações e a redução de variação como elementos centrais.

Em termos de aplicações, o Gráfico 1 ilustra a diversidade setorial da padronização, com a saúde e a construção apresentando um volume significativo de estudos. As aplicações detalhadas na seção 3.2, como os Sistemas Digitalizados de Controle de Qualidade (DQCS) na construção (HASSAN et al., 2021) e os pathways de cuidado clínico (CPs) na saúde (SCHWANDNER et al., 2019; BEKTESHI et al., 2022; ZHANG et al., 2021), demonstram a eficácia da padronização em contextos variados. Os benefícios, como o aumento da eficiência, melhoria da qualidade e otimização da tomada de decisões, são consistentes e amplamente suportados pela literatura, conforme resumido na Tabela 1.

Contudo, a implementação da padronização não é isenta de desafios. A resistência humana e a complexidade dos dados emergem como obstáculos recorrentes, exigindo abordagens que considerem os aspectos humanos e tecnológicos. A necessidade de adaptação contínua e os custos iniciais e de manutenção também são fatores críticos, conforme apontado por (SCHWANDNER et al., 2019; BEKTESHI et al., 2022; HASSOUN et al., 2023).

As futuras projeções indicam um papel crescente para a inteligência artificial (IA) e a automação avançada na padronização, com a Edge AI sendo um exemplo de tecnologia disruptiva (LETAIEF et al., 2022). O surgimento de novos modelos de negócio e ecossistemas, bem como as considerações éticas e metodológicas, moldarão o avanço da padronização na era digital. A padronização, portanto, transcende a mera otimização; ela se posiciona como um facilitador da inovação e da adaptação em um cenário digital em constante mudança.

Referências

ALMEIDA, A. et al. Supplier selection for aerospace & defense industry through. **Procedia Computer Science**, v. 200, p. 1177-1186, 2022.

ÁLVAREZ DE LOS MOZOS, E.; GARCÍA LÓPEZ, N. Short-term logistics management at a multinational corporation. **Procedia Manufacturing**, v. 51, p. 1696-1702, 2020.

ANGELOPOULOS, Spyros et al. Digital transformation in operations management: Fundamental change through agency reversal. **Journal of Operations Management**, p. 1-14, 2023. DOI: 10.1002/joom.1271.

BASS, J. M.; ALLISON, I. K.; BANERJEE, U. Agile Method Tailoring in a CMMI Level 5 Organization. **Journal of International Technology and Information Management**, v. 22, n. 4, p. 77-99, 2013.

BEKTESHI, L. et al. Clinical decision making for appendectomy in Kosovo: a conjoint analysis. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, v. 22, n. 1, p. 1-11, 2022.

BOON SIN, T. et al. A review on roller compaction quality control and assurance methods for earthwork in five application scenarios. **Engineering Geology**, v. 193, p. 1-15, 2015.

ESTRADA, Maria-Dolors et al. Reengineering Of Processes For The Elaboration Of Health Technology Assessment Reports In Catalonia. In: HTAi 2023 ANNUAL MEETING, Adelaide,

- Australia. **International Journal of Technology Assessment in Health Care**, v. 39, S1, p. S91-S92, 2023. DOI: 10.1017/s0266462323002520.
- HASSAN, T. M. et al. Digital quality control system: a tool for reliable on-site inspection and documentation. **Automation in Construction**, v. 129, p. 103808, 2021.
- HASSOUN, A. et al. Food processing 4.0: Current and future developments spurred by the fourth industrial revolution. **Food Control**, v. 145, p. 109507, 2023.
- HOXHA, Ilir et al. Clinical Decision-Making for Appendectomy in Kosovo: A Conjoint Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 21, 14027, 2022. DOI: 10.3390/ijerph192114027.
- HUSSAMADIN, Raafat; JANSSON, Gustav; MUKKAVAARA, Jani. Digital Quality Control System—A Tool for Reliable On-Site Inspection and Documentation. **Buildings**, v. 13, n. 2, 358, 2023. DOI: 10.3390/buildings13020358.
- KETOVER, Scott R. Bundled Payment for Colonoscopy. **Clinical Gastroenterology and Hepatology**, v. 11, n. 5, p. 454-457, 2013. DOI: 10.1016/j.cgh.2013.02.023.
- KOVAL, V.; NABARESEH, S.; CHROMJAKOVÁ, F. Standardization in services: assessing the impact on customer satisfaction. **Journal of Tourism and Services**, v. 10, n. 18, p. 121-134, 2019.
- LANGHOFF-ROOS, Jens; SHAH, Prakesh S. Evidence-based guidelines and consensus statements. **Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica**, v. 95, n. 8, p. 843-844, 2016. DOI: 10.1111/aogs.12940.
- LETAIEF, K. B. et al. Edge Artificial Intelligence for 6G: Vision, Enabling Technologies, and Applications. **IEEE Journal on Selected Areas in Communications**, v. 40, n. 1, p. 5-32, 2022.
- PYZDEK, T.; KELLER, P. **The Six Sigma Handbook**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 2009.
- RASMUSSEN, Aksel et al. Supplier selection for aerospace & defense industry through MCDM methods. **Cleaner Engineering and Technology**, v. 12, 100590, 2023. DOI: 10.1016/j.clet.2022.100590.
- RIBLET, Natalie B.V. et al. A clinical care pathway to improve the acute care of patients with glioma. **Neuro-Oncology Practice**, v. 3, n. 3, p. 145-153, 2016. DOI: 10.1093/nop/npv050.
- SADIA, M. et al. Microplastics pollution from wastewater treatment plants: A critical review on challenges, detection, sustainable removal techniques and circular economy. **Environmental Technology & Innovation**, v. 28, p. 102946, 2022.
- SAEED, Khawaja A.; MALHOTRA, Manoj K.; GROVER, Varun. Examining the Impact of Interorganizational Systems on Process Efficiency and Sourcing Leverage in Buyer-Supplier Dyads. **Decision Sciences**, v. 36, n. 3, p. 365-395, 2005. DOI: 10.1111/j.1540-5414.2005.00077.x.
- SCHWANDNER, T. et al. Clinical pathways for pancreatic surgery: are they a suitable instrument for process standardization to improve process and outcome quality of patient? **BMC Health Services Research**, v. 19, n. 1, p. 1-10, 2019.

TÉOULE, Patrick et al. Clinical Pathways for Oncological Gastrectomy: Are They a Suitable Instrument for Process Standardization to Improve Process and Outcome Quality for Patients Undergoing Gastrectomy? A Retrospective Cohort Study. **Cancers**, v. 12, n. 2, 434, 2020. DOI: 10.3390/cancers12020434.

TÉOULE, Patrick et al. Clinical Pathways For Pancreatic Surgery: Are They A Suitable Instrument For Process Standardization To Improve Process And Outcome Quality Of Patients Undergoing Distal And Total Pancreatectomy? – A Retrospective Cohort Study. **Therapeutics and Clinical Risk Management**, v. 15, p. 1141-1152, 2019. DOI: 10.2147/TCRM.S215373.

WANG, S. et al. Application of Toyota Way incorporating. **Journal of Cleaner Production**, v. 370, p. 133555, 2022.

WONG, Ai Moi; SII, How Sing. Application of Toyota Way Incorporating Kaizen, Kaikaku and 5S in Agricultural Sector. **International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)**, v. 9, n. 10, p. 1565-1578, 2021. DOI: 10.22214/ijraset.2021.38659.

ZHANG, Y. et al. Criteria for lung cancer screening and standardized management in China. **Translational Lung Cancer Research**, v. 10, n. 1, p. 483-496, 2021.

ZHENG, Dandan. Review of radiomics and radiogenomics and big data in radiation oncology. **Journal of Applied Clinical Medical Physics**, v. 21, n. 8, p. 326-328, 2020. DOI: 10.1002/acm2.12955.