

INDUSTRIA 4.0 E O GERENCIAMENTO DE PRODUÇÃO ATRAVÉS DO EPM AUTOMÁTICO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

INDUSTRY 4.0 AND PRODUCTION MANAGEMENT THROUGH AUTOMATIC EPM: BIBLIOGRAPHICAL REVIEW

128

João Paulo Marcatti¹, Joaquim M. F. Antunes Neto², José Marcos Romão Júnior³, Hermas Amaral Germek⁴

- 1- Formando do CST em Gestão da Produção Industrial, FATEC de Itapira Ogari de Castro Pacheco; 2- Doutor e Especialista em Indústrias da Tecnologia para a Indústria 4.0, docente FATEC de Itapira; 3- Especialista em Controladoria e Finanças (INPG –Brasil), docente e coordenador do CST em Gestão da Produção Industrial da FATEC de Itapira; 4- Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, docente titular da FATEC Deputado Roque Trevisan – Piracicaba e FATEC de Itapira. Orientador.

Contato: joaomarcatti0610@gmail.com

RESUMO

O presente artigo de revisão explora a integração e a eficácia das ferramentas de *Enterprise Performance Management* (EPM) automático no contexto da quarta revolução industrial. A Indústria 4.0 é caracterizada pela adoção de tecnologias digitais avançadas, como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA) e Big Data, que transformam a forma como as empresas gerenciam e otimizam suas operações. Neste cenário, o EPM automático emerge como uma solução inovadora para aprimorar a precisão, a eficiência e a agilidade na gestão de produção. O artigo revisa os principais componentes e a evolução do EPM automático, destacando como suas funcionalidades avançadas, como a automação de processos, a análise em tempo real e a modelagem preditiva, contribuem para uma tomada de decisão mais informada e ágil. A análise inclui uma comparação detalhada de ferramentas disponíveis no mercado, abordando suas capacidades, vantagens e limitações. A revisão também examina as barreiras tecnológicas e financeiras, as questões de integração e compatibilidade, e o impacto na cultura organizacional e no treinamento de funcionários, proporcionando uma visão abrangente dos desafios e das oportunidades associadas à implementação dessas ferramentas. As implicações para a indústria são profundas, com o EPM automático oferecendo melhorias significativas na eficiência operacional, na alocação de recursos e na capacidade de resposta às mudanças do mercado. No entanto, a adoção bem-sucedida dessas ferramentas requer uma consideração cuidadosa dos aspectos tecnológicos, financeiros e culturais. O artigo sugere direções para pesquisas futuras, incluindo o desenvolvimento de soluções mais acessíveis e flexíveis e a exploração de melhores práticas para integração e adaptação organizacional. Este trabalho contribui para o entendimento do papel crítico do EPM automático na transformação da gestão de produção na era da Indústria 4.0, oferecendo dados importantes para acadêmicos e profissionais do setor.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Enterprise Performance Management (EPM). Gerenciamento de Produção. Automação.

ABSTRACT

This review article explores the integration and effectiveness of automated Enterprise Performance Management (EPM) tools in the context of the fourth industrial revolution. Industry 4.0 is characterized by the adoption of advanced digital technologies, such as the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), and Big Data, which transform the way businesses manage and optimize their operations. In this scenario, automatic EPM emerges as an innovative solution to improve accuracy, efficiency, and agility in production management. The article reviews the main components and evolution of automatic EPM, highlighting how its advanced functionalities, such as process automation, real-time analytics, and predictive modeling, contribute to more informed and agile decision-making. The analysis includes a detailed comparison of tools available on the market, addressing their capabilities, advantages, and limitations. The review also examines technological and financial barriers, integration and compatibility issues, and the impact on organizational culture and employee training, providing a comprehensive overview of the challenges and opportunities associated with implementing these tools. The implications for the industry are profound, with automatic EPM offering significant improvements in operational efficiency, resource allocation, and responsiveness to market changes. However, the successful adoption of these tools requires careful consideration of technological, financial, and cultural aspects. The paper suggests directions for future research, including developing more accessible and flexible solutions and exploring best practices for organizational integration and adaptation. This work contributes to the understanding of the critical role of automatic EPM in the transformation of production management in the era of Industry 4.0, offering valuable insights to academics and professionals in the sector.

Keywords: Industry 4.0. Enterprise Performance Management (EPM). Production Management. Automation.

1 INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 representa uma revolução significativa no modo como as fábricas e processos industriais operam, integrando tecnologias avançadas como a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial (IA), e a análise de big data para criar sistemas de produção mais inteligentes e eficientes. O conceito, que surge como uma resposta à necessidade de adaptação em um ambiente global cada vez mais dinâmico e competitivo, promete transformar as linhas de produção ao possibilitar uma maior flexibilidade, personalização e automação (SANTOS et al., 2018). No cerne desta transformação está o gerenciamento de

produção, que evolui de abordagens tradicionais para sistemas de planejamento e controle mais sofisticados, capazes de atender às demandas de uma indústria interconectada e automatizada (TAKAYAMA; PANHAN, 2022).

A Indústria 4.0, também conhecida como a Quarta Revolução Industrial, representa uma transformação fundamental na forma como a produção é organizada e gerida. Iniciada no início do século XXI, essa revolução é marcada pela integração de tecnologias digitais avançadas nas operações industriais, resultando em uma manufatura mais inteligente e interconectada. Nela, o gerenciamento de produção assume um ponto focal ao integrar tecnologias avançadas e dados em tempo real para otimizar o desempenho operacional, resultando em uma maior visibilidade e controle sobre cada etapa da produção e permitindo uma resposta rápida a problemas e ajustes dinâmicos para atender às demandas do mercado de forma mais eficiente. O gerenciamento de produção na Indústria 4.0 melhora a eficiência e reduz os custos operacionais, como também facilita a personalização em massa e a inovação, fornecendo às empresas uma vantagem competitiva significativa em um ambiente industrial cada vez mais complexo e exigente (PEREIRA; SIMONETTO, 2018).

Dentro desse contexto, o EPM (*Enterprise Performance Management*) automático emerge como uma ferramenta de grande relevância para a gestão da produção na Indústria 4.0. O EPM automático permite a integração e análise em tempo real de dados provenientes de diversas fontes dentro da fábrica, facilitando a tomada de decisões informadas e a otimização contínua dos processos produtivos. Este sistema automatiza tarefas complexas de gerenciamento, oferecendo dados valiosos sobre o desempenho operacional, identificando oportunidades para melhorias e ajustando rapidamente os processos para atender às exigências do mercado. Assim, o uso do EPM automático se torna essencial para alcançar a eficiência operacional e a competitividade necessária para prosperar na era digital (MOURA; PEIXOTO, 2024).

A implantação do Gerenciamento de Produção através do EPM automático pode trazer uma série de desafios e dificuldades que precisam ser abordados para garantir uma transição bem-sucedida e eficaz para um modelo de gestão mais avançado e automatizado. Esses desafios podem ser agrupados em várias categorias principais (LORENZI et al., 2021; BARACHO, 2021; TECNICON, 2023):

- **Integração de Sistemas e Dados:** Uma das maiores dificuldades na implementação do EPM automático é a integração com sistemas existentes e a consolidação de dados provenientes de diferentes fontes. Muitas empresas operam com uma variedade de sistemas legados que podem não ser compatíveis com novas tecnologias. A integração eficaz desses sistemas para garantir que os dados sejam precisos e consistentes é uma tarefa complexa que pode exigir adaptações significativas ou até mesmo substituição de sistemas antigos.
- **Complexidade na Configuração e Personalização:** O EPM automático geralmente requer uma configuração e personalização detalhadas para atender às necessidades específicas da produção de uma empresa. Isso pode envolver a definição de métricas de desempenho, parâmetros de análise e a criação de dashboards personalizados. A complexidade dessa configuração pode demandar conhecimentos especializados e uma quantidade substancial de tempo e recursos, aumentando o risco de erros e ineficiências no processo.
- **Resistência Cultural e Mudança Organizacional:** A mudança para um sistema de EPM automático frequentemente exige uma transformação cultural dentro da organização. Funcionários e gestores podem resistir a mudanças devido ao medo de perda de controle, à falta de familiaridade com novas tecnologias ou à preocupação com a substituição de empregos. Superar essa resistência e promover uma aceitação positiva é essencial para o sucesso da implementação.
- **Capacitação e Treinamento:** A adoção do EPM automático requer que a equipe envolvida esteja devidamente capacitada para utilizar as novas ferramentas e interpretar os dados gerados. O treinamento extensivo é necessário para garantir que os funcionários compreendam as funcionalidades do sistema e saibam como utilizá-lo efetivamente para tomar decisões informadas. Investir em programas de treinamento e suporte pode ser um desafio em termos de custo e logística.
- **Segurança e Privacidade de Dados:** Com a integração e análise de grandes volumes de dados, surgem preocupações significativas relacionadas à segurança e à privacidade das informações. As empresas devem garantir que

os dados estejam protegidos contra acesso não autorizado e que estejam em conformidade com regulamentações de proteção de dados, o que pode adicionar camadas adicionais de complexidade e custo ao processo de implantação.

- **Manutenção e Atualização Contínua:** A tecnologia e as necessidades de negócios estão em constante evolução, o que exige que o sistema de EPM automático seja atualizado regularmente para acompanhar as mudanças. Manter o sistema atualizado e funcionando de maneira eficiente pode exigir um suporte contínuo e investimentos adicionais, além de ajustes regulares para garantir que o sistema continue atendendo às necessidades da organização.

Enfrentar esses desafios exige um planejamento cuidadoso, uma abordagem estratégica e um comprometimento significativo da liderança organizacional. Ao abordar cada um desses obstáculos de forma proativa, as empresas podem melhorar suas chances de sucesso na implantação do gerenciamento de produção através do EPM automático e colher os benefícios de uma gestão mais eficiente e baseada em dados. Portanto, o problema central é: como as empresas podem superar os desafios de integração e adaptação ao implementar EPM automático na Indústria 4.0, garantindo que a tecnologia maximize a eficiência e o desempenho sem comprometer a continuidade das operações existentes? Esta situação-problema explora a tensão entre os benefícios prometidos pela automação e os desafios práticos que as empresas enfrentam ao tentar implementar essas soluções avançadas no contexto de uma transformação digital abrangente.

O propósito da revisão é oferecer uma análise crítica e abrangente do gerenciamento de produção através do EPM automático, elucidando como essa abordagem inovadora pode transformar as práticas industriais. O EPM automático, ao integrar e automatizar o monitoramento e análise de dados de desempenho em tempo real, promete melhorar a eficiência e a tomada de decisões ao fornecer uma visão detalhada e dinâmica das operações produtivas. Portanto, a adoção de EPM automático pode otimizar a gestão de produção, destacando os benefícios como a maior flexibilidade, a redução de erros

operacionais e a capacidade de responder rapidamente às mudanças de mercado (FAZOLI, 2020).

Além de examinar os benefícios, a revisão também aborda os principais desafios e dificuldades associados à implementação do EPM automático, incluindo a integração com sistemas legados, a complexidade na configuração e a resistência à mudança. A análise desses aspectos permitirá uma compreensão equilibrada das barreiras enfrentadas pelas organizações e proporcionará recomendações práticas para uma adoção bem-sucedida. Com isso, a revisão pretende fornecer uma visão detalhada que apoie as empresas na transição para uma gestão de produção mais avançada e eficiente, alinhada com as exigências da Indústria 4.0 (BARBIERI, 2022).

No contexto atual da indústria, marcado por uma crescente complexidade e interconexão dos processos produtivos, a relevância do gerenciamento de produção eficiente nunca foi tão significativa. Em um ambiente onde a demanda por personalização, flexibilidade e tempo de resposta rápido é cada vez maior, a capacidade de gerenciar a produção de forma eficaz e adaptativa é essencial para manter a competitividade. O gerenciamento de produção eficiente pretende melhorar a produtividade e reduzir os custos operacionais, na perspectiva de permitir às empresas responderem rapidamente às flutuações do mercado e às exigências dos consumidores (ALBERTIN et al., 2017).

A necessidade de um gerenciamento de produção eficiente é ampliada pela pressão para inovar e otimizar continuamente (VIEIRA; BREZOLIN; ALVARELI, 2014). Com o volume crescente de dados e a complexidade dos sistemas produtivos modernos, as empresas precisam de soluções que integrem e analisem informações em tempo real para tomar decisões informadas. O uso de sistemas avançados como o EPM automático oferece uma abordagem mais dinâmica e eficiente para o gerenciamento de produção, permitindo uma visão integral do desempenho e facilitando ajustes rápidos e precisos (MOURA; PEIXOTO, 2024), o que garante um gerenciamento de produção bem-sucedido

e eficiência operacional, contribuindo para a agilidade estratégica e a inovação, essenciais para o sucesso em um mercado global cada vez mais competitivo.

O EPM automático refere-se a um sistema integrado que utiliza tecnologias avançadas para automatizar e aprimorar o gerenciamento do desempenho organizacional. A definição de EPM automático abrange a aplicação de soluções tecnológicas para coletar, analisar e relatar dados de desempenho em tempo real, eliminando a necessidade de intervenções manuais contínuas. Este sistema utiliza algoritmos sofisticados e ferramentas de análise de dados para processar informações de maneira eficiente e precisa, oferecendo apontamentos que permitem uma gestão mais estratégica e informada das operações empresariais.

Os objetivos do EPM automático são múltiplos e focados na melhoria da eficiência e eficácia organizacional. Primeiro, busca-se otimizar a tomada de decisão ao fornecer análises detalhadas e atualizadas, permitindo que gestores baseiem suas escolhas em dados precisos e relevantes. Em segundo lugar, o EPM automático visa aumentar a eficiência operacional ao automatizar tarefas repetitivas de coleta e análise de dados, reduzindo erros humanos e liberando recursos para atividades mais estratégicas. Além disso, o sistema promove maior transparência e visibilidade do desempenho organizacional através de dashboards e relatórios automatizados, facilitando o monitoramento contínuo e a identificação de áreas que necessitam de ajustes. O EPM automático também almeja garantir o alinhamento estratégico, assegurando que as operações diárias estejam em consonância com os objetivos organizacionais e, por fim, proporcionar agilidade e flexibilidade para responder rapidamente às mudanças do mercado e adaptar as estratégias conforme necessário. O EPM automático se configura como uma ferramenta essencial na era da Indústria 4.0, otimizando a gestão e impulsionando o sucesso empresarial (MOURA; PEIXOTO, 2024; GOMES, 2021; FERREIRA, 2014).

Neste artigo, explora-se as implicações e os benefícios do gerenciamento de produção através do EPM automático dentro do paradigma da Indústria 4.0,

discutindo como essa abordagem inovadora pode transformar as práticas de gestão, destacando exemplos práticos, desafios e oportunidades associados à sua implementação. O objetivo é fornecer uma compreensão abrangente de como o EPM automático pode ser um facilitador chave para a evolução e sucesso das operações industriais na nova era digital.

2 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica narrativa, que visa explorar processos metodológicos que possibilitem compreender estratégias de gerenciamento de produção através do EPM automático. Esta abordagem permite uma compreensão ampla e detalhada das principais descobertas, teorias e aplicações práticas relacionadas ao tema, utilizando uma variedade de fontes acadêmicas e científicas para sustentar os argumentos apresentados. Também há uma análise baseada em experiência, que se fundamenta no conhecimento e nas vivências práticas do autor para compreender, resolver problemas e melhorar processos relativos ao tema deste estudo. Diferente de métodos que se baseiam exclusivamente em teorias ou modelos abstratos, a análise baseada em experiência valoriza a aplicação direta e prática de conhecimentos obtidos em situações reais.

A estratégia de busca de literatura envolveu a utilização das bases de dados acadêmicas disponibilizadas no Portal de Periódicos da CAPES, utilizando palavras-chave relevantes e suas diferentes combinações: Indústria 4.0, *Enterprise Performance Management* (EPM), EPM Automático, Gerenciamento de Produção, Automação Industrial. A seleção de estudos incluiu a análise de artigos que explorassem diretamente a aplicação das metodologias de análise de cenários na perspectiva da questão norteadora, para que no final houvesse a proposição de implementação da metodologia viável neste cenário tecnológico, garantindo assim a qualidade e a relevância dos dados obtidos. Cada fonte selecionada foi submetida a uma leitura detalhada, permitindo a

extração de informações essenciais, como conceitos-chave, metodologias utilizadas e principais descobertas. Essa abordagem facilitou a síntese dos resultados, identificando padrões emergentes na literatura e lacunas de conhecimento que merecem atenção adicional.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Indústria 4.0 representa uma nova era na manufatura, caracterizada pela interconexão de sistemas e pela utilização intensiva de tecnologias digitais. Nesse contexto, o gerenciamento de produção ganha um novo paradigma, sendo potencializado pelo EPM automático, que permite uma análise integrada e em tempo real dos processos produtivos. Este referencial teórico busca explorar as principais tendências e conceitos que sustentam essa evolução, abordando a interação entre tecnologias emergentes e práticas de gestão, além de suas implicações para a eficiência operacional e a tomada de decisões estratégicas nas organizações contemporâneas.

3.1 Conceito e Evolução da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 é a quarta revolução industrial, uma evolução significativa que começou a se delinear no início do século XXI, transformando a maneira como as indústrias operam e gerenciam seus processos produtivos. O conceito foi inicialmente formalizado na Alemanha durante a Feira de Hannover em 2011, como uma estratégia nacional para promover a digitalização e a integração tecnológica nas indústrias. Esta revolução se baseia na convergência de várias tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT), a automação avançada e a análise de big data, que juntas visam criar fábricas mais inteligentes e eficientes (ISZCZUK et al., 2021).

Os fundamentos da Indústria 4.0 estão ancorados em quatro pilares principais: a integração de sistemas ciberfísicos, a digitalização e a conectividade, a utilização de dados em grande escala e a inteligência artificial.

Sistemas ciberfísicos referem-se à interconexão de sistemas físicos e digitais, permitindo que equipamentos e máquinas se comuniquem e ajam de maneira autônoma. A digitalização, por sua vez, envolve a transformação de processos tradicionais em processos digitais, enquanto a conectividade assegura que todos os elementos da cadeia produtiva estejam interligados. A análise de big data e a inteligência artificial são empregadas para extrair dados e automatizar processos complexos, aumentando a eficiência e a flexibilidade (MORAIS et al. 2020).

O impacto da Indústria 4.0 é profundo, promovendo uma nova era de inovação e eficiência na manufatura e em outros setores industriais. Esta revolução permite uma produção mais personalizada e adaptativa, capaz de responder rapidamente às mudanças nas demandas do mercado. Além disso, introduz novos desafios, como a necessidade de integrar tecnologias diversas e gerenciar grandes volumes de dados, exigindo novas competências e abordagens na gestão da produção. O avanço contínuo da Indústria 4.0 promete redefinir a maneira como as empresas operam, criando um ambiente industrial mais dinâmico e interconectado (MACHADO et al, 2023).

3.2 Tecnologias-chave da Indústria 4.0

Na Indústria 4.0, várias tecnologias-chave desempenham papéis cruciais na transformação das práticas de produção e gerenciamento. A **Internet das Coisas (IoT)** refere-se à rede de dispositivos físicos conectados à internet, que coleta e troca dados em tempo real. Na Indústria 4.0, sensores e atuadores são incorporados em máquinas, equipamentos e produtos para monitorar o desempenho, a condição e a localização. Isso permite um controle mais preciso e uma manutenção preditiva, além de facilitar a integração entre diferentes sistemas e processos dentro da fábrica (RUIVO, 2023).

A **Inteligência Artificial (IA)** envolve a criação de sistemas que podem realizar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana. No contexto da Indústria 4.0, a IA é utilizada para otimizar processos através da análise

avançada de dados, prever falhas, e tomar decisões autônomas. Algoritmos de aprendizado de máquina e redes neurais são aplicados para melhorar a eficiência operacional, ajustar os processos em tempo real e personalizar a produção conforme as demandas dos clientes (FANTIN, 2020).

Big Data refere-se ao processamento e análise de grandes volumes de dados que não podem ser tratados por métodos tradicionais. Na Indústria 4.0, o Big Data é fundamental para obter indicativos a partir dos dados coletados de diferentes fontes, como sensores IoT, sistemas de controle de processos e históricos de produção. A análise de Big Data permite a identificação de padrões, otimização de operações e tomada de decisões baseada em evidências, promovendo uma produção mais eficiente e responsiva (PINTO; LIMA; MADURO, 2024).

Os **sistemas ciberfísicos** integram componentes físicos e digitais, criando um ambiente em que máquinas e sistemas interagem em tempo real através de redes digitais. Eles permitem a monitorização e o controle remoto de processos industriais, além de facilitar a automação e a coordenação entre diferentes unidades de produção. Essa integração é essencial para a criação de fábricas inteligentes, onde a produção pode ser ajustada dinamicamente para atender às necessidades do mercado (ARAUJO et al., 2020).

A **impressão 3D**, ou fabricação aditiva, é uma tecnologia que permite a criação de objetos tridimensionais a partir de modelos digitais, depositando material camada por camada. Na Indústria 4.0, a impressão 3D é utilizada para a produção de protótipos, peças personalizadas e componentes complexos de forma mais rápida e econômica. Essa tecnologia facilita a customização em massa e a produção sob demanda, reduzindo os custos e os tempos de desenvolvimento (SOARES, 2019).

Realidade Aumentada (AR) e **Realidade Virtual (VR)** são tecnologias que oferecem novos modos de interação e visualização em ambientes industriais. A AR sobrepõe informações digitais ao mundo real, ajudando na manutenção e treinamento de operadores, enquanto a VR cria ambientes

imersivos para simulações e planejamento. Ambas as tecnologias aprimoram a eficiência e a precisão das operações ao proporcionar visualizações detalhadas e interativas (MONTEIRO et al. 2018).

A **robótica avançada** envolve o uso de robôs inteligentes que podem executar tarefas complexas e adaptativas com alta precisão. Esses robôs são equipados com sensores e sistemas de controle sofisticados que permitem sua integração em linhas de produção flexíveis e autônomas. A robótica avançada contribui para a automação de tarefas repetitivas, melhorando a eficiência e a segurança na produção. Essas tecnologias, em conjunto, formam a base da Indústria 4.0, oferecendo novas possibilidades para a inovação e a eficiência na manufatura e em outros setores industriais (AMARAL; GASPAROTTO, 2021).

Na perspectiva dos autores, a integração das tecnologias-chave da Indústria 4.0 com o EPM automático representa um avanço significativo na gestão empresarial, promovendo maior agilidade e eficiência nos processos de tomada de decisão. Com o uso de ferramentas como IoT, big data, inteligência artificial e automação, as organizações conseguem coletar e analisar dados em tempo real, permitindo uma visão integral do desempenho. Essa sinergia otimiza a alocação de recursos e potencializa a capacidade de resposta a mudanças do mercado, garantindo que as empresas se mantenham competitivas e inovadoras em um ambiente cada vez mais dinâmico. Assim, a implementação eficaz dessa integração se torna essencial para a sustentabilidade e o crescimento a longo prazo das organizações.

3.3 Impactos da Indústria 4.0 nas Práticas de Gerenciamento de Produção

A Indústria 4.0 trouxe uma revolução significativa nas práticas de gerenciamento de produção, transformando profundamente a forma como as operações industriais são geridas e otimizadas.

Como já explicado, a integração de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Big Data e Inteligência Artificial (IA) permite uma monitorização contínua e

em tempo real dos processos produtivos. Tal fato resulta em uma visibilidade sem precedentes sobre o desempenho das operações, facilitando o acompanhamento detalhado e a análise de dados em tempo real, o que traz, como consequência, os gestores a terem acesso a informações mais precisas e oportunas, possibilitando tomada de decisão informada e ágil (TESSARINI; SALTORATO, 2018) .

Outro impacto importante da Indústria 4.0 é a automação e a otimização dos processos produtivos. A implementação de sistemas ciberfísicos e robótica avançada permite que as fábricas operem com maior eficiência e menor intervenção humana. As linhas de produção podem ser ajustadas automaticamente para atender a variações na demanda e para resolver problemas em tempo real, o que aumenta a produtividade e melhora a qualidade dos produtos. Essa automação reduz os custos operacionais e minimiza erros, permitindo uma produção mais flexível e adaptável às necessidades do mercado (MARCIANO et al., 2019).

Além disso, a Indústria 4.0 promove uma abordagem mais personalizada e centrada no cliente na gestão da produção. Com a capacidade de coletar e analisar grandes volumes de dados, as empresas podem oferecer produtos personalizados em massa e ajustar rapidamente suas ofertas conforme as preferências dos clientes. Essa capacidade de personalização e resposta rápida às mudanças do mercado permite melhorar a satisfação do cliente, possibilitando posicionar as empresas como líderes em inovação e competitividade no mercado global. Assim, a Indústria 4.0 redefine o gerenciamento de produção, trazendo uma nova era de eficiência, flexibilidade e inovação.

3.4 Métodos Tradicionais de Gerenciamento de Produção

Os métodos tradicionais de gerenciamento de produção envolvem práticas e técnicas que foram amplamente utilizadas antes da era da Indústria

4.0 e da digitalização avançada. Esses métodos têm desempenhado um papel fundamental na evolução das operações industriais e ainda são aplicados em muitas empresas.

A **produção em lote** é um método onde produtos são fabricados em grandes quantidades, em vez de produzir um item de cada vez. Isso permite a produção eficiente de grandes quantidades de produtos semelhantes, aproveitando economias de escala e reduzindo os custos unitários. No entanto, esse método pode levar a longos períodos de inventário e menor flexibilidade para responder rapidamente às mudanças na demanda (GIL, 2022).

O **Just-in-Time (JIT)** é uma abordagem que visa minimizar os estoques e reduzir o tempo de produção, produzindo apenas o necessário no momento necessário. Introduzido pela Toyota na década de 1970, o JIT enfatiza a produção eficiente e a redução de desperdícios, com a entrega de materiais e componentes apenas quando são necessários para a próxima etapa do processo de produção. Essa abordagem requer uma coordenação precisa com fornecedores e um controle rigoroso de qualidade (STORFE et al., 2024).

A **manufatura enxuta** ou **Lean Manufacturing** é uma filosofia de gerenciamento que busca maximizar o valor para o cliente enquanto minimiza desperdícios e recursos desnecessários. Desenvolvida a partir do sistema Toyota de produção, a manufatura enxuta utiliza técnicas como a análise de valor, mapeamento de fluxo de valor e métodos Kaizen para melhorar continuamente os processos e eliminar desperdícios, como excesso de inventário, tempo de espera e movimentação desnecessária (COSTA et al., 2021).

O **Planejamento de Recursos de Produção (MRP)** é um sistema baseado em computadores que ajuda as empresas a planejar e controlar a produção, a partir de uma lista de materiais necessários e um cronograma de produção. O MRP busca garantir que os materiais certos estejam disponíveis no momento certo e que a produção esteja alinhada com a demanda prevista. Embora o MRP tenha sido revolucionário na sua introdução, ele pode enfrentar

desafios relacionados a previsões imprecisas e integração com outros sistemas (CARDOSO, 2021).

O **Controle de Qualidade Total (TQM)** é uma abordagem que se concentra na melhoria contínua da qualidade em todos os aspectos da produção. O TQM envolve a participação de todos os funcionários na identificação e resolução de problemas de qualidade, promovendo uma cultura de qualidade em toda a organização. Técnicas como controle estatístico de processos (SPC) e círculos de qualidade são usadas para monitorar e melhorar a qualidade dos produtos e processos (GONÇALVES; CAMARGO JUNIOR; PIZZINATTO, 2021).

A **Teoria das Restrições (TOC)** é uma abordagem para identificar e gerenciar as restrições que limitam o desempenho de uma organização. Desenvolvida por Eliyahu Goldratt, a TOC foca na identificação do "gargalo" no processo de produção e na aplicação de estratégias para maximizar o desempenho e a capacidade desse ponto crítico. A TOC é utilizada para melhorar o fluxo de produção e aumentar a eficiência global, abordando as limitações que impactam a capacidade produtiva (NEVES et al., 2020).

Esses métodos tradicionais, embora eficazes em seu tempo, têm limitações que a Indústria 4.0 procura superar através da digitalização e automação avançadas. A integração de novas tecnologias promete melhorar ainda mais a eficiência e a flexibilidade dos processos produtivos.

3.5 Desafios Enfrentados nas Abordagens Tradicionais

Os desafios evidenciam a necessidade de evolução e adaptação das práticas de gerenciamento de produção para incorporar tecnologias mais modernas e integradas, que abordem as limitações dos métodos tradicionais e ofereçam soluções mais eficientes e responsivas para as demandas contemporâneas (OLIVEIRA et al., 2020).

A necessidade de transformação para práticas mais eficientes no gerenciamento de produção é impulsionada pela crescente complexidade e

dinamismo do ambiente industrial moderno. Com o aumento da globalização e das demandas dos consumidores por produtos personalizados e produzidos rapidamente, as abordagens tradicionais de gerenciamento muitas vezes se mostram inadequadas para garantir a eficiência e a flexibilidade necessárias. A integração de tecnologias avançadas, como a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial (IA) e o Big Data, surge como uma solução essencial para superar as limitações dos métodos convencionais, proporcionando uma visibilidade em tempo real, automação inteligente e análise de dados aprofundada. Essa transformação é de extrema relevância para que as empresas possam otimizar seus processos, reduzir desperdícios, e responder de maneira ágil às mudanças do mercado, assegurando uma vantagem competitiva sustentável e um desempenho operacional superior.

As abordagens tradicionais de gerenciamento de produção, embora tenham sido eficazes em suas épocas, enfrentam vários desafios que limitam sua eficiência e adaptabilidade no contexto moderno, conforme apresentado no **Quadro 1**.

Quadro 1. Desafios das abordagens tradicionais.

- **Falta de Integração:** Sistemas isolados dificultam a troca de informações e a colaboração entre departamentos.
- **Decisões Baseadas em Dados Desatualizados:** A ausência de dados em tempo real compromete a precisão das decisões.
- **Dependência de Processos Manuais:** Tarefas manuais aumentam a margem de erro e demandam mais tempo.
- **Dificuldade em Adaptar-se a Mudanças:** Rigidez nos processos impede a rápida resposta a novas demandas de mercado.
- **Escassez de Visibilidade:** A falta de transparência nos processos torna difícil identificar gargalos e oportunidades de melhoria.
- **Resistência à Inovação:** A cultura organizacional pode ser avessa a novas tecnologias e práticas, limitando a evolução.
- **Complexidade na Análise de Dados:** A análise de grandes volumes de dados se torna onerosa e demorada sem ferramentas adequadas.
- **Falta de Colaboração Interdepartamental:** Silos organizacionais dificultam a comunicação e a sinergia entre equipes.
- **Inflexibilidade no Planejamento:** Planos rígidos tornam difícil a adaptação a imprevistos ou novas condições de mercado.
- **Custo Elevado de Operação:** Processos ineficientes e falta de automação resultam em custos operacionais mais altos.

Fonte: elaborado pelos autores.

O **EPM** é um sistema integrado que visa melhorar o gerenciamento e a eficácia organizacional por meio da coleta, análise e monitoramento de dados de desempenho em tempo real. Ele é projetado para alinhar as estratégias corporativas com as operações diárias, facilitando a tomada de decisões informadas e a execução eficiente dos objetivos empresariais. Os principais componentes do EPM incluem ferramentas de planejamento e orçamento, que auxiliam na definição e no acompanhamento das metas financeiras; sistemas de controle e análise de desempenho, que fornecem dados detalhados sobre a eficiência e a eficácia das operações; e plataformas de relatórios e dashboards, que oferecem visualizações claras e acessíveis dos dados de desempenho. Juntos, esses componentes permitem uma visão abrangente do desempenho organizacional, promovendo uma gestão mais estratégica e alinhada aos objetivos de longo prazo.

A **evolução do EPM** na gestão de produção reflete uma transição significativa de práticas manuais e fragmentadas para soluções integradas e automatizadas. Inicialmente, o EPM focava principalmente em relatórios financeiros e planejamento orçamentário, proporcionando uma visão limitada da performance organizacional. Com o tempo, a evolução tecnológica e a digitalização expandiram a aplicação do EPM para incluir o monitoramento e a análise de dados operacionais em tempo real. Isso permitiu uma integração mais profunda entre as funções de planejamento, execução e controle de produção. A incorporação de tecnologias avançadas, como a Inteligência Artificial (IA) e o Big Data, possibilitou uma análise preditiva e prescritiva, melhorando a capacidade de antecipar problemas e otimizar processos. Atualmente, o EPM na gestão de produção se caracteriza por sua capacidade de fornecer uma visão holística e em tempo real da eficiência operacional, alinhando a estratégia empresarial com as operações diárias e permitindo ajustes rápidos e informados para maximizar a performance e a competitividade (FAZOLI, 2020).

O **Quadro 2** mostra alguns dos benefícios do EPM para a tomada de decisão:

Quadro 2. Benefícios do EPM para tomada de decisão.

| |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Visibilidade em Tempo Real<ul style="list-style-type: none">○ Acesso Imediato a Dados: Permite a visualização instantânea de métricas e indicadores de desempenho atualizados, facilitando decisões rápidas e informadas.○ Transparência: Oferece uma visão clara do desempenho em diversas áreas da organização, ajudando a identificar problemas e oportunidades de maneira mais eficaz.2. Análise Avançada de Dados<ul style="list-style-type: none">○ Dados Preditivos e Prescritivos: Utiliza análise preditiva para antecipar tendências e resultados futuros, e análise prescritiva para recomendar ações corretivas.○ Identificação de Padrões: Detecta padrões e correlações em grandes volumes de dados que podem influenciar decisões estratégicas e operacionais.3. Planejamento e Orçamentação Eficientes<ul style="list-style-type: none">○ Alinhamento de Metas: Facilita o alinhamento entre as metas financeiras e os objetivos operacionais, garantindo que o planejamento esteja em sintonia com a estratégia corporativa.○ Simulações e Cenários: Permite a criação de diferentes cenários e simulações para avaliar o impacto potencial de várias decisões e estratégias.4. Redução de Riscos<ul style="list-style-type: none">○ Deteção Precoce de Problemas: Identifica e aborda problemas antes que se tornem críticos, minimizando riscos operacionais e financeiros.○ Controle de Desempenho: Oferece ferramentas para monitorar continuamente o desempenho e implementar medidas corretivas de forma proativa.5. Eficiência Operacional<ul style="list-style-type: none">○ Automação de Processos: Reduz o tempo e o esforço associados à coleta e análise de dados, automatizando tarefas repetitivas e melhorando a produtividade.○ Melhoria Contínua: Fornece feedback contínuo sobre o desempenho, permitindo ajustes e melhorias constantes nos processos e práticas de negócios.6. Apoio à Estratégia Corporativa<ul style="list-style-type: none">○ Tomada de Decisão Estratégica: Fornece dados e análises que ajudam os gestores a tomar decisões que estão alinhadas com a visão e os objetivos estratégicos da organização.○ Avaliação de Desempenho: Permite a avaliação do progresso em relação aos objetivos estratégicos e a reavaliação das estratégias com base em dados concretos.7. Comunicação e Colaboração<ul style="list-style-type: none">○ Facilidade de Compartilhamento: Melhora a comunicação e colaboração entre diferentes departamentos ao fornecer uma fonte única e confiável de dados e relatórios.○ Transparência Organizacional: Promove uma cultura de transparência ao garantir que todos os stakeholders tenham acesso às mesmas informações e análises. |
|---|

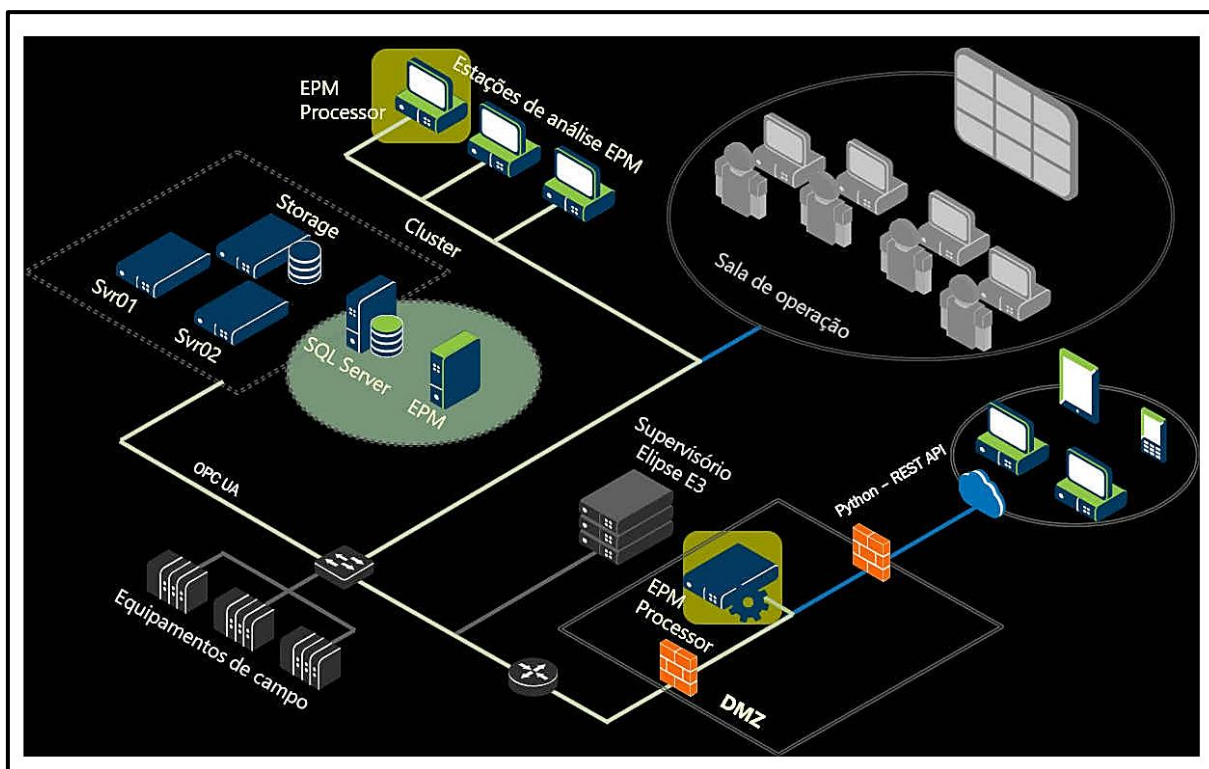
Fonte: elaborado pelos autores.

3.6 EPM Automático na Indústria 4.0

O **EPM automático** refere-se a uma abordagem avançada para o gerenciamento de desempenho organizacional que utiliza tecnologias automatizadas para melhorar a eficiência, a precisão e a eficácia das operações empresariais. Ao incorporar ferramentas de software inteligentes, como algoritmos de aprendizado de máquina e análises avançadas, o EPM automático

automatiza a coleta, a análise e o relatório de dados de desempenho em tempo real. Isso elimina a necessidade de processos manuais repetitivos e reduz a probabilidade de erros humanos, permitindo que as empresas obtenham dados precisos com maior rapidez e precisão digital (MOURA; PEIXOTO, 2024). A **Figura 1** apresenta uma esquematização deste processo de gerenciamento:

Figura 1. Sistema EPM automático integrado.



Fonte: adaptado de <https://elipsesoftware.github.io/epmanalysisminicourse/>

A **Figura 1** apresenta um sistema EPM automatizado operando de forma integrada, conectando diversos componentes tecnológicos para otimizar a gestão de desempenho em tempo real. As estações de análise EPM são fundamentais nesse processo, pois permitem aos usuários acessar dashboards e relatórios personalizados que oferecem uma visão clara dos indicadores de desempenho. Essas estações são projetadas para facilitar a interpretação dos

dados, ajudando gestores a identificar tendências e tomar decisões informadas rapidamente. A sala de operação serve como o centro de monitoramento onde operadores e gerentes acompanham a performance do sistema. Equipamentos e painéis de controle exibem informações críticas em tempo real, permitindo que a equipe reaja rapidamente a quaisquer anomalias ou desvios no processo. Essa centralização de dados e controle é essencial para garantir que as operações se mantenham eficientes e alinhadas às metas organizacionais.

A Python RES API desempenha um papel fundamental na automação e análise de dados. Essa interface permite a integração de scripts Python que facilitam a extração, transformação e carga (ETL) de dados, bem como a realização de análises personalizadas. A flexibilidade da linguagem Python, combinada com a capacidade de interagir com a API, possibilita a criação de soluções sob medida para atender às necessidades específicas da organização, além de automatizar processos que anteriormente exigiam intervenção manual. O supervisor Elipse E3 é uma plataforma de controle e monitoramento que fornece uma interface gráfica intuitiva. Ele se integra ao sistema EPM, permitindo que os operadores visualizem dados operacionais em tempo real e respondam rapidamente a mudanças nas condições de produção. A combinação do Elipse E3 com as estações de análise cria um ambiente de operação mais eficiente, onde as informações são acessíveis e compreensíveis.

O EPM Processor é o coração do sistema, responsável pelo processamento e análise dos dados coletados. Ele integra informações de várias fontes, aplica algoritmos de análise e gera relatórios de desempenho que ajudam a identificar tendências e indicadores chave. Essa capacidade de processamento permite que a organização reaja de maneira proativa às mudanças no ambiente operacional. Os equipamentos de campo, como sensores e dispositivos IoT, são responsáveis pela coleta de dados operacionais em tempo real. Esses dispositivos enviam informações diretamente ao EPM Processor, onde os dados são analisados e integrados. A conectividade entre esses equipamentos e o

sistema EPM garante que a tomada de decisões seja baseada em dados atualizados e precisos, melhorando a eficiência e a eficácia das operações.

Por fim, todos esses componentes se comunicam por meio de protocolos de comunicação padronizados, formando uma rede integrada que garante a troca eficiente de dados. Essa arquitetura permite uma atualização contínua das informações, resultando em um sistema adaptável que oferece *feedback* em tempo real. Assim, um sistema EPM automatizado otimiza o desempenho organizacional e promove uma cultura de melhoria contínua e inovação.

O **Quadro 3** apresenta as principais diferenças entre o EPM tradicional do automático:

Quadro 3. Diferenças entre EPM tradicional e automático:

| |
|---|
| <p>1. Automação da Coleta e Processamento de Dados</p> <ul style="list-style-type: none">➤ EPM Tradicional: Requer inserção manual de dados e integração de várias fontes de informação, o que pode ser demorado e propenso a erros.➤ EPM Automático: Automatiza a coleta de dados a partir de diversas fontes e sistemas em tempo real, minimizando a intervenção manual e reduzindo a probabilidade de erros. <p>2. Análise e Relatórios</p> <ul style="list-style-type: none">➤ EPM Tradicional: A análise e a geração de relatórios muitas vezes são realizadas de forma manual ou semi-automatizada, com processos que podem ser lentos e menos ágeis.➤ EPM Automático: Utiliza algoritmos avançados e inteligência artificial para realizar análises complexas e gerar relatórios automaticamente, proporcionando insights mais rápidos e precisos. <p>3. Integração e Visibilidade</p> <ul style="list-style-type: none">➤ EPM Tradicional: Pode operar com sistemas isolados, dificultando a integração e a visibilidade abrangente do desempenho organizacional.➤ EPM Automático: Integra sistemas e dados de diversas áreas da organização, oferecendo uma visão consolidada e em tempo real do desempenho, o que melhora a coordenação e a tomada de decisões. <p>4. Escalabilidade e Adaptação</p> <ul style="list-style-type: none">➤ EPM Tradicional: Pode enfrentar dificuldades para se adaptar rapidamente a mudanças nos processos ou nas necessidades de negócio devido à sua dependência de processos manuais e rígidos.➤ EPM Automático: É mais flexível e escalável, permitindo ajustes rápidos e adaptação às mudanças do mercado e às novas demandas, com suporte para análises e processos ajustados automaticamente. <p>5. Eficiência Operacional</p> <ul style="list-style-type: none">➤ EPM Tradicional: Requer mais tempo e recursos para manter e operar, com possíveis gargalos e ineficiências devido à natureza manual dos processos.➤ EPM Automático: Melhora a eficiência operacional ao automatizar tarefas repetitivas, liberando recursos para atividades estratégicas e melhorando a produtividade geral.➤ Essas diferenças destacam como o EPM automático pode transformar o gerenciamento de desempenho, oferecendo uma abordagem mais ágil, precisa e eficiente em comparação com os métodos tradicionais. |
|---|

Fonte: elaborado pelos autores.

O EPM automático é projetado para integrar diversos componentes e sistemas dentro da organização, proporcionando uma visão holística e em tempo real do desempenho corporativo. Ele permite a criação e o monitoramento contínuo de métricas de desempenho, a análise preditiva de tendências e a implementação de recomendações prescritivas sem intervenção manual constante. Esta automação possibilita melhorar a qualidade da informação disponível para a tomada de decisões estratégicas, facilitando a adaptação rápida às mudanças nas condições de mercado e nas necessidades dos clientes, impulsionando a eficiência e a competitividade organizacional (MOURA; PEIXOTO, 2024).

A principal diferença do EPM automático em relação ao EPM tradicional está na integração e na automação dos processos de coleta, análise e reporte de dados. Enquanto o EPM tradicional frequentemente depende de entradas manuais e processos segmentados, o EPM automático utiliza tecnologias avançadas para simplificar e acelerar essas atividades (BARBIERI, 2022).

3.7 Integração com Sistemas de Produção e Análise de Dados

A **integração com sistemas de produção** no contexto do Enterprise Performance Management (EPM) automático é um aspecto fundamental para otimizar o gerenciamento de desempenho. Esses sistemas, que incluem softwares de controle de manufatura, gestão de cadeia de suprimentos e sistemas de execução de manufatura (MES), permitem a comunicação e a coordenação entre diferentes níveis da operação industrial. Ao integrar o EPM com esses sistemas, as empresas podem obter dados em tempo real sobre o status da produção, o desempenho das máquinas e o fluxo de trabalho. Isso resulta em uma visão consolidada e precisa das operações, facilitando a detecção de problemas, a avaliação de desempenho e a implementação de melhorias contínuas. A integração garante que as informações cruciais sobre a

produção estejam alinhadas com as análises de desempenho, permitindo uma resposta rápida e eficaz às necessidades e desafios operacionais (ABRAHÃO, 2021).

A **análise de dados** é igualmente vital no EPM automático, pois transforma grandes volumes de informações brutas em dados acionáveis que impulsionam a tomada de decisões. O uso de tecnologias como Big Data e *machine learning* permite a análise avançada dos dados coletados dos sistemas de produção e outras fontes, identificando padrões, tendências e correlações que não seriam evidentes através de métodos tradicionais. A análise de dados em tempo real possibilita a detecção precoce de problemas, a previsão de falhas e a otimização de processos, ajudando as empresas a melhorar a eficiência operacional e a reduzir custos. Além disso, a capacidade de gerar relatórios e visualizações detalhadas facilita a comunicação de informações complexas de forma clara e acessível, permitindo que os gestores tomem decisões mais informadas e estratégicas com base em dados concretos e atualizados.

3.8 Plataformas e Softwares de EPM Automático

Plataformas e softwares de EPM automático estão revolucionando a forma como as organizações gerenciam e analisam seu desempenho, oferecendo soluções que integram e automatizam processos críticos de planejamento, orçamento e análise. Entre as ferramentas mais proeminentes estão as **plataformas de Business Intelligence (BI)**, como Tableau e Power BI. Essas ferramentas são projetadas para transformar grandes volumes de dados em visualizações interativas e relatórios detalhados, proporcionando informações importantes que facilitam a tomada de decisões estratégicas. A capacidade de criar dashboards personalizados e analisar dados em tempo real permite que os gestores acompanhem o desempenho da organização de forma mais eficaz e respondam rapidamente a mudanças nas condições do mercado.

Outro grupo importante de ferramentas são os **sistemas de planejamento e orçamento**, como Anaplan e Oracle Hyperion, que ajudam as empresas a gerenciar seus recursos financeiros e operacionais de forma mais eficiente. Estes softwares automatizam a elaboração de previsões, orçamentos e relatórios financeiros, proporcionando uma visão integrada e atualizada do desempenho. A automação desses processos reduz o tempo e o esforço necessário para o planejamento e a consolidação financeira, além de melhorar a precisão das previsões e o alinhamento das metas financeiras com as estratégias corporativas.

Sistemas de gestão de desempenho corporativo (CPM), como SAP BPC e IBM *Planning Analytics*, oferecem uma abordagem abrangente para monitorar e otimizar o desempenho organizacional. Essas plataformas integram dados financeiros e operacionais, permitindo uma análise consolidada e uma visão holística das operações. Com funcionalidades avançadas de modelagem e análise, os sistemas CPM ajudam as empresas a alinhar suas operações diárias com seus objetivos estratégicos e a identificar áreas de melhoria, suportando a tomada de decisões baseadas em dados sólidos e integrados.

Além disso, a integração de **Big Data e ferramentas de automação de processos robóticos (RPA)**, como UiPath, tem um impacto significativo na eficiência operacional. Plataformas de Big Data, como Apache Hadoop e Google BigQuery, facilitam a análise de grandes volumes de dados para descobrir padrões e tendências complexos. Ao mesmo tempo, as soluções RPA automatizam tarefas repetitivas e processos de negócios, reduzindo a necessidade de intervenção manual e melhorando a eficiência. Essas tecnologias, combinadas com **sistemas de execução de manufatura (MES) e Inteligência Artificial (IA)**, proporcionam uma gestão de desempenho mais ágil e responsiva, permitindo às empresas adaptar-se rapidamente às dinâmicas do mercado e otimizar suas operações com base em dados detalhados e atualizados.

3.9 Benefícios do EPM Automático para o Gerenciamento de Produção

O **Quadro 4** apresenta as melhorias da eficiência e redução de custos:

Quadro 4. Benefícios do EPM automático.

152

- **Análise em Tempo Real:** Permite acesso instantâneo a dados atualizados, facilitando decisões rápidas e informadas.
- **Integração de Dados:** Conecta diversas fontes de informação, proporcionando uma visão holística do desempenho organizacional.
- **Automatização de Processos:** Reduz tarefas manuais, minimizando erros e aumentando a eficiência operacional.
- **Melhoria na Previsão de Desempenho:** Utiliza análises preditivas para identificar tendências e antecipar necessidades de produção.
- **Aumento da Flexibilidade:** Permite adaptações rápidas às mudanças do mercado e demandas dos clientes.
- **Otimização de Recursos:** Ajuda na alocação eficiente de recursos, maximizando a produtividade e reduzindo desperdícios.
- **Facilidade na Colaboração:** Melhora a comunicação e o compartilhamento de informações entre equipes e departamentos.
- **Relatórios Personalizados:** Gera relatórios dinâmicos e personalizados, facilitando a apresentação de resultados e métricas-chave.
- **Apoio à Tomada de Decisões Estratégicas:** Oferece insights valiosos para a formulação de estratégias de longo prazo.
- **Redução de Custos:** A eficiência aumentada e a melhor gestão de recursos resultam em economias significativas para a organização.

Fonte: elaborado pelos autores.

O aumento da precisão e agilidade na tomada de decisão é um dos principais benefícios proporcionados pelas ferramentas de EPM automático. A precisão é significativamente melhorada através da coleta e análise de dados em tempo real, que oferece uma visão clara e atualizada das operações e do desempenho organizacional. Com a integração de dados provenientes de múltiplas fontes e a aplicação de análises avançadas, as empresas podem obter dados mais precisos e detalhados sobre suas operações, eliminando a incerteza

associada a informações desatualizadas ou fragmentadas. A capacidade de acessar dados confiáveis e bem estruturados permite que os gestores façam escolhas mais informadas e baseadas em evidências, reduzindo o risco de erros e decisões inadequadas (FERREIRA, 2014).

A agilidade na tomada de decisão é igualmente aprimorada pelo uso de ferramentas automáticas de EPM, que automatizam processos de coleta, análise e reporte de dados. Essas ferramentas oferecem relatórios e dashboards interativos em tempo real, possibilitando que os gestores visualizem rapidamente o impacto de suas decisões e ajustem suas estratégias conforme necessário. A automação reduz o tempo gasto na preparação de relatórios e na análise manual dos dados, permitindo que os líderes tomem decisões mais rápidas e precisas (GOMES, 2021). Além disso, a capacidade de realizar simulações e modelagens preditivas com agilidade oferece uma vantagem competitiva, pois permite antecipar tendências e preparar respostas eficazes a mudanças no mercado.

A combinação de precisão e agilidade contribui para uma maior adaptabilidade e competitividade das organizações. Com acesso a informações precisas e a capacidade de tomar decisões rapidamente, as empresas podem reagir de forma proativa às mudanças e desafios, ajustando suas estratégias e operações de maneira eficiente. Isso não só melhora a capacidade de responder a oportunidades e ameaças emergentes, mas também aumenta a eficiência geral e a eficácia das operações. Assim, a integração de tecnologias de EPM automático transforma a forma como as decisões são feitas, promovendo uma abordagem mais estratégica e orientada por dados, essencial para o sucesso no ambiente de negócios dinâmico e competitivo de hoje.

A otimização dos processos e recursos é essencial para maximizar a eficiência operacional e reduzir custos nas organizações. Esse processo começa com a análise detalhada dos fluxos de trabalho e das operações atuais para identificar ineficiências e gargalos. A utilização de ferramentas de EPM automático facilita essa análise ao oferecer visões detalhadas e relatórios sobre o desempenho dos processos. Com essas informações, as empresas podem

mapear e reavaliar suas operações para eliminar etapas redundantes, automatizar tarefas repetitivas e melhorar o fluxo de trabalho geral. Essa abordagem não só melhora a eficiência, mas também reduz o tempo e os recursos necessários para concluir tarefas, permitindo que a organização se concentre em atividades de maior valor (MOURA; PEIXOTO, 2024).

Além da análise de processos, a **otimização de recursos** envolve a alocação eficaz dos ativos e pessoal disponíveis. Ferramentas de EPM automático oferecem dados sobre o uso atual de recursos e ajudam a identificar áreas onde a alocação pode ser ajustada para melhorar a eficiência. Por exemplo, essas ferramentas podem revelar quais recursos estão sobrecarregados ou subutilizados e sugerir ajustes para equilibrar a carga de trabalho. A integração de dados financeiros e operacionais também permite uma melhor previsão das necessidades de recursos, ajudando a garantir que a empresa tenha a quantidade adequada de pessoal, equipamentos e matérias-primas para atender à demanda sem excessos.

A **otimização contínua** é fundamental para garantir que os processos e recursos permaneçam eficientes ao longo do tempo. As ferramentas de EPM automático permitem monitorar constantemente o desempenho e ajustar os processos conforme necessário. A análise em tempo real e o feedback contínuo ajudam a identificar novas oportunidades para melhorias e a adaptar os processos às mudanças nas condições do mercado ou nas necessidades da empresa. Essa abordagem proativa garante que a organização maximize a eficiência e reduza custos, permanecendo ágil e competitiva em um ambiente de negócios em constante evolução (MOURA; PEIXOTO, 2024; GOMES, 2021; FERREIRA, 2014).

3.10 Futuro do EPM Automático na Indústria 4.0

O futuro do EPM automático na Indústria 4.0 promete uma evolução contínua e significativa, impulsionada pelo avanço das tecnologias digitais e pela

crescente demanda por integração e eficiência. À medida que a Indústria 4.0 se consolida, as ferramentas de EPM automático se tornarão ainda mais sofisticadas, incorporando capacidades avançadas de Inteligência Artificial (IA) e *machine learning* para oferecer análises preditivas e prescritivas. Esses recursos permitirão que as empresas monitorem seu desempenho em tempo real, antecipem tendências e ajustem suas estratégias de forma proativa. O uso de algoritmos avançados para analisar grandes volumes de dados permitirá uma compreensão mais profunda das operações, facilitando a tomada de decisões estratégicas e a otimização dos processos (MOREIRA; TARTAROTTI; DE TONI, 2021).

A integração com tecnologias emergentes como a Internet das Coisas (IoT) e a análise de Big Data será um fator chave para o futuro do EPM automático (PEREIRA. SIMONETTO, 2018; ISZCZUK et al., 2021). À medida que mais dispositivos e sensores conectados coletam dados em tempo real, as ferramentas de EPM serão capazes de processar e analisar essas informações de maneira mais eficaz. A conectividade e a comunicação entre diferentes sistemas e plataformas permitirão uma visão holística e detalhada das operações, possibilitando uma gestão mais integrada e coordenada. A capacidade de combinar dados de diversas fontes e integrá-los com análises avançadas proporcionará indicativos mais precisos e acionáveis, melhorando a capacidade das empresas de responder rapidamente às mudanças e otimizar suas operações.

O papel crescente da personalização e da escalabilidade também moldará o futuro do EPM automático. As soluções de EPM se tornarão cada vez mais adaptáveis às necessidades específicas de cada organização, permitindo uma personalização mais detalhada e a criação de modelos de desempenho ajustados às realidades particulares do negócio. As empresas poderão escolher e implementar módulos ou funcionalidades que atendam exatamente às suas demandas, garantindo que a ferramenta se alinhe perfeitamente com seus objetivos estratégicos. Além disso, a escalabilidade das soluções permitirá que

elas se adaptem ao crescimento e à evolução das empresas, suportando a expansão e as mudanças nas necessidades operacionais sem comprometer a eficácia ou a eficiência (TIMOTIO et al., 2024).

Por fim, a transformação digital e a crescente ênfase em dados e análises exigirão que as ferramentas de EPM automático se integrem de maneira ainda mais eficiente com outras tecnologias e processos dentro da organização. O futuro do EPM será caracterizado pela capacidade de fornecer uma visão unificada e integrada do desempenho organizacional, conectando finanças, operações, e outras áreas-chave para promover uma gestão mais eficaz e informada. A automação e a análise inteligente dos dados permitirão que as empresas se tornem mais ágeis e adaptáveis, respondendo rapidamente às demandas do mercado e aproveitando oportunidades de forma mais eficiente. A evolução contínua das ferramentas de EPM automático será um elemento central na adaptação das empresas às exigências da Indústria 4.0 e no alcance de novos patamares de eficiência e competitividade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das ferramentas de EPM automático revela que estas oferecem um potencial significativo para transformar a gestão de desempenho na Indústria 4.0. As soluções modernas proporcionam uma precisão aprimorada na coleta e análise de dados, o que resulta em uma tomada de decisão mais informada e ágil. A integração com tecnologias avançadas, como IA, IoT e Big Data, permite uma análise mais profunda e preditiva dos dados, facilitando a otimização de processos e recursos. Além disso, a personalização e escalabilidade das ferramentas de EPM se destacam como características essenciais que permitem às organizações ajustar as soluções às suas necessidades específicas e crescer conforme necessário.

A adoção de ferramentas de EPM automático tem implicações profundas para a indústria e a prática de gerenciamento de produção. Para as empresas,

essas ferramentas necessitam melhorar a eficiência e reduzir custos, na perspectiva de oferecer vantagem competitiva ao permitir uma resposta mais rápida e estratégica às mudanças do mercado. A integração de dados e a automação de processos resultam em uma gestão mais eficaz e em uma melhor alocação de recursos, impactando diretamente a produtividade e a rentabilidade. No entanto, a implementação bem-sucedida exige uma consideração cuidadosa das barreiras tecnológicas e financeiras, bem como a adaptação à cultura organizacional e a necessidade de treinamento dos funcionários.

O futuro do EPM automático na Indústria 4.0 promete uma evolução contínua com o avanço das tecnologias digitais e a crescente necessidade de integração e eficiência. No entanto, desafios como integração de sistemas, barreiras financeiras e mudanças culturais ainda precisam ser abordados para maximizar os benefícios dessas ferramentas. As pesquisas futuras devem focar em desenvolver métodos mais acessíveis e flexíveis para a integração de tecnologias emergentes, bem como em explorar as melhores práticas para a adaptação organizacional e a formação contínua dos funcionários. A investigação adicional sobre o impacto das ferramentas de EPM automático em diferentes setores e sua eficácia em ambientes diversos também será definitiva para refinar as soluções existentes e orientar a adoção generalizada dessas tecnologias.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, S. R. H. **Melhoria de processos em sistemas de produção utilizando análise de prontidão e maturidade como introdução à indústria 4.0.** 2021. 95 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

ALBERTIN, M. R. et al. Principais inovações tecnológicas da indústria 4.0 e suas aplicações e implicações na manufatura. **XXIV SIMPEP**, 2017.

AMARAL, H. N.; GASPAROTTO, A. M. S. inteligência artificial: o uso da robótica indústria 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, v. 18, n. 1, p. 474-486, 2021.

ARAUJO, I. O. et al. Indústria 4.0 e seus impactos para o mercado de trabalho. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 22326-22342, 2020.

BARACHO, R. B. C. **Mapeamento do fluxo da informação entre sistemas para suporte a gestão de projetos**. 2021. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informática) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação. Belo Horizonte, MG, 2021.

BARBIERI, G. **EPM: conheça e entenda as vantagens de adotar o sistema**. 2022. Disponível em: <https://www.handit.com.br/epm-conheca-e-entenda-as-vantagens-de-adotar-o-sistema/>. Acesso em: 27 ago. 2024.

CARDOSO, W. **Planejamento e Controle da Produção (PCP): a teoria na prática**. São Paulo: Editora Blucher, 2021. 244 p.

COSTA, I. J. et al. Melhoria da Qualidade e Produtividade através da Manufatura Enxuta: Uma Revisão da Literatura. **Id on Line. Revista de Psicologia**, v. 15, n. 58, p. 427-443, 2021.

FANTIN, M. A. M. **Indústria 4.0: perspectivas e desafios na indústria brasileira**. 2020. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia da Computação – Universidade Pitágoras Unopar, Londrina, 2020.

FERREIRA, J. L. M. **Gerenciamento de projetos no contexto da governança das organizações**: um estudo de caso em uma empresa brasileira do segmento de mineração. 2014. 137 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração) - Fundação Cultural Dr. Pedro Leopoldo – FPL, Pedro Leopoldo, 2014.

FAZOLI, D. A. FAZOLI, Daniel Augusto. **Metodologias de mensuração de performance**: evolução e análise comparativa de métodos selecionados. 2020. 103 f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2020.

GIL, V. L. **Planejamento, programação e controle da produção**: Estudo da importância da implementação na empresa. 2022. 30. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Anhanguera, Leme, 2022.

GOMES, L. V. **Aplicação de metodologias estatísticas e machine learning para validação de analisadores contínuos para indústria de celulose**. 2021. 93 f. Monografia (Engenharia Química) - Universidade Federal do Pampa. Bagé, RS, 2021.

GONÇALVES, T. O.; CAMARGO JUNIOR, J. B.; PIZZINATTO, N. K. Gestão da qualidade: de seu início até a gestão da qualidade total. In: Enfoques de gestão: Educação, saúde, administração pública. Curitiba: Editora CRV, 2021. 216 p.

ISZCZUK, A. C. D. et al. Evoluções das tecnologias da indústria 4.0: dificuldades e oportunidades para as micro e pequenas empresas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 50614-50637, 2021.

MACHADO, C. O. et al. Manutenção prescritiva: a evolução da manutenção na indústria 4.0. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 9, p. 4444-4458, 2023.

MARCIANO, E. M. et al. Indústria 4.0—integração de sistema. **Revista Pesquisa e Ação**, v. 5, n. 1, p. 75-92, 2019.

MONTEIRO, L. S. et al. Realidade virtual ou aumentada na indústria 4.0. **Revista de Trabalhos Acadêmicos-Universo Recife**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2018.

MOREIRA, L. F.; TARTAROTTI, L.; DE TONI, D. Desempenho organizacional e indústria 4.0: uma proposta de framework conceitual. **Saber Humano: Revista Científica da Faculdade Antonio Meneghetti**, v. 11, n. 18, p. 26.69, 2021.

MORAIS, M. O. et al. A evolução da qualidade na indústria 4.0. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e3929108634-e3929108634, 2020.

MOURA, D. A.; PEIXOTO, D. Implementação de Técnica de Identificação de Alarmes de Braços Ferramentas em Centros de Usinagem de Alta Velocidade em Indústria Metal Mecânica: aplicação da Engenharia de Dados em um estudo de caso. **Produto & Produção**, v. 25, n. 1, p. 1-29, 2024.

NEVES, I. C. B. et al. Aplicação da teoria das restrições em uma indústria de laticínios: um estudo de caso. **Revista Produção Online**, v. 20, n. 2, p. 656-683, 2020.

OLIVEIRA, R. A. et al. Desafios no uso de metodologias ágeis de gestão de projetos em órgãos públicos: um estudo de caso da Receita Estadual do Paraná. **Gestão e Projetos: GeP**, v. 11, n. 2, p. 12-36, 2020.

PEREIRA, A.; SIMONETTO, E. O. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2018.

PINTO, L. H. A.; LIMA, O. P.; MADURO, M. R. Implicações da manufatura avançada na era da indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 15, n. 6, p. e3906-e3906, 2024.

RUIVO, E. A. **Ciência de dados aplicada para manutenção preditiva**. 2023. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

SANTOS, B. P. et al. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

SOARES, J. M. M. Tecnologia Assistiva, Impressão 3D e Indústria 4.0. In: **Congresso Brasileiro Pesquisa e Desenvolvimento em Design**. 2019. p. 1-15.

STORFE, B. et al. Análise de Aspectos Interferentes na Produção e Gestão de Estoques em um Sistema Just-In-Time no Setor de Papelão Ondulado: Revisão Integrativa. **Prospectus (ISSN: 2674-8576)**, v. 6, n. 1, p. 671-698, 2024.

TAKAYAMA, A.; PANHAN, A. M. Indústria 4.0: desafios e oportunidades para a indústria brasileira. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 5, p. 1797-1822, 2022.

TECNICON. **Apontamento de produção**: como implantar e automatizar a cadeia produtiva. 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/Vip2K>. Acesso em: 17 ago. 2024.

TESSARINI, G.; SALTORATO, P. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.

TIMOTIO, J. G. M. et al. Inteligência Artificial no campo de finanças. **GeSec: Revista de Gestão e Secretariado**, v. 15, n. 6, p. 34-56, 2024.

VIEIRA, A. L. R.; BREZOLIN, L. M. T. F.; ALVARELI, L. V. G. Benefícios do uso da tecnologia da informação no desempenho empresarial. **Janus**, v. 7, n. 11, p. 67-81, 2014.