



APLICAÇÕES DE TÉCNICAS PREDITIVAS NO PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO ELÉTRICA EM INDÚSTRIAS SUCROALCOOLEIRAS

Jhon Dyeego Alves Marques¹, Aurea Messias de Jesus², Cleonice Barbosa Pereira³, Daniela Freitas Borges², Ana Paula Santos da Silva², Denise Carla de Oliveira Andrade⁴

¹Discente da Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Ituiutaba, Brasil
(jhon_dyeego@hotmail.com)

²Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Ituiutaba, Brasil

³Bacharel em Engenharia Elétrica. Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Ituiutaba, Brasil

⁴Docente da Escola Estadual Rotary, Ituiutaba, Brasil

Resumo: A manutenção elétrica é essencial para garantir o funcionamento seguro dos equipamentos industriais, mas muitas vezes é realizada de forma reativa, podendo causar paradas não programadas e elevar custos. O uso de técnicas preditivas permite uma abordagem mais proativa, com identificação antecipada de falhas e intervenções programadas. Este artigo demonstra a aplicação dessas técnicas em indústrias de açúcar e etanol, comparando resultados com e sem seu uso.

Palavras-chave: Manutenção preditiva; Confiabilidade; Disponibilidade.

INTRODUÇÃO

A manutenção elétrica desempenha um papel crucial nas operações industriais, garantindo a disponibilidade, confiabilidade e segurança dos sistemas elétricos utilizados em diversas instalações. Tradicionalmente, a manutenção elétrica é realizada de forma preventiva ou corretiva, muitas vezes resultando em custos significativos e tempo de inatividade não planejado. No entanto, com o avanço das tecnologias e o acesso a grandes quantidades de dados registrados durante inspeções em tempo real, surgiram novas abordagens para otimizar o planejamento de manutenção elétrica em indústrias.

A aplicação de técnicas preditivas no planejamento de manutenção elétrica representa uma abordagem inovadora baseada na análise de dados históricos e em tempo real para prever a probabilidade de falhas em componentes elétricos, permitindo a programação de intervenções de manutenção no momento certo, evitando paradas não planejadas e reduzindo custos de manutenção.

“A manutenção Preditiva é a primeira grande quebra de paradigma na Manutenção e tanto mais se intensifica quanto mais o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento (Kardec & Nascif, 2009, p. 45).”

Este estudo tem como objetivo explorar os benefícios e desafios da aplicação de técnicas preditivas no planejamento de manutenção elétrica em indústrias.

Serão abordadas as metodologias, ferramentas e tecnologias disponíveis para a implementação dessas técnicas, bem como os resultados esperados em termos de aumento da eficiência operacional e melhoria da confiabilidade dos equipamentos e sistemas elétricos industriais. Além disso, serão considerados aspectos como a coleta e integração de dados, a manutenção de modelos preditivos e a capacitação da equipe técnica.

Ao longo deste estudo, será explorado como a aplicação de técnicas preditivas no planejamento de manutenção elétrica pode revolucionar as operações industriais, tornando-as mais eficientes, seguras e sustentáveis, ao mesmo tempo em que impulsiona a competitividade das empresas no mercado global.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

MANUTENÇÃO ELÉTRICA EM INDÚSTRIAS: CONCEITOS E DESAFIOS

A manutenção elétrica em indústrias é uma parte crítica da gestão de instalações industriais, pois garante a operação segura e eficiente dos equipamentos elétricos. Aqui estão alguns conceitos e desafios relacionados à manutenção elétrica em indústrias.

MANUTENÇÃO PREDITIVA

São tarefas de manutenção preventivas que visam acompanhar a máquina ou as peças, por monitoramento, por medições ou por controle estatístico e tentam prever a proximidade da



ocorrência da falha. O objetivo de tal tipo de manutenção é determinar o tempo correto da necessidade da intervenção mantenedora, com isso evitando a desmontagem para inspeção, e utilizar o componente até o máximo de sua vida útil (Viana, 2012, p.11-12).

Segundo Kardec e Nascif (2009, p. 44-45):

“É conhecida também por manutenção sob condição ou Manutenção com base no estado do equipamento, pode ser definida da seguinte forma:

É a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.

Através de técnicas preditivas é feito o monitoramento da condição e a ação de correção, quando necessária, é realizada através de uma manutenção corretiva planejada.”

MANUTENÇÃO PREVENTIVA

É todo serviço de manutenção realizado em máquinas que não se encontrem em falha, estando em condições operacionais ou em estado de zero defeito (Kardec & Nascif, 2009, p. 10).

MANUTENÇÃO CORRETIVA

A manutenção corretiva é aquela conhecida popularmente nas fábricas como “apagar incêndios”, sendo uma intervenção aleatória, sem definições anteriores. É necessária para evitar consequências graves à segurança do trabalhador, aos instrumentos de produção ou ao meio ambiente (Viana, 2012, p. 10).

TÉCNICAS PREDITIVAS APLICADAS À MANUTENÇÃO

Técnicas preditivas aplicadas à manutenção são métodos avançados que visam prever problemas e falhas em equipamentos e sistemas elétricos industriais previamente, permitindo intervenções preventivas. Essas técnicas podem aumentar a eficiência da manutenção, reduzir os custos e evitar paradas não programadas. Algumas das principais técnicas preditivas incluem:

Análise de vibração: A análise de vibração permite detectar e identificar problemas em estágios iniciais.

“A Análise de Vibração é uma das principais técnicas de manutenção preditiva para identificar falhas nos componentes rotativos de uma máquina. O diagnóstico permite verificar o nível vibracional de cada peça e determinar a origem da vibração (Abecom, 2019).”

Termografia: a termografia é uma técnica que permite medir a temperatura de um equipamento sem contato físico. A elevação da temperatura pode ser um indicador de falha (Tractian, 2023).

Análise de óleo: a análise de óleo permite identificar partículas de desgaste ou contaminação no óleo de um equipamento. Essas partículas podem ser um indicador de falha iminente (Mmtec, 2016).

Análise de correntes parciais: a análise de correntes parciais permite identificar falhas internas em um equipamento (Ps Soluções, 2020).

Monitoramento online contínuo: muitas dessas técnicas podem ser implementadas em sistemas de monitoramento online que coletam dados em tempo real e alertam automaticamente quando uma condição anormal é detectada (Abb, 2023).

A aplicação dessas técnicas preditivas à manutenção elétrica em indústrias pode ajudar a evitar falhas catastróficas, reduzir custos de manutenção e aumentar a eficiência operacional, garantindo que os sistemas elétricos funcionem de maneira confiável e segura.

MATERIAL E MÉTODOS

DEFINIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Um estudo de caso é uma metodologia de pesquisa que envolve uma investigação detalhada e aprofundada de um caso específico, que pode ser uma pessoa, um grupo, uma organização, um evento, um fenômeno ou uma situação. O objetivo principal de um estudo de caso é obter uma compreensão completa e contextualizada do caso em questão, analisando-o em seu ambiente real e considerando múltiplas perspectivas.

A implementação eficaz de técnicas preditivas na indústria sucroalcooleira exige uma abordagem estratégica e cuidadosa. A metodologia adotada desempenha um papel crucial para assegurar não apenas a otimização dos processos, mas também a maximização dos benefícios econômicos e ambientais. Ao longo desse processo, várias etapas críticas são seguidas.

Primeiramente, inicia-se com um levantamento abrangente de dados operacionais e históricos relevantes para a indústria sucroalcooleira. Isso inclui informações sobre o desempenho de equipamentos, variáveis de processo e resultados de produção. A partir desses dados, identificam-se as variáveis mais significativas para a operação, como temperatura, umidade e pressão, dependendo das particularidades do setor.

A escolha dos modelos preditivos apropriados é uma etapa subsequente. Isso pode envolver a aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina, inteligência artificial ou métodos estatísticos, dependendo da complexidade e da natureza dos dados. Os modelos são então desenvolvidos e treinados usando conjuntos de dados históricos, permitindo que

DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS PREDITIVAS UTILIZADAS

Os dados coletados são transmitidos para um sistema de análise em tempo real, onde usam algoritmos avançados de aprendizado de máquina para identificar padrões e anomalias. Isso permitia que a equipe de manutenção monitorasse o estado de cada motor elétrico e recebesse alertas automáticos quando surgissem problemas potenciais.

Com base nas informações coletadas e nas análises, a equipe de planejamento de manutenção pôde desenvolver um plano de manutenção preditiva e dashboard demonstrado pela Figura 1 para acompanhamento de ordem de serviço para executar o reparo no momento certo. Isso envolveu a programação de intervenções de manutenção apenas quando era realmente necessário, em vez de seguir um cronograma fixo. Isso reduziu o desperdício de recursos e minimizou o tempo de inatividade não programado.



Ao realizar verificações regulares, os profissionais podem identificar sinais precoces de desgaste, problemas de conexão ou outros potenciais pontos de

falha. Isso não apenas ajuda a evitar interrupções não programadas, mas também contribui para a segurança dos operadores e a integridade dos sistemas elétricos.

Além disso, os checklists oferecem uma documentação valiosa das atividades de manutenção, o que é essencial para o histórico de manutenção preventiva. Esse registro pode ser crucial para análises posteriores, melhorando a capacidade de antecipar e abordar futuros problemas, como pode ser observado na Figura 2 que retrata um dashboard onde contém todos os pontos inspecionados por mantenedores treinados e capacitados para gerir este recurso.



Figura 2. Dashboard gestão de Check List.

Em resumo, a implementação de checklists em equipamentos elétricos é uma prática indispensável para garantir a confiabilidade operacional, prolongar a vida útil dos equipamentos e, acima de tudo, manter um ambiente seguro para operações elétricas.

Este estudo de caso destaca a importância das técnicas preditivas no planejamento de manutenção elétrica em uma indústria sucroalcooleira. Ao adotar uma abordagem proativa baseada em dados, a empresa conseguiu economizar custos, aumentar a confiabilidade e melhorar a eficiência operacional. Isso demonstra como as técnicas preditivas podem ser aplicadas com sucesso em diversos setores industriais para alcançar resultados significativos.

A implementação das técnicas preditivas no planejamento de manutenção elétrica na indústria de açúcar e etanol obteve resultados notáveis ao longo do período de observação como:

Redução significativa nos custos de manutenção: Os custos de manutenção diminuíram em aproximadamente 40% em comparação com os anos anteriores. Isso foi atribuído à redução das intervenções não planejadas e ao uso eficiente dos recursos de manutenção.

Aumento da confiabilidade operacional: A empresa obteve melhor confiabilidade operacional em suas linhas de produção, com uma redução de 45% no tempo de inatividade não programado. Resultando em um aumento na produção e na satisfação dos clientes devido à entrega pontual.

Tempo de vida útil prolongado dos equipamentos: Os equipamentos elétricos críticos passaram a ter uma

vida útil mais longa, uma vez que os problemas eram detectados e tratados antes que se tornassem críticos. Isso resultou em economias adicionais devido à menor necessidade de substituição de equipamentos.

Melhoria da segurança: A detecção precoce de problemas elétricos contribuiu para um ambiente de trabalho mais seguro, reduzindo o risco de acidentes relacionados à eletricidade.

Os resultados obtidos neste estudo de caso confirmam a eficácia das técnicas preditivas no planejamento de manutenção elétrica em uma indústria de açúcar e etanol. A discussão dos resultados envolve os seguintes pontos:

Abordagem proativa vs. reativa: A mudança de uma abordagem de manutenção reativa para uma proativa demonstrou ser uma estratégia vencedora. Pois permite que a empresa antecipe problemas, evite tempo de inatividade não planejado e economize recursos.

Integração de tecnologia: A coleta de dados em tempo real e a análise automatizada foram fundamentais para o sucesso dessa abordagem. A integração de tecnologia de sensores e análise de dados permitiu uma tomada de decisão informada.

Economia de recursos financeiros e humanos: A redução de custos de manutenção e o uso mais eficiente dos recursos humanos foram evidentes. A equipe de manutenção pôde se concentrar em tarefas críticas, maximizando seu valor para a empresa.

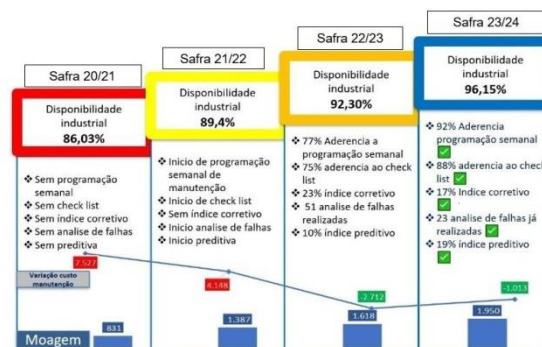


Figura 3. Evolução da disponibilidade industrial em relação ao planejamento e melhoria da manutenção.

Como pode-se observar na Figura 3, no início de operação da indústria em estudo, na safra 20/21 não foram adotadas técnicas preditivas, controle de dados e planejamento na manutenção de seus equipamentos em geral, onde se obteve menor disponibilidade de seus ativos e maior custo para a manutenção, resultando e uma moagem muito baixa em relação a sua capacidade de produção.

A partir do início de aplicação das técnicas preditivas na safra 21/22 observa-se uma melhora na disponibilidade industrial e consequentemente



aumento de produção e uma redução bem significativa dos custos ao ano anterior, mesmo que não seja o ideal para a empresa. Assim na safra 22/23 com a técnica preditiva já instaurada na indústria os resultados são bem perceptíveis e assim pode-se de fato observar que a implementação e investimento da manutenção preditiva é benéfica para obter melhores resultados para a organização da manutenção e produção da empresa.

Na safra 23/24 a moagem saiu de 831 toneladas de cana moída para uma previsão de moagem de 1950 toneladas de cana, um aumento de aproximadamente 135% em sua produção. Esse resultado demonstra e comprova a eficiência da aplicação das técnicas preditivas, onde tem-se maior confiabilidade dos equipamentos como consequência aumentando a disponibilidade industrial e gerando menos índice de manutenção corretiva emergencial nos equipamentos.

CONCLUSÃO

A aplicação de técnicas preditivas no planejamento de manutenção elétrica demonstrou ser uma estratégia altamente benéfica para a indústria de açúcar e etanol. Os resultados alcançados não apenas economizaram recursos significativos, mas também melhoraram a eficiência operacional e a segurança, fortalecendo a posição competitiva da empresa no mercado. Este estudo de caso destaca a importância de adotar abordagens inovadoras para a gestão da manutenção em ambientes industriais complexos e dinâmicos.

Ao longo deste estudo, pudemos observar como a implementação de modelos preditivos, baseados em dados históricos e avançadas ferramentas analíticas, contribuiu para um novo patamar de excelência nas operações dessa importante vertente da indústria.

Uma das principais constatações é a capacidade dessas técnicas em antever possíveis falhas nos equipamentos, possibilitando a realização de manutenções preventivas e, consequentemente, reduzindo consideravelmente o tempo de inatividade das máquinas. Isso não apenas resulta em uma produção mais contínua, mas também implica em economia de recursos e custos operacionais.

Além disso, a predição de parâmetros como a produção de açúcar e etanol permite uma gestão mais eficiente da cadeia produtiva. A antecipação de variações nas condições climáticas, por exemplo, torna possível ajustar os processos para maximizar a produção, minimizando perdas e otimizando a alocação de recursos.

Outro ponto de destaque é a contribuição das técnicas preditivas para a sustentabilidade na indústria sucroalcooleira. A possibilidade de prever o desempenho ambiental, como a emissão de gases de efeito estufa e o consumo de recursos naturais,

possibilita a implementação de estratégias voltadas para a redução do impacto ambiental. Isso não apenas atende às crescentes demandas por práticas industriais sustentáveis, mas também fortalece a imagem da empresa no mercado.

Entretanto, é crucial mencionar que a implementação bem-sucedida dessas técnicas requer investimentos substanciais em infraestrutura tecnológica e na capacitação de profissionais. Além disso, questões relacionadas à segurança de dados e à confiabilidade dos modelos preditivos demandam uma atenção cuidadosa.

Em síntese, as técnicas preditivas representam uma revolução na indústria sucroalcooleira, proporcionando ganhos expressivos em eficiência, sustentabilidade e competitividade. Contudo, é imperativo que as organizações do setor estejam preparadas para enfrentar os desafios inerentes a essa transformação, garantindo que os benefícios sejam plenamente realizados e que a indústria prospere em um cenário cada vez mais dinâmico e exigente.

REFERÊNCIAS

- Abb. Manutenção industrial: conheça 9 desafios. Disponível em: <https://loja.br.abb.com/blog/post/manutencao-industrial>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- Abecom. Análise de vibração na Manutenção Preditiva. 2019. Disponível em: <https://www.abecom.com.br/analise-de-vibracao/>. Acesso em: 12 dez. 2023.
- Kardex, A.; Nascif J. Manutenção: função estratégica. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p.
- MmTec. Análise de óleo: Tudo que você precisa saber. MMTec Inspeções Industriais, 2016. Disponível em: <https://www.mmtec.com.br/analise-de-oleo/>. Acesso em: 18 dez. 2023.
- Pss Soluções. Procedimento de Aplicação da Técnica de Análise da Corrente Elétrica. Blog, 2020. Disponível em: <https://www.pssolucoes.com.br/procedimento-de-aplicacao-da-tecnica-de-analise-da-corrente-eletrica/>. Acesso em: 18 dez. 2023.
- Tractian. Termografia na manutenção preditiva. Disponível em: <https://tractian.com/blog/termografia-na-manutencao-preditiva>. Acesso em: 18 dez. 2023.
- Viana, Hebert Ricardo Garcia. PCM, Planejamento e controle da manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2012.