www.revistaft.com.br

Revista FT | ISSN 1678-0817 | v.30, n.163, 2026 | DOI: 10.69849/n5ys8y47

Sistema de monitoramento de máquinas a partir de um sistema supervisório para auxílio da manutenção preventiva e preditiva

Machine monitoring system based on a supervisory system to support preventive and predictive maintenance

Jefferson de Morais[1]
Júlio de Oliveira Farias[1]
Matheus Nascimento dos Santos de Souza Lira[1]
Alexandre Imperatore Ribeiro[1]

Resumo

O aproveitamento de dados operacionais de máquinas industriais pode apoiar a identificação de anormalidades e o planejamento da manutenção. Este trabalho tem como objetivo propor uma arquitetura de monitoramento que integre dados de sistemas supervisórios à plataforma Grafana, com possibilidade de incorporação de sensores complementares, para auxiliar a manutenção preventiva e preditiva. A metodologia consiste em uma pesquisa bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa e caráter exploratório, baseada na análise comparativa de cinco estudos de caso sobre monitoramento de equipamentos industriais. Foram examinadas as variáveis acompanhadas, as formas de aquisição e armazenamento dos dados, os recursos de visualização e as contribuições para a manutenção. A análise indicou que o acompanhamento de variáveis como temperatura, vibração e corrente elétrica pode favorecer a identificação de comportamentos anormais, a análise histórica de falhas e o apoio à tomada de decisão. Com base nesses achados, propõe-se a centralização de informações operacionais em dashboards no Grafana, ampliando o aproveitamento dos dados disponíveis nos sistemas supervisórios. Conclui-se que essa integração apresenta potencial para apoiar intervenções de manutenção mais fundamentadas, embora sua aplicação e seus benefícios na arquitetura proposta ainda dependam de implementação e validação experimental.

Palavras-chave: Automação industrial; manutenção preditiva; monitoramento industrial; sistemas supervisórios; Grafana.

[1] Faculdade de Tecnologia de Osasco (Fatec Osasco), Osasco – São Paulo – Brasil.

Abstract

The use of operational data from industrial machines can support the identification of abnormalities and maintenance planning. This study aims to propose a monitoring architecture that integrates data from supervisory systems with the Grafana platform, with the possibility of incorporating complementary sensors, to support preventive and predictive maintenance. The methodology consists of bibliographic and documentary research with a qualitative and exploratory approach, based on a comparative analysis of five case studies on industrial equipment monitoring. The monitored variables, data acquisition and storage methods, visualization resources, and contributions to maintenance were examined. The analysis indicated that monitoring variables such as temperature, vibration, and electric current can facilitate the identification of abnormal behavior, historical failure analysis, and decision support. Based on these findings, the centralization of operational information in Grafana dashboards is proposed to enhance the use of data available in supervisory systems. It is concluded that this integration has the potential to support better-informed maintenance interventions, although the application and benefits of the proposed architecture still require implementation and experimental validation.

Keywords: Industrial automation; predictive maintenance; industrial monitoring; supervisory systems; Grafana.

1 Introdução

Atualmente, sistemas de monitoramento são utilizados na manutenção industrial com o intuito de automatizar e otimizar os processos de manutenção. Um dos exemplos é o monitoramento de falhas em motores elétricos. De acordo com Paiola (2016), o uso do supervisório amplia as possibilidades de acompanhamento dos processos, contribuindo para uma operação mais eficiente e confiável.

Dentro das indústrias, o sistema supervisório tem como função principal monitorar variáveis de processo, registrar eventos e gerar alarmes quando ocorre alguma anomalia, permitindo que a equipe de manutenção identifique possíveis falhas e atue para evitar perdas na produção. No entanto, mesmo com esse monitoramento automatizado, o técnico de manutenção ainda precisa realizar verificações presenciais na máquina ou no motor para confirmar e diagnosticar a falha.

Os sistemas supervisórios armazenam em seus bancos de dados todas as ocorrências registradas durante o processo produtivo. A ideia principal deste projeto é utilizar esse banco

de dados já existente para auxiliar na execução de manutenções preventivas e preditivas, permitindo uma análise histórica das falhas ocorridas.

Atualmente, muitos equipamentos utilizados em máquinas industriais já possuem especificações de vida útil estimada fornecidas pelos fabricantes. O sistema supervisório é capaz de registrar falhas ocorridas em determinados momentos, seja por aumento de temperatura, perda de comunicação ou outras anomalias. Entretanto, o técnico responsável pela manutenção corretiva geralmente só consegue diagnosticar a causa real da falha após realizar uma inspeção no local.

Dessa forma, a proposta de monitoramento das falhas busca integrar as informações do sistema supervisório com os registros das manutenções realizadas, permitindo identificar padrões de falhas recorrentes e contribuindo para reduzir a recorrência de problemas e seus impactos sobre o processo produtivo.

Uma das plataformas que pode ser utilizada para esse tipo de monitoramento é o Grafana, desenvolvido pela Grafana Labs (2026), que também possui aplicativo para dispositivos móveis. Trata-se de uma plataforma que disponibiliza recursos para visualização e análise de dados em tempo real, podendo conectar-se a diferentes fontes de dados, incluindo aquelas utilizadas por sistemas supervisórios. Dessa forma, é possível alimentar a plataforma com informações provenientes das manutenções realizadas e gerar painéis de análise que auxiliem na tomada de decisão.

Esse tipo de monitoramento pode trazer diversos benefícios para sistemas industriais que utilizam supervisórios no acompanhamento de processos, contribuindo para uma gestão mais eficiente da manutenção e auxiliando na identificação e correção de falhas em máquinas e motores monitorados.

1.1 Objetivo geral

Propor uma arquitetura de monitoramento para máquinas industriais, com o objetivo de auxiliar no acompanhamento do desempenho dos equipamentos e no planejamento de intervenções de manutenção preventiva e preditiva.

1.2 Objetivos específicos

Integrar conceitualmente o banco de dados do sistema supervisório à plataforma Grafana, possibilitando a geração de gráficos e relatórios de falhas a fim de apoiar e aumentar a confiabilidade das manutenções preventivas e preditivas.

2 Revisão da literatura

O sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) é utilizado para supervisão, aquisição de dados e, dependendo da arquitetura, controle de processos industriais.

A aquisição de dados ocorre no chão de fábrica por meio de sensores, instrumentos de medição, inversores de frequência, CLPs e outros dispositivos de automação.

As entradas coletadas são tabuladas nas telas gráficas e registradas para visualização do usuário, permitindo que o operador veja fatores como pressão, temperatura, fluxo, corrente elétrica, nível de reservatório e outras variáveis.

Segundo Nise (2011), o controle e a supervisão do sistema são elementos críticos para a estabilidade, o desempenho e a confiabilidade operacional dos processos industriais.

No nível de serviço, o sistema de supervisão pode ser empregado em uma aplicação que pode aprimorar a tomada de decisões, prevenir contratempos e otimizar processos de trabalho. Por exemplo, o sistema de supervisão pode ser unificado com plataformas de visualização de dados, como o Grafana, e o resultado é um painel de controle e relatórios baseados em gráficos de desempenho de máquinas etc.

Este modelo permite encontrar tendências (como maior nível de vibração ou variação de temperatura em motores), prever falhas e emitir alertas para o setor de manutenção preventiva.

Essa abordagem está relacionada à utilização de indicadores de desempenho, que permitem acompanhar quantitativamente o comportamento dos equipamentos e apoiar decisões relacionadas à manutenção. Kaplan e Norton (1992) apresentam indicadores como instrumentos de acompanhamento do desempenho e de apoio à estratégia.

2.1 Automação

A automação industrial consiste na aplicação de tecnologias, softwares e sistemas de controle para otimizar e controlar processos produtivos dentro de uma empresa. Por meio dessa combinação, é possível automatizar diversas etapas da produção.

Quando a automação se comunica com o sistema supervisório, torna-se possível acompanhar em tempo real o funcionamento das máquinas industriais, coletando dados, identificando falhas gerais, gerando alarmes, auxiliando na tomada de decisões e aumentando a confiabilidade do processo.

2.2 Manutenção

Manutenção é o conjunto de ações técnicas e administrativas para conservar, reparar ou manter máquinas, equipamentos, instalações ou sistemas em bom estado de funcionamento.

A manutenção é um fator estratégico dentro das organizações, pois está diretamente ligada à confiabilidade e à disponibilidade dos ativos industriais. Nesse contexto, o sistema supervisório (SCADA) contribui ao permitir o monitoramento e controle em tempo real, coletando dados operacionais como temperatura, pressão, vibração e corrente elétrica, possibilitando a identificação rápida de falhas e reduzindo o tempo de parada dos equipamentos.

Além disso, a utilização de sistemas supervisórios fortalece a manutenção preventiva e preditiva, pois permite o registro de históricos, a geração de alarmes e a análise de tendências de funcionamento. A manutenção baseada na confiabilidade e no comportamento real do equipamento pode reduzir intervenções desnecessárias e contribuir para evitar falhas inesperadas. Dessa forma, o SCADA torna-se uma ferramenta de apoio à tomada de decisão e ao planejamento das manutenções, favorecendo a eficiência operacional e a produtividade industrial.

2.3 Monitoramento

O monitoramento industrial consiste no acompanhamento contínuo ou periódico das condições de operação de máquinas e processos, por meio da coleta e análise de variáveis relevantes.

Ao ser incorporado a um sistema de supervisão (SCADA), o monitoramento converte dados brutos coletados em campo em informações valiosas, produzindo inteligência operacional. Essa integração possibilita o monitoramento em tempo real de variáveis do processo, auxiliando na otimização de processos industriais e automação de tarefas, o que resulta em maior produtividade, confiabilidade e segurança operacional.

3 Metodologia

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa e caráter exploratório, baseada na análise de estudos de caso relacionados ao monitoramento de equipamentos industriais e à aplicação de sistemas SCADA, sensores e plataformas de visualização de dados.

Foram utilizadas como fontes artigos científicos, trabalhos técnicos e documentos relacionados ao monitoramento industrial, à manutenção preventiva e preditiva e à integração de sistemas de aquisição, armazenamento e visualização de dados.

Os estudos de caso foram selecionados por apresentarem aplicações de monitoramento em equipamentos industriais e informações relacionadas às variáveis acompanhadas, aos sistemas empregados e aos resultados observados.

A análise dos casos considerou, quando disponíveis, o equipamento monitorado, os sensores e variáveis utilizados, a forma de aquisição e armazenamento dos dados, a visualização das informações e os resultados obtidos para a manutenção.

A partir dessa análise comparativa, buscou-se identificar elementos em comum entre as aplicações estudadas e a proposta de integração entre sistema supervisório, banco de dados, Grafana e sensores complementares.

4 Resultados e discussão

4.1 Caso 1 — Sistema de telemetria para manutenção preditiva em transportadores industriais

O primeiro estudo analisado foi aplicado em linhas de transportadores de uma indústria cervejeira (OTUAGOMA et al., 2025). O sistema utilizou sensores para monitorar vibração, velocidade, temperatura e corrente elétrica, integrados a CLPs e inversores de frequência. Os dados eram apresentados em tempo real por meio de um dashboard desenvolvido no Grafana.

Durante a execução, o monitoramento permitiu observar as alterações nas condições de funcionamento antes da ocorrência de falhas. Entre os resultados observados, houve acréscimo da corrente do motor, elevação da vibração dos rolamentos e redução da velocidade da esteira, indicando condições anormais de operação (OTUAGOMA et al., 2025).

4.2 Caso 2 — Plataforma de Smart Maintenance com sensores e Grafana

Os dados coletados são processados e armazenados em um banco de dados de séries temporais. Posteriormente, o Grafana apresenta essas informações em dashboards, permitindo acompanhar os dados e identificar mudanças no comportamento dos equipamentos (VON ENZBERG et al., 2020).

A plataforma também cria alertas para valores fora do normal, auxiliando a manutenção na identificação de anormalidades. Esses recursos permitem uma manutenção

baseada em dados, pois possibilitam acompanhar o equipamento ao longo do tempo, e não apenas durante inspeções. Assim, a análise histórica pode revelar informações que passariam despercebidas em avaliações pontuais (VON ENZBERG et al., 2020). O profissional de manutenção participa da tomada de decisão.

Os alertas da plataforma apoiam o técnico, que avalia os dados e decide sobre intervenções. Essa união entre tecnologia e conhecimento demonstra que a Manutenção Inteligente vai além da automação, pois exige a interpretação dos dados no contexto real. O caso mostra o potencial de integrar sensores, armazenamento e visualização de dados como apoio à manutenção baseada na condição.

A plataforma ajuda a identificar problemas mais cedo e a planejar melhor as intervenções, reduzindo a necessidade de agir somente após a ocorrência de falhas (VON ENZBERG et al., 2020).

4.3 Caso 3 — Monitoramento de ativos industriais com integração entre SCADA e Grafana

Um terceiro caso importante é o da Energinet, instituição responsável pela operação de infraestrutura energética. A aplicação utiliza dashboards no Grafana para centralizar informações que vêm de diferentes fontes, incluindo dados e informações do sistema SCADA (GRAFANA LABS, [s. d.]).

A plataforma de monitoramento reúne dados operacionais, informações sobre as condições dos ativos e outros indicadores em um ambiente centralizado. Os dashboards são utilizados para acompanhar máquinas e equipamentos e apoiar análises relacionadas às condições dos ativos, riscos e possíveis problemas operacionais (GRAFANA LABS, [s. d.]).

4.4 Caso 4 — Monitoramento de uma serra industrial

Fordal et al. (2023) apresentam um estudo aplicado na empresa Talgø MøreTre AS, do setor de processamento de madeira. O equipamento estudado era uma serra industrial, que havia se tornado um gargalo no processo produtivo.

Para monitorar o equipamento, foram instalados:

sensor de temperatura infravermelho;

sensor de vibração;

sensor de consumo de energia.

Os dados eram enviados por comunicação sem fio para um gateway e armazenados em uma plataforma IIoT. Posteriormente, as informações eram apresentadas em um dashboard para acompanhamento dos operadores.

Um dos principais resultados foi a identificação de uma temperatura elevada na lâmina da serra. Após a análise dos dados históricos, foi estabelecido um limite de 48 °C. Quando esse valor era atingido, o sistema gerava uma condição de alerta (FORDAL et al., 2023).

Essa informação permitia que os operadores reduzissem a velocidade de operação e programassem a substituição da lâmina antes que ocorresse uma falha ou superaquecimento do equipamento. Assim, o monitoramento deixou de ser apenas uma ferramenta de acompanhamento e passou a auxiliar diretamente na tomada de decisão da manutenção (FORDAL et al., 2023).

4.5 Caso 5 — Bombas de alimentação de água de caldeira

Esse caso apresenta particular relevância para o presente estudo, pois envolve uma falha real identificada por meio da análise de dados do sistema SCADA.

O estudo analisou bombas de alimentação de água utilizadas em um sistema de caldeira. Os pesquisadores verificaram dados históricos provenientes do sistema SCADA para acompanhar o funcionamento operacional das bombas a fim de identificar desvios em relação à operação esperada.

Durante a análise, foi relatada uma falha com nome de F3, caracterizada por um aumento significativo na diferença entre a temperatura real e a temperatura estimada de um dos mancais. A falha ocorreu após um tempo de parada do equipamento. De acordo com a análise realizada, as causas dessa falha estavam ligadas à falta de concentricidade entre os eixos da engrenagem e do motor, além do derretimento da liga do mancal (MOLEDA; MOMOT; MROZEK, 2020).

Como consequência, o equipamento apresentou: aumento de temperatura, vibração e emissão de fumaça na região do mancal (MOLEDA; MOMOT; MROZEK, 2020).

Além desses pontos, os pesquisadores verificaram que as falhas ocorridas anteriormente poderiam estar relacionadas à parada do equipamento. O estudo demonstra, portanto, que a análise contínua dos dados provenientes de um sistema SCADA pode auxiliar na identificação de comportamentos anormais e na compreensão da evolução de uma falha (MOLEDA; MOMOT; MROZEK, 2020).

4.6 Análise e discussão dos resultados

A análise dos estudos de caso indica que o emprego de sistemas adicionais de monitoramento, associados à coleta e análise de dados operacionais, pode contribuir para o acompanhamento das condições dos equipamentos industriais. Embora os setores e equipamentos estudados apresentem particularidades, observa-se uma estrutura semelhante entre as aplicações: aquisição de dados, transmissão das informações, armazenamento e análise de indicadores relacionados ao funcionamento das máquinas. Dentre os cenários examinados, destaca-se o caso das bombas de alimentação de água de caldeira. Nele, dados obtidos de um sistema SCADA foram utilizados para identificar uma falha real no equipamento. A análise revelou alterações na temperatura de um dos mancais, posteriormente relacionadas à falta de concentricidade entre os eixos da engrenagem e do motor e ao derretimento da liga do mancal. Como consequência, foram observados aumento de temperatura, vibração e emissão de fumaça, reforçando a importância do acompanhamento contínuo das variáveis de operação. As demais investigações mostram que variáveis como temperatura, vibração, corrente elétrica e outros indicadores podem fornecer informações relevantes sobre o estado das máquinas. Esses dados podem ser utilizados para identificar comportamentos anormais e apoiar intervenções antes que um problema provoque a interrupção da produção. A comparação dos estudos de caso permite observar que a proposta apresentada neste trabalho possui semelhanças com práticas já aplicadas em ambientes industriais. A arquitetura proposta busca integrar dados do sistema supervisório à plataforma Grafana, centralizando informações dos equipamentos em dashboards de fácil interpretação.

Tabela 1 – Comparação dos estudos de caso de sistemas de monitoramento aplicados à manutenção industrial

Caso	Aplicação	Dados monitorados	Resultado/condição identificada
2	Smart Maintenance	Dados de sensores e ativos industriais	Anomalias e alertas
3	Integração SCADA + Grafana	Dados operacionais e ativos	Monitoramento de condições
4	Serra industrial	Temperatura, vibração e consumo	Risco de superaquecimento identificado
5	Bombas de caldeira	Dados provenientes do SCADA, incluindo temperatura	Falha real no mancal, com vibração e fumaça

Fonte: Autores (2026).

Adicionalmente, o uso de sensores complementares pode expandir as capacidades de monitoramento, permitindo acompanhar dados que não são diretamente acessíveis pelo sistema de controle. Dessa maneira, a solução proposta busca auxiliar os técnicos de manutenção a reconhecer comportamentos atípicos, identificar possíveis problemas e tomar decisões mais fundamentadas, contribuindo para maior confiabilidade e disponibilidade das máquinas.

5 Conclusão

Portanto, este estudo teve como objetivo analisar aplicações de sistemas de monitoramento industrial integrados a sistemas supervisórios, sensores e plataformas de visualização de dados, com destaque para o uso do Grafana como ferramenta de apoio à manutenção preventiva e preditiva. A partir dos estudos de caso analisados, foi possível verificar que a utilização contínua dos dados operacionais pode contribuir significativamente para a identificação de comportamentos anormais, para o diagnóstico de falhas e para a tomada de decisão das equipes de manutenção.

Os casos apresentados demonstraram que variáveis como temperatura, vibração, corrente elétrica, velocidade e consumo de energia são capazes de gerar informações relevantes sobre a condição dos equipamentos. Entre os estudos analisados, destaca-se o caso das bombas de alimentação de água de caldeira, no qual os dados históricos provenientes do

sistema SCADA permitiram acompanhar uma falha real relacionada ao mancal. Esse resultado mostra que os dados já disponíveis nos sistemas de automação industrial têm potencial para serem utilizados de maneira mais ampla pelas equipes de manutenção.

Diante dos resultados obtidos, considera-se tecnicamente pertinente a proposta de integração entre sistemas supervisórios e a plataforma Grafana. A utilização dos dados em dashboards permite transformar dados operacionais brutos em informações de fácil interpretação, possibilitando a análise histórica de variáveis, a identificação de tendências e o acompanhamento das condições dos ativos. Além disso, a incorporação de sensores complementares pode ampliar o número de parâmetros monitorados, aumentando a capacidade de análise do sistema.

Portanto, a principal contribuição deste trabalho está em demonstrar, por meio da comparação de aplicações reais, que dados já gerados no ambiente industrial podem ser mais bem aproveitados para apoiar as estratégias de manutenção. A proposta não busca substituir o diagnóstico e a experiência do profissional de manutenção, mas fornecer informações adicionais que permitam intervenções mais fundamentadas e realizadas no momento adequado.

Conclui-se, assim, que a integração entre SCADA, Grafana e dispositivos de aquisição de dados apresenta potencial para tornar a manutenção mais orientada por dados, contribuindo para maior confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos e para a redução de intervenções decorrentes de falhas inesperadas. Como continuidade deste estudo, recomenda-se a implementação experimental da arquitetura proposta em um equipamento industrial, permitindo avaliar indicadores como tempo de identificação de falhas, disponibilidade do ativo e capacidade de antecipação de anomalias. Essa validação prática poderá quantificar os benefícios observados nos estudos de caso e determinar, de forma objetiva, a contribuição da solução para a manutenção industrial.

Referências

FORDAL, J. M.; SCHJØLBERG, P.; HELGETUN, H. et al. Application of sensor data based predictive maintenance and artificial neural networks to enable Industry 4.0. Advanced Manufacturing, v. 11, p. 248–263, 2023. https://doi.org/10.1007/s40436-022-00433-x . Acesso em: 23 set. 2026.

GRAFANA LABS. Grafana: plataforma de visualização e monitoramento de dados. Grafana Labs, p. 1, 2026. Disponível em: https://grafana.com . Acesso em: 24 mar. 2026.

GRAFANA LABS. How Energinet uses Grafana Enterprise to monitor underwater electricity cables — and solve mysteries. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://grafana.com/success/energinet/. Acesso em: 26 out. 2026.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. The Balanced Scorecard: Measures That Drive Performance. Harvard Business Review, 1992. Disponível em: https://balancedscorecard.org/bsc-basics-overview/ . Acesso em: 21 abr. 2026.

MOLEDA, M.; MOMOT, A.; MROZEK, D. Predictive Maintenance of Boiler Feed Water Pumps Using SCADA Data. Sensors, v. 20, n. 2, p. 571, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/s20020571. Acesso em: 23 set. 2026.

NISE, Norman S. Engenharia de Sistemas de Controle. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~pettres/EXATAS/Fun%C3%A7%C3%B5es%20de%20transfer%C3%AAncia/Engenharia_de_Sistemas_de_Controle_6_Edi.pdf . Acesso em: 21 abr. 2026.

OTUAGOMA, S.; OBUSEH, E.; AKPOVI, O.; OKPARE, A.; EYENUBO, J.; ROLAND, T. Evaluation of conveyor belt telemetry system in a manufacturing company: a case study of a brewery in Eastern Nigeria. NIPES - Journal of Science and Technology Research, v. 7, n. 2, p. 44–58, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.37933/nipes/7.2.2025.3. Acesso em: 28 set. 2026.

PAIOLA, C. E. G. O papel do supervisório no atual contexto tecnológico. Revista InTech, n. 132, p. 6–10, 2016. Disponível em: https://www.aquarius.com.br/wp-content/uploads/2018/05/InTech132_artigo.pdf . Acesso em: 21 abr. 2026.

VON ENZBERG, S.; NASKOS, A.; METAXA, I.; KÖCHLING, D.; KÜHN, A. Implementation and Transfer of Predictive Analytics for Smart Maintenance: A Case Study. Frontiers in Computer Science, v. 2, 578469, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fcomp.2020.578469. Acesso em: 28 set. 2026.