

MANUTENÇÃO INTELIGENTE COM O PIMS*

Cláudio Magno do Carmo¹⁷

Resumo

O “*SmartMaintenance*” é um conceito de integração multidisciplinar de conhecimentos de engenharia de manutenção industrial, gerenciamento de operações, sistemas de informação e análise de dados visando maior eficiência das atividades de manutenção industrial. O principal objetivo é definir como os dados em tempo real podem ser melhor utilizados na manutenção preditiva para agregar valor ao cliente e melhorar a competitividade industrial. O foco é melhorar a manutenção baseada em condições (CBM) com informações mais precisas e em tempo real para a tomada de decisões. Este artigo tem o objetivo de apresentar uma implementação de solução inteligente de manutenção, com a utilização do PIMS para a coleta em tempo real dos principais sensores de um equipamento, gerando uma informação da condição do mesmo que permita a avaliação de risco de quebra e que ajude na programação do melhor momento de manutenção para o ativo, considerando sua condição atual de funcionamento e o ritmo de produção da fábrica, buscando assim minimizar os prejuízos durante a parada para a manutenção do equipamento.

Palavras-chave: Manutenção; MBC; Condição de máquina; Tempo real.

SMART MAINTENANCE

Abstract

Smart Maintenance is a concept of multidisciplinary integration of knowledge of industrial maintenance engineering, operations management, information systems and data analysis aiming at greater efficiency of industrial maintenance activities. The objective is to define how real-time data can best be used in predictive maintenance to add value to the customer and improve industrial competitiveness. The focus is on improving condition-based maintenance (CBM) with more accurate and real-time information for decision-making. This paper aims to present an implementation of intelligent maintenance solution, using PIMS for the real time collection of the main sensors of an equipment, generating an information about your condition, allowing the evaluation of the risk of break-down and helping us to scheduling the maintenance for this asset in function of its actual situation and production conditions, thus seeking to minimize the losses during the stop of the asset.

Keywords: Maintenance; CBM; Machine condition; Real time.

¹ Graduado em Tecnologia em Informática, Analista de Sistemas do Departamento de Engenharia e Automação da TSA - Tecnologia em Sistemas de Automação, Belo Horizonte – MG, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A fabricação tradicional feita com serras, tornos, sistemas CNC e outras máquinas rotativas sofre inatividade inesperada por falha do equipamento. O que pode ser uma simples quebra de componentes pequenos pode ter resultados catastróficos refletidos em uma quantidade de cortes, moagens, perfurações e outras operações. Os índices de fabricação mostram que os preços da produção estão aumentando a uma taxa mais lenta do que o próprio produto, um sinal de que os fabricantes enfrentam pressões de preços e, portanto, devem encontrar maneiras de fazer mais com menos.

Com a tecnologia de monitoramento da condição da máquina, o início de tais falhas pode ser detectado antes de destruir as peças da máquina ou a produção, evitando assim o tempo de inatividade não-planejada (“downtime”) e a perda de produção. Além disso, o monitoramento da condição pode garantir que o equipamento seja usado de forma mais eficiente, levando a um maior rendimento e a produtos de maior qualidade.

Operações repetitivas como serrar, fresar, perfurar e outras geralmente provocam desgaste das ferramentas e componentes da máquina. As fábricas, então, devem substituir as ferramentas e componentes porque o desgaste pode levar a um ou mais resultados negativos: produção fora da especificação ou quebra da máquina. O desafio é identificar o momento correto para fazer a manutenção. Tradicionalmente, a solução para este problema é a substituição de componentes e ferramentas baseada em um cronograma, complementadas com inspeções periódicas.

Hoje, a partir dos dados de uso coletados da máquina, os fabricantes sabem que uma bucha pode durar tantas horas de operação ou tantas unidades de produção. Dados similares são gerados para todos os outros componentes da máquina e para a própria ferramenta. Com isso, os fabricantes determinarão um cronograma que, em teoria, evita tanto o produto fora do padrão como a quebra da máquina. Essa solução, infelizmente, não é perfeita. Uma questão é que a substituição programada tende a ser configurada com muita frequência, muitas vezes para minimizar a possibilidade de falha completa de componentes ou perda de produção. Isso resulta em menos produção devido à menor utilização da máquina e maior custo devido ao aumento do consumo de peças e ferramentas. Outra questão é que mesmo quando cuidadosamente elaborada, os horários de substituição não podem minimizar completamente o tempo de inatividade inesperado ou a fabricação fora de especificação.

O custo do tempo de inatividade varia de acordo com a indústria e inclui perda de capacidade, perda de produção e despesas de mão-de-obra direta e inventário, bem como despesas intangíveis relacionadas à capacidade de resposta, inovação e outros. As despesas de inatividade podem ser bastante elevadas, estudos mostram que a produção perdida durante esse tempo pode variar ao equivalente de 5 e 20% da produção. Tradicionalmente, isso é simplesmente um custo de produção, mas a pressão dos preços e os prazos de entrega indicam que todos os aspectos da produção devem ser investigados e melhorados, se possível. Dado isso, pode-se fazer algo para diminuir ainda mais o tempo de inatividade e a perda de produção?

2 DESENVOLVIMENTO

Este trabalho é classificado, segundo Cervo e Bervian (2002), quanto à sua natureza, como aplicado, ou seja, os conhecimentos aqui gerados são aplicáveis em uma situação prática. Quanto à forma de abordagem, classifica-se este trabalho como qualitativo, pois as avaliações e discussões apresentadas são subjetivas e baseadas na interpretação dos fatos. Com respeito aos objetivos, estes podem ser classificados como exploratórios, porque a partir dos dados simulados podemos propor uma abordagem de análise preventiva para a manutenção.

2.1 O MÉTODO

Detectar mudanças de comportamento e evitar problemas!

Colocar a tecnologia para trabalhar pode levar à detecção de pequenos problemas antes de se tornarem grandes, permitindo a manutenção preventiva:

Como isso pode ser feito?

O próprio funcionamento das máquinas dá origem a vibrações e ruídos, estes definidos pela máquina e pelo produto em fabricação. Como um carro, que, ao se mover, produz sons conhecidos e numa faixa típica. Uma mudança no nível ou tipo de ruído indica um problema. O mesmo acontece com a vibração, com este sendo novamente de uma determinada frequência durante a operação normal e um valor diferente quando algo está errado. Existem também outros indicadores de operação incomum, como o calor. A temperatura subindo rapidamente geralmente está relacionada à ocorrência de problemas. Outro indicador é a presença de fumaça. Qualquer um que tenha estado em um carro com problema sabe que a fumaça e seu precursor imediato, o calor, é muitas vezes um dos últimos sinais de problemas. A vibração e o ruído, ao contrário, muitas vezes aparecem muito mais cedo, possivelmente em um momento em que a resolução da questão teria sido consideravelmente menos dispendiosa e problemática.

Tudo isso é verdadeiro também para máquinas rotativas. À medida que as condições mudam dentro da máquina, as vibrações aumentarão, passando de um estado estável normal para algum padrão novo. Isso será seguido por mudanças no ruído! Eventualmente, a temperatura da máquina começará a subir, seguida da aparência de fumaça e, em seguida, uma parada de emergência. A escala aproximada de tempo para esta sequência é:

- As mudanças de vibração normalmente aparecem meses antes de qualquer outro indicador. Um rolamento, por exemplo, com um ponto desgastado que o coloca ligeiramente fora do ciclo, começará a impactar o padrão de vibração de uma máquina até três meses ou mais antes de qualquer alteração no nível de ruído ou outras características.
- Por sua vez, mudanças de ruído aparecerão semanas antes de uma parada de emergência.
- Variações de temperatura detectáveis aparecerão após dias.
- E a fumaça surge minutos antes dessa parada.

Considerando isso, uma solução de monitoramento de condição de máquina deve funcionar, detectando e analisando vibrações e ruídos. Esses indicadores aparecem suficientemente longe antes de qualquer desligamento forçado da máquina,

permitindo uma programação prévia da manutenção. Além disso, a detecção de problemas o mais cedo possível também facilita essa intervenção de manutenção e é menos dispendioso.

A detecção de variações significativas nestes parâmetros do processo exige detectores sensíveis, potência computacional e software adequado.

O resultado é uma visão melhor das condições de operação. As informações podem ser usadas para agendar manutenção preventiva e preditiva. O resultado pode ser menos tempo de inatividade não-planejada e menos tempo de inatividade operacional reduzindo substancialmente os atuais 5 a 20% [referência bibliográfica]. Também pode haver uma melhoria na qualidade do produto, uma vez que condições de máquinas mais consistentes podem levar a um produto mais consistente.

Nesse contexto, em consequência da complexidade dos sistemas produtivos modernos e das exigências de desempenho, as estratégias da função Manutenção se tornam cada vez mais importantes e desempenham um papel essencial diretamente relacionado à competitividade das empresas interferindo diretamente no desempenho da produção. A integridade dos equipamentos passou a ser uma questão estratégica, visto que uma indisponibilidade operativa pode representar, em termos de custos, muitas vezes mais do que custaria reparar a própria falha. Hoje o desempenho e a competitividade das empresas de manufatura dependem diretamente da confiabilidade, disponibilidade e produtividade de suas instalações e equipamentos. Sistemas para esse fim requerem ampla definição de procedimentos e a construção de ferramentas para reunir, gerenciar, analisar e compartilhar grandes quantidades de dados e informações que, como resultado, se tornam parte integrante do próprio processo de produção.

2.20 MÉTODO DE ANÁLISE PROPOSTO – SMART MAINTENANCE

O “*SmartMaintenance*” é um conceito de integração multidisciplinar de conhecimentos de engenharia de manutenção industrial, gerenciamento de operações, sistemas de informação e análise de dados visando maior eficiência das atividades de manutenção industrial. O principal objetivo é definir como os dados em tempo real podem ser melhor utilizados na manutenção preditiva para agregar valor ao cliente e melhorar a competitividade industrial. O foco é melhorar a manutenção baseada em condições (CBM) com informações mais precisas e em tempo real para a tomada de decisões (Figura 1).

O objetivo desta iniciativa é melhorar a qualidade e a eficiência da manutenção industrial através da implementação de mecanismos para:

- Utilizar o monitoramento em tempo real do desempenho e das operações;
- Transformar dados operacionais em ações de manutenção preditiva;
- Gerenciar operações distribuídas através de uma central de operações de informações de manutenção;

O foco na melhoria da utilização do recurso/ativo

O gerenciamento de desempenho dos ativos torna as operações mais seguras e confiáveis, ajudando a garantir o melhor desempenho a um custo sustentável mais baixo. Entre os benefícios de uma gestão inteligente de ativos citamos:

- Maior Segurança e Proteção Ambiental: a segurança operacional e a integridade do meio ambiente são os principais benefícios obtidos com a metodologia.

- Desempenho Operacional Melhorado: o desempenho é melhorado porque os gestores do programa têm informações técnicas para escolher melhores práticas de manutenção para garantir uma maior disponibilidade dos equipamentos. O aumento da disponibilidade pode ser visto também como uma redução no tempo de reparo.
- Eficiência Maior de Manutenção (Custo-efetivo): com as informações obtidas, os gestores podem adotar melhores práticas de manutenção, garantindo que o capital investido em manutenção tenha maior retorno. Estima-se que se aplicado corretamente aos sistemas de manutenção reduza de 40 a 70% a quantidade de trabalho de rotina, e trabalhos de emergência entre 10 e 30% (KARDEC; NACIF, 1999).
- Aumento da vida útil dos equipamentos: a adoção das melhores práticas de manutenção garante que o equipamento faça tudo o que o seu usuário quer que ele faça, e que ele fique por mais tempo disponível no seu contexto operacional. O resultado desta manutenção garante que cada componente do equipamento receba a manutenção necessária para cumprir a sua função, garantir uma vida mais longa do equipamento.
- Banco de Dados de Manutenção Melhorado: os registros gerados proporcionam a obtenção de um banco de dados para uso tanto pela manutenção como pela operação, inspeção e projeto. Estes dados fornecem informações para: identificar as necessidades de habilidades dos profissionais, decidir qual a melhor política de estoques de peças sobressalentes e manter os desenhos e manuais atualizados.
- Trabalho em Equipe – Motivação: as pessoas ficam mais motivadas para o trabalho quando participam da análise e soluções dos problemas. A metodologia promove esta integração formando equipes multifuncionais para análise e solução dos problemas. Isto aumenta o grau de comprometimento e compartilhamento de informações na empresa.
- Social: a sociedade é a grande beneficiária desse tipo de implementação, minimizando os efeitos e consequências das falhas, os recursos naturais para atividades industriais são usados mais racionalmente, sem desperdício, e possíveis acidentes com agressão ao meio-ambiente são evitados.

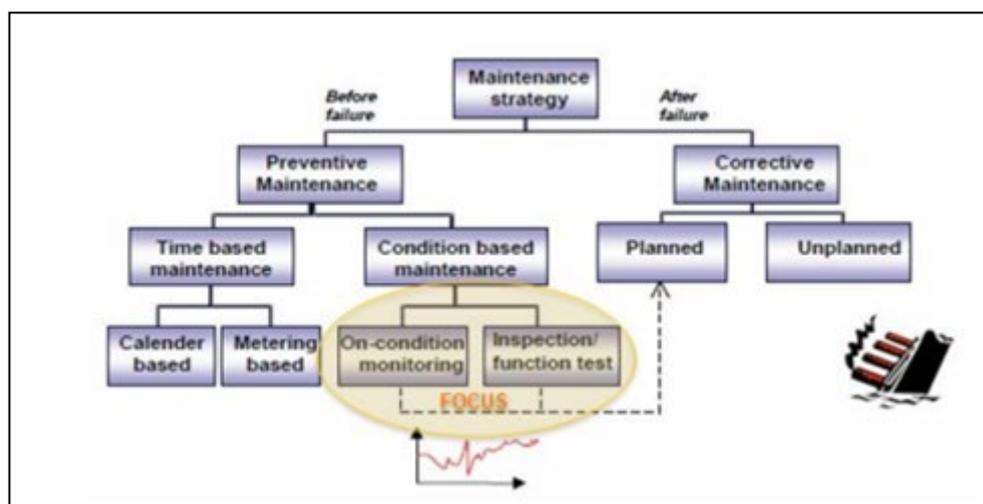


Figura 1 –Estratégia de Manutenção

2.3 SMART MAINTENANCE – A IMPLEMENTAÇÃO DO PAINEL DE REGRAS

O sistema é fácil de implementar, sem necessidade de construir a partir do zero, baseado nas informações coletadas a partir do sistema PIMS e facilmente escalável para atender qualquer nova área ou novos equipamentos.

A proposta de funcionamento do “Painel de Regras” (Figura 2) é monitorar os equipamentos e fornecer avisos e alertas sobre iminentes problemas permitindo assim que a força de trabalho da manutenção atue de forma proativa evitando a ocorrências de falhas.

O sistema objetiva aumentar a disponibilidade, confiabilidade, eficiência e rentabilidade, ao mesmo tempo em que supera os desafios de mão-de-obra inexperiente e/ou envelhecida, equipamentos envelhecidos, orçamentos limitados e sobrecarga de dados. O sistema pode ser operado em pequenos centros locais ou de forma centralizada agilizando as ações de suporte e agendamento de atividades melhorando o desempenho e diminuindo custos.

O sistema PIMS (Osisoft, Aspentech) fornece uma maneira segura de coletar e armazenar dados de uma variedade de equipamentos e sistemas, criando um repositório de dados abrangente e confiável (dados temporais e dados de fontes externas), organizados numa visão unificada na plataforma de gestão dos ativos. São terabytes de dados que, quando organizados, visualizados e analisados adequadamente, podem destacar anomalias e permitir a manutenção preventiva.

O sistema fornece notificações de desvios, juntamente com diagnósticos e prioridades objetivando reduzir os custos de manutenção, ajudando a reduzir o tempo de inatividade não-planejada (“*downtime*”) e reduzindo as necessidades gerais de manutenção. Como consequência reduz o tempo extra de inatividade e os custos da substituição de equipamentos danificados, evitando danos críticos ao mesmo, além de manter as operações seguras e produtivas.

O sistema detecta e identifica eventos e comportamentos anormais pelas diferenças entre os dados em tempo real e o comportamento previsto normal. Isso permite o gerenciamento de informações por exceção.

Através de recursos do PIMS, é possível definir o envio de mensagens específicas, formatadas conforme as características do equipamento, onde os profissionais são avisados da ocorrência do desvio e recebem todas as informações necessárias para o entendimento da falha possibilitando uma ação rápida e confiável.

O sistema envia notificações de *e-mail*/SMS para os usuários em uma escala de prioridades de atendimento. A configuração para o envio dos alertas obedece a uma escala de responsabilidades até que um usuário inicie o tratamento da notificação.

A interface do “Painel de Manutenção” é projetada para fornecer uma visão da disponibilidade e confiabilidade dos principais ativos da planta, em tempo real, a qualquer hora e em qualquer lugar.

Um modelo de dados baseado em metadados cria um contexto individual de cada equipamento que permite verificar as condições operacionais normais dos parâmetros relevantes, chamados **Regras**, como carga, temperaturas, pressões, leituras de vibração e condições ambientais. Em tempo real, o sistema compara as leituras reais dos sensores aos valores normais e previstos no funcionamento do equipamento.

As regras são as variáveis que o usuário define como importantes para a operação do equipamento. Em função das condições de operação de cada variável, dentro de um período de tempo selecionado pelo usuário, o Painel gera uma “nota” para o equipamento/regra. Esta nota depende do tempo que cada variável de manutenção

fica dentro dos limites definidos, sendo então exibida na interface com um gradiente de cor que vai do verde (dentro da faixa) até o vermelho (fora da faixa).

A interface é baseada na tecnologia “treemap”, facilitando assim a avaliação da criticidade de cada desvio. O monitoramento das regras determina a saúde do ativo em seu contexto operacional e permite a detecção de desvios no padrão de comportamento. O monitoramento das condições suporta tanto a vigilância contínua através do monitoramento de dados quanto à vigilância discreta ou periódica via gatilhos pré-definidos.



Figura 2 –Operação do Painel de Regras

Confiabilidade – Vendo problemas antes de acontecerem!

A ideia é configurar regras que antecipem a situação de falha dos equipamentos. Baseado em informações fornecidas pelas equipes de manutenção, o sistema é configurado para antecipar a ocorrência de falhas no equipamento de forma a alertar a equipe de manutenção antes que os sistemas de proteção e alarme existentes no nível do equipamento sejam acionados, evitando assim desligamentos indesejados ou até mesmo quebra dos equipamentos.

O objetivo (Figura 3) é prever e prevenir falhas, em tempo hábil, através de um melhor gerenciamento dos dados dos ativos de toda a planta, tornando a operação mais segura e confiável, garantindo o melhor desempenho a um custo sustentável mais baixo. O sistema processa dados em alta frequência, sendo capaz de detectar até os menores desvios alertando antes que problemas e interrupções ocorram.

*Gerenciamento de Confiabilidade: Reduzir downtime (prever problemas de equipamentos antes que ocorram).
Conformidade & Gestão de Integridade: Integridade dos ativos, monitorando mudanças nas condições de risco.
Otimização de Ativos: Maior disponibilidade, confiabilidade, risco e custos através de estratégias de ativos inteligentes.*

Figura 3 –Objetivos do Painel de Regras

2.3 ANÁLISE E VISUALIZAÇÃO DOS DADOS NO PAINEL DE REGRAS

O objetivo do “Painel de Manutenção” é identificar nos equipamentos monitorados uma série de variáveis que informam à equipe de manutenção qual a saúde do ativo. Para isso são realizadas reuniões de levantamento junto às equipes de manutenção com o intuito de definir quais equipamentos e quais as variáveis serão monitoradas. As variáveis identificadas são cadastradas no sistema e são chamadas de “Regras”. Para cada regra são definidos os limites de operação normais de acordo com as especificações do fornecedor e/ou das condições de processo.

O conjunto de regras definido para o ativo é um poderoso banco de dados que permite inclusive o treinamento de novos profissionais ajudando na formação de mão-de-obra. Essas regras funcionam com um “inspetor automático” da conformidade do padrão de operação dos equipamentos. Para cada regra devem-se definir os valores de limite inferior e superior e uma condição/filtro que indique se a variável deve ser verificada ou não naquele intervalo.

Para a implementação do Painel é necessário que estas variáveis estejam cadastradas na base do PIMS, podendo ser coletadas diretamente do processo ou através de entradas manuais. No processo de escolha e priorização dos equipamentos deve ser considerada a estratégia de incluir os equipamentos com o maior grau de automação e com coleta automática das variáveis importantes para a manutenção.

As regras do Painel são agrupadas conforme definição do especialista de manutenção. É importante a definição da estratégia de agrupamento das variáveis, de forma a permitir uma consulta que atenda diversas necessidades e visões, facilitando e agilizando a consulta aos usuários.

Uma abordagem interessante para o Painel apresenta no mínimo 03 (três) visões importantes para a manutenção:

- **Confiabilidade:** Avalia as variáveis associadas à integridade dos equipamentos da unidade, ou seja, os parâmetros que têm impacto na disponibilidade do equipamento.
- **Qualidade:** Avalia as variáveis associadas à qualidade do processo, ou seja, os parâmetros de manutenção que têm impacto na qualidade do produto.
- **Rentabilidade:** Avalia as variáveis associadas à rentabilidade do processo, ou seja, os parâmetros de manutenção que têm impacto no resultado operacional da unidade.

Outras visões importantes são: Segurança, Meio-Ambiente. Os levantamentos de campo são utilizados para definir esses agrupamentos e a necessidade de configurar painéis específicos para cada visão ou um único painel com toda a definição.

As regras são verificadas continuamente no Painel, considerando-se que para questões de manutenção os processos são contínuos, entretanto o Painel permite ao usuário definir um intervalo de tempo para avaliação das regras. Conforme as características de cada ativo, o usuário pode visualizar a saúde do equipamento conforme o seu ciclo de operação, podendo definir intervalos de visualização de minutos ou horas.

A visualização do resultado das regras pode ser no modo online ou no modo histórico. No modo online, o usuário define a taxa de atualização do Painel, ou seja, a periodicidade de apresentação dos novos resultados na tela. A cada intervalo definido, o Painel executa a validação das regras e exibe uma nota representando a situação do ativo. Essa nota funciona como um indicador de saúde do ativo e possui

no Painel uma representação visual na forma de um gradiente de cores do Verde ao Vermelho.

No modo histórico, o usuário define o período de avaliação do Painel e a validação é realizada uma única vez e exibidos os resultados.

O Painel possui uma interface (Figura 4) baseada no “*treemap*”, que é a tecnologia utilizada para a visualização e navegação dentro das regras definidas pelo usuário. Os treemaps exibem dados hierárquicos numa árvore-estruturada, como um conjunto de retângulos aninhados. Para cada ramo da árvore é definido um retângulo, que é, então, preenchido com retângulos menores lado a lado, os quais representam divisões do retângulo anterior. Cada retângulo tem uma área proporcional a uma dimensão especificada nos dados, no caso, a nota recebida pela regra. No treemap, os ramos são coloridos para mostrar a faixa de valor da dimensão selecionada. Como as dimensões de cor e tamanho são correlacionados com a estrutura do treemap pode-se, muitas vezes, ver padrões que seriam difíceis de detectar em outras formas de visualização.

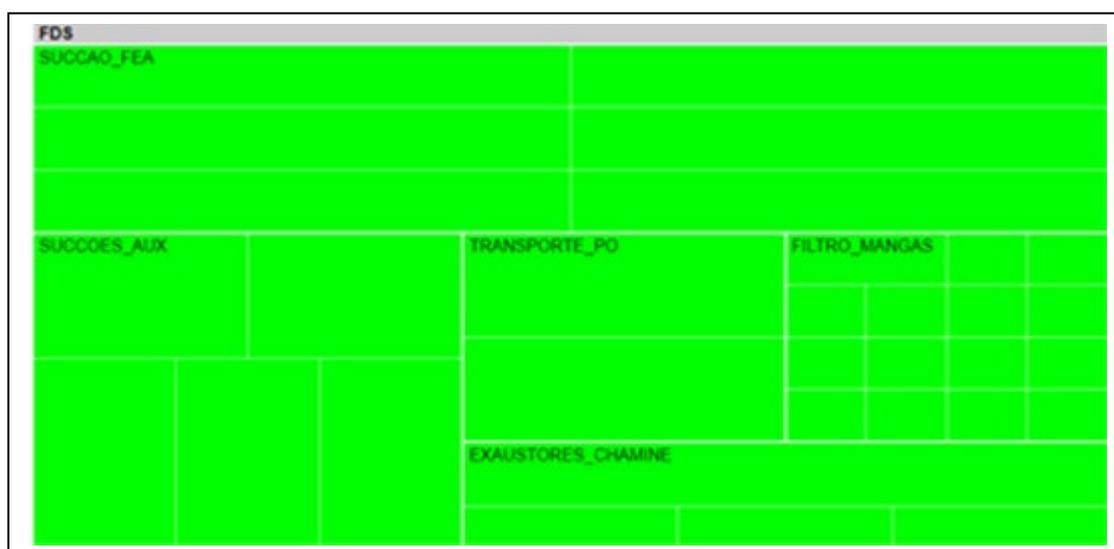


Figura 4 – Visualização das Regras no Treemap

A variação da cor indica o padrão de conformidade das regras. A nota de cada regra é proporcional ao tempo que a variável permanece fora dos limites. A nota para cada grupo é calculada (Tabela 1) como sendo a média ponderada das notas de cada regra, considerando que cada regra tem um peso definido pelo usuário conforme a importância da variável dentro do quesito considerado no grupo. Uma mesma variável pode ser cadastrada em um ou mais grupos e com pesos diferentes conforme o foco de cada grupo. Assim sendo, podemos exemplificar:

Tabela 1 – Cálculo das Notas do equipamento

Regra	Nota	Peso
R-20	10	1
R-21	5	2
R-22	0	1
R-23	9	5
Total do Grupo	10+10+0+45 = 65	9
Nota do grupo	65/9	7,22

Uma vez calculada a nota da regra ou grupo, o Painel faz a atualização do treemap(Figura 5) mostrando a situação do equipamento naquele instante:

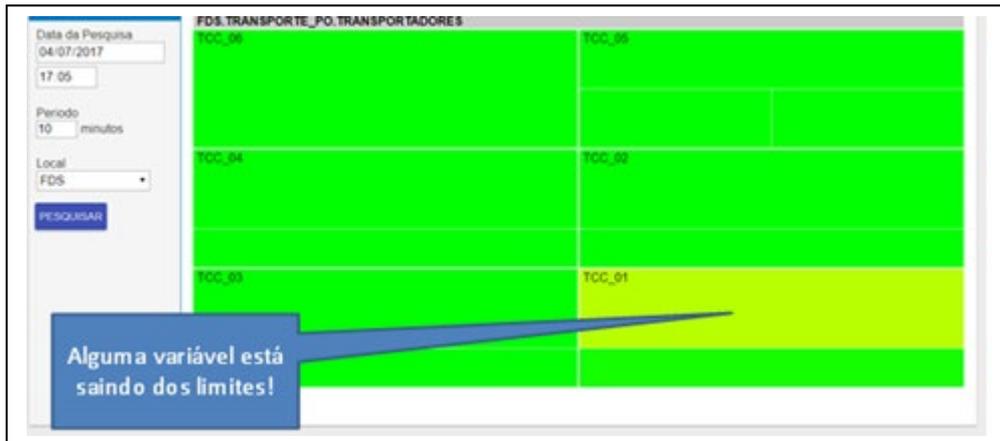


Figura 5 – Visualização da nota do equipamento no *treemap*

O número de regras em cada grupo é ilimitado, entretanto, para melhorar a visualização no gráfico, sugerimos um máximo de 12 (doze) variáveis por grupo. Em qualquer nível do treemap o usuário pode visualizar a lista de desvios do período pesquisado, contendo todas as regras do nível selecionado. Para cada desvio são exibidos os seguintes dados: nome da regra, hora em que ocorreu o desvio, valor da variável no momento do desvio, mínimo e máximo configurados, e tempo total em minutos que a variável permaneceu fora dos limites, número total de ocorrências e a condição de validação da regra. Selecionando uma linha na lista de desvios ou navegando no treemap até selecionar a regra desejada, o usuário pode visualizar o gráfico com o comportamento da variável no período.



Figura 6 – Gráfico de comportamento da variável com desvio

As regras permitem a configuração de um *tag* para disparo de envio de e-mail/SMS de notificação para os profissionais da equipe de manutenção responsáveis pela manutenção do equipamento em questão. O evento para disparo da notificação pode incluir uma expressão complexa ou a simples variação acima dos limites da variável. Para variáveis do tipo discreto (digital) podem ser configurados disparos

através de cálculos como o número de ocorrências ou tempo na condição de anormalidade.

O formato do e-mail é definido junto à equipe de manutenção e pode conter além da descrição, horário da ocorrência e valores dos limites dados estatísticos como quantidade de ocorrências no período, tempo total fora dos limites no período e um gráfico exibindo o comportamento da variável.

Pode ser anexada também uma URL contendo uma página HTML com uma tela contendo todas as informações necessárias para análise da ocorrência.



Figura 7 – E-mail de alerta de ocorrência de desvio

2.4 A ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO – POR ONDE COMEÇAR

Primeiramente é importante entender quais são os equipamentos críticos no processo. A criticidade geralmente é definida para cada equipamento ou máquina, levando-se em consideração o volume de produção, custo de manutenção, qualidade, segurança e impacto no meio ambiente. Após a definição da criticidade, devem-se iniciar os estudos para cada equipamento, no sentido de avaliar todos os componentes do sistema e como eles impactam no funcionamento do equipamento. Para isto são utilizadas ferramentas como Ishikawa (espinha de peixe), FMEA, FTA e RCM. Para priorização dos equipamentos incluídos no programa do CBM implica em responder a sete perguntas referentes aos ativos ou sistemas analisados, a saber:

1. Quais são as funções e os respectivos padrões de desempenho desejados para os ativos no atual contexto operacional (Funções)?
2. De que formas eles podem falhar e deixar de cumprir suas funções (Falhas Funcionais)?
3. Quais são as causas de cada falha funcional (Modos de Falha)?
4. O que acontece quando a falha ocorre (Efeitos da Falha)?
5. Quais são os problemas derivados da ocorrência da falha (Consequências da Falha)?
6. O que deve ser feito para predizer ou bloquear a falha (Tarefas Proativas e Periodicidades)?
7. O que deve ser feito se uma tarefa de bloqueio adequada não puder ser definida (Ações Compensatórias)?

3 CONCLUSÃO

Respondendo as questões acima sobre a estratégia de implementação, podemos:

- Recolher, analisar e visualizar os dados que são cruciais para a saúde dos ativos;
- Priorizar o trabalho determinando quais ativos são mais críticos para a saúde geral de sua operação;
- Compreender a verdadeira situação de cada ativo;
- Processar problemas com maior precisão antes que ocorram;
- Assegurar a integridade mecânica dos ativos e o cumprimento dos requisitos de fabricação;
- Definir e gerenciar estratégias de ativos com uma abordagem baseada na condição e gestão de riscos para melhor planejamento e eficiência;
- Aprender com análise contínua e em tempo real buscando entender as opções para mitigar potenciais problemas equilibrando os custos, riscos e benefícios associados.

Através do “Painel de Manutenção” é possível implementar uma estratégia inteligente de ativos, para cada equipamento, coletando e gerenciando os dados e gerando informações que auxiliem nas decisões e ajudem a maximizar os desempenhos do equipamento e global. O sistema possui uma escalabilidade dinâmica para atender às necessidades de crescimento e inclusão de novos ativos além de extensibilidade para aumentar a funcionalidade, regras novas, à medida que as necessidades evoluem. Os fatores críticos de sucesso da implementação do sistema são:

- O envolvimento efetivo das gerências e da alta administração;
- A integração das Gestões de Manutenção e Produção;
- A liderança dos profissionais-chave envolvidos;
- A confiabilidade dos dados e dos sistemas de informação;
- O treinamento e capacitação das equipes de manutenção;
- O total compartilhamento de informações e conhecimentos;
- O aumento da segurança e respeito ao meio-ambiente nas instalações;
- As políticas internas de incentivo à melhoria contínua.

O Painel pode ser implementado nas ferramentas PIMS da Osisoft e da Aspentech. O tempo de implementação do aplicativo é de aproximadamente 02 (dois) meses com 02 (dois) profissionais experientes na ferramenta. Normalmente a equipe de desenvolvimento faz a configuração do equipamento selecionado como piloto e disponibiliza a estrutura de cadastro para os usuários-chaves da corporação cliente, que será responsável por manter a base de dados, atualizando os dados e incluindo novas regras e equipamentos.

REFERÊNCIAS

- 1 CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. Metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 242 p. submissão de trabalhos.
- 2 KARDEC, A.; NASCIF, J. Manutenção: função estratégica. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- 3 ECSS-Q-30-02A7 Space Product - Assurance - Failure modes, effects and criticality analysis (FMECA). ECSS – Publication Division. Disponível em: <<http://www.ecss.nl/wp-content/uploads/standards/ecss-q/ECSS-Q-30-02A7Sept2001.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2018

- 4 Indicadores na manutenção - parte I –Capítulo 13 - DEE - Artigos de autoria do prof. JÚLIO NASCIF XAVIER; Disponível em: <<http://www.dee.ufrn.br/~joao/manut/15%20-%20Cap%EDtulo%2013.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2018..