

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MANUTENÇÃO PREDITIVA COM  
MONITORAMENTO ONLINE DE MOTORES ELÉTRICOS, FUNDAMENTADO  
NO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: RELATO DE EXPERIÊNCIA DA  
TURMA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS**

*IMPLEMENTATION OF A PREDICTIVE MAINTENANCE SYSTEM WITH ONLINE  
MONITORING OF ELECTRIC MOTORS, BASED ON THE USE OF ARTIFICIAL  
INTELLIGENCE: AN EXPERIENCE REPORT FROM THE INDUSTRIAL  
ELECTRICAL INSTALLATIONS CLASS*

*IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO CON  
MONITORIZACIÓN EN LÍNEA DE MOTORES ELÉCTRICOS, BASADO EN EL  
USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: INFORME DE EXPERIENCIA DE LA  
CLASE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES*

*MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTÈME DE MAINTENANCE PRÉDICTIVE AVEC  
SURVEILLANCE EN LIGNE DES MOTEURS ÉLECTRIQUES, BASÉ SUR  
L'UTILISATION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE: UN RETOUR  
D'EXPÉRIENCE DE LA CLASSE INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES  
INDUSTRIELLES*

Arthur Bruno de Carvalho Moura

Emanuel Victório Freitas dos Santos

André Luis de Sousa Lima

Lucas Rebouças Fernandes

Francisco Tiago Soares Cavalcante

Eduardo Monteiro Duarte Queiroz

Miguel Carlos Sales Pinto

Ildenor David Sales Júnior

**Resumo:** Este trabalho aborda a implantação de um sistema de manutenção preditiva com monitoramento *online* em motores elétricos de alta tensão (6,6 kV). A iniciativa responde a falhas recorrentes por degradação térmica do isolamento, causadas pelo excesso de partidas em curtos intervalos de tempo, uma problemática que os métodos tradicionais, como o Teste Baker, não conseguiram antecipar. Para mitigar esses riscos e aumentar a confiabilidade e disponibilidade dos ativos, o projeto selecionou, via ecossistema INO.VC, a solução tecnológica da *startup* 2Neuron, composta pelos dispositivos Ultronline e Ultronlink. Essa tecnologia utiliza inteligência artificial para realizar o monitoramento contínuo (24h/7d) dos sinais elétricos, permitindo a detecção precoce de anomalias tanto elétricas quanto mecânicas, com diagnósticos automáticos que evoluem através de aprendizado de

**Arthur Bruno de Carvalho Moura, Emanuel Victório Freitas dos Santos, André Luis de Sousa Lima, Lucas Rebouças Fernandes, Francisco Tiago Soares Cavalcante, Eduardo Monteiro Duarte Queiroz, Miguel Carlos Sales Pinto, Ildenor David Sales Júnior**

máquina. O planejamento detalhado inclui cronograma, definição de papéis entre contratante e contratada, plano de testes (PIT) e as metas de redução de paradas não programadas, otimizando a gestão da manutenção industrial sob o paradigma da Indústria 4.0.

**Palavras-chaves:** Manutenção preditiva, Monitoramento online, Inteligência artificial, Motores elétricos, Confiabilidade industrial.

**Abstract:** This work addresses the implementation of a predictive maintenance system with online monitoring in high-voltage (6.6 kV) electric motors. The initiative responds to recurring failures due to thermal degradation of insulation, caused by excessive starts in short intervals, a problem that traditional methods, such as the Baker Test, failed to anticipate. To mitigate these risks and increase the reliability and availability of assets, the project selected, via the INO.VC ecosystem, the technological solution from the startup 2Neuron, composed of the Ultronline and Ultronlink devices. This technology uses artificial intelligence to perform continuous monitoring (24/7) of electrical signals, allowing for the early detection of both electrical and mechanical anomalies, with automatic diagnoses that evolve through machine learning. The detailed planning includes a schedule, definition of roles between contractor and client, a test plan (PIT), and targets for reducing unscheduled downtime, optimizing industrial maintenance management under the Industry 4.0 paradigm.

**Keywords:** Predictive maintenance, Online monitoring, Artificial intelligence, Electric motors, Industrial reliability.

**Resumen:** Este trabajo aborda la implementación de un sistema de mantenimiento predictivo con monitorización en línea en motores eléctricos de alta tensión (6,6 kV). La iniciativa responde a fallos recurrentes debidos a la degradación térmica del aislamiento, causada por arranques excesivos en intervalos cortos, un problema que los métodos tradicionales, como la prueba Baker, no lograron prever. Para mitigar estos riesgos y aumentar la fiabilidad y disponibilidad de los activos, el proyecto seleccionó, a través del ecosistema INO.VC, la solución tecnológica de la startup 2Neuron, compuesta por los dispositivos Ultronline y Ultronlink. Esta tecnología utiliza inteligencia artificial para realizar una monitorización continua (24/7) de las señales eléctricas, permitiendo la detección temprana de anomalías tanto eléctricas como mecánicas, con diagnósticos automáticos que evolucionan mediante aprendizaje automático. La planificación detallada incluye un cronograma, la definición de roles entre contratista y cliente, un plan de pruebas (PIT) y objetivos para reducir el tiempo de inactividad no programado, optimizando la gestión del mantenimiento industrial bajo el paradigma de la Industria 4.0.

**Palabras clave:** Mantenimiento predictivo, monitorización en línea, inteligencia artificial, motores eléctricos, fiabilidad industrial.

**Resumé:** Ce travail porte sur la mise en œuvre d'un système de maintenance prédictive avec surveillance en ligne pour les moteurs électriques haute tension (6,6 kV). Cette initiative vise à remédier aux pannes récurrentes dues à la dégradation thermique de l'isolation, causée par des démarrages trop fréquents et rapprochés, un problème que les méthodes traditionnelles, comme le test Baker, ne permettaient pas d'anticiper. Afin d'atténuer ces risques et d'accroître la fiabilité et la disponibilité des équipements, le projet a sélectionné, via l'écosystème INO.VC, la solution technologique de la start-up 2Neuron, composée des dispositifs Ultronline et Ultronlink. Cette technologie utilise l'intelligence artificielle pour assurer une surveillance continue (24h/24 et 7j/7) des signaux électriques, permettant ainsi la détection précoce des anomalies électriques et mécaniques, grâce à des diagnostics automatiques évolutifs par apprentissage automatique. La planification détaillée comprend un calendrier, la définition des rôles respectifs du prestataire et du client, un plan de tests (PIT) et des objectifs de réduction des temps d'arrêt non planifiés, optimisant ainsi la gestion de la maintenance industrielle dans le cadre de l'Industrie 4.0.

**Mots-clés:** Maintenance prédictive, surveillance en ligne, intelligence artificielle, moteurs électriques, fiabilité industrielle.

## **1 Introdução**

O presente projeto tem como foco a implantação de um sistema de manutenção preditiva com monitoramento online de motores elétricos, fundamentado no uso de inteligência artificial, visando aumentar a confiabilidade, a segurança e a disponibilidade operacional dos ativos industriais. A iniciativa surge a partir de uma demanda real identificada em uma planta industrial que, desde o início de sua operação, enfrenta recorrentes falhas em motores elétricos de alta tensão (6,6 kV), impactando diretamente nos processos produtivos, nos custos de manutenção e na segurança operacional.

Os eventos de falha observados, principalmente relacionados à degradação térmica precoce do sistema de isolamento dos motores, evidenciaram limitações das práticas tradicionais de manutenção preditiva adotadas até então, como os testes periódicos convencionais, que não foram capazes de antecipar o modo de falha ocorrido. Tal cenário reforça a necessidade de adoção de tecnologias mais avançadas, capazes de promover a detecção antecipada de anomalias tanto elétricas quanto mecânicas, com maior assertividade e em tempo real.

Neste contexto, o projeto contempla a integração de uma solução tecnológica inovadora, proveniente de uma startup nacional especializada em inteligência artificial aplicada à manutenção de ativos industriais, selecionada por meio do ecossistema de inovação INO.VC. A solução proposta viabiliza o monitoramento contínuo do comportamento elétrico dos motores, associando análise de dados, aprendizado de máquina e geração de diagnósticos automáticos, contribuindo para a tomada de decisão baseada em dados e para a mitigação de riscos operacionais críticos.

Além do viés tecnológico, o projeto também possui caráter estratégico e preventivo, ao alinhar-se às normas de segurança vigentes, às boas práticas de engenharia de manutenção e aos objetivos corporativos de redução de custos, aumento da eficiência energética e melhoria do desempenho dos equipamentos. Do ponto de vista acadêmico, o estudo também se justifica por possibilitar a aplicação prática de conceitos relacionados à manutenção preditiva, confiabilidade de sistemas, transformação digital e indústria 4.0, fortalecendo a integração entre teoria e prática profissional.

Dessa forma, este trabalho apresenta o planejamento, o desenvolvimento e a implementação de um sistema inteligente de monitoramento online, destacando sua relevância técnica, operacional e organizacional, bem como os benefícios esperados para a sustentabilidade dos processos produtivos e a evolução da gestão da manutenção industrial.

## **2 Diagnóstico e teorização**

### **2.1 Identificação das partes interessadas**

Foram realizadas prospecções de empresas startups de IA através do projeto INO.VC, onde foi escolhida a empresa 2Neuron que forneceu a contratante, os equipamentos para coleta e análise de motores elétricos.

Após meses os equipamentos foram aprovados com resultados e retornos satisfatórios.

**Arthur Bruno de Carvalho Moura, Emanuel Vict3rio Freitas dos Santos, Andr3 Luis de Sousa Lima, Lucas Rebouças Fernandes, Francisco Tiago Soares Cavalcante, Eduardo Monteiro Duarte Queiroz, Miguel Carlos Sales Pinto, Ildenor David Sales J3nior**

O objetivo 3 contratar os serviç3os de monitoramento online, estendendo a cobertura para as principais m3quinas el3tricas rotativas da 3rea, e oportunizar a cobertura para os demais motores cr3ticos da empresa, cumprindo todos os requisitos de seguranç3a operacional, que s3o exigidos por suas normas especificas, com o intuito principal de garantir seguranç3a aos usu3rios, disponibilidade do equipamento, confiabilidade na operaç3o e mitigar o risco de colapso e/ou interrupç3o operacional.

## **2.2 Falhas de Motores de Alta Tens3o ( 6.600 volts) - Problem3tica**

A Empresa entrou em operaç3o em janeiro de 2016, com cerca de 40 motores de alta tens3o (6.6KV). Todos com caracter3sticas semelhantes quanto ao tipo de partida, forma construtiva e tendo como principal carga correias transportadoras.

Em relaç3o aos motores de Alta Tens3o, foi configurado o sistema de automaç3o de um modelo que permitia uma partida nos motores a cada 05 minutos, isto em funç3o de necessidade/flexibilidade operacional o que 3 comum em v3rias empresas do segmento.

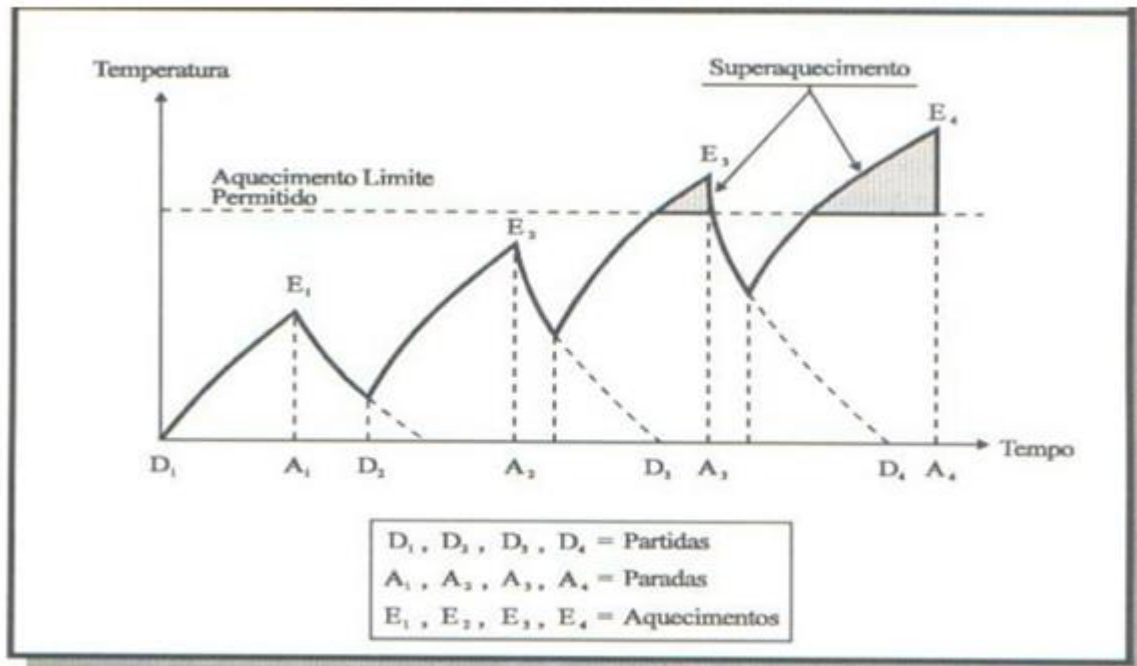
Os efeitos desta aç3o tornaram-se vis3veis ap3s meses da planta entrar em operaç3o.

Ocorreram a queima de motores de Alta Tens3o. Todos os motores apresentaram falha precoce em seu isolamento e isso se deve em grande parte ao excesso de partidas em curto intervalos de tempo.

Existe um plano de preditiva para todos os motores, por3m, o m3todo adotado (Teste Baker) n3o tem se mostrado eficiente para detectar o tipo de falha que vem ocorrendo, pois todas as vezes o que acontece 3 apenas um furo de dentro para fora no isolamento.

A figura abaixo mostra que entre cada partida a curva de aquecimento tem sua origem e pico mais elevados e pode ultrapassar rapidamente o limite cr3tico de temperatura.

FIGURA 1: Gráfico Da Curva de Temperatura.



FONTE: WEG

A vida útil de um isolante pode ser drasticamente reduzida se houver sobreaquecimento representativo do motor. As principais causas da degradação dos isolantes são: sobretensão de linha, intensidade de corrente nas partidas.

Na partida a corrente atinge 6 a 7 vezes o valor da corrente nominal. Um aumento de 8 a 10 graus acima do limite da classe térmica da temperatura da isolação, pode reduzir a vida útil do enrolamento pela metade. (manual WEG).

FIGURA 2: Ranhura do Motor danificada



FONTE: WEG

Todos os motores apresentaram o modo de falha semelhante, ou seja, o isolamento fura, sem sinais visíveis e nem odor de curto-circuito, provocando o curto no interior da ranhura.

**FIGURA 3: Curto da Ranhura**



**FONTE: WEG**

O Manual de motores da WEG (WEG-danos-em-enrolamentos-motores-trifásicos), indica que este tipo de falha é proveniente de alguma falha do material isolante, provocado por ressecamento em função da temperatura.

**FIGURA 4: Causas do Curto**

|   |  |
|---|--|
| Curto na saída da ranhura ou Curto no interior da ranhura | <ul style="list-style-type: none"><li>Contaminação interna do motor;</li><li>Degradação do material isolante por ressecamento, ocasionada por excesso de temperatura.</li><li>Falha do esmalte de isolamento do fio;</li><li>Falha do verniz de impregnação;</li><li>Falha do material isolante;</li></ul> |
|---|--|

**FONTE: WEG**

## 2.3 Objeto do Escopo

Com o intuito de implantar um sistema preditivo de monitoramento online de motores elétricos, com aplicação de inteligência artificial, premissa de identificação precoce de falhas com tomadas de decisões assertivas, funcionamento seguro, eficiente e confiável dos ativos, respeitando as normas vigentes se fez necessário uma pesquisa no mercado nacional de um produto ou serviços que fosse capaz de atender essas necessidades.

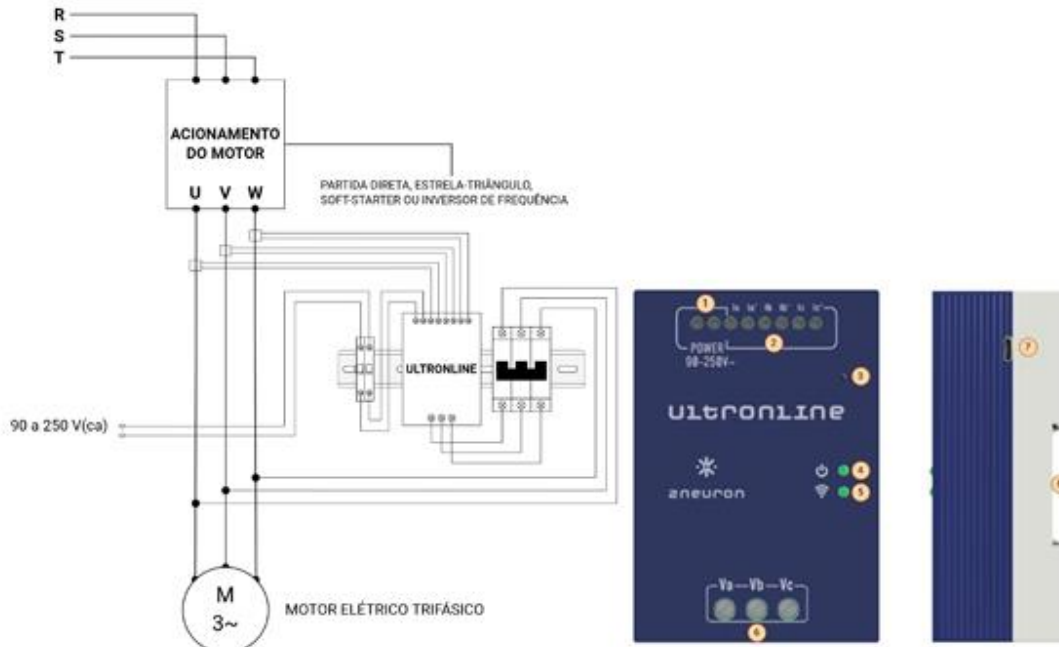
Foi então que chegamos ao dispositivo Ultronline e o gateway Ultronlink que fazem parte da solução completa da 2Neuron. Responsável pelo monitoramento de máquinas rotativas baseado em inteligência artificial, que oferece diagnóstico da condição dos ativos em tempo real, identificando não só falhas de origem elétricas mas também as de natureza mecânica correlacionadas.

O dispositivo Ultronline é um módulo de aquisição de dados, instalado no painel elétrico, projetado para capturar os sinais das três fases de corrente e tensão elétrica provenientes da alimentação do motor elétrico trifásico. Estes dados são então transferidos para o gateway Ultronlink. O dispositivo não deve ser empregado para

## Implantação de um sistema de manutenção preditiva com monitoramento online de motores elétricos, fundamentado no uso de inteligência artificial: relato de experiência da turma de instalações elétricas industriais

monitorar motores elétricos de corrente contínua (CC) ou quaisquer outros dispositivos elétricos diferente.

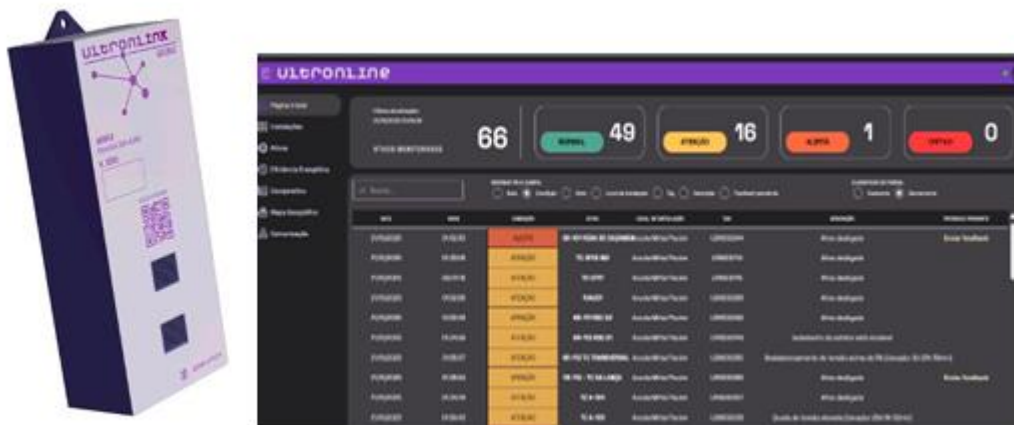
**FIGURA 5: Sistema ULTROLINE**



**FONTE: 2NEURON**

O gateway Ultralink é um dispositivo utilizado para coletar dados dos módulos de aquisição de dados (dispositivo Ultronline), armazená-los, pré-processá-los e transmiti-los para o servidor na nuvem.

**FIGURA 6: Sistema ULTROLINE**



**FONTE: 2NEURON**

### 2.4 Objetivos a serem alcançados

O Projeto tem como principais metas:

- Redução de paradas não programadas e perdas de produção garantido continuidade nos processos operacionais.
- Minimização dos custos de manutenção através de relatórios e diagnósticos precisos dos ativos monitorados.
- Otimização do planejamento e controle da manutenção através de acompanhamento dos ativos em tempo real.
- Melhoria do desempenho dos ativos;
- Redução de custos de energia elétrica com a redução do funcionamento de ativos abaixo da sua capacidade operacional.

O sistema de monitoramento se destaca entre outras tecnologias similares, tendo como principais diferenciais:

- Detecção antecipada de falhas mecânicas e elétricas a partir da análise de sinais elétricos;
- Instalação simples e rápida no painel elétrico, garantindo maior segurança aos operadores e a capacidade de monitorar máquinas em ambientes extremos;
- Monitoramento de todos os ativos da linha desde motor até a carga com um único dispositivo.
- Interface prática e de fácil compreensão com geração de alertas e informes do estado dos ativos críticos.

Importante ressaltar que, por ser uma solução inteligente baseada em dados, a eficácia do modelo tende a aumentar com o tempo de monitoramento, pois os modelos são periodicamente retreinados, aumentando sua acurácia. A troca de informações é fundamental para melhorar a análise dos ativos e desenvolver algoritmos especializados.

## **2.5 Detalhamento do Escopo e Características**

O escopo do trabalho inclui, mas não se limita a:

- Fornecimento de tecnologia dedicada da empresa 2Neuron, denominada Ultronline, para monitoramento preditivo em tempo real de sinais elétricos e diagnóstico de falhas e recomendações assertivas nos equipamentos rotativos através de inteligência artificial.
- Fornece os equipamentos para instalação física e supervisionar a instalação e executar testes e ajustes necessários no comissionamento de todos os componentes montados. • Serviço inclui fornecimento de topologia de projeto, com diagramas de interligações, adequando a nossas instalações.
- Monitoramento dos ativos 24h x 7d, enviando alarmes através de mensagens, e-mails.
- Disponibilização de acesso ao software e relatórios de forma online no mínimo 25 usuários, posteriormente informados. Detalhamento do escopo: Para a empresa contratante, anexo individual conterà:

## Implantação de um sistema de manutenção preditiva com monitoramento online de motores elétricos, fundamentado no uso de inteligência artificial: relato de experiência da turma de instalações elétricas industriais

- Lista de equipamentos a serem monitorados fornecidos.
- Desenhos detalhados (incluindo "as built") com os dados e especificações técnicas dos componentes a serem instalados;
- Especificações técnicas para cada componente, com equalização técnica.
- Critérios de aceitação para cada etapa do trabalho.
- Fornecimento dos dados de alarmes através de API. Características dos

Equipamentos a serem monitorados:

- Motores elétricos trifásicos de indução de baixa (460V) e alta tensão (6600V), com características fornecidas no anexo.

| Limites e Responsabilidades   |             |            |
|---|-------------|------------|
| Descrição do Item   | Contratante | Contratada |
| Fornecimento de todos os componentes necessários para aquisição e disponibilização dos dados, como módulos, transdutores, transformadores de corrente, fontes, disjuntores, gateway, antenas, chip e outros acessórios. |             | X          |
| Durante a vigência do contrato manter os softwares, módulos e demais componentes sempre atualizados quanto às tecnologias vigentes e necessárias para o bom funcionamento do sistema.                                   |             | X          |
| Definição dos equipamentos a serem monitorados de forma online (24h7d).   | X           |            |
| Realimentar o sistema com informações encontradas nos equipamentos como forma de aprendizado e evolução da IA e dos diagnósticos.   | X           | X          |
| Instalação dos materiais fornecidos para aquisição dos dados das máquinas.  | X           |            |
| Informar e verificar as condições mínimas necessárias para instalação da tecnologia, bem como o perfeito funcionamento dos equipamentos   |             | X          |
| Inspecionar e liberar para funcionamento a instalação dos componentes fornecidos  |             | X          |

Tabela 1: Matriz de Responsabilidades

### 2.6 Recursos e Cronograma de Serviço

Devem ser fornecido todos os recursos necessários, incluindo pessoal, equipamentos e materiais para execução dos serviços, conforme Escopo. Requisitos específicos de equipamentos devem ser detalhados, e premissas mínimas são necessárias para a instalação dos componentes nos painéis elétricos correspondentes. Excluem-se os componentes que serão trocados (montagem de adaptação ao painel elétrico) que serão fornecidos pela contratante, conforme Anexos.

O projeto deverá ser concluído em 300 dias, com marcos definidos para cada etapa e máquina:

- Fase 1 (0-30 dias): Definição dos equipamentos, planejamento detalhado, aprovação de desenhos e dados.
- Fase 2 (30-60 dias): Fornecimento dos equipamentos, montagem no local, testes e comissionamento a frio.

- Fase 3 (60-200 dias): Monitoramento, treinamento, entrega final de documentos, feedback mensal de falhas críticas, desempenho e status dos ativos.

Os prazos podem ser antecipados, conforme planejamento de execução da Contratada.

## 2.7 Critérios de Aceitação

A aceitação dos serviços será baseada na conclusão bem-sucedida de todas as etapas do trabalho de montagem, instalação, comissionamento e testes de funcionamento de acordo com as especificações técnicas, normas de segurança e critérios de qualidade estabelecidos. A documentação "as-built" deverá ser entregue ao final da instalação. Um teste final de desempenho será conduzido para validar o funcionamento dos equipamentos.

A Contratada deverá apresentar um Plano de Inspeção e Testes (PIT), detalhando os testes de desempenho, procedimentos de execução, critérios de aceitação, pontos de verificação ("Hold Points"), comissionamento incluindo as normas aplicáveis e abrangendo todas as disciplinas de fornecimento. Comissionamento deve apresentar etapas de monitoramento, indicando período de início e fim. Após a emissão da ordem de compra, o fornecedor terá 30 dias úteis para apresentar o PIT consolidado para aprovação pela contratante. Todas as inspeções serão realizadas com base em desenhos e documentos aprovados pela contratante.

Os equipamentos ou partes fornecidas por subcontratados também serão inspecionados pela Contratada, que exigirá do subcontratado todos os testes de desempenho previstos no PIT. A Contratante receberá os certificados de testes. Durante as inspeções intermediárias e finais, a Contratada realizará inspeções e testes conforme o PIT, submetendo relatórios a Contratante. A aprovação e liberação da Contratante não isenta a Contratada da responsabilidade pela garantia do equipamento, incluindo eventuais anormalidades, mesmo que originárias de subfornecedores.

## 3 Planejamento e desenvolvimento do projeto

### 3.1. Plano de Trabalho

O plano de trabalho visa a implantação de um sistema preditivo de monitoramento online de motores elétricos, utilizando a tecnologia Ultronline da 2Neuron, com aplicação de Inteligência Artificial (IA) para identificação precoce de falhas. O escopo do trabalho da Contratada (2Neuron) inclui:

- Fornecimento de Tecnologia: Disponibilização da tecnologia Ultronline para monitoramento preditivo em tempo real de sinais elétricos e diagnóstico de falhas em equipamentos rotativos.
- Equipamentos: Fornecimento de todos os componentes necessários para a aquisição e disponibilização dos dados, como módulos, transdutores, transformadores de corrente, fontes, disjuntores, gateway Ultronlink, antenas, chips e outros acessórios.

## **Implantação de um sistema de manutenção preditiva com monitoramento online de motores elétricos, fundamentado no uso de inteligência artificial: relato de experiência da turma de instalações elétricas industriais**

- Instalação e Comissionamento: Supervisão da instalação, execução de testes e ajustes necessários no comissionamento de todos os componentes montados.
- Documentação: Fornecimento de topologia de projeto, com diagramas de interligações adequados às instalações, e desenhos detalhados (incluindo as-built) com dados e especificações técnicas dos componentes.
- Monitoramento e Suporte: Monitoramento dos ativos 24H/ 7 DIAS com envio de alarmes por mensagens e e-mails. Manter os softwares, módulos e demais componentes sempre atualizados.
- Dados: Disponibilização de acesso ao software e relatórios de forma online para no mínimo 25 usuários e fornecimento dos dados de alarmes através de API.
- Inclusão no PIT: Apresentação de um Plano de Inspeção e Testes (PIT) detalhado, que deve incluir os testes de desempenho, critérios de aceitação e comissionamento. A Contratante (a empresa com os motores) é responsável por:
  - Definir os equipamentos a serem monitorados online (12H / 7 d).
  - Instalar os materiais fornecidos para aquisição dos dados das máquinas.
  - Fornecer os componentes que serão trocados (montagem de adaptação ao painel elétrico), conforme anexos.
  - Realimentar o sistema com informações encontradas nos equipamentos como forma de aprendizado e evolução da IA e dos diagnósticos.

### **3.2. Descrição da Forma de Envolvimento do Público Participante**

O envolvimento do público neste projeto se dá primariamente pela relação estabelecida entre a Contratada (2Neuron) e a Contratante (a empresa detentora dos motores elétricos). A colaboração é essencial para a melhoria e eficácia do sistema de monitoramento:

- Fase de Formulação (Diagnóstico): O projeto foi formulado a partir de uma problemática real enfrentada pela Contratante: a queima precoce de motores de Alta Tensão (6.600 volts) devido ao excesso de partidas em curtos intervalos de tempo. Esta necessidade de solucionar uma falha crítica de isolamento justificou a busca pela solução de monitoramento online.
- Fase de Desenvolvimento: A Contratante deve atuar ativamente, fornecendo as condições mínimas necessárias para a instalação da tecnologia e, crucialmente, realimentando o sistema com informações encontradas nos equipamentos (feedback). Esta troca de informações é fundamental para que o modelo de Inteligência Artificial da 2Neuron melhore a análise dos ativos e desenvolva algoritmos especializados, aumentando sua acurácia ao longo do tempo de monitoramento.
- Fase de Avaliação: A Contratada inspecionará e liberará a instalação dos componentes para funcionamento, e um teste final de desempenho será conduzido para validar o funcionamento. Além disso, o Roteiro Acadêmico prevê a realização de uma avaliação de reação com a parte interessada (público

Arthur Bruno de Carvalho Moura, Emanuel Victório Freitas dos Santos, André Luis de Sousa Lima, Lucas Rebouças Fernandes, Francisco Tiago Soares Cavalcante, Eduardo Monteiro Duarte Queiroz, Miguel Carlos Sales Pinto, Ildenor David Sales Júnior

envolvido) para comprovar o atingimento dos objetivos socio-comunitários propostos.

### 3.3. Grupo de Trabalho (Descrição da Responsabilidade de Cada Membro)

O projeto de manutenção preditiva é definido pela matriz de responsabilidades entre a Contratante e a Contratada, conforme o documento do projeto:

| Item (Responsabilidade)   | Contratante (Empresa) | Contratante (2neuron) |
|---|-----------------------|-----------------------|
| Fornecimento de todos os componentes (módulos, transdutores, gateway, etc.) |                       | X                     |
| Manter <i>softwares</i> , módulos e componentes sempre atualizados          |                       | X                     |
| Definição dos equipamentos a serem monitorados online (24h/7dias)           | X                     |                       |
| Realimentar o sistema com informações (feedback para a IA)                  | X                     | X                     |
| Instalação dos materiais fornecidos para aquisição dos dados                | X                     |                       |
| Inspecionar e liberar a instalação para funcionamento                       |                       | X                     |

No contexto acadêmico (Roteiro do Aluno):

- Professor: Orientar a escolha da área de vulnerabilidade, o diagnóstico e aprofundamento teórico.
- Alunos: Desenvolver o trabalho (relatórios) e apresentação do projeto de monitoramento online para os motores de alta tensão.
- Iniciativa Privada (2neuron): Fornecer equipamentos e tecnologias para o desenvolvimento das ações/projetos.

### 3.4 Cronograma e Indicadores de Avaliação do Projeto Cronograma do Serviço (Projeto Ultronline)

O projeto de monitoramento online deverá ser concluído em 300 dias, dividido nas seguintes fases.

**Implantação de um sistema de manutenção preditiva com monitoramento online de motores elétricos, fundamentado no uso de inteligência artificial: relato de experiência da turma de instalações elétricas industriais**

| Fase   | Período (Dias) | Marcos Definidos  |
|--------|----------------|---|
| Fase 1 | 0 a 30 dias    | Definição dos equipamentos, planejamento detalhado, aprovação de desenhos e dados   |
| Fase 2 | 30 a 60 dias   | Fornecimento dos equipamentos, montagem no local, testes e comissionamento a frio.  |
| Fase 3 | 60 a 200 dias  | Monitoramento, treinamento, entrega final de documentos, <i>feedback</i> mensal de falhas críticas, desempenho e <i>status</i> dos ativos |

### 3.5. Recursos Previstos

Os recursos devem ser fornecidos pela Contratada e Contratante conforme o Escopo.

| Tipo de recurso          | Detalhamento/ fonte  | Responsável          |
|--------------------------|--|----------------------|
| Materiais (Equipamentos) | Tecnologia <b>Ultronline</b> e <b>Ultronlink</b> (módulos, transdutores, gateway, etc.). | Contratada (2Neuron) |
| Materiais (Instalação)   | Componentes para montagem de adaptação ao painel elétrico.                               | Contratante          |

|                                |  |                          |
|--------------------------------|--|--------------------------|
| Institucionais/<br>Tecnológico | Acesso ao software, relatórios online, API, e a Inteligência Artificial (IA) da solução 2Neuron.   | Contratada (2Neuron)     |
| Recursos Humanos               | Pessoal técnico da Contratada para execução, supervisão, comissionamento e treinamento. Pessoal da Contratante para instalação e realimentação do sistema. | Contratada e Contratante |

## 4 Conclusão

Ao longo do desenvolvimento do projeto, a equipe vivenciou uma experiência marcada por intenso aprendizado técnico e compreensão prática sobre a importância da manutenção preditiva em ambientes industriais. Desde o contato inicial com o problema — falhas recorrentes em motores elétricos de alta tensão causadas por excesso de partidas e degradação do isolamento — ficou evidente o impacto direto dessas ocorrências na confiabilidade e na continuidade produtiva da planta.

Durante a análise, constatou-se que métodos tradicionais de preditiva, como o Teste Baker, não eram suficientes para antecipar o tipo de falha observado. Isso destacou a necessidade de uma solução tecnológica mais avançada. Nesse contexto, foram estudados os dispositivos Ultronline e Ultronlink, da startup 2Neuron, entendendo como a inteligência artificial aplicada ao monitoramento contínuo pode identificar anomalias elétricas e mecânicas de forma precoce.

A elaboração do escopo, das responsabilidades e do cronograma reforçou a complexidade do projeto. Percebeu-se que a implantação de um sistema de monitoramento online exige tecnologia de ponta, integração entre equipes, rigor no planejamento e aderência a normas técnicas. Esse processo aproximou o grupo das práticas reais da engenharia, envolvendo comissionamento, PIT, inspeções, testes e documentação.

Outro ponto relevante foi compreender a colaboração entre Contratante e Contratada. Enquanto a empresa fornecedora é responsável pela tecnologia, monitoramento e atualizações, a empresa proprietária dos motores deve fornecer informações de operação, instalar os dispositivos e alimentar a IA com dados de campo. Essa interação evidenciou como projetos industriais dependem de comunicação eficiente e integração de setores.

Por fim, concluiu-se que o monitoramento preditivo com IA é uma solução robusta, capaz de reduzir custos, evitar paradas inesperadas e aumentar a disponibilidade dos ativos. Para a equipe, o projeto representou uma oportunidade de aplicar conhecimentos acadêmicos a um caso real, reforçando o aprendizado integrado e demonstrando como a Indústria 4.0 vem transformando a engenharia e a gestão de ativos industriais.

**Implantação de um sistema de manutenção preditiva com monitoramento online de motores elétricos, fundamentado no uso de inteligência artificial: relato de experiência da turma de instalações elétricas industriais**



Arthur Bruno de Carvalho Moura, Emanuel Victório Freitas dos Santos, André Luis de Sousa Lima, Lucas Rebouças Fernandes, Francisco Tiago Soares Cavalcante, Eduardo Monteiro Duarte Queiroz, Miguel Carlos Sales Pinto, Ildenor David Sales Júnior



## Referências Bibliográficas

2NEURON. **Ultronline & Ultronlink**: sistema de monitoramento inteligente de máquinas rotativas. [S.l.]: 2Neuron Tecnologia, [s.d.]. Disponível em: <https://2neuron.com/>. Acesso em: 11 jun. 2026.

INO.VC. **Ecosistema de Inovação Industrial**. [S.l.]: INO.VC, [s.d.].

WEG. **Danos em enrolamentos de motores trifásicos**: causas, modos de falha e prevenção. Jaraguá do Sul: WEG Motores, [s.d.].

WEG. **Manual de motores elétricos**: classes térmicas e limites de temperatura. Jaraguá do Sul: WEG Motores, [s.d.].

WEG. **Motores de indução trifásicos**: linha Master. Jaraguá do Sul: WEG Equipamentos Elétricos S.A., [s.d.]. Disponível em: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/he9/h78/WEG-motores-de-inducao-trifasicos-linha-master-50009359-catalogo-portugues-br-dc.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2026.

## Editorial

### Editor-chefe:

Vicente de Paulo Augusto de Oliveira Júnior  
Centro Universitário Fanor Wyden  
[vicente.augusto@wyden.edu.br](mailto:vicente.augusto@wyden.edu.br)

### Editora responsável:

Ozângela de Arruda Silva  
Centro Universitário Fanor Wyden  
[ozangela.arruda@wyden.edu.br](mailto:ozangela.arruda@wyden.edu.br)

### Autor(es):

Arthur Bruno de Carvalho Moura  
Centro Universitário Fanor Wyden  
[202503023093@alunos.unifanor.edu.br](mailto:202503023093@alunos.unifanor.edu.br)  
Contribuição: *Investigação, escrita e desenvolvimento do texto.*

Emanuel Victório Freitas dos Santos  
Centro Universitário Fanor Wyden  
[202502568789@alunos.unifanor.edu.br](mailto:202502568789@alunos.unifanor.edu.br)  
Contribuição: *Investigação, escrita e desenvolvimento do texto.*

André Luis de Sousa Lima  
Centro Universitário Fanor Wyden  
[202503678774@alunos.unifanor.edu.br](mailto:202503678774@alunos.unifanor.edu.br)  
Contribuição: *Investigação, escrita e desenvolvimento do texto.*

Lucas Rebouças Fernandes  
Centro Universitário Fanor Wyden  
[201851336028@alunos.unifanor.edu.br](mailto:201851336028@alunos.unifanor.edu.br)  
Contribuição: *Investigação, escrita e desenvolvimento do texto.*

Francisco Tiago Soares Cavalcante  
Centro Universitário Fanor Wyden  
[202051742101@alunos.unifanor.edu.br](mailto:202051742101@alunos.unifanor.edu.br)  
Contribuição: *Investigação, escrita e desenvolvimento do texto.*

Eduardo Monteiro Duarte Queiroz  
Centro Universitário Fanor Wyden  
[202408290586@alunos.unifanor.edu.br](mailto:202408290586@alunos.unifanor.edu.br)  
Contribuição: *Investigação, escrita e desenvolvimento do texto.*

Miguel Carlos Sales Pinto  
Centro Universitário Fanor Wyden  
[202402385062@alunos.unifanor.edu.br](mailto:202402385062@alunos.unifanor.edu.br)  
Contribuição: *Investigação, escrita e desenvolvimento do texto.*

**Submetido em:** 08.04.2025

**Aprovado em:** 09.04.2026

**Publicado em:** 09.04.2026

**DOI:** 10.5281/zenodo.20679710

### Financiamento:

### Como citar este trabalho:

AUGUSTO OLIVEIRA JUNIOR, Vicente De Paulo; MOURA, Arthur Bruno de Carvalho; SANTOS, Emanuel Victório Freitas dos; LIMA, André Luis de Sousa; FERNANDES, Lucas Rebouças; CAVALCANTE, Francisco Tiago Soares; QUEIROZ, Eduardo Monteiro Duarte; PINTO, Miguel Carlos Sales; SALES JÚNIOR, Ildenor David. IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MANUTENÇÃO PREDITIVA COM MONITORAMENTO ONLINE DE MOTORES ELÉTRICOS, FUNDAMENTADO NO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: RELATO DE EXPERIÊNCIA DA TURMA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS. **Duna: Revista Multidisciplinar de Inovação e Práticas de Ensino**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 43–61, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.20679710. Disponível em: <https://wyden.periodicoscientificos.com.br/index.php/jornadacientifica/article/view/1400>. Acesso em: 13 jun. 2026. (ABNT)

Augusto Oliveira Junior, V. D. P., Moura, A. B. de C., Santos, E. V. F. dos, Lima, A. L. de S., Fernandes, L. R., Cavalcante, F. T. S., ... Sales Júnior, I. D. (2026). IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MANUTENÇÃO PREDITIVA COM MONITORAMENTO ONLINE DE MOTORES ELÉTRICOS, FUNDAMENTADO NO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: RELATO DE EXPERIÊNCIA DA TURMA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS. *Duna: Revista Multidisciplinar De Inovação E Práticas De Ensino*, 2(1), 43–61. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20679710> (APA)

**Arthur Bruno de Carvalho Moura, Emanuel Victório Freitas dos Santos, André Luis de Sousa Lima, Lucas Rebouças Fernandes, Francisco Tiago Soares Cavalcante, Eduardo Monteiro Duarte Queiroz, Miguel Carlos Sales Pinto, Ildenor David Sales Júnior**

Ildenor David Sales Júnior  
Centro Universitário Fanor Wyden  
[ildenor.junior@professores.unifanor.edu.br](mailto:ildenor.junior@professores.unifanor.edu.br)  
Contribuição: *Investigação, orientação, escrita e desenvolvimento do texto.*



© 2026 Duna – Revista Multidisciplinar de Inovação e Práticas de Ensino. Centro Universitário Fanor Wyden – UniFanor Wyden. Este trabalho está licenciado sob uma licença *Creative Commons* Atribuição - Não comercial - Compartilhar 4.0 Internacional CC-BY NC 4.0 Internacional).