

AUTOMAÇÃO APLICADA A MANUTENÇÃO INDUSTRIAL***AUTOMATION APPLIED TO INDUSTRIAL MAINTENANCE***

Ademilson Donizete Brandini – de_donizete@hotmail.com
Faculdade de Tecnologia de Catanduva (Fatec) – Catanduva – SP – Brasil

Gilson José da Silva – gilsonphsilva@gmail.com
Faculdade de Tecnologia de Catanduva (Fatec) – Catanduva – SP – Brasil

DOI: 10.31510/inf.v19i2.1539

Data de submissão: 01/09/2022

Data do aceite: 28/11/2022

Data da publicação: 20/12/2022

RESUMO

As novas tecnologias da quarta revolução industrial têm enormes benefícios. Ao analisar os dados armazenados em seus sistemas, os processos podem melhorar continuamente. Isso também permite melhores cronogramas de manutenção e menor risco de falhas não planejadas do sistema. Conseqüentemente, os aumentos de produtividade permitem que as cadeias produtivas tenham imenso dinamismo. Dentro desse contexto o objetivo desse trabalho é avaliar o impacto da automação e suas tecnologias sobre a manutenção industrial. Para isso foi realizado uma pesquisa bibliográfica através da análise de livros e artigos sobre o assunto. É possível concluir que os trabalhadores da manutenção estão incluídos nos efeitos crescentes da automação industrial. Os baixos custos de construção de sistemas automatizados possibilitam que mais processos sejam automatizados. Devido à resistência a novos métodos, muitas atividades dentro da manutenção geralmente não adotam mudanças. No entanto, a implementação de sistemas informatizados tem gerenciado as tarefas por meio da automação no processo de manutenção. Isso inclui coleta de dados, gerenciamento, análise, agendamento de inventário, alocação de recursos e ordens de serviço. A automação afetou a manutenção, melhorando a produtividade, a segurança e o gerenciamento geral de dados.

Palavras-chave: Automação. Manutenção Industrial. Gestão da Manutenção.

ABSTRACT

The new technologies of the fourth industrial revolution have enormous benefits. By analyzing the data stored in your systems, processes can continually improve. This also allows for better maintenance schedules and lower risk of unplanned system failures. Consequently, increases in productivity allow production chains to have immense dynamism. Within this context, the objective of this work is to evaluate the impact of automation and its technologies on industrial maintenance. For this, a bibliographic research was carried out through the analysis of books and articles on the subject. It is possible to conclude that maintenance workers are included in the growing effects of industrial automation. The low costs of building automated systems make it possible for more processes to be automated. Due to resistance to new methods, many

activities within maintenance generally do not adopt changes. However, the implementation of computerized systems has managed the tasks through automation in the maintenance process. This includes data collection, management, analysis, inventory scheduling, resource allocation and work orders. Automation has impacted maintenance, improving productivity, security and overall data management.

Keywords: Automation. Industrial Maintenance. Maintenance Management.

1 INTRODUÇÃO

A automação industrial vem crescendo exponencialmente nos últimos anos, conceitos de produtividade e qualidade ganham considerável destaque nas organizações em um mercado cada vez mais competitivo, fica inevitável a utilização de sistemas automatizados. Pela tecnologia aplicada, mão de obra especializada e alta velocidade de mudança sabe-se que não existe a possibilidade de serem desenvolvidos sistemas estáticos, ou seja, que não permitam atualizações tecnológicas (ALMEIDA; CAGNIN, 2019).

Kardec e Nassif (2013) afirmam que manter equipamentos e instalações é uma missão. Sua finalidade é garantir a funcionalidade de diversos sistemas atendendo as demandas de produção ou serviço. Isso também significa manter os sistemas seguros, ecologicamente corretos e econômicos. Conseqüentemente, a manutenção precisa ser feita de forma estratégica; deve ser integrado nos processos de produção.

Isso permite que a manutenção contribua para a melhoria da excelência empresarial da empresa. A coleta de informações de equipamentos, máquinas, produção e mercados permite uma manutenção mais rápida e flexível. Este processo identifica os problemas com antecedência para que as soluções apropriadas possam ser implementadas. A partir desse contexto, a problemática desse estudo está em verificar quais os impactos da automação aplicada a manutenção industrial.

O objetivo desse trabalho é avaliar o impacto da automação industrial e suas tecnologias da informação automática sobre a manutenção industrial. Para isso foi definido os seguintes objetivos específicos: a) Analisar a evolução da manutenção dentro das empresas; b) Discutir a importância da automação dentro do setor de manutenção; c) Apresentar os benefícios gerados pela automação aplicado a manutenção industrial.

A hipótese da pesquisa é que ao implementar a automação de manutenção, as empresas reduzem significativamente seus gastos de capital, melhoram o tempo de atividade dos

equipamentos e implementam eficiências de manutenção. A pesquisa se justifica pela importância que a automação possui dentro de uma planta industrial.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Evolução da Manutenção Industrial

Segundo Kardec e Nassif (2013) a evolução da manutenção abrange cinco gerações. A primeira geração da indústria começou antes do fim da Segunda Guerra Mundial. O equipamento excessivo era grande demais para o propósito pretendido; sua simplicidade refletia esse fato. Por causa da situação financeira do país, a questão da produtividade não era prioridade. Consequentemente, nenhuma manutenção significativa foi necessária; era necessário apenas limpar, lubrificar e consertar as peças quebradas. Isso significava essencialmente que a manutenção era de natureza corretiva (PINTO; XAVIER, 2001).

A segunda geração dura dos anos 1940 aos anos 1960. Durante esse período, a pressão da guerra aumentou a demanda por produtos, e diminuiu o contingente de mão de obra industrial disponível. Isso levou a um aumento significativo na mecanização e no tamanho das instalações de fabricação. Para aumentar a produtividade, a necessidade de maior confiabilidade e disponibilidade começa aparecer (PINTO; XAVIER, 2001). A falha do equipamento era muito comum nas fábricas devido à grande dependência de máquinas. Isso fez com que as pessoas acreditassem que falhas de equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas. Isso levou à ideia de manutenção preventiva dentro da indústria (SALERMO; PEDROSO, 2005). Para Sherwin (2000) as etapas de manutenção periódica foram introduzidas em primeiro lugar para melhorar a segurança e não para reduzir os custos, e também para aumentar a disponibilidade dos equipamentos.

Durante a década de 70 até os anos de 1990, ocorreu a terceira geração de sistemas de manutenção. Isso ocorreu devido a um aumento nos custos de itens físicos e equipamentos relacionados. Consequentemente, tanto o custo de manutenção quanto sua frequência aumentaram a uma taxa maior do que outros custos operacionais. Isso levou as indústrias a implementar sistemas integrais de planejamento e controle de manutenção (algo que é comum na manutenção moderna). O aumento no investimento de capital físico e os custos crescentes do investimento de capital levaram muitas indústrias a buscar métodos para prolongar a vida útil de seus ativos físicos. A paralisação da produção causou preocupação generalizada devido

aos efeitos de longo prazo que teve na capacidade de produção, nos custos e na qualidade do produto (SALERMO; PEDROSO, 2005).

A quarta geração teve início nos anos de 1990 à 2005, e é caracterizada pela consolidação de técnicas preditivas e preventivas, além da engenharia de manutenção, e a disponibilidade e ciclo de vida dos equipamentos (KARDEC; NASSIF, 2013).

Segundo Kardec e Nassif (2013) a quinta geração (2005 a 2013) está relacionada com a gestão de ativos, caracterizada pelo monitoramento *online* e *off-line* dos equipamentos. Atuando em todo o ciclo de vida dos equipamentos, e no projeto e operação. Inclui também o controle de custos e o *Maintenance Performance Indicator* (MPM).

2.2 Automação no processo de manutenção

De acordo com Ramani et.al (2016), mesmo sendo notoriamente resistente a mudanças, o setor de manutenção não está imune aos avanços na automação. Coisas como coleta e análise de dados, gerenciamento de estoque, agendamento de recursos e gerenciamento de ordens de serviço foram automatizados através de sistemas Computadorizados de Gerenciamento de Manutenção (CMMS).

Um CMMS moderno contém ferramentas de aprendizado de máquina e mineração de dados. Isso permite que as empresas entendam melhor como seus equipamentos estão falhando e quando falharão. Isso leva a um gerenciamento de estoque mais eficaz e a intervenções de manutenção programada. Além disso, um CMMS fornece acesso à tecnologia de ponta com um investimento de baixo custo. Ele permite que as empresas armazenem, analisem e coletem dados de forma automatizada (BARTELT, 2011).

De acordo com Bartelt (2011), ao implementar a automação de manutenção, as empresas reduzem significativamente seus gastos de capital, melhoram o tempo de atividade dos equipamentos e implementam eficiências de manutenção. Esses benefícios também têm impactos econômicos significativos e benefícios indiretos de segurança para trabalhadores de produção e técnicos de manutenção. Muitas empresas com uso intensivo de ativos possuem vantagem competitiva resultantes da automação de partes de seus processos de gerenciamento do ciclo de vida de ativos, reduzindo o custo total de propriedade (CTP) do equipamento, melhorando a confiabilidade e aumentando os lucros antes de juros, impostos e amortização (EBITDA).

A maioria do trabalho físico de reparo e manutenção que os técnicos fazem diariamente não pode ser automatizado (ainda). No entanto, coletar e analisar dados, comunicação, agendamento e rastreamento são outra história. Por meio de suporte adequado de hardware e software, esses tipos de atividades podem ser altamente automatizados (BARTELT, 2011).

2.2.1 Tecnologia em nuvem

Segundo Mourtzis (2022), devido aos recentes avanços tecnológicos na forma de computação em nuvem, os sistemas móveis para gerenciamento de manutenção informatizada tornaram-se muito mais comuns. Esses sistemas móveis permitem que os usuários registrem e recuperem dados relacionados à manutenção em seus dispositivos. Isso levou a fluxos de trabalho mais rápidos e eficientes para as equipes de manutenção.

A automação de manutenção requer muito poder de processamento de dados. Esse recurso é possível por meio de servidores externos que as pessoas podem acessar sem dispositivos de alta tecnologia. Consequentemente, as pessoas podem interagir com o serviço sem ter que comprar equipamentos de última geração.

2.2.2 Aprendizado de máquina e inteligência artificial (IA)

De acordo com Wang (2017), para determinar falhas de máquina, análises de IA são realizadas com acesso a grandes repositórios de dados e amplo poder de computação. Isso ocorre porque a capacidade de realizar essas análises depende de ter poder de computação suficiente. Com a IA, é possível agendar a manutenção do equipamento. Isso ajuda a prever quando a falha ocorrerá e agenda a intervenção em um momento em que a produção em suas instalações teria um impacto mínimo.

A inteligência artificial também permite agendar automaticamente os recursos adequados à tarefa, verificar os níveis de recursos e sinalizar os requisitos de substituição de peças. Ao construir um modelo de manutenção de planta com capacidade de armazenamento em nuvem e poder de processamento, as alterações nos cenários podem ser identificadas por meio de modelagem. Isso inclui modelar os efeitos de novos equipamentos no tempo de inatividade, custos e cronogramas de manutenção, etc.

2.2.3 Internet das Coisas Industrial (IIoT) e tecnologia de sensores

De acordo com Civerchia et al. (2017), os servidores em nuvem conectados recebem dados em tempo real sobre a integridade e o desempenho do equipamento. Isso é possível porque a Internet das Coisas Industrial, ou IIOT, atingiu a maturidade. Isso é facilitado por servidores em nuvem próximos conectados a sistemas CMMS e redes WiFi no local.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Considera-se ainda que para a realização desse estudo, foram considerados o uso de pesquisa bibliográfica e exploratória, onde a pesquisa bibliográfica segundo Lakatos (1991, p. 174) tem como característica a fonte de coleta de dados “restrita a documentos, escritos ou não, constituindo-se o que se denomina de fontes primárias. Essas podem ser feitas no momento em que o fato ou fenômeno ocorre, ou depois.” As fontes de documentos podem ser arquivos particulares e fontes estatísticas.

A pesquisa bibliográfica (fontes secundárias), ainda segundo Lakatos (1991, p. 183) “abrange toda a bibliografia tornada pública em relação ao tema estudado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc”. As fontes bibliográficas podem ser, segundo Lakatos (1991), imprensa escrita, meios audiovisuais, material cartográfico e publicações.

Essa pesquisa bibliográfica foi relevante para compreender melhor o assunto e buscar em diferentes autores, informações que fundamentem o estudo em questão. Já a pesquisa exploratória, segundo Gil (2006) têm o objetivo principal de aprimoramento de ideias ou a descoberta de instituições. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com os problemas pesquisados; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Quanto à abordagem do problema esta pesquisa é classificada como qualitativa. A pesquisa qualitativa de acordo com Lakatos (2017) estabelece alguns objetivos acerca do tema escolhido, desta forma é realizado o levantamento das informações, necessariamente de forma textual, bem como, textos, tabelas e gráficos, posteriormente, criando hipóteses que serão importantes para explicação do problema evidenciado.

A pesquisa bibliográfica segundo Gil (2010) é produzida através de um material já publicado anteriormente, tradicionalmente impresso, porém em virtude da evolução tecnologia,

está sendo comum a utilização de material disponibilizado na internet, entretanto, existe a necessidade de validar a confiabilidade da fonte utilizada. Nesta pesquisa foi apresentado fontes bibliográficas confiáveis já publicadas a partir do tema sugerido.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Poór, Basl e Zenisek (2019), a automação teve um grande impacto em todos os setores, aumentou a produtividade, a segurança e a qualidade em muitas áreas. Também mudou a natureza do trabalho para muitas pessoas. Como tal, às vezes é recebido com preocupação sobre os ambientes de trabalho em rápida mudança. No processo de manutenção, a automação tem sido um pouco mais lenta para causar impacto. A natureza do trabalho e as tendências conservadoras da indústria talvez sejam algumas das razões para isso. Recentemente, porém, tem havido mais foco na automação na manutenção.

Uma das áreas mais, em que a automação afeta uma operação é através do aumento da produtividade. Isso também é verdade na manutenção, onde tarefas repetitivas e de baixas habilidades podem ser automatizadas, fora da carga de trabalho de um profissional especializado. A primeira área em que a automação é aplicada geralmente é nas tarefas de manutenção preventiva (PM). Coisas simples, como amostragem de óleo, leitura do medidor e verificações de vibração podem passar para estados automatizados com bastante facilidade. Isso libera a tecnologia de manutenção para trabalhar em tarefas mais complicadas (FRANCIOSI, et al. 2018).

O objetivo é utilizar melhor a capacidade humana. Na verdade, a automação pode criar oportunidades para os trabalhadores uma vez que lhes permite desenvolver suas habilidades trabalhando em questões mais difíceis. Além disso, as tarefas automatizadas não são propensas a erros humanos, o que reduz a chance de que uma determinada tarefa de manutenção precise ser repetida porque foi feita incorretamente (FRANCIOSI, et al. 2018).

A automação também impacta por meio da segurança. Por meio da automação, algumas tarefas de manutenção podem ser tornadas mais seguras ou totalmente substituídas. Isso inclui principalmente inspeções remotas, que podem ser feitas por meio de métodos robóticos. Além disso, ao automatizar o trabalho de manutenção preventiva por meio de uma solução de manutenção baseada em nuvem, os gerentes de manutenção podem garantir sua conclusão. Melhor conformidade com PM significa melhor funcionamento do equipamento e menos avarias. Responder a uma falha de equipamento pode ser arriscado, portanto, reduzir o

número desses eventos em primeiro lugar torna o chão de fábrica um espaço mais seguro (RUIZ-SARMIENTO, et al. 2020).

Outra área em que a automação pode impactar a manutenção é por meio do melhor uso dos dados. Há muitos efeitos positivos ao usar software (como um CMMS) para automatizar e gerenciar o programa de manutenção. Primeiro, o agendamento de trabalhos de manutenção pode se tornar semiautomatizado. Isso ajuda a remover a carga dos agendadores de manutenção.

Segundo acompanhar o trabalho ao longo do ano é muito mais simples porque um banco de dados é construído com todos os registros de trabalho. Fica fácil entender como as horas de manutenção são gastas e quais ativos estão recebendo mais atenção. Relatórios sobre desempenho, estoque de estoque e custos de manutenção operacional podem ser gerados com alguns cliques. De posse desses dados, os gerentes podem ter mais confiança em suas decisões (RUIZ-SARMIENTO, et al. 2020).

Terceiro, o histórico de manutenção é armazenado e acessado rapidamente com software. Um técnico pode usar esse histórico a seu favor. Eles podem descobrir rapidamente o que aconteceu na última vez em que o equipamento foi trabalhado e usar essas informações para ajudar em suas decisões. Sem software, essas informações podem ser facilmente perdidas e esquecidas. E, por último, o acesso aos dados do sensor de monitoramento de condições permitiu a evolução da análise preditiva que usa esses dados para construir algoritmos que preveem quando uma peça/equipamento falhará com grande precisão. Isso tem dois grandes impactos no departamento de manutenção. A quantidade de manutenção excessiva é significativamente reduzida, o que reduz a carga de trabalho geral de manutenção (RUIZ-SARMIENTO, et al. 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse trabalho é avaliar o impacto da automação e suas tecnologias da informação automática sobre a manutenção industrial. É possível concluir que a automação industrial está causando impacto em toda a economia global. As barreiras para a automação são mais baixas do que nunca e, como tal, estão sendo feitas incursões em todas as áreas. Naturalmente, isso inclui o departamento de manutenção.

A indústria de manutenção é notoriamente resistente a mudanças. Mas graças aos computadores e sistemas informatizados de gestão de manutenção, algumas tarefas foram automatizadas. Isso inclui coleta de dados, análise, gerenciamento de estoque, agendamento de

recursos e gerenciamento de ordens de serviço. Os mais recentes desenvolvimentos tecnológicos na Internet das Coisas oferecem ainda mais oportunidades para os profissionais de manutenção eliminarem as suposições de seu fluxo de trabalho diário por meio da automação.

A automação afetou a manutenção, melhorando a produtividade, a segurança e o gerenciamento geral de dados. Apesar das conotações um tanto negativas com a automação industrial, está facilitando o trabalho do departamento de manutenção.

À medida que a nova tecnologia de comunicação se torna disponível para as empresas por meio do investimento em infraestrutura, ela possibilitará algumas oportunidades interessantes para a automação da manutenção. Com isso, temos o surgimento de um grande número de novas oportunidades de automação, mais melhorias significativas de eficiência e capacidade dos métodos de automação existentes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. S. G.; CAGNIN, R. F. **A Indústria do Futuro no Brasil e no Mundo**. São Paulo: IEDI, 2019. Disponível em: <https://iedi.org.br/media/site/artigos/20190311_industria_do_futuro_no_brasil_e_no_mundo.pdf> Acesso em: 20 Mai. 2022.

BARTELT, T. L. M. **Industrial Automated Systems: Instrumentation and Motion Control (Book Only)**. Cengage Learning, 2011.

CIVERCHIA, F.; BOCCHINO, S.; SALVADORI, C.; ROSSI, E.; MAGGIANI, L.; PETRACCA, M. Industrial Internet of Things monitoring solution for advanced predictive maintenance applications. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 7, p. 4-12, 2017.

FRANCIOSI, C.; LUNG, B.; MIRANDA, S.; RIEMMA, S. Maintenance for sustainability in the industry 4.0 context: A scoping literature review. **IFAC-PapersOnLine**, v. 51, n. 11, p. 903-908, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 Ed. São Paulo: Atlas, 2006.

KARDEC, A., NASCIF, J. **Manutenção: Função estratégica**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2013.

LAKATOS, E. **Metodologia científica**. 1991. São Paulo: Atlas.

LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico: projetos de pesquisa/pesquisa bibliográfica/teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso**. São Paulo: Atlas, 2017.

MOURTZIS, D. **Introduction to cloud technology and Industry 4.0.** In: Design and Operation of Production Networks for Mass Personalization in the Era of Cloud Technology. Elsevier, 2022. p. 1-12.

PINTO, A. K., XAVIER, J. N. **Manutenção: função estratégica.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

POÓR, P.; BASL, J.; ZENISEK, D. **Predictive Maintenance 4.0 as next evolution step in industrial maintenance development.** In: 2019 International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering (SCSE). IEEE, 2019. p. 245-253.

RAMANI, B. V.; AMITH, C. A.; OOMMEN, J. M.; BABU, J.; PAUL, T.; SANKAR, V. **Predictive analysis for industrial maintenance automation and optimization using a smart sensor network.** In: 2016 International Conference on Next Generation Intelligent Systems (ICNGIS). IEEE, 2016. p. 1-5.

RUIZ-SARMIENTO, J.; MONROY, J.; MORENO, F.; GALINDO, C.; BONELO, J.; GONZALEZ-JIMENEZ, J. A predictive model for the maintenance of industrial machinery in the context of industry 4.0. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 87, 2020.

SALERMO, L. S.; PEDROSO, L. P. Aplicação de ferramentas da mentalidade enxuta (lean thinking) em processo de manutenção predial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4., ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2005. p. 1-10.

SHERWIN, D. J. A review of overall models for maintenance management. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. v. 6, p. 138-164, 2000.

WANG, K.; WANG, Y. **Como a IA afeta a manutenção preditiva futura: uma cartilha de aprendizado profundo.** In: Workshop Internacional de Manufatura Avançada e Automação. Springer, Cingapura, 2017. p. 1-9.