

Melhorias no processo de planejamento e controle da manutenção na Indústria 4.0

Victor Rocha

Resumo As constantes mudanças nos processos de produção, com o advento da indústria 4.0, tem melhorado os processos de gestão da manutenção. Novas tecnologias tem introduzido ganhos de produtividades às organizações, além de garantir maior confiabilidade para os processos produtivos. Nesse cenário, a manutenção possui importante fator na estratégia de maximizar a vida útil dos ativos e aumentar a segurança dos processos e pessoas. Para tanto, faz-se necessário a atualização dos processos de gestão da manutenção, em conformidade com as novas tecnologias oriundas da indústria 4.0. Neste artigo abordaremos sobre a adoção de novas tecnologias nos processos de planejamento e controle da manutenção.

1 Introdução

Diversas empresas buscam novas metodologias para alcançar a excelência de suas operações. Nos últimos anos, a indústria 4.0 trouxe cada vez mais tecnologias para automação dos processos industriais, como por exemplo dispositivos interconectados, big data, Internet das Coisas (IoT), dados em nuvem, entre outros. A atividade de manutenção é parte importante nas estratégias das empresas de manter seus ativos com confiabilidade e baixos custos.

Face ao avanço de novas tecnologias e à crescente disputa no mercado globalizado, as organizações tem dado grande foco à manutenção de seus ativos, visando obter maior produtividade, cumprimento dos prazos e condições de qualidade acordados junto aos clientes, além do cumprimento de requisitos legais relacionados à segurança pessoal, do meio ambiente e de suas instalações. Nesse ínterim, a gestão da manutenção estabeleceu ao longo dos anos, várias etapas de implantação e melhoria de metodologias da manutenção, sempre com foco no maior aproveitamento de recursos, de modo a garantir a maior disponibilidade dos ativos.

A literatura oferece diversas abordagens na utilização das tecnologias da indústria 4.0 para a manutenção industrial. No que se refere à perspectiva de sustentabilidade econômica, a gestão da manutenção permite a otimização, eficiência e qualidade para a manutenção (PEUKERT et al., 2015), já na relação à dimensão ecológica de sustentabilidade, consumo, redução de desperdícios, há também um grande potencial de benefícios (DUBEY et al., 2019; DE SOUSA JABBOUR et al., 2018).

Victor Rocha

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Unidade Acadêmica de Engenharia, Universidade Federal de Catalão, Catalão, Goiás, Brasil.

e-mail: victor.vencedor@hotmail.com

Anais do XV Encontro Anual de Ciência da Computação (EnAComp 2020). ISSN: 2178-6992.

Catalão, Goiás, Brasil. 25 a 27 de Novembro de 2020.

Copyright © autores. Publicado pela Universidade Federal de Catalão.

Este é um artigo de acesso aberto sob a licença CC BY-NC (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Neste cenário o presente artigo busca apresentar a utilização de tecnologias para o processo de planejamento e controle da manutenção, objetivando no alcance de melhores resultados de produtividades das equipes de manutenção, redução de custos, eliminação de riscos relacionados à segurança de processos, pessoas e instalações, garantindo maior confiabilidade operacional aos processos industriais das organizações.

2 Conceitos de manutenção industrial

Segundo (KARDEC; NASCIF, 2012), a atividade de manutenção tem passado por várias mudanças, em quantidades superiores do que às outras atividades de uma organização. Isso se deve principalmente à crescente necessidade de competitividade que o mundo globalizado tem exigido das organizações e empresas. Vale destacar que, segundo os autores, essas alterações ocorrem devido ao rápido aumento do número de itens físicos de uma empresa (instalações, equipamentos e edificações), aumento da capacidade de automação dos processos, projetos industriais mais complexos, com o propósito de aumento da produção em larga escala.

Atualmente uma nova fase está surgindo e está ligada à busca de sistemas de alta performance, fruto de uma economia mais globalizada e maiores exigências com questões relacionadas à saúde, meio ambiente e segurança (KARDEC; NASCIF, 2012). Nesta fase, as empresas, preocupadas em enxugar seus processos e garantir o menor custo para seu produto, contribuiu para que as organizações buscassem soluções para os processos de planejamento de manutenção.

Segundo (XENOS, s.d.), a busca por maiores resultados e competitividade contribuiu para a gestão organizacional das empresas, de modo a definir o *modus operandi* de atuação em sua estratégia a alcançar seus objetivos e metas. O foco atual consiste na redução de custos de manutenção destes ativos, ou seja, garantia operacional e disponibilidade com confiabilidade e custos enxutos. Daí a necessidade de revisão do conceito de gerenciamento desta estrutura tão importante para as organizações, visando às atividades de manutenção, um escopo muito mais abrangente do que simplesmente manter as condições originais dos equipamentos, mas sim, introduzir melhorias que visam aumentar a produtividade dos processos.

3 Planejamento e controle da manutenção

O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), área responsável por garantir que os recursos (materiais, equipamentos e pessoas) atinjam o máximo de produtividade possível, cumprindo para que as referências dos indicadores de desempenho dos ativos de produção, estejam dentro do programado. O PCM é subdividido em quatro funções: planejamento, programação, supervisão e controle. O planejamento, é responsável por detalhar os serviços, descrevendo os recursos e tempos necessários para a execução da manutenção, ora indicada. Além disso, o planejamento desenvolve o atendimento de longo prazo dos planos de manutenção e inspeção preventivas, atendimento a demandas específicas da área de operação e projetos, assim como atendimento à manutenções corretivas. O detalhamento dos serviços planejados é realizado em uma ordem de manutenção, ou ordem de serviço (OS) como é comumente chamado. Na ordem

são apropriadas as informações detalhadas dos serviços. A programação é responsável por organizar as ordens planejadas em conformidade com suas prioridades e avaliar a disponibilização dos recursos, definindo uma agenda, ou programação, para a execução dos serviços. As etapas de supervisão e controle do PCM, constituem-se na função de coordenar a execução das atividades programadas, controlando a apropriação dos recursos utilizados durante a execução dos serviços, gerenciando assim os custos envolvidos, além da produtividade das equipes.

Face à limitação de recursos disponíveis para a manutenção, e os desafios em fornecer ativos para os processos de produção, com disponibilidade e confiabilidade, a manutenção necessita planejar bem o uso de seus recursos. Desta forma, há um padrão na ordenação do planejamento e controle da manutenção, onde são estabelecidas técnicas com uso de sistemas de controle, geralmente ERP (*Enterprise Resources Planning*) que permitem o gerenciamento do back log, termo usualmente utilizado para definir os serviços de manutenção pendentes. O nivelamento dos recursos, bem como a posterior apropriação dos dados de serviços realizados, são todos gerenciados por meio de softwares e ERP's. Na Figura 1 podemos verificar o processo de priorização das demandas em virtude da limitação de recursos.

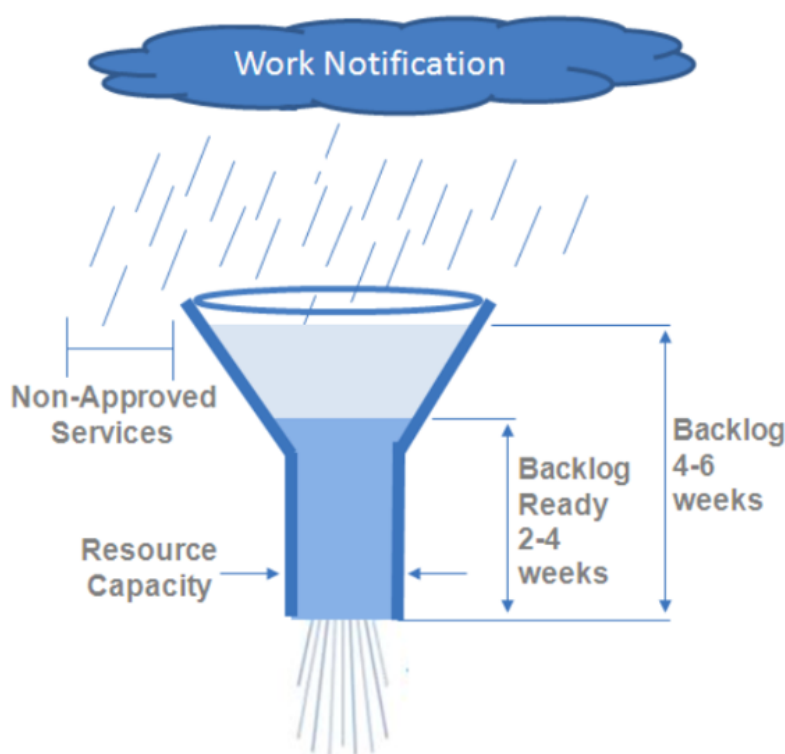


Figura 1: Ilustração do processo de programação da manutenção.

Nesta etapa do PCM a indústria 4.0 fornece uma atualização de processos que reduz significativamente os custos de manutenção. Mais especificamente, serão abordados, o uso de três tecnologias com foco na produtividade dos recursos de manutenção, conforme descrito a seguir.

4 Programação dos recursos

Na literatura de manutenção existente, bem como nas boas práticas de manutenção, as organizações praticam a programação dos recursos dentro de um horizonte semanal, ou seja, os recursos são programados considerando as atividades previstas para a semana seguinte, também conhecido como programação S+1, ou semana seguinte. Esta programação considera uma série de critérios para a priorização das ordens que irão compor a grade de programação S+1. Esses critérios geralmente são definidos no ERP utilizado para gerir os recursos da manutenção.

No entanto, a priorização das atividades a serem programadas, possui grande intervenção humana do programador, que pode incluir atividades que não cumprem os critérios definidos para a priorização dos recursos, o que acaba impactando na qualidade da programação semanal que será gerada. Além disso, em grandes organizações, existe uma extensa equipe de programadores, que realizam a interface com o ERP no *input* de dados para se conseguir construir a grade semanal. Os principais critérios usados na priorização das ordens de serviços são, a criticidade do equipamento onde será realizado a intervenção de manutenção (geralmente se utiliza criticidade A, B e C), origem da necessidade de intervenção (tipo de manutenção a ser aplicado, corretiva, preventiva, preditiva), antiguidade da ordem no *back log* (tempo decorrente desde a abertura da OS até sua programação), e a condição de instalação necessário à execução dos serviços (se a atividade pode ser realizada com equipamento operando ou se necessita de parada operacional para a intervenção). Com base nestes critérios e em alguns outros, o ERP fará a priorização das atividades.

Com as novas tecnologias da indústria 4.0, algumas organizações tem atualizado a forma tradicional como se emite a grade de programação semanal. Devido ao grande volume de dados disponíveis em cada equipamento, face aos sensores e instrumentos de predição incorporados aos ativos, é possível utilizar estes dados para que um algoritmo defina o melhor momento para se realizar a intervenção, conseqüentemente definir a programação semanal da manutenção. Um grande dilema da manutenção industrial, é saber o melhor momento para se realizar a intervenção, de modo que o equipamento não atinja seu ponto de falha (XENOS, s.d.). Sendo assim, o uso de dados dos equipamentos para compor essa programação, poderá contribuir em se executar a manutenção com maior eficácia, menos custo, realizando a intervenção somente quando necessário, e priorizando as atividades de forma padronizada, garantindo o cumprimento dos critérios estabelecidos. Um outro ganho relevante com a utilização dos dados dos equipamentos, se dá na necessidade cada vez menor de programadores de manutenção, visto que o ERP fará essa programação de forma automática, sem a necessidade da intervenção humana a todo instante, o que garantiria uma redução significativa de custos às organizações.

5 Apropriação de dados

Atualmente grande parte das organizações, utilizam em seus setores de manutenção, coletores de dados para realizar a apropriação dos seus recursos. Os coletores funcionam como *smartphones* onde são apresentados as ordens de serviços a serem realizadas pela equipe de execução da manutenção, posteriormente cada executante apropria os dados dos serviços reali-

zados para cada OS programada. Estes coletores possuem interface com o ERP, atualizando os dados apropriados com os devidos aprovisionamentos necessários.

Um fator determinante na perda de produtividade das equipes de execução da manutenção se dá durante os deslocamentos aos locais de instalação dos equipamentos e às oficinas ou armazéns para busca de ferramentas e materiais, implicando em perda considerável do tempo disponível de cada recurso. Embora esta improdutividade já seja considerada durante o processo de programação, várias organizações buscam ao longo dos últimos anos em implantar melhorias que visam a redução dos deslocamentos e consequente aumento de produtividade de suas equipes.

Uma importante melhoria, com o advento das tecnologias da indústria 4.0, se dá na definição de rotas por meio de mapeamento via GPS dos locais de instalação. Com a instalação de sensores de localização nos equipamentos, é possível, em conjunto com a definição da grade de programação semanal, definir a rota que cada executante irá realizar. O coletor de dados (Figura 2), auxiliará na verificação do cumprimento da rota estabelecida, por meio da localização via GPS da movimentação de cada executante, além de permitir que o ERP possa adequar as rotas definidas para cada executante sistematicamente, em função da “velocidade” do deslocamento individual. A utilização desta tecnologia implicaria em ganhos na gestão dos recursos e de sua produtividade, auxiliando na supervisão e controle dos executantes ao longo do dia. Desvios de rotas poderiam ser facilmente identificados e tratados pela liderança da manutenção.



Figura 2: Coletor de dados.

6 Intervenções não programadas

A manutenção evoluiu ao longo dos anos com a definição de métodos para abordar cada necessidade de manutenção. Estes métodos visam atender às necessidades das organizações em conformidade com a prioridade e disponibilidade para realizar a intervenção pela manutenção.

Alguns dos métodos mais conhecidos são a manutenção, corretiva, preventiva e preditiva, existindo alguns outros também de destacada relevância. A correta utilização dos métodos existentes pode garantir excelentes resultados ao processo de manutenção, sendo válido ressaltar que a estratégia de utilização das técnicas descritas poderá variar em decorrência da condição dos ativos da organização, ou seja, a elevada ocorrência de corretiva em um primeiro momento poderá acontecer naturalmente, devendo este índice diminuir com o aumento das intervenções pela preventiva e preditiva respectivamente.

A melhor manutenção será a combinação mais adequada dos vários métodos, de acordo com a natureza e a criticidade do equipamento para a produção, eficiente e econômico [Xenos, 2014]. Cabe ressaltar que com a indústria 4.0, o uso das técnicas preditivas avançará rapidamente, porém a eliminação total de necessidades de intervenções corretivas em determinados tipos de processos de produção, indústrias químicas, mineração e petróleo e gás, ainda não possui um horizonte.

Porém, é importante destacar o método considerado como aquele que possui os maiores custos em sua realização, a corretiva. A manutenção corretiva é aquela efetuada após a ocorrência de uma quebra, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida (KARDEC; NASCIF, 2012). A corretiva possui uma característica que simboliza o motivo pelo qual ela possui altos custos, ela não é programada, ou seja, geralmente ela poderá ocorrer em forma de emergência, visto que o equipamento está indisponível para o processo produtivo, ocasionando em perda de produção, em alguns casos. Conforme verificado na Figura 3, o custo possui correlação com o método de manutenção empregado.

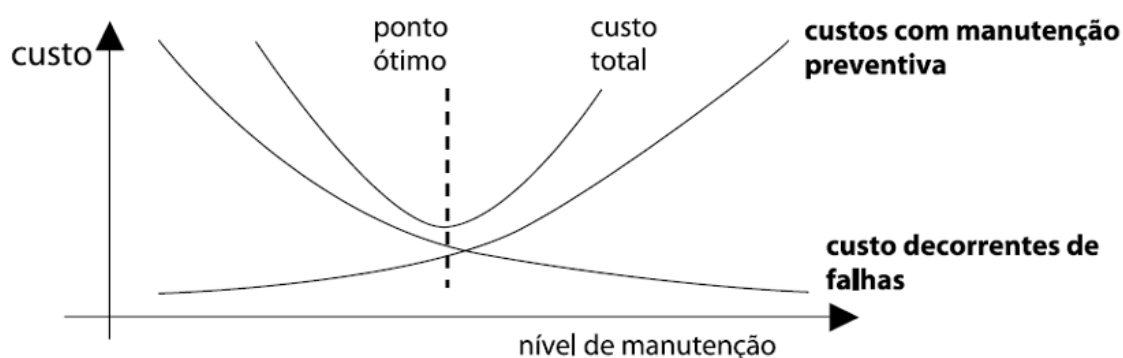


Figura 3: Correlação custo versus método de manutenção.

Quando há a ocorrência de uma quebra de equipamento vital para o processo de produção, a manutenção em conjunto com o setor de operação, precisa tomar a decisão sobre qual atividade programada deverá sair da programação, para o atendimento. Essa tomada de decisão muitas vezes ocorre levando-se em conta a experiência e o sentimento dos recursos envolvidos, geralmente os dados disponíveis tanto do processo de produção, quanto da manutenção, não considerados em um modelo matemático. Desta forma, os prejuízos decorrentes da indisponibilidade do ativo, podem ser potencializados, se a decisão sob intervir no equipamento não for tomada de forma assertiva.

Considerando a gama de dados disponíveis, dados do processo de produção das unidades fabris da organização, dados da programação do recurso e as respectivas prioridades, dados da equipe de execução, como produtividade, capacitação e habilidade técnica individual de cada

recurso, é possível a criação de um modelo matemático que auxilie na decisão sobre qual recurso será utilizado, bem como os impactos sobre a OS não executada. Além disso, todos os dados históricos de manutenção deste equipamento, poderão compor o algoritmo, garantindo assim, um melhoramento sistemático de cada uma destas intervenções.

7 Conclusão

A manutenção 4.0 pode quebrar os *trade-offs* das estratégias de manutenção tradicionais, permitindo às organizações maximizar a vida útil de seus ativos de produção, aumentando a produtividade de seus recursos e consequentemente, reduzindo seus custos. A indústria 4.0 terá uma importante contribuição na gestão da manutenção, principalmente no caso específico, no planejamento e controle.

A disponibilidade de todas os equipamentos em uma rede virtual, fornecendo dados ao ERP, poderão contribuir com o desenvolvimento de algoritmos capazes de garantir uma manutenção confiável, segura e com baixo custo. Vários outros processos da manutenção também possuem uma grande oportunidade de implantação das tecnologias da indústria 4.0, mas o PCM especificamente, é um dos processos mais importantes da manutenção industrial, visto que neste processo é onde se tomam a maioria das decisões, portanto, a adoção de tecnologias que utilizam dados históricos e dados disponíveis no processo de produção, garantirá uma manutenção mais enxuta, capaz de garantir as necessidades operacionais de disponibilidade e confiabilidade.

No entanto, apesar do fato de que muitos autores apontam para uma ampla gama de oportunidades de aplicações de novas tecnologias de manutenção, o papel da indústria 4.0 para uma manutenção sustentável, ainda está em sua infância e tem grande potencial de estudo.

Referências

- DE SOUSA JABBOUR, Ana Beatriz Lopes et al. When titans meet – Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, p. 18–25, 2018. ISSN 0040-1625. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.017>. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162517314877>.
- DUBEY, Rameshwar et al. Can big data and predictive analytics improve social and environmental sustainability? **Technological Forecasting and Social Change**, v. 144, p. 534–545, 2019. ISSN 0040-1625. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.020>. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162517305668>.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção - Função Estratégica**. [S.l.]: Qualitymark, 2012. ISBN 9788573033236. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=hEmvE8HNF1YC>.
- PEUKERT, Bernd et al. Addressing Sustainability and Flexibility in Manufacturing Via Smart Modular Machine Tool Frames to Support Sustainable Value Creation. **Procedia CIRP**, v. 29, p. 514–519, 2015. The 22nd CIRP Conference on Life Cycle Engineering. ISSN 2212-8271. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.181>. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827115004953>.
- XENOS, H. G. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Nova Lima: FALCONI.