

A manutenção industrial frente à indústria 4.0

Rodrigo Araujo Viannini

Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro - UNILASALLE RJ

Hamilton Lopes de Miranda Junior

Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro - UNILASALLE RJ

DOI: 10.47573/aya.88580.2.39.3

Resumo

A Indústria 4.0 é um evento que tem modificado a forma de se produzir, por meio de processos mais conectados e interligados consegue-se acompanhar a cadeia produtiva e os equipamentos em tempo real. Através disso é possível tomar decisões mais acertadas que propiciam o aumento da produtividade e da competitividade. Esse conceito tem sido aplicado para a manutenção, permitindo que os sistemas e equipamentos caminhem de forma autônoma e intervenham de forma automática caso preciso. Diante disso este trabalho teve como objetivo avaliar como a manutenção industrial tem ocorrido diante da Indústria 4.0. Para tal, realizou-se uma pesquisa de revisão bibliográfica consultando os principais trabalhos acadêmicos que tratam do tema. Com isso constatou-se que existem inúmeros benefícios propiciados pela Manutenção 4.0 que contribuem para que se tenham sistemas eficientes, sendo necessário que se implemente essa estratégia nas organizações.

Palavras-chave: indústria 4.0. manutenção 4.0. produção.

Abstract

Industry 4.0 is an event that has changed the way of producing, through more connected and interconnected processes, it is possible to follow the chain and equipment in real time. Through this, it is possible to make better decisions that lead to an increase in productivity and opinion. This concept has been designed for maintenance, allowing systems and equipment to walk autonomously and intervene automatically if needed. In view of this, this work aimed to evaluate how industrial maintenance has occurred in the face of Industry 4.0. To this end, a bibliographic review research was carried out, referring to the main academic works dealing with the subject. Thus, it was found that there are numerous benefits provided by Maintenance 4.0 that contribute to having efficient systems, being necessary to implement this strategy in organizations.

Keywords: industry 4.0. maintenance 4.0. production

INTRODUÇÃO

Vale mencionar que qualquer máquina tende a apresentar um desgaste natural, isso ocorre por causa do uso. Portanto, tal condição precisa de um estudo com estratégias de manutenção a fim de obter as melhores estratégias para serem aplicadas nos equipamentos. Com isso consegue-se impedir a ocorrência de impactos negativos para a cadeia produtiva que, por causa dos níveis de complexidade, apresentem um nível de dificuldade quanto ao processo de análise.

Frente a esse cenário este trabalho se justifica, uma vez que gerou mais conhecimento científico acerca da Manutenção 4.0, algo que deve ser incorporado nas empresas modernas para que se tornem competitivas no mercado. Portanto, não basta incorporar apenas as ferramentas da Indústria 4.0 de forma isolada nas organizações, é necessário expandi-las a outros setores como o de manutenção, por exemplo, somente assim conseguimos alcançar competitividade de mercado.

Vale citar que a Manutenção 4.0 é uma evolução dos modelos tradicionais de manutenção que evoluíram de forma significativa com o tempo. Portanto, a incorporação dessa tecnologia fez com que a cadeia produtiva fosse otimizada, auxiliando e facilitando os processos de tomada de decisão. Frente a esse cenário este artigo buscou investigar o seguinte problema, apresentado em forma de pergunta, como tem se dado a manutenção frente à Indústria 4.0?

Para responder a essa pergunta determinou-se os objetivos da pesquisa, o geral foi avaliar como a manutenção industrial tem ocorrido diante da Indústria 4.0. Já os específicos foram compreender as características da Indústria 4.0, apontar como se deve realizar a manutenção nas organizações com vistas a se atingir a manutenção 4.0 e compreender o gerenciamento da manutenção na Indústria 4.0.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho realizou-se um estudo qualitativo em que se analisou de forma indutiva as publicações acadêmicas que tratam da Indústria 4.0 associadas à manutenção depois da coleta. Quanto ao tipo de pesquisa, pode-se apontar que esta é descritiva, uma vez que descreveu a manutenção 4.0 nas empresas para caminhar rumo à Indústria 4.0.

Já a coleta de dados se deu por meio de uma pesquisa de revisão bibliográfica em que se consultou os principais trabalhos acadêmicos disponíveis na íntegra e publicados nos últimos 10 anos. Os materiais foram obtidos em bancos de dados como Google Acadêmico e Scientific Electronic Library com o auxílio de descritores como 'Indústria 4.0', 'manutenção industrial', 'manutenção 4.0'.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

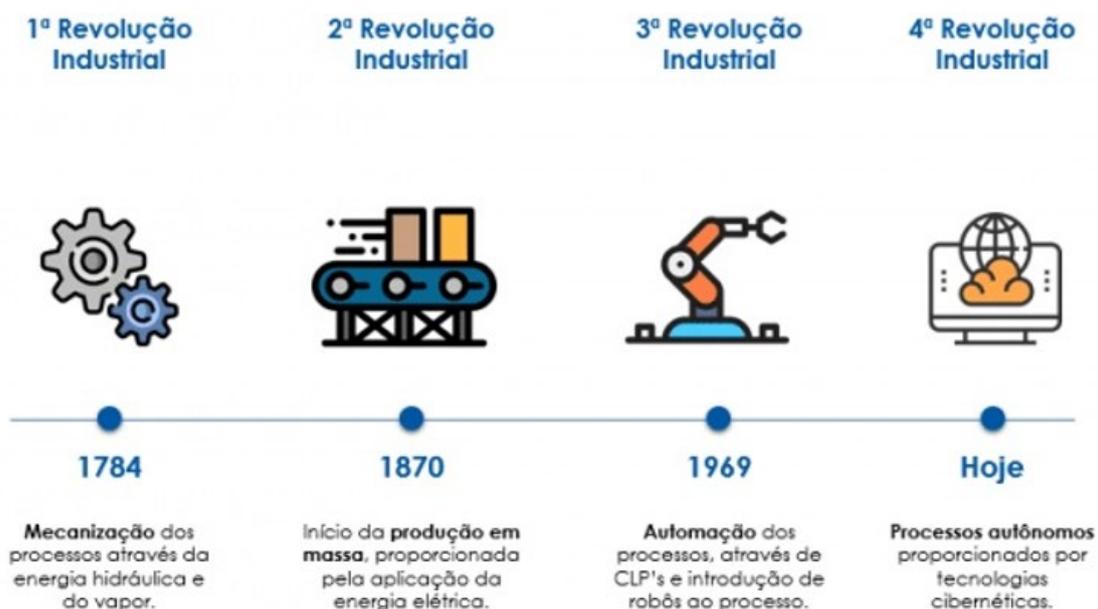
A seguir apresentam-se os principais conceitos associados ao gerenciamento da manutenção na Indústria 4.0.

A Indústria 4.0 é um conceito que foi mencionado pela primeira vez na Alemanha no ano de 2011. Tal instrumento emergiu como uma nova estratégia de desenvolvimento econômico pautado nas tecnologias. Desse modo começou-se a chamada Quarta Revolução Industrial que tem como base a comunicação entre as máquinas e a internet e não somente entre máquinas e humanos ou humanos com humanos.

De acordo com Sacomano *et al.* (2018) a Indústria 4.0 passou a ser um termo amplamente discutido na modernidade, uma vez que apresenta várias possibilidades e diversos pontos a serem explorados. Porém, pode-se mencionar que as Revoluções Industriais contribuíram de forma significativa para se atingir os níveis que se tem com as ferramentas advindas do novo modelo. A seguir, apresentam-se as principais invenções que marcaram as Revoluções:

- a) A Primeira foi o aparecimento das máquinas a vapor, culminando na abertura da era industrial.
- b) A Segunda, por sua vez, passou a adotar a energia elétrica, além de contar com a produção em massa, principalmente no campo automobilístico.
- c) A Terceira tem como marco o processo de automação da cadeia produtiva por meio da tecnologia da informação e da eletrônica.
- d) A Quarta tem sido impactada pela intensa utilização da internet como uma estratégia para dar suporte ao processo de produção de informações e de dados que podem ser utilizados para o controle do fluxo de produção, bem como melhorar e desenvolver produtos melhores para atender à crescente expectativa dos consumidores.

Figura 1 – Evolução das indústrias delimitadas pelas Revoluções Industriais



Fonte: Schwab et al. (2018)

Destaca-se que a consolidação e a evolução da eletrônica e da telefonia móvel no século XXI, especialmente a partir da metade do ano de 2010, fez com que o mundo emergisse na chamada Quarta Revolução Industrial, também denominada como sendo Indústria 4.0. As tecnologias e o evento apontados anteriormente possibilitaram a integração mais efetiva do mundo físico com o virtual e digital, permitindo que se tenha a convergência e a comunicação entre redes e serviços (ASSAD NETO *et al.*, 2018).

Vale mencionar ainda que os sensores criados com base em tecnologias nano tem feito com que as redes se tornem mais eficientes e rápidas, paralelamente a isso passou-se a observar que os processadores das máquinas começaram a apresentar desempenhos melhores. Desse modo, pode-se afirmar que a Quarta Revolução Industrial é um evento devidamente marcado pela conversão dos níveis avançados de inteligência artificial, de controle e de sensoriamento que trabalham de modo interligado com os requisitos globais de comunicação.

De acordo com Borlido (2017) para que se consiga adaptar as indústrias ao novo conceito, denominado 4.0 é imprescindível entender questões relacionadas a tal evento para que se possa avaliar os níveis de automação existentes. Além disso é preciso que se atue promovendo a convergência de informações na cadeia produtiva, se otimize processos e se implante tecnologias e ferramentas que são próprias à Indústria 4.0. Outro ponto que merece atenção está relacionado a necessidade de se identificar os setores e os processos que serão adaptados, estes possuem as seguintes classificações:

- a) A Manufatura 4.0 que se liga às pessoas, aos produtos e às máquinas presentes na cadeia produtiva.
- b) O Suprimento 4.0 que engloba a cadeia de suprimentos indo desde as matérias-primas para que se possa produzir ao fornecimento de máquinas e componentes para a manutenção.
- c) A Logística 4.0 que contempla toda o fluxo de rastreo e transporte de produtos, além da tradicional atividade de distribuição e armazenamento.
- d) A Energia 4.0 que se relaciona a todos os processos de gerenciamento da energia como a utilização de fontes energéticas alternativas e a otimização da eficiência energética.
- e) A Engenharia 4.0 ou o Projeto 4.0 que se associa às áreas responsáveis pela realização de projetos industriais, especialmente o desenvolvimento de dispositivos que visam promover a melhoria dos processos desenvolvidos na manufatura.
- f) O Serviço 4.0 que se liga aos processos de pós-venda, destaca-se que é preciso que haja uma comunicação com os setores de gestão, de logística e de projetos para que tais eventos ocorram de forma eficiente.
- g) A Gestão 4.0 que contempla os sistemas de gerenciamento global que permite acessar todas as áreas, nesse caso é imprescindível que se tenha a interação entre todos os campos identificados.
- h) A Manutenção 4.0, foco deste trabalho, envolve o processo de suporte do sistema de produção, além disso atua assegurando que se tenha a comunicação e a integração

da logística com a cadeia de suprimentos no que se refere ao fornecimento de insumos para a troca de componentes das máquinas, por exemplo. Por meio dela consegue-se também fornecer dados relevantes para a área de projetos que atuará para otimizar o fluxo de trabalho.

A MANUTENÇÃO NAS EMPRESAS COM VISTAS À MANUTENÇÃO 4.0

Qualquer organização produtiva é formada por uma série de partes interligadas que trabalham de modo objetivo e harmonioso para alcançar o principal propósito da companhia, ou seja, gerar lucros por meio da comercialização dos produtos. Destaca-se que qualquer uma das partes que integram o conjunto precisa funcionar de modo adequado e não impactar no funcionamento do todo ou ainda resultar em danos aos setores adjacentes que integram a indústria.

De acordo com Dockhorn (2019) para tentar assegurar que o objetivo mencionado anteriormente seja alcançado entra em cena a manutenção que é um dos pilares básicos para garantir que os anseios supracitados possam ser atingidos. De modo a se garantir que as operações ocorram dentro do programado é imprescindível que algumas premissas básicas sigam a atividade de manutenção, entre as quais destacam-se:

- a) Gerar informações que sejam as mais claras possíveis para os setores que são contíguos como almoxarifado e compras, por exemplo, no que tange aos insumos a serem comprados quando preciso.
- b) Assegurar que todo o pessoal da manutenção obedeça aos procedimentos no que se refere à segurança, bem como à excelência para a realização das atividades.
- c) Demonstrar para a alta gestão a necessidade de se atualizar ou de trocar as máquinas da cadeia produtiva.
- d) Realizar de forma constante a melhoria contínua nos processos operacionais da organização.
- e) Propiciar o espírito de equipe tanto no setor de manutenção como em outros.
- f) Buscar reduzir de modo constante os custos dentro da empresa ao mesmo tempo em que se garante a preservação da qualidade.
- g) Ter conhecimento no que diz respeito a todas as atividades que são executadas no setor de Engenharia.

De acordo com Baldissarelli e Fabro (2019) outro ponto que merece atenção é que a manutenção nas empresas é estratificada em três níveis que são:

- a) O primeiro é fundamentado no fato de ser indispensável para assegurar que o equipamento permaneça funcionando.
- b) O segundo é que esse instrumento se tornou imprescindível para a realização da tradicional manutenção preventiva, ou seja, promover o reparo e trocar os componentes danificados.
- c) O terceiro é aquele voltado à manutenção preditiva, responsável por acompanhar as principais variáveis críticas e intervir no equipamento antes que as falhas ocorram.

Frente ao exposto, pode-se apontar que a manutenção evoluiu de forma significativa desde o seu surgimento. Tal evento está intimamente associado com as Revoluções Industriais e os seus adventos no sistema produtivo. Com isso vale citar ainda a Indústria 4.0 que se liga intimamente com a chamada Manutenção 4.0 ou manutenção digital. Frente a esse cenário o quadro 1 mostra a cronologia da manutenção, apontando os principais marcos desse campo.

Tabela 1 – Evolução da manutenção

<p>Primeira geração: corretiva Conserto após falha; Gestão reativa.</p>	<p>Segunda geração: preventiva Revisões programadas; Sistemas de PPCM; Técnicas preditivas; Gestão proativa.</p>	<p>Terceira geração: produtiva Produção monitorada; Projeto, Confiabilidade e Manutenibilidade. Estudos de <i>retrofit</i>; Microcomputadores; Sistemas especialistas; Versatilidade; Trabalho em equipe; FMEA manutenção; Gestão TPM Lean.</p>	<p>Quarta geração: digital Monitoramento total; Projeto, confiabilidade e manutenibilidade; Conservação de energia; Segurança total; Fábrica digital e PLM; Sistemas MES e ERP; Simulação e modelagem; Estudos de riscos; <i>Netbooks e tablets</i>; Sistemas especialistas; Funções múltiplas; FMEA ciclo produtivo; Gestão digital integrada.</p>				
1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010

Fonte: Stevan et al. (2018)

É importante mencionar que a primeira geração ocorrida entre os anos de 1940 e 1959 foi chamada de corretiva ou reativa e foi marcada pela intervenção depois da identificação das falhas. Já a segunda geração se deu entre os anos de 1960 e 1979 e é conhecida como preventiva, pois estabeleceu uma série de ações que visavam impedir a ocorrência das falhas (CAMARA, 2020). Dessa maneira atuava-se realizando revisões programadas que eram complementadas pela utilização das técnicas preditivas com vistas à proatividade.

A terceira geração, por sua vez, ocorrida entre os anos de 1980 e 2000 foi chamada de produtiva. Com isso, passou a incorporar estratégias destinadas ao monitoramento da produção, o estudo da confiabilidade e a inserção dos sistemas microprocessados com os especialistas com vistas a fomentar o trabalho em equipe. Além disso foram instituídas metodologias como a Total Productive Maintenance (TPM) que consiste em um sistema que elimina perdas, reduz paradas e garante qualidade e conseqüentemente reduz custos nas empresas com processos contínuos e a Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) uma técnica sistemática e metodológica utilizada no processo de criação de produtos ou em fases de projetos que podem demandar atenção nas operações e manutenção, por exemplo (GONCALVES, 2020).

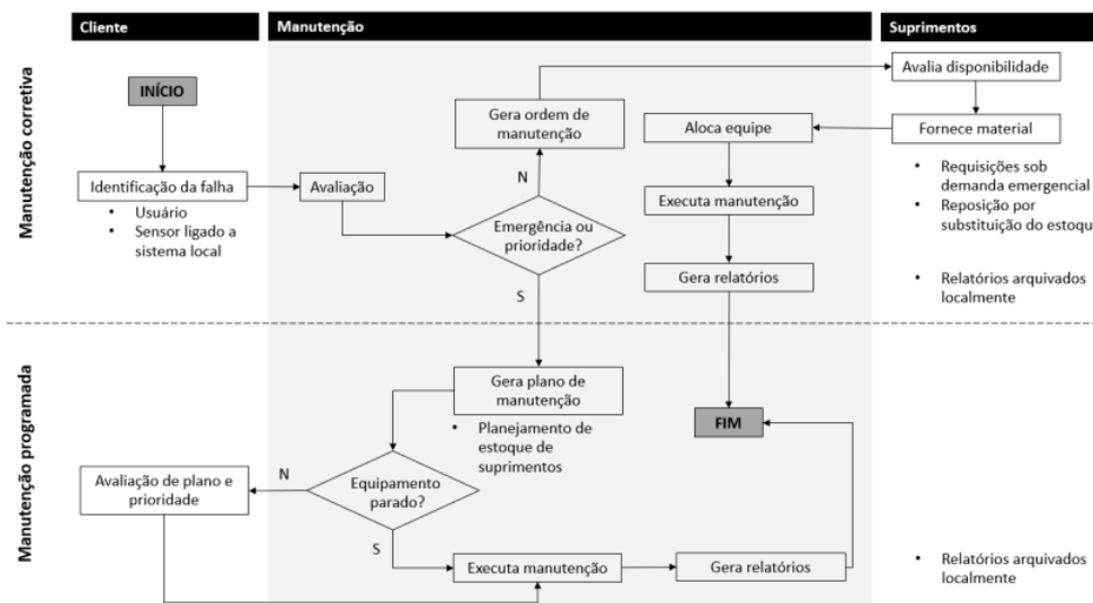
A quarta geração começou nos anos 2000 e continua até os dias de hoje, sendo marcada pela inserção dos sistemas digitais que atuam monitorando a confiabilidade de processos por meio da integração dos sistemas Manufacturing Execution System (MES) e o Enterprise Resource Planning (ERP). De acordo com Rodrigues (2018) o MES é uma estratégia que visa entregar os dados de modo a se otimizar as operações produtivas, começando pelo processamento do pedido e terminando quando o produto finalizado é entregue.

Já o ERP é uma ferramenta destinada ao gerenciamento dos fornecedores, ao marketing, à distribuição, à gestão da manutenção, aos serviços de campo e à gestão da qualidade. O sistema é responsável por endereçar as necessidades da organização por meio da integração

das suas funcionalidades (LIMA, 2019). Frente a esse cenário, pode-se apontar ainda que no que tange à quarta geração, tem-se uma maior atenção à segurança e à utilização sustentável da energia, algo que não ocorria anteriormente.

Frente a esse cenário pode-se apontar que a quarta geração tem incorporado os conceitos da Indústria 4.0 que faz o uso de sistemas computacionais, inerentes à rotina operacional. Dessa maneira é preciso que todos os agentes envolvidos no processo se capacitem para que tenham a competência de se desenvolver em novas tecnologias para extrair o máximo desse recurso. Segundo Delecrodio *et al.* (2021) é necessário que se tenha cuidado com a manutenção, especialmente para prever possíveis falhas que possam vir a ocorrer, algo que começou na manutenção tradicional como mostra a figura 2.

Figura 2 – Manutenção de terceira geração



Fonte: Stevan et al. (2018)

Desse modo, os pedidos de manutenção na indústria de terceira geração são classificados da seguinte maneira:

- Corretivos, contemplando as situações em que se tem a manutenção emergencial ou de forma imediata, aqui não entra em cena o fluxo do planejamento das manutenções.
- Planejados, destinados a suprir um chamado do cliente e que não conta com um caráter emergencial ou ainda que não integra o programa de planejamento da manutenção preventiva.
- De rota, que se dá quando a atividade integra o programa de manutenção programada destinada a garantir que o equipamento permaneça em funcionamento.
- De parada geral, que tende a seguir um fluxo semelhante ao de ordem planejada, tal elemento é empregado para as paradas dos equipamentos destinados à manutenção periódica.

Para que se cumpra as premissas associadas à Indústria 4.0 é imprescindível que os sistemas destinados à manutenção industrial contem com todas as especificações e informações

das máquinas. Através disso é possível mapeá-las adequadamente em um sistema online de forma a listá-las em outros dispositivos responsáveis por ofertar acesso completo ao monitoramento dos processos industriais. Dessa maneira os dispositivos existentes na cadeia produtiva passam a estar devidamente interligados e comunicantes entre si por meio da tecnologia.

Mesmo o conceito da manutenção tendo evoluído de forma significativa, principalmente com a Indústria 4.0 e as suas ferramentas se faz necessário garantir promover o resguardo dos conceitos de prognóstico e de diagnóstico que devem ser considerados no setor. De acordo com Sobreira (2018) o diagnóstico consiste na avaliação dos sistemas levando em conta os sinais vitais de forma a se estabelecer a causa raiz de um dado problema, a fim de definir um plano de ação eficiente para realizar o reparo. Esse conceito pode ser aplicável para os sistemas responsáveis por monitorar os pontos críticos da cadeia produtiva, com o intuito de alertar quanto a sintomas ou erros indesejáveis.

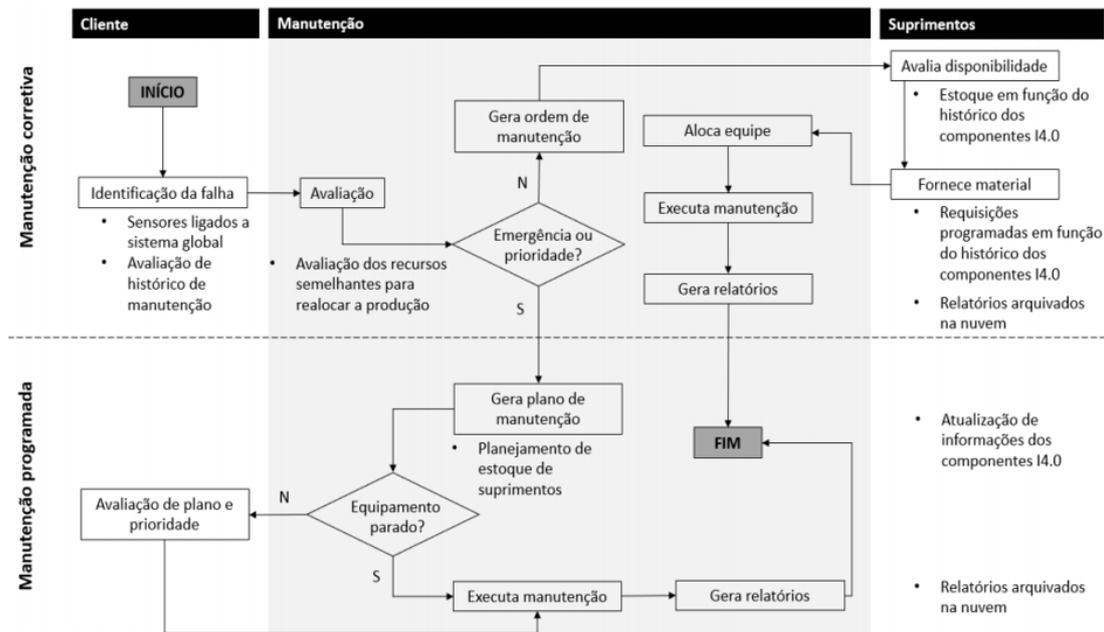
Os prognósticos, por sua vez, são considerados como sendo a evolução do diagnóstico, a razão disso é que se passa a monitorar de forma sistemática a operação da cadeia produtiva ou de um equipamento individual, deste modo compreende-se comportamentos e fatos, isso permite que se preveja as falhas, bem como na atuação precoce de eventos danosos. Portanto, através desse instrumento os equipamentos conseguem ter um nível de disponibilidade operacional mais elevado, interrompendo seu funcionamento minimamente para a manutenção (FREITAS *et al.* 2020).

Os prognósticos fazem com que a manutenção se torne mais eficiente e isso se deu através do aparecimento da Inteligência Artificial (IA). Esse recurso permitiu que os equipamentos pudessem alertar no tocante as condições de operação anormais que se somou ainda à aprendizagem da máquina, o que propiciou a execução da manutenção no ponto e no momento mais adequado. Além disso, tais recursos favoreceram que as atividades do setor passassem a ser realizadas de modo a antecipar a ocorrência de possíveis falhas.

Por causa da complexidade de atividades realizadas nas empresas no que tange à Indústria 4.0, pode-se mencionar que a manutenção preditiva se tornou um dos maiores aliados da manutenção organizacional diante desse novo panorama, criando assim uma tendencia para diversos setores. O intuito da manutenção preditiva é monitorar uma série de parâmetros críticos para que se possa identificar de forma prévia a degradação dos componentes concomitantemente a isso atua-se programando possíveis intervenções de forma a minimizar os impactos na cadeia produtiva (SILVA, 2016).

Dessa forma, a manutenção preditiva dispensa a necessidade de se desmontar os componentes a fim de realizar a manutenção tradicional e, conseqüentemente, minimiza a necessidade de se intervir corretivamente nos equipamentos. Diante disso, a figura 3 mostra como é um fluxo de manutenção devidamente adaptado para suprir a demanda real da Indústria 4.0

Figura 3 – Manutenção na Indústria 4.0



Fonte: Stevan et al. (2018)

A manutenção na Indústria 4.0 é semelhante à manutenção da terceira geração, porém, a maior diferença entre ambas se liga ao armazenamento e ao uso das informações advindas do setor. No primeiro caso armazena-se os dados de modo automático, alimentando uma série de sistemas preditivos capazes de apontar quando se deve realizar as manutenções partindo das condições dos componentes que estão sendo monitorados e que se encontram disponíveis em nuvem. Já no segundo as informações relativa aos procedimentos e estoques são alimentados de modo manual dispostos nos diretórios locais (ALMEIDA; FABRO, 2019).

Desse modo, na Manutenção 4.0 tem-se uma série de elementos que são armazenados em nuvem e que podem ser consultados ao longo de toda a vida útil de um equipamento. Isso permite comparar seu desempenho com outros semelhantes e também definir qual o melhor momento para intervir no processo ou realizar a sua atualização e/ou substituição (REZENDE et al., 2021).

Vale citar que os dados armazenados permitem embasar uma série de trabalhos no que concerne aos equipamentos e dos processos. Isso ocorre, pois há informações relevantes que tratam do gerenciamento de suprimento dos componentes de reposição, os planos de manutenção individualizados e os desgastes de peças, por exemplo. Destaca-se ainda os que tratam do gerenciamento global dos recursos e da interação humana a fim de que não se interrompa a produção.

GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0

A Indústria 4.0 é de suma relevância para o gerenciamento da manutenção nas empresas, isso ocorre, pois consegue-se desenvolver um modelo virtual dos equipamentos presentes e, conseqüentemente, de toda a cadeia produtiva de modo que se consiga operá-la e controlá-la de forma remota. Isso tende a ser facilitado ao se instalar uma série de sensores que irão enviar para os programas uma série de comandos informando como está a situação atual de cada um

dos equipamentos.

Gressler *et al.* (2020) aponta que os sensores permitem detectar irregularidades no desempenho das máquinas e falhas nos processos de modo instantâneo, sendo que em alguns casos o sistema atua de forma automática para sanar os problemas. Quanto à manutenção dos equipamentos propriamente dita, pode-se afirmar que tal atividade pode ser executada tomando como base:

- a) A manutenção preditiva, ou seja, a pré-deteccção de uma possível falha;
- b) A manutenção preventiva, isto é, um tempo previamente determinado para a substituição;
- c) A manutenção corretiva em que se atua diretamente na falha.

É importante mencionar que na prática os conceitos provenientes da Indústria 4.0 são indispensáveis para fortalecer a manutenção preditiva. Através do sensoriamento de peças consegue-se, por exemplo, evidenciar quais são as falhas iminentes (SOBREIRA, 2018). Com isso o operador pode corrigir tais eventos a fim de impedir que se tenham estragos maiores ou ainda as máquinas tomam a decisão, de forma autônoma e contatam a assistência técnica que é notificada com um aviso de que um parâmetro não está dentro do que foi projetado.

Portanto, com essas medidas consegue-se ter um processo comunicacional mais transparente e eficiente, tornando os processos mais conectados e integrados. E isso só é possível ao se utilizar ferramentas como a Internet das Coisas (IoT), o Business Intelligence (BI), a Big Data e a Inteligência Artificial, por exemplo.

A IoT consiste em um dos vieses principais da Indústria 4.0 e na manutenção não é diferente, especialmente para a preventiva. A razão disso é que se facilita a promoção de um fluxo de informações dos ativos que passa a ser contínuo para os servidores da empresa. De acordo com Ikeziri *et al.* (2020) com o auxílio de sensores de condutividade, de temperatura, entre outros consegue-se coletar os parâmetros e enviá-las em rede para outros locais como os programas de gerenciamento, por exemplo. Através disso é possível analisar, agregar e processar ações para a identificação de demandas e falhas.

O BI se relaciona com os processos de análise e também a visualização dos sinais digitais com o auxílio dos algoritmos preditivos. Segundo Seabra (2017) na manutenção é possível utilizar as chamadas Applications Programming Interfaces (API)s ao longo da cadeia produtiva em ambientes específicos para os usuários. Dessa maneira consegue-se facilitar a atividade de coleta das informações que podem ser ou não estruturadas, conduzindo a valiosos insights.

A Big Data é um elemento que se liga aos processos de coleta, de armazenamento e de interpretação das informações, vale apontar que isso se dá com o auxílio de programas de alto desempenho. Através dos dados coletados é possível obter parâmetros de suma relevância para a tomada de decisão, permitindo que esta seja mais acertada, especialmente na manutenção.

Ainda no que tange à Big Data, pode-se afirmar que essa é uma ferramenta que permite a identificação de um dado problema antes da sua ocorrência culminar na interrupção das operações. Outro exemplo de como tal elemento pode auxiliar na manutenção é utilizar essa estratégia para monitorar o desempenho a fim de determinar qual é o melhor momento para trocar um dado

componente antes da sua falha (SILVA FILHO, 2021).

A inteligência artificial, por sua vez, faz com que as máquinas tenham um pensamento semelhante ao do ser humano. De acordo com Cardoso (2020) tal evento se dá ao se implementar os sensores em equipamentos produtivos, responsáveis por realizar leituras e coletar as informações ao longo da operação. Posteriormente encaminha-se esses dados para um computador que irá analisá-los e apontar qual é a melhor solução tomando como base as premissas de manutenção a fim de impedir a ocorrência de erros e quebras, por exemplo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manutenção industrial evoluiu de forma significativa na última década, porém, tem enfrentado mudanças significativas com a Indústria 4.0. A razão disso é que se passa a ter processos interligados em que se consegue ter informações em tempo real da cadeia produtiva. Além disso há a autonomia que faz com que os sistemas possam intervir de forma automática para corrigir alguma anomalia ou então contatar a equipe de manutenção, por exemplo.

Frente a esse cenário pode-se afirmar que a Quarta Revolução Industrial, marcada pela Indústria 4.0 é um movimento vivenciado na contemporaneidade. Através dela é possível aliar a internet a avanços tecnológicos nos locais de produção para que se possa ter capacidade de processamento e armazenamento distribuído por meio de redes interconectadas e que se comunicam instantaneamente. Tudo isso faz com que a cadeia de trabalho seja interligada, virtualizada e flexibilizada, permitindo atender de forma satisfatória os componentes que constituem o fluxo de trabalho.

Na Manutenção 4.0 os dados que se referem ao processo e os equipamentos trafega por todo o fluxo, o que permite o acesso de informações em tempo real e históricas ligadas à cadeia produtiva. Com isso tem-se base suficiente para que se consiga mapear como o sistema tem se comportado e criar um modelo preditivo para a manutenção. É importante citar que é possível ainda coletar e armazenar um grande volume de dados, no entanto, tais elementos devem ser analisados e interpretados com cuidado de forma a se agregar valor e tomar decisões mais acertadas para potencializar os lucros da empresa.

Gerenciar a manutenção na Indústria 4.0 tem modificado os modos tradicionais de se realizar tal atividade. Isso ocorre, pois há uma série de informações sendo coletadas constantemente, o que permite prever de forma antecipada os eventos que podem culminar na interrupção da cadeia produtiva. Outro ponto que merece atenção é que com os recursos como IA, BI, IoT, entre outros consegue-se criar modelos virtuais e controlar a planta de forma remota, além de acessar os dados de processo de modo instantâneo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. G.; FABRO, E. Indústria 4.0 como ferramenta na engenharia de manutenção com base na metodologia TPM. *Scientia cum Industria*, v. 7, n. 2, 2019.

ASSAD NETO, A. *et al.* A busca de uma identidade para a Indústria 4.0. *Brazilian Journal of Development*, v. 4, n. 4, 2018.

BALDISSARELLI, L.; FABRO, E. Manutenção Preditiva na indústria 4.0. *Scientia cum Industria*, v. 7, n. 2, 2019.

BORLIDO, D. J. A. Indústria 4.0: Aplicação a Sistemas de Manutenção. 2017. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade do Porto, Porto, 2017.

CAMARA, R. A. Arquitetura de sistemas viáveis aplicada à manutenção 4.0. 2019. 55 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Técnico de Lisboa, Lisboa, 2019.

CARDOSO, D. E. R. Aplicação de conceitos de manutenção preditiva com aplicação de ferramentas de Inteligência Artificial. 2020. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Porto, Porto, 2020.

DELECRODIO, P. V. A. *et al.* A manutenção de ativos no contexto da Indústria 4.0: uma análise bibliométrica e sistemática. *Exacta*, v. 7, 2021.

DOCKHORN, F. S. M. Manutenção 4.0 no contexto da Universidade de Brasília - UnB. 2019. 131 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Mecatrônicos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

FREITAS, C. A. *et al.* A evolução da segurança no trabalho aplicada na manutenção industrial 4.0. *Revista de Micro e Pequenas Empresas e Empreendedorismo da Fatec Osasco*, v. 6, n. 2, 2020.

GONCALVES, R. H. C. Gestão da manutenção na indústria 4.0. 2020. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, 2020.

GRESSLER, B. *et al.* Diagnóstico do grau de maturidade do sistema de gestão orientado para a manutenção 4.0. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 3, 2020.

IKEZIRINI, L. M. *et al.* A perspectiva da indústria 4.0 sobre a filosofia de gestão lean manufacturing. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 1, 2020.

LIMA, N. F. G. M. Metodologia KAIZEN-LEAN e indústria 4.0 na manutenção. 2019. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Porto, Porto, 2019.

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

REZENDE, J. M. O. *et al.* Rumo á indústria 4.0: aprendizado de máquina para apoio no planejamento e controle de manutenção de equipamentos industriais. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 5, 2021.

RODRIGUES, J. V. Indústria 4.0 – Desenvolvimento de um Manufacturing Execution System. 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra, 2018.

SACOMANO, J. B. *et al.* Indústria 4.0: conceitos e fundamentos. 1. Ed. São Paulo: Blucher, 2018.

SCHWAB, K. *et al.* Aplicando a Quarta Revolução Industrial. 1. Ed. São Paulo: Edipro, 2018.

SEABRA, M. J. R. Implementação de sistema de gestão de manutenção numa indústria metalomecânica. 2017. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra, 2017.

SILVA, M. I. T. Melhoria de Processos e Manutenção inteligente de ferramentas no âmbito do Indústria



4.0. 2016. 57 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Porto, Porto, 2016.

SILVA FILHO, L. C. *et al.* Gestão da manutenção na indústria 4.0: um paralelo entre o hoje e o futuro. *Mythos*, v. 15, n. 1, 2021.

SOBREIRA, J. B. Desafios para a manutenção na perspectiva da indústria 4.0. 2018. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2018.

STEVAN, S. L. *et al.* Indústria 4.0: fundamentos, perspectivas e aplicações. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2018.