



GESTÃO DE ATIVOS EM TEMPO REAL

Autor principal: Anderson Sodré da Silva

Qualificação: Técnico em Eletrotécnica desde 1999, 4 anos atuando como Técnico de Manutenção, graduação em Engenharia de Produção desde 2018 com Pós-Graduação em Engenharia de Manutenção Industrial. Supervisor de Eletromecânica desde 2012 na Concessionária Águas de Juturnaíba do Grupo Águas do Brasil, atua na gestão das equipes de manutenção com foco na melhoria contínua, otimização de recursos e eficiência energética.

Autor 2: Leandro Marins Porto

Qualificação: Técnico em Eletromecânica desde 2016, atuou como Eletricista de manutenção, em 2019 migrou para equipe de automação onde atualmente exerce a função de Assistente Técnico de Automação na Concessionária Águas de Juturnaíba do Grupo Águas do Brasil na manutenção e implantação dos sistemas de automação.

Autor 3: Nilton Panella de Mello

Qualificação: Graduado em Sistemas de Informação desde 2005, atuante no Grupo Águas desde 1999 na área de T.I. desempenha as atividades relacionadas à área de dados, proteções, infraestrutura de redes e rádio, promove a manutenção e execução de tarefas baseadas nas diretrizes do grupo e promovendo o suporte para novas tecnologias.

RESUMO

O sistema de abastecimento de CAJ é constituído por vários ativos críticos, instalados ao longo de seus 1.870 km de rede, chegando a 70 km de distância entre a captação e o final da rede. A área atendida supera os 1.927 km². Esse perfil determina que, além do controle do abastecimento, também seja necessário um permanente monitoramento, garantido rápida ação das equipes, no seu papel de conservar e assegurar disponibilidade e confiabilidade da operação. Com foco inicial no processo de abastecimento de água, o Programa Gestão de Ativos em Tempo Real, concebido no âmbito do Sistema de Gestão de Ativos (SGAt) de CAJ, lança mão de implementos tecnológicos alinhados com a Indústria 4.0 e IoT, que conectam, de forma remota e em tempo real, os ativos mais sensíveis a uma base de dados das manutenções preditivas, preventivas e corretivas, bem como das características intrínsecas a cada ativo, produzindo informações que aumentam a confiança das ações e reduzir custos com manutenção, levando a maiores índices nos indicadores do processo de abastecimento. O principal resultado obtido foi a otimização do tempo disponível de 7 boosters, com 4.780 hs a mais de ativos em operação (equivalente a 199 dias) em 3 anos.

PALAVRAS-CHAVE: IoT, eletromecânica, vibração.

OBJETIVO

O Programa Gestão de Ativos em Tempo Real vem sendo implantado em CAJ como decorrência do Planejamento Estratégico 2017 – 2022 (PE 17-22) do GAB desdobrado para a realidade local. Quando da formulação do PE 17-22, foram estabelecidos objetivos e programas estratégicos voltados à excelência operacional de suas Concessionárias. Nesse contexto, o Programa está diretamente associado ao objetivo estratégico do PE 17-22 “Reduzir custos, mantendo o padrão de qualidade conforme requisitos normativos”, bem como aos programas estratégicos “Eficiência Energética” e “Automação”. Ambos os programas do GAB consolidam as diretrizes estratégicas do Grupo quanto à gestão otimizada de seus ativos operacionais, notadamente no que se refere aos equipamentos eletromecânicos envolvidos nos processos de produção e distribuição de água (foco do Programa Gestão de Ativos em Tempo Real) e de coleta e tratamento de esgotos. A partir de 2020, o GAB dá início a um novo passo no sentido do aprimoramento do desempenho operacional de suas Concessionárias (CAJ, inclusive), ao implantar mais um Programa corporativo, denominado Excelência Operacional, que, dentre outros temas, tem seus objetivos orientados pela sustentabilidade técnica, econômica e socioambiental de seus ativos e seus ciclos de vida.

É nesse contexto que CAJ implanta seu Programa Gestão de Ativos em Tempo Real, fomentado por seu Diretor e seu Gerente Operacional, levando todos os envolvidos (gestores e técnicos da Coordenação de Serviços, da Supervisão de Eletromecânica e da Operação) a se engajar e se comprometer com a gestão dos ativos eletromecânicos utilizados na produção e no abastecimento de água, compreendendo o papel fundamental do Programa na otimização e no aprimoramento das operações, bem como do trabalho de colaboração entre essas mesmas áreas.

É importante destacar que, em CAJ, o desdobramento do PE 17-22 para a realidade da Concessionária levou sua liderança a definir um objetivo específico em relação à gestão de ativos, dentro do Mapa Estratégico desenhado para a empresa (com a utilização da metodologia BSC – *Balanced Scorecard*): “Executar os serviços de manutenção com qualidade, assegurando disponibilidade e confiabilidade dos ativos de CAJ e otimizando o uso dos recursos disponíveis” (vide item D.2.a, logo adiante). Esse objetivo é atingido por meio do processo Gestão de Equipamentos, Redes e Sistemas do SGI da Concessionária.

METODOLOGIA, ANÁLISE E AVALIAÇÃO

Segundo a metodologia adotada para o desdobramento do PE 17-22 do GAB para CAJ, todos os riscos estratégicos, mercadológicos, de *compliance*, operacionais e reputacionais (EMCOR) foram identificados, reconhecidos e avaliados dentro de cada um dos processos que compõem o SGI da Concessionária. Como cada processo foi definido com foco no cumprimento de um ou mais objetivos do Mapa Estratégico de CAJ, é correto dizer que os riscos identificados para o processo Gestão de Equipamentos, Redes e Sistemas estão alinhados a todos os objetivos estabelecidos para o “Negócio CAJ” e seus processos, sendo adotadas medidas de controle e ações de contingência para fazer frente a cada um desses riscos.

Assim sendo, o Programa Gestão de Ativos em Tempo Real colabora para a mitigação dos riscos relacionados à segurança operacional de equipamentos, redes e sistemas críticos, tendo como foco, em um primeiro momento, equipamentos rotativos. Dentre os principais riscos significativos identificados nesse contexto específico, podem ser destacados: (i) a descontinuidade das operações por paradas de equipamentos que ocorrem por falta de manutenção adequada à sua realidade; (ii) a falta de gestão de sobressalentes críticos; e (iii) o aumento dos custos e interrupções na operação devido à não preditividade de problemas específicos de cada equipamento (por exemplo: excesso de vibração em um conjunto motobomba, podendo levar à sua quebra antes da detecção do problema). O Programa vem fazer frente exatamente a esse último risco.

INDICADORES ESTRATÉGICOS

O principal indicador estratégico (KPI – *Key Performance Indicator* – no âmbito do processo Gestão CAJ, dentro do SGI da Concessionária) é o custo operacional total, que, por sua vez, é composto por diversos itens, tais como: custos com produtos químicos, custos com energia elétrica e custos com mão de obra (salários e encargos). Uma adequada gestão de ativos impacta diretamente os dois primeiros itens dessa relação. Do ponto de vista tático-operacional, o principal indicador (IC – Item de Controle) é o índice de disponibilidade física dos equipamentos críticos, que é influenciado pela confiabilidade desses mesmos equipamentos (a confiabilidade é considerada um IA – Item de Acompanhamento – no âmbito do SGI de CAJ).

ESTRATÉGIAS E PLANOS

O alinhamento do Programa Gestão de Ativos em Tempo Real com os objetivos específicos de CAJ, decorrentes do desdobramento do PE 17-22 do GAB, pode ser evidenciado por meio da inserção do objetivo específico “Executar os serviços de manutenção com qualidade, assegurando disponibilidade e confiabilidade dos ativos de CAJ e otimizando o uso dos recursos disponíveis” no Mapa Estratégico elaborado para a Concessionária, reproduzido na figura abaixo.



Figura 1 – Mapa estratégico da Concessionária



Fonte: PE 17-22 do GAB – Grupo Águas do Brasil

É importante destacar a interação entre o objetivo específico, destacado na figura anterior por seu contorno na cor vermelha, com os três objetivos imediatamente anteriores do Mapa Estratégico: “Consolidar as demandas de CAJ para adequação de sua infraestrutura e atendimento de expansões e outras necessidades de suas operações, executando a acompanhando as obras deliberadas”, “Realizar estudos e implementar soluções, a partir de diretrizes da Diretoria de Operações do GAB, para otimizar o consumo de energia elétrica nos processos de CAJ (suprimento e consumo final)” e “Realizar estudos e implementar soluções de automação, a partir de diretrizes da Diretoria de Operações do GAB, para otimizar os processos operacionais de CAJ”.

A interação e o alinhamento dos quatro objetivos específicos destacados acima têm impacto direto na universalização do saneamento, uma vez que a gestão eficiente de ativos – incorporando soluções tecnológicas de automação e otimizando os usos finais da energia nos processos da Concessionária – viabiliza o atendimento das demandas por melhorias e expansões de sua infraestrutura para levar água a todas as áreas urbanas de Araruama, Saquarema e Silva Jardim, bem como coletar e tratar esgotos para suas populações, proporcionando a CAJ o crescimento necessário a esse atendimento rumo à universalização.

Da mesma forma, o desenvolvimento sustentável também é impactado pelas ações do Programa, uma vez que permite a CAJ assegurar a continuidade do abastecimento de água e a cobertura de coleta e tratamento de esgotos, dois pilares para o cumprimento de seus objetivos socioambientais em relação aos três municípios, bem como o atendimento dos princípios da Estratégia ASG do GAB.

PRINCIPAIS TIPOS DE ATIVOS DO PROGRAMA

Das 130 unidades operacionais de CAJ que constam atualmente da rota de visitas das equipes da Eletromecânica, para obtenção de dados e informações sobre ativos críticos, o Programa, em seu estágio atual, envolve dezoito unidades, entre motores e inversores de frequência.

A escolha do sistema de abastecimento de água de CAJ deveu-se à sua criticidade e de seus principais elementos, notadamente motores, bombas, conjuntos moto-bombas, painéis elétricos e inversores de frequência. De fato, esses elementos são muito críticos no que se refere à operação do sistema de abastecimento de água pela Concessionária.

PRINCIPAIS AÇÕES

O Plano de Gestão de Ativos de CAJ, revisado de modo a estar alinhado à implantação do Programa, é gerenciado por meio do Engeman, software desenvolvido pela empresa de mesmo nome, com o objetivo principal de auxiliar a gestão dos processos e a automatização da rotina das áreas de manutenção de empresas de vários segmentos de atuação. O sistema é adotado por todas as Concessionárias do GAB e permite, de forma ágil e flexível, gerir os ativos de cada uma delas, desde o cadastro de equipamentos, sistemas e usuários, até a elaboração e o controle dos planos de manutenção corretiva, preventiva e preditiva de todos os ativos de CAJ, passando pelo gerenciamento da criticidade desses mesmos ativos (via algoritmo) e dos registros das intervenções realizadas. O sistema permite também o acompanhamento de indicadores utilizados pelo Programa, tais como disponibilidade física, MTTR e MTBF. Nesse contexto, o Programa Gestão de Ativos em Tempo Real se utiliza do Engeman para o controle e o monitoramento dos equipamentos abrangidos por sua primeira etapa de implantação.

Na fase atual de implantação e utilização do Programa, a Direção de CAJ, especialmente sua Gerência Operacional e sua Coordenação de Serviços, acompanha diretamente os resultados que vêm sendo obtidos, inclusive no que se refere à necessidade de eventuais ajustes que possam ser necessários para a solução de problemas ocorridos na implantação.

ATIVIDADE DE PESQUISA DE SOLUÇÕES RELATIVAS À GESTÃO DE ATIVOS

O Programa Gestão de Ativos em Tempo Real foi concebido e implantado em CAJ dentro de parceria técnica desenvolvida entre a Concessionária e a Weg, fabricante brasileiro de motores, geradores, transformadores e acionamentos elétricos, que apoiou e continua a apoiar a Concessionária na adoção dos sensores de vibração sem fio (descritos no Critério 7 – Processos – apresentado na sequência deste documento). A escolha da solução proposta pela Weg se deveu basicamente à experiência acumulada pela empresa em mais de seis décadas de atuação no mercado brasileiro e no exterior. A adoção dos sensores da empresa de Santa Catarina mostrou-se acertada, uma vez que os ganhos obtidos com sua implantação, no âmbito do Programa, foram significativos.

Os recursos necessários para a gestão dos ativos de CAJ e seus planos são projetados, analisados e aprovados dentro do ciclo orçamentário ao qual se submetem todas as Concessionárias e áreas corporativas do GAB. Nesse mesmo contexto, os recursos envolvidos no Programa Gestão de Ativos em Tempo Real também foram orçados e aprovados, tendo sido investidos inicialmente cerca de nove mil reais, na aquisição de dezoito sensores e, nove meses depois, em cinco *gateways* para coleta automática de dados, a um custo de R\$ 16.500,00, distribuídos em seis unidades operacionais (estações de bombeamento) no macrossistema de abastecimento de água da Concessionária.

REQUISITOS RELATIVOS AOS CLIENTES

Para uma compreensão mais adequada do atendimento a requisitos dos clientes beneficiados pelo Programa Gestão de Ativos em Tempo Real, pode-se dividi-los em dois conjuntos:

Operação Água CAJ: Disponibilidade física de equipamentos críticos, com confiabilidade e segurança operacional, como forma de garantir a continuidade do abastecimento da população.

Cientes e sociedade: Atendimento das necessidades de abastecimento e da qualidade da água distribuída, dentro de uma tarifa que possa ser avaliada como justa, e levando à equidade e à melhoria da qualidade de vida da população dos três municípios.

A maior disponibilidade dos equipamentos críticos para o sistema de produção e distribuição de água em Araruama, Saquarema e Silva Jardim leva à continuidade do abastecimento, impactando diretamente os clientes de CAJ. De fato, maior confiabilidade de equipamentos críticos e antecipação de problemas, que podem ser solucionados antes mesmo de ocorrerem na prática, são fatores críticos de sucesso que impactam os serviços prestados a eles.

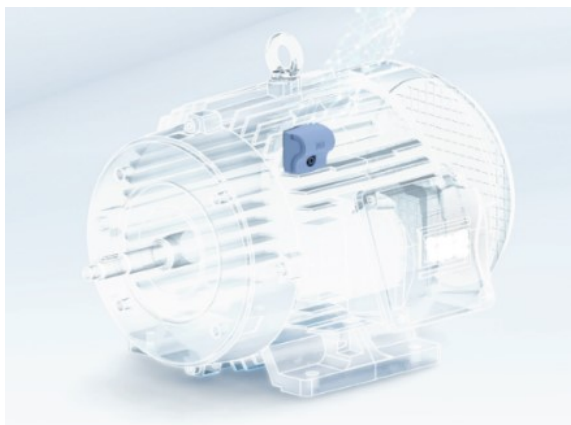
A redução nas reclamações de clientes externos em relação à falta d'água retroalimenta o gerenciamento do Programa por parte da Supervisão de Eletromecânica de CAJ, indicando a assertividade das ações tomadas em seu âmbito. No caso inverso, caso ocorra aumento nesse tipo de reclamação, essas informações também retroalimentam o Programa, com o objetivo de buscar falhas em sua implantação, que possam estar levando à indisponibilidade, ainda que momentânea, de equipamentos críticos.

No entanto, a principal retroalimentação para o gerenciamento do Programa vem dos clientes internos, especialmente das áreas operacionais de CAJ, que, em última análise, propiciam, com seu *feedback*, a discussão de ações imediatas de correção (eliminando prontamente um problema) e ações corretivas (para evitar sua reincidência), levando ao aprimoramento e à expansão futura do próprio Programa.

CONHECIMENTO, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

O principal conhecimento adquirido durante a concepção e a implantação do Programa Gestão de Ativos em Tempo Real refere-se à aplicação prática dos conceitos e princípios de IoT (*Internet Of Things*, ou Internet das Coisas, em tradução livre) nas atividades de manutenção preditiva de equipamentos críticos de CAJ, notadamente motores. O conceito se resume a conectar objetos físicos por meio de sensores utilizando a internet. Esses sensores são aplicados aos objetos ou equipamentos e são utilizados com o emprego de tecnologia RFID (*Radio-Frequency IDentification*, ou Identificação por Radiofrequência), usando frequências de rádio para identificar os produtos e até mesmo obter dados importantes sobre seu estado e localização.

Figura 2 – Motor elétrico em perspectiva utilizando um sensor inteligente



Fonte: www.weg.net

As atividades que consistiram na primeira etapa, durante a concepção e a implantação do Programa, foram desenvolvidas pela Supervisão de Eletromecânica de CAJ, juntamente com os técnicos de campo, de forma prática e intuitiva. Instalações e configurações de dispositivos foram realizadas de forma direta. Já na segunda parte, foram efetuados testes de bancada e validações da aplicação antes da instalação de campo. Dessa validação nasceram ajustes finais, como, por exemplo, determinar a melhor forma de fixação dos sensores nas carcaças dos motores a monitorar (ver figura ao lado, que demonstra esquematicamente a posição de fixação do sensor em um motor típico).

Em campo, o experimento prático, que permitiu o teste em ambiente controlado, consistiu basicamente no acompanhamento da implantação do sistema em um dos boosters de CAJ. Naquele momento, a solução implantada e testada em situação real permitiu o levantamento de dados sobre o comportamento do equipamento em relação à vibração, bem como outros fatores que contribuíam para evidenciar um potencial problema existente relacionado à alta temperatura apresentada pelo equipamento.



Conceitualmente, as informações relevantes referentes ao monitoramento em tempo real de ativos industriais passam pelas grandezas elétricas (tensão e corrente), vibração nos três planos e temperatura de superfície, todas associadas a riscos operacionais significativos, que, em última instância, podem levar à quebra dos equipamentos em análise, deixando-os inoperantes. Também se faz relevante a qualidade das informações e sua frequência de coleta, uma vez que, dessa forma, os riscos são minimizados por análises antecipadas, podendo promover correções assertivas e economicamente viáveis, com programação antecipada das intervenções.

Por se tratar de uma solução web, a partir da qual todos os dados históricos, curvas e tendências dos equipamentos são acessados, complicados e analisados em um PC ou notebook comum, a implantação do Programa não requereu mudanças nos sistemas de informação de CAJ para seu atendimento, mesmo em se tratando de incorporação de uma tecnologia digital emergente. Toda a coleta de dados é realizada por meio dos dados transmitidos por RFID e internet para computadores comuns da Supervisão de Eletromecânica, que acessam esses dados na nuvem.

A confiabilidade dos dados e informações provenientes do campo é garantida pela verificação in loco da sua consistência, uma vez que a equipe de técnicos da Supervisão de Eletromecânica é responsável por tratar os casos em que sejam ultrapassados os níveis de alerta ou críticos de vibração, temperatura de superfície e/ou grandezas elétricas. Também é possível, em rotas de inspeção e/ou manutenção preventivas, verificar se os dados obtidos de maneira convencional referendam ou não os dados obtidos de forma on-line. Por outro lado, a integridade desses mesmos dados e informações é assegurada a partir do monitoramento das medições que são recebidas a intervalos pré-definidos, com seu armazenamento em nuvem.

A confidencialidade, em nível básico, é garantida pelo fato de o acesso aos dados ser restrito aos analistas e técnicos da Supervisão de Eletromecânica, que são, juntamente com os gestores operacionais de CAJ, os maiores destinatários para quem esses dados e suas análises subsequentes devem estar sempre disponíveis.

PESSOAS

Desde sua concepção, a condução do Programa Gestão de Ativos em Tempo Real encontra-se sob a responsabilidade do Supervisor de Eletromecânica de CAJ, que desenvolveu, ao longo dos anos, conhecimento e expertise necessários ao desenvolvimento do tema, principais critérios adotados na sua escolha. Sob sua coordenação, a implantação do Programa, desde seu início até hoje, envolve três equipes da área, cada uma composta de um electricista e um técnico em manutenção. Nas três equipes, até em função da formação técnica envolvida, os electricistas têm papel fundamental na implantação e no crescimento do Programa.

A diversidade na composição da equipe é assegurada na medida em que cada um dos electricistas foi escolhido com base em critérios técnicos, não sofrendo qualquer tipo de restrição, seja com relação à sua orientação de credo, sexual ou de qualquer outro matiz, tendo sido envolvidos diretamente na implantação por possuírem formação técnica adequada. Em CAJ não cabe qualquer limitação ou discriminação por critérios ou aspectos que não sejam técnicos.

Nesse contexto, o Supervisor de Eletromecânica concentra as responsabilidades referentes ao alcance dos resultados esperados em relação ao Programa, tendo também a autoridade para decidir por eventuais ajustes e correções de rumo, bem como atuar em parceria com o fabricante da solução tecnológica adotada (sensores) e buscar internamente os recursos necessários para a consecução das etapas de implantação. Por sua vez, cabe às equipes de campo a instalação dos sensores e dos acessórios necessários à sua operação, incluídas as atividades de monitoramento dos dados adquiridos por esses sensores na plataforma disponibilizada pelo fabricante em ambiente web.

Competências profissionais:

O desenvolvimento das competências dos profissionais envolvidos no Programa segue os mesmos passos previstos nos Planos de Desenvolvimento Individual (PDI) de cada um, dentro dos quais são incentivadas

ações de autodesenvolvimento no âmbito de cursos virtuais e outras formas de aquisição de conhecimentos existentes no GAB (com destaque para a UniÁguas, programa de treinamentos concebido a partir do conceito de “universidade corporativa”, atingindo todos os públicos-alvo da Concessionária), bem como no acesso à plataforma de treinamentos técnicos do fabricante da solução na web.

Preparação da força de trabalho:

A preparação das equipes de campo da Eletromecânica foi planejada em comum acordo com a Coordenação de Operação Água e Esgoto, que explicitou suas demandas a respeito do Programa e a priorização a ser dada aos equipamentos por onde a implantação se iniciaria. Isso assegurou a necessária multidisciplinaridade na definição de todo o planejamento das ações do Programa, integrando clientes internos (áreas operacionais de CAJ), fornecedores internos (equipes da Eletromecânica) e o provedor da solução (Weg).

Medidas adicionais.

A implantação do Programa Gestão de Ativos em Tempo Real de CAJ não trouxe demandas adicionais quanto a medidas de controle e ações de contingência para enfrentamento dos perigos e danos e classificação dos riscos à saúde e à segurança dos colaboradores envolvidos, já devidamente capacitados em relação à Norma Regulamentadora Número 10 (NR-10), que dispõe sobre segurança em instalações e serviços em eletricidade.

PROCESSOS

Em termos de ciclo de vida e dos desafios a enfrentar na sua gestão, os ativos envolvidos são abarcados pelos seguintes passos, descritos na forma de objetivos da implantação do Programa:

- Implementar tecnologia de monitoramento, a partir da implementação de ferramenta tecnológica que atenda aos requisitos da manutenção preditiva, tais como medições de vibração e de temperatura.
- Identificar potenciais sinais de eventos que possam comprometer a saúde do ativo: por meio das medições via monitoramento por sensores, é possível evidenciar o comportamento do ativo, de acordo com o modo de operação e poder apontar a causa-raiz de problemas e mitigar riscos de forma precoce.
- Analisar as grandezas monitoradas: complemento do tópico anterior, que proporciona dados para analisar o comportamento e antecipar tomadas de decisão, direcionando ações de modo assertivo e eficaz.
- Implementar planos de ação pré-definidos: Por intermédio das análises, é possível traçar um perfil de comportamento do ativo e definir procedimentos específicos, nas paradas programadas para preventivas e otimização de tempo de parada para corretivas programadas, alinhadas juntamente com o setor de operações.

O sistema de abastecimento de CAJ é constituído por vários equipamentos críticos, instalados ao longo de mais de 1.870 quilômetros de rede, chegando a 70 quilômetros de distância entre a captação e o final da rede de distribuição. Além disso, a área atendida supera os 1.927 km². Essas características determinam que, além do constante controle do abastecimento da população, também seja necessário um permanente monitoramento dos ativos da Concessionária, garantido a rápida ação das equipes de manutenção, no que tange ao seu papel primordial de conservar e assegurar a disponibilidade e confiabilidade da operação do sistema.

Com foco inicial para a operação de seu processo de abastecimento de água, o Programa Gestão de Ativos em Tempo Real, concebido no âmbito do Sistema de Gestão de Ativos (SGAt) de CAJ, lança mão de implementos tecnológicos alinhados com a Indústria 4.0 e IoT, que conectam, de forma remota e em tempo real, os equipamentos mais sensíveis do sistema de abastecimento a uma base de dados das manutenções preditivas, preventivas e corretivas, bem como das características intrínsecas a cada equipamento gerido. Isso permite a produção de informações que aumentam a preditividade das ações operacionais, bem como reduzem custos com manutenções e com a própria operação do ativo, fazendo com que seja possível atingir os maiores índices de disponibilidade e confiabilidade requeridos pelo processo de abastecimento de água.

Com a implantação do sistema, vem sendo possível manter as taxas de confiabilidade, mesmo com a depreciação natural dos ativos. Isso permite uma manutenção mais assertiva e o acompanhamento contínuo dos

ativos críticos para a operação. O SGA também permite identificar a causa-raiz de problemas relacionados aos ativos, o aumento da preditividade e a redução de custos com manutenção e mão de obra das equipes, conferindo maior disponibilidade aos equipamentos e geração de volume de dados para análise. Em suma, o sistema tem como objetivo a gestão do ativo de tal forma a disponibilizá-lo da melhor forma possível para sua finalidade requerida.

Do ponto de vista prático, o Programa Gestão de Ativos em Tempo Real, tendo como ponto de partida o investimento na aquisição de sensores sem fio, proporciona às áreas técnicas de CAJ um significativo aumento da frequência de obtenção de informações e dados preditivos de alta qualidade. De fato, a frequência de obtenção passou de semanal (e realizada in loco pelas equipes da Eletromecânica) para a cada hora (obtida de forma on-line).

Além da elevação da frequência de coleta de dados, a implantação permitiu, ao mesmo tempo, evitar as visitas semanais das equipes, reduzindo custos com homens-hora e deslocamento, podendo otimizar as equipes para outras tarefas em outras unidades operacionais (conceito de “custo evitado”).

TECNOLOGIAS DE PROCESSO

A tecnologia utilizada, especificamente no sensoriamento de vibração sem fio de motores elétricos, envia dados para a nuvem a cada hora. Os dados são acessados por meio de uma plataforma web, com possibilidade de recebimento de alertas via e-mail, no caso de valores acima de níveis de alerta e/ou críticos. Do ponto de vista do hardware empregado, o sensor Motor *Scan*, da WEG, foi a solução de monitoramento encontrada para controle dos ativos críticos de CAJ, garantindo, via análise preditiva, o nível de excelência na performance dos motores elétricos – em um primeiro momento, de seu sistema de abastecimento. A partir dos sensores, os dados são extraídos e enviados para a nuvem, permitindo ações preventivas e evitando riscos de parada na produção.

Em meados de 2019, CAJ implementou esse dispositivo nos primeiros de seus equipamentos, com o objetivo de monitorar as seguintes grandezas: vibração em três planos, temperatura, RPM e horas trabalhadas. O sensor permite um adequado controle no que diz respeito à manutenção preditiva, promovendo um controle aprimorado por meio de sua tecnologia embarcada. A coleta é realizada via smartphone e enviada a um banco de dados, podendo ser consultado o histórico via web para análises e acompanhamento.

Conceitualmente, a manutenção preditiva é uma técnica baseada no estado do equipamento. Esta técnica faz o acompanhamento periódico das máquinas, baseando-se na análise de dados coletados por meio de monitoramento ou inspeção em campo. O sensor é um dispositivo não-invasivo, que monitora periodicamente os dados do motor elétrico, como vibração, temperatura e tempo em funcionamento, diagnosticando eventuais falhas. Futuramente, será possível incorporar novas funcionalidades ao mesmo sensor.

O sensor não possui fios para conexão, pois, sua alimentação é realizada por meio de uma bateria de lítio, que está incorporada ao dispositivo. A expectativa de vida da bateria é de três anos.

Os dados compartilhados entre o sensor e o dispositivo móvel/App são enviados para a nuvem, onde são armazenados e processados. Em um servidor seguro, os dados são analisados e transformados em relatórios, que podem ser visualizados de qualquer lugar, com o emprego do dispositivo móvel/App e na WEG *IoT Platform*. Com base nos dados monitorados, é possível tomar decisões mais rápidas e assertivas via análise preditiva.

Este programa sofreu evoluções desde o início de sua implantação, quando as coletas, inicialmente nos primeiros nove meses, eram efetuadas pelos operadores por meio do uso de smartphones. Nesse formato, os sensores permitem armazenamento de até três meses de dados até o ato da coleta, com sincronização via *bluetooth* e envio à plataforma dos dados móveis do próprio smartphone.

Nesse momento inicial, um gap ainda permanecia: a dependência da de visita, por parte das equipes da Eletromecânica, aos locais de instalação dos equipamentos monitorados. A primeira melhoria implementada no

próprio Programa, logo no início de sua implantação, foi a instalação de *gateways* para coletas e envio automáticos à plataforma na *web*. A implementação dessa melhoria requereu um investimento de R\$16.500,00.

RESULTADOS

Estritamente do ponto de vista econômico-financeiro, o principal resultado obtido pela implantação do Programa Gestão de Ativos em Tempo Real foi o custo evitado referente às visitas que antes eram necessárias para a coleta de dados in loco (custos com homens-hora das equipes e seus deslocamentos, incluindo combustíveis e desgaste dos veículos da frota). O gráfico mostrado a seguir traz um resumo do retorno do investimento realizado nos seis primeiros meses a partir da instalação dos sensores e do início da tomada dos dados na atual configuração. É possível identificar que o sinal do gráfico se inverte na passagem do quinto para o sexto mês, demonstrando que, a partir de então, o custo evitado passa a ser um ganho efetivo proporcionado pelo Programa (uma forma de avaliar o *payback* do investimento realizado).

Figura 3 – Payback do investimento realizado



Fonte: Planilha Excel custo evitado H.H e combustível

Adicionalmente, a realocação das equipes de campo em direção a atividades mais críticas também se configura em um retorno econômico-financeiro indireto, na medida em que esses recursos passam a ter um destino mais nobre.

Do ponto de vista socioambiental, o maior impacto da implantação do Programa diz respeito à redução nos deslocamentos das equipes a campo, diminuindo o consumo de combustível e, conseqüentemente, a emissão de monóxido de carbono e outros gases poluentes.

Um segundo ganho, ainda em fase inicial de mensuração mais específica, se refere ao consumo de energia elétrica, uma vez que painéis de energia solar fotovoltaica alimentam parte dos sensores que se encontram instalados em painéis de automação, reduzindo minimamente parte da conta de energia da Concessionária. Na verdade, a energia elétrica gerada pelos painéis tem um resultado técnico bem mais significativo do que a redução da conta de energia: o aumento da confiabilidade e da qualidade do suprimento de energia elétrica, com a conseqüente redução de problemas como a queima de equipamentos e componentes, levando a uma menor intermitência do controle.

CLIENTES

Tabela 1 – Resultados - agrupamento dos KPI's CAJ

Grupo de clientes	Principal indicador	2019	2020	2021
Clientes sociedade (externo)	Continuidade no abastecimento de água (ISp11)	Não disponível	97,21%	98,45%
	Reclamações sobre falta d'água (ISp09)	Não disponível	63,9%	63,3%
Operação Água CAJ (interno)	Confiabilidade média dos sete primeiros equipamentos (boosters) que receberam os sensores sem fio	75,8%	85,0%	88,2%
Operação Água CAJ (interno)	Disponibilidade física média dos sete primeiros equipamentos (boosters) que receberam os sensores sem fio	96,5%	99,3%	99,3%
Operação Água CAJ (interno)	Tempo otimizado (redução do tempo parado dos sete primeiros boosters que receberam os sensores sem fio)	4.780 horas a mais de equipamento em operação (equivalentes a 199 dias) em três anos		

Fonte: Prêmio Nacional da Qualidade em Saneamento-Ciclo 2021 – Nível I

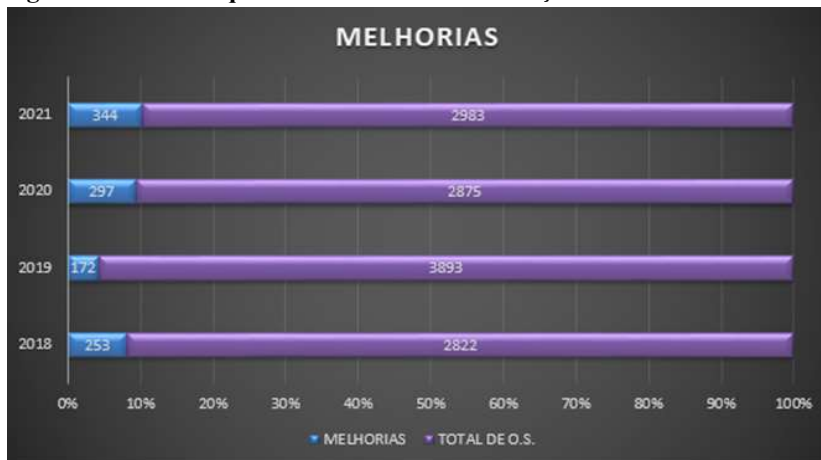
No atual estágio de maturidade do Programa Gestão de Ativos em Tempo Real, ainda não se pode assegurar que a queda nas reclamações devido à falta d'água (ISp09) tenha sido impactada diretamente pela melhoria da disponibilidade física dos equipamentos cobertos pelo Programa, mas, à medida que novos equipamentos forem sendo monitorados pelos sensores, essa situação pode vir a se confirmar. De qualquer modo, o resultado mais significativo da primeira fase de implementação do Programa foi a redução do tempo parado dos equipamentos monitorados, com impacto direto no atendimento das necessidades dos clientes internos do processo Operação Água (ver última linha do quadro acima).

Como mencionado inicialmente, com relação ao tempo evitado de manutenção preditiva nos ativos monitorados por sensores, a realocação das equipes teve como foco promover melhorias, principalmente aquelas identificadas pelo próprio sensoriamento e em demais unidades do sistema. No gráfico ao lado, é possível notar o aumento de exatas duas vezes no número de ordens de serviço (OS's) dedicadas à melhoria operacional entre os anos de 2019 e 2021 (de 172 para 344 OS's).

RESULTADO GERAL DO PROGRAMA

O resultado mais significativo da primeira fase de implementação do Programa foi a redução do tempo parado dos equipamentos monitorados, acrescentando quase cinco mil horas a mais desses equipamentos em operação nos três anos de monitoramento, acompanhadas de um crescimento de quase 3 pontos percentuais na disponibilidade física média e de mais de 12 pontos percentuais na confiabilidade desses mesmos equipamentos entre 2019 e 2021.

Figura 4 – Gráfico quantidade Ordens de Serviço



Fonte: Software Engeman

Do ponto de vista da relação entre manutenções preventivas vs total de OS's de manutenção, CAJ saiu de 15,2% em 2018 (portanto antes do início da implantação do Programa) para 47,4% em 2021, considerado o total geral de ordens de serviço de cada ano (e não somente OS's relacionadas aos equipamentos monitorados na primeira fase de implantação do Programa).

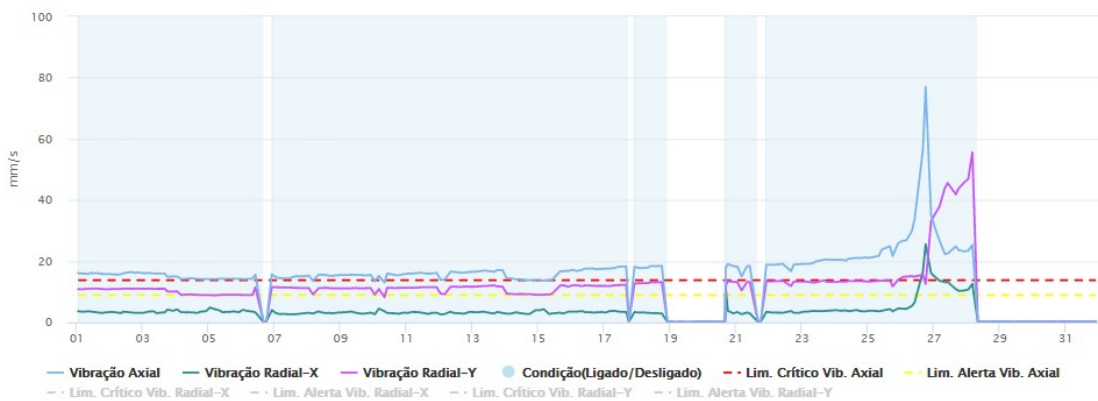
RESULTADOS ESPECÍFICOS

Adicionalmente, pode-se constatar ganhos operacionais no que se refere ao monitoramento preditivo de motores e boosters, conforme exemplificado a seguir.

A) Resultados relativos a motores:

Os dois gráficos a seguir são oriundos de estudo de caso específico, referentes ao acompanhamento realizado no GR-01 do Alto Recalque na ETA I Juturnaíba. O primeiro gráfico traz dados e informações que demonstra a evolução da vibração ao longo de um mês, com o agravamento do problema ao final do período. Nota o nível de vibração representado na linha tracejada vermelha, indicando o limite crítico de vibração, que, por definição, não deve ser ultrapassado. Nesse caso, a base do motor se encontrava comprometida, com várias rachaduras, causando vibração excessiva, claramente demonstrada no gráfico.

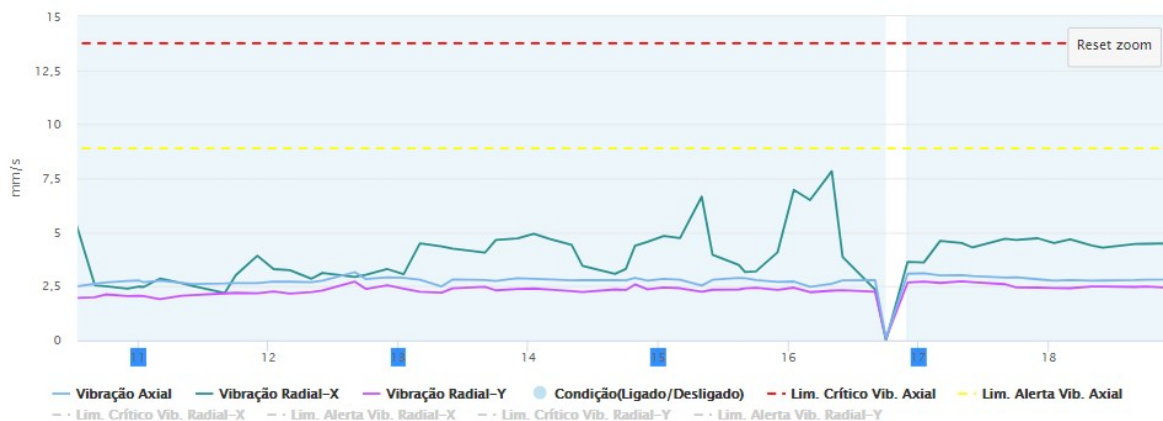
Figura 5 – Gráfico de vibração nos três eixos



Fonte: Plataforma WEG MFM

A tratativa para corrigir esse problema foi a troca completa da base do grupo (motor e bomba) de maneira a eliminar a vibração existente. Após a troca e instalação, o grupo retomou sua operação e os novos valores de vibração foram satisfatórios, conforme gráfico abaixo, que indica que os níveis se apresentam abaixo dos limites críticos e de alerta.

Figura 6 – Gráfico de vibração nos três eixos



Fonte: Plataforma WEG MFM

B) Resultados relativos a boosters

No dois gráficos apresentados abaixo pode-se analisar, na primeira imagem, que há um perfil de vibração em três planos (axial, radial x e radial y), monitorado num intervalo de três horas, com o eixo axial mostrando valores elevados (5,22 mm/s). Para esse tipo de vibração, a literatura sugere que há um desalinhamento do conjunto proveniente de variados fatores já conhecidos para esse tipo de composição.

Figura 7 – Gráfico de vibração nos três eixos



Fonte: Plataforma WEG MFM

Neste caso, foi sugerida inicialmente uma checagem no alinhamento do conjunto com o uso de relógio comparador, procedimento este que durou cerca de uma hora com o equipamento parado. Após o procedimento de alinhamento, o conjunto foi retomado a operação e conforme a imagem abaixo, houve uma queda significativa dos valores de vibração axial (1,37mm/s).

Figura 8 – Gráfico de vibração nos três eixos



Fonte: Plataforma WEG MFM

Seria muito provável que, em outros modos de monitoramento com intervalos maiores de aferição, que essa vibração pudesse promover um agravamento da situação, como, por exemplo: (i) desgaste elevado em mancais de rolamentos, tanto do motor quanto na bomba; (ii) agravamento do desbalanceamento, elevando o custo de reparo com aplicação de componentes; e (iii) elevação do tempo de equipamento parado.

Com a implantação do Programa, foi possível acompanhar, analisar e tomar decisões com maior precisão e atuar em tempo hábil, otimizando o ativo para que tenham mais disponibilidade no processo, conforme demonstrado por meio dos indicadores apresentados neste Critério 8 – Resultados.

CONCLUSÃO

Conclusão geral:

O Programa Gestão de Ativos em Tempo Real de CAJ, nos três anos de sua efetiva implantação, trouxe ganhos palpáveis para a gestão dos equipamentos que passaram a ser monitorados com os sensores sem fio. Os dados apresentados no Critério 8 – Resultados – deste relatório comprovam esse sucesso, tanto do ponto de vista dos clientes internos e externos atendidos pela Supervisão de Eletromecânica, quando dos processos internos dessa mesma área técnica, inclusive quanto à melhoria de produtividade e dos resultados de suas equipes de campo.

Os bons resultados têm levado a Concessionária a buscar recursos para ampliar o monitoramento on-line de seus equipamentos mais críticos, com previsão para expandir esse monitoramento a equipamentos do processo Operação Esgoto.

Glossário (opcional) – Incluindo glossário PGA

AMP: *Asset Management Plan*.

Ativos: Bens duráveis que tem valor real ou potencial para viabilizar a produção e entrega de produtos da organização. Exemplos: redes de captação, adução, distribuição, coleta; estações de captação, tratamento, bombeamento e reservação; e assemelhados.

CAJ: Concessionária Águas de Juturnaíba.

Ciclo de vida do ativo: Estágios envolvidos desde o planejamento e aquisição até o descomissionamento e baixa do ativo.

GAB: Grupo Águas do Brasil

Gestão de Ativos: Atividade coordenada de uma organização para obter valor a partir dos ativos por meio do equilíbrio dos custos, riscos e desempenho desses.

SAMP: *Strategic Asset Management Plan*

Sistema de Gestão de Ativos: Conjunto de práticas de gestão padronizadas, logicamente inter-relacionadas com a finalidade de gerir uma organização e produzir resultados. Também denominado sistema gerencial aplicada a gestão de ativos.

Referências Bibliográficas (opcional)

Não aplicável