

Capítulo XI

Manutenção centrada em confiabilidade como ferramenta estratégica

Por Igor Mateus de Araújo e João Maria Câmara*

Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM – Reliability Centered Maintenance) é um método utilizado para planejamento de manutenção que foi desenvolvido inicialmente na indústria aeronáutica e, posteriormente, adaptado para diversas outras indústrias e instituições militares. Este resumo apresenta uma discussão sobre a metodologia e mostra um sistema estruturado para sua aplicação, os diversos passos previstos, os resultados esperados e os benefícios estratégicos obtidos com a implantação dessa metodologia em uma empresa de mineração.

As empresas de classe mundial são aquelas que buscam a excelência nos serviços e produtos de sua competência. Para buscar esta excelência, as empresas perseguem sempre inovações e procuram estar na vanguarda da aplicação da tecnologia no seu processo produtivo e, principalmente, na gestão do seu maior patrimônio, que são os seus colaboradores internos e externos. Estas empresas buscam, ainda, nos departamentos de manutenção os resultados positivos de desempenho do seu sistema produtivo para garantir ganhos em produtividade e qualidade, simultaneamente a uma redução de custos de manutenção. Dessa forma, a manutenção passa a ser considerada como uma função estratégica, que agrega valor ao produto.

Dentre outras práticas adotadas pelas empresas de classe mundial, como forma de garantir a sua competitividade e a conseqüente perpetuação no mercado, está a prática da metodologia da Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM). A metodologia RCM, como é mais usualmente referenciada, é usada para determinar os requisitos de manutenção de qualquer item físico no seu

contexto operacional. Para isso, a metodologia analisa as funções e os padrões de desempenho: de que forma ocorre a falha, o que causa cada falha, o que acontece quando ocorre a falha e o que deve ser feito para preveni-la.

Como resultado, obtém-se um aumento da disponibilidade, o que permite um aumento de produção. A metodologia RCM teve sua origem na década de 1960 na indústria aeronáutica americana. Desde então vem sendo aplicada com sucesso por muitos anos, primeiro na indústria aeronáutica e, mais tarde, nas usinas nucleares, refinarias de petróleo e muitas outras indústrias.

RCM: perguntas e respostas básicas

A metodologia RCM ou Manutenção Centrada em Confiabilidade é um processo usado para determinar o que deve ser feito para assegurar que qualquer ativo físico continue a fazer o que seus usuários querem que ele faça no seu contexto operacional presente. Para ser desenvolvida, a metodologia utiliza sete perguntas sobre cada item em revisão ou sob análise crítica para que seja preservada a função do sistema produtivo, a saber:

1. Quais são as funções e os padrões de desempenho do ativo no seu contexto atual de operação?
2. De que forma ele falha em cumprir sua função?
3. O que causa cada falha funcional?
4. O que acontece quando ocorre cada falha?
5. De que modo cada falha importa?
6. O que pode ser feito para prever ou prevenir cada falha?
7. O que deve ser feito se não for encontrada uma tarefa proativa apropriada?

Dependendo das respostas dadas às perguntas

anteriores, a RCM sugere e direciona o replanejamento do programa de manutenção, de modo a se estabelecer o nível de desempenho aceitável por quem aplica esta metodologia. As respostas para as perguntas básicas da metodologia RCM podem ser desenvolvidas em sete passos, como definido a seguir (Kroner, 1999):

Passo 1: Selecionar a área do processo produtivo adequado para a aplicação da RCM

Identificar os bens da empresa que serão submetidos à metodologia da RCM. Organizar todas as informações dos ativos e fazer um meticuloso planejamento para a implantação. Os elementos-chave para o processo de planejamento são:

- Decidir quais ativos são mais prováveis de se beneficiarem do processo RCM e, se assim for, exatamente como eles irão se beneficiar;
- Estimar os recursos requeridos para aplicação do processo nos ativos selecionados;
- Nos casos em que os prováveis benefícios justificam o investimento, decidir em que detalhe, quem realizará e auditará cada análise, quando e onde, além de arranjar para receberem o treinamento adequado;
- Assegurar que o contexto operacional do ativo esteja claramente entendido.

Passo 2: Definir as funções e parâmetros de desempenho desejados

Antes que a metodologia RCM determine o que deve ser feito para assegurar que o ativo físico continue a fazer o que os seus usuários querem que ele faça, no seu contexto operacional atual, duas ações são necessárias:

- Determinar o que o usuário quer que ele faça – desempenho desejado;
- Assegurar que ele é capaz de fazer o que os seus usuários querem fazer – capacidade intrínseca – ou seja, ter a capacidade tecnológica processual produtiva.

Cada item físico tem funções que podem ser classificadas em:

- Funções primárias: são as funções que justificam por que o item foi adquirido. Esta categoria de função cobre as seguintes questões: velocidade, quantidade, capacidade de transporte ou armazenagem, qualidade do produto e serviços ao cliente.
- Funções secundárias: são funções reconhecidas e desejadas para que o item faça além das suas funções principais. Os usuários também têm expectativas nas áreas de segurança, controle, conforto, economia, entre outros.

Na prática, muitos ativos são adequadamente projetados e construídos. Por isso, é possível desenvolver programas de

manutenção que assegurem que tais ativos continuem a fazer o que seus usuários esperam. Tais ativos são passíveis de manutenção, como mostra a Figura 1.

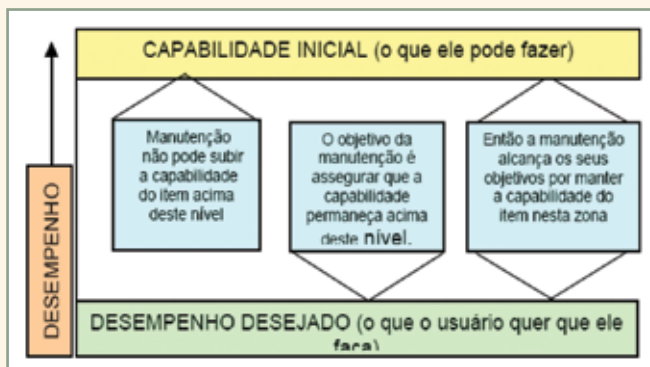


Figura 1 – Um item passível de manutenção (MOUBRAY, 2000)

Entretanto, se o desempenho desejado exceder a capacidade inicial, nenhum tipo de manutenção pode levar ao desempenho desejado. Ou seja, tais ativos não são passíveis de manutenção, como mostra a Figura 2.

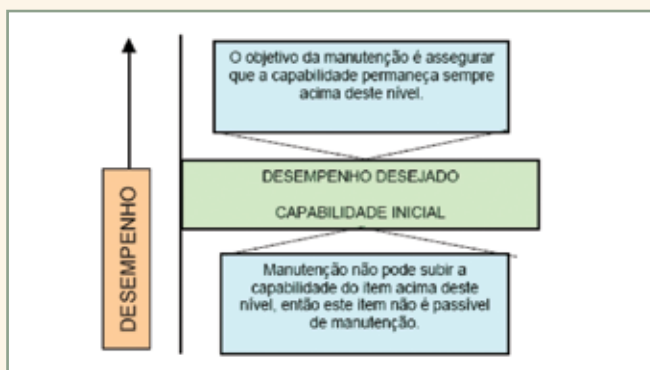


Figura 2 – Uma situação não passível de manutenção (MOUBRAY, 2000)

Passo 3: Determinar as falhas funcionais

Uma falha é definida como a perda da função. Uma falha funcional é definida como a incapacidade de qualquer ativo cumprir uma função para um padrão de desempenho que é aceitável pelo usuário. Os padrões de desempenho devem ser definidos em conjunto pelos departamentos de engenharia, produção e manutenção. Na Figura 3, está representada a definição da falha funcional. O desempenho desejado do ativo é maior que a sua capacidade, isto é, maior que a capacidade produtiva do ativo.

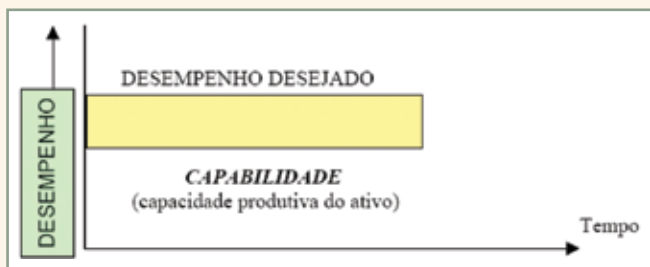


Figura 3 – Definição da falha funcional (MOUBRAY, 2000)

Todas as falhas funcionais que afetam cada função devem ser registradas. As falhas funcionais podem ser classificadas em falhas parciais e totais, falhas limites inferiores e superiores, e falhas de contexto operacional.

Falhas parciais e totais

A definição de falha funcional total significa perda total da função. Nesta situação, o ativo pode ainda funcionar, mas fora dos limites aceitáveis. A falha parcial é causada de forma diferente da falha total. Isto é, o ativo está falhando, mas ainda funciona dentro dos limites aceitáveis de desempenho requerido pelo usuário. Na Figura 4, está representado o ativo que ainda está funcionando, mesmo com alguma deterioração.

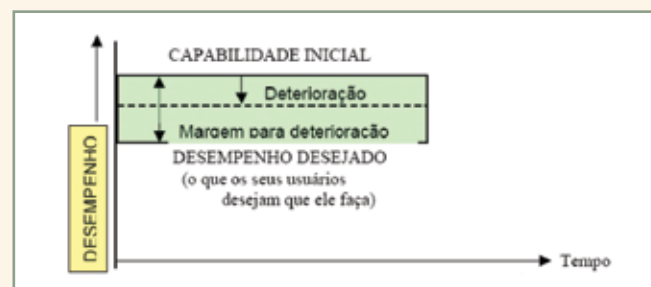


Figura 4 – Ativo com deterioração que ainda está funcionando (MOUBRAY, 2000)

Falhas limites inferiores e superiores

São falhas funcionais relacionadas a uma faixa de desempenho. Isto é, o desempenho é associado a alguma função, que pode variar entre um limite inferior e um limite superior.

Um ativo estará na condição de falha se trabalhar abaixo do limite inferior e/ou acima do limite superior. Nestes casos, as duas situações de falha devem ser investigadas separadamente, pois podem ter os modos de falha e conseqüências diferentes.

Na Figura 5, estão representados os padrões de desempenho associados aos limites inferior e superior.

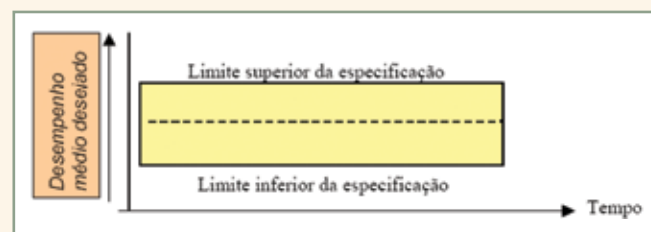


Figura 5 – Padrão de desempenho; limites superior e inferior (MOUBRAY, 2000)

A definição da falha no contexto operacional leva a várias visões da falha. Na forma tradicional, para exemplificar este estado de falha, uma máquina do sistema produtivo tem um sistema hidráulico para desempenhar sua função. Este sistema hidráulico começa a ter um vazamento de óleo hidráulico, que é observado no contexto operacional por vários departamentos envolvidos no processo produtivo. Na Figura 6, estão representadas as visões diferentes sobre a falha.

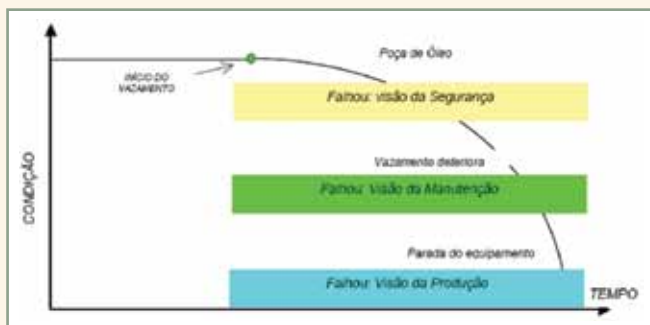


Figura 6 – Visões diferentes sobre a falha (LAFRAYA, 2001)

Analisando a condição da Figura 6, para o técnico de segurança, pode-se dizer que a falha funcional ocorreu se o vazamento criar uma poça de óleo no chão, onde as pessoas podem escorregar e cair ou pode possibilitar risco de incêndio. No entanto, o gerente de manutenção pode sugerir que uma falha funcional ocorreu se o vazamento causou consumo excessivo de óleo hidráulico durante um longo período. O gerente de produção considera o vazamento como falha funcional se o vazamento pode parar totalmente o equipamento. O enfoque multidisciplinar da RCM exige uma discussão e definição de qual visão da falha é relevante no contexto operacional.

Passo 4: Determinar o modo de falha, seus efeitos e consequências

Uma vez que cada falha funcional foi identificada, o próximo passo é tentar identificar todos os eventos prováveis (modo de falha) que causam cada falha funcional, os seus efeitos e consequências. Para determinar os modos, efeitos e consequências da falha, utiliza-se uma técnica indutiva, estruturada e lógica para identificar e/ou antecipar a(s) causa(s), os efeitos e as consequências de cada modo de falha de um item do sistema produtivo. Esta técnica é conhecida como Análise de Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA – Failure Mode and Effect Analysis). Para a aplicação da técnica FMEA, em uma investigação de uma falha funcional de um item, a metodologia utiliza um formulário com várias perguntas. Estas perguntas geram informações que poderão conduzir o gestor do processo a optar por um determinado tipo de ação para eliminar a causa da falha, amenizar os seus efeitos e consequências.

Passo 5: Selecionar o tipo de manutenção

Após a conclusão da Análise de Modo de Falha e Efeitos, deve-se selecionar o tipo de manutenção preventiva tecnicamente adequado para assegurar que a falha não acontecerá e, se acontecer, que os seus efeitos sejam adequadamente tratados. Podem-se definir como manutenção preventiva as tarefas efetuadas a intervalos predeterminados, conforme critérios prescritos e planejados, destinados a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do desempenho de um item. As tarefas de manutenção preventiva podem então ser classificadas em: baseada no tempo (manutenção preventiva clássica), baseada na condição (manutenção preditiva) e

baseada em testes para descobrir a falha (manutenção detectiva).

Baseada no tempo (manutenção preventiva)

Destinada à prevenção ou à postergação da falha, pode incluir: substituição, restauração ou inspeção. Este tipo de manutenção tem a característica de que suas ações e sua periodicidade são predeterminadas e ocorrerão sem informações adicionais na data preestabelecida. Estas ações são tecnicamente viáveis quando:

- Há um ponto identificável do aumento da taxa condicional de falha;
- A maioria dos itens sobrevive àquela data;
- Restaura a resistência do item ao valor inicial.

Baseada na condição (manutenção preditiva)

Destinada à detecção do início da falha ou do sintoma da falha, este tipo de manutenção permite a medição de um parâmetro de desempenho diretamente e a obtenção de uma correlação com a iniciação da falha. Este tipo de manutenção é tecnicamente viável quando:

- É possível se identificar claramente o processo de deterioração;
- O tempo para a falha é razoavelmente determinável;
- O intervalo das medições é menor que o intervalo para falha;
- O tempo para a falha após a medição é suficiente para prevenir ou evitar as consequências da falha funcional.

Alguns exemplos de manutenção preditiva são medição de espessuras, medição de vibração, termografia, etc. Deve-se considerar o processo de deterioração das condições que leva à falha. Após o início do processo de falha, uma técnica de manutenção preditiva qualquer poderá detectar o processo de falha. A manutenção preventiva será efetiva quando for possível determinar com precisão o intervalo entre o ponto de início do processo de falha (chamado ponto P) e a falha funcional (ponto F), ou seja, o tempo de evolução de falha PF. Se o intervalo de inspeção for maior que o intervalo PF, a manutenção preditiva será ineficiente, pois a falha ocorrerá em ocasião indesejável.

Baseada em testes para descobrir a falha (manutenção detectiva)

Determinada a revelar falhas ocultas, antes de uma necessidade operacional, esta manutenção tem a missão de descobrir falhas ocultas. As falhas ocultas são aquelas que não se tornam evidentes ao operador ou equipe em condições normais de operação. Alguns exemplos de testes para descobrir as falhas são testes em alarmes de níveis, testes em motogeradores reservas, testes em motobombas reservas e testes em válvulas de segurança.

Manutenção corretiva

Chama-se de manutenção corretiva aquela tarefa efetuada após

a ocorrência de uma falha e destinada a recolocar um item em um estado em que possa executar sua função requerida. A manutenção corretiva é efetiva quando:

- Nenhuma manutenção preventiva for efetiva;
- O custo da falha for menor que a manutenção preventiva para evitar a falha.
- A falha for de baixa importância.

Passo 6: Formular e implementar o plano de manutenção

Ao iniciar a formulação do plano de manutenção e posterior implantação das recomendações da RCM, é conveniente comparar estas recomendações com as atividades de manutenção já existentes no programa de manutenção. A questão então é decidir se devem ser feitas novas atividades, mudar as atividades existentes ou até mesmo eliminar algumas atividades de manutenção.

Passo 7: Melhoria contínua

Após implantação da manutenção centrada em confiabilidade, revisões periódicas são mandatórias. O objetivo destas atividades contínuas de revisão periódica é reduzir as falhas, aumentar a qualidade da manutenção e a disponibilidade dos recursos, identificar a necessidade de expandir o programa RCM, reagir às mudanças na indústria e nas condições econômicas. Sempre existe um modo melhor de fazer as coisas. A melhoria contínua, também conhecida

como kaizen, deve ser uma preocupação constante das organizações e das pessoas. Essa melhoria atinge os métodos, os processos, as pessoas, as ferramentas, as máquinas, enfim, tudo que se relaciona com as atividades no dia a dia.

Benefícios da RCM

Os benefícios obtidos com a prática da Manutenção Centrada em Confiabilidade são vários e podem ser traduzidos como sete benefícios, como listados a seguir:

Maior segurança e proteção ambiental: no conjunto de benefícios da RCM, a segurança operacional e a integridade do meio ambiente são os principais benefícios obtidos com a metodologia. Estes benefícios são resultados das informações geradas pela RCM para identificar todos os possíveis riscos de falha nos equipamentos.

Desempenho operacional melhorado: o desempenho operacional é melhorado porque os gestores do programa têm informações técnicas para escolher melhores práticas de manutenção, garantindo maior disponibilidade dos equipamentos no sistema produtivo. O aumento da disponibilidade dos equipamentos pode ser visto também como uma redução no tempo de reparo.

Eficiência maior de manutenção (custo efetivo): com as informações técnicas obtidas pela RCM, os gestores do programa

podem adotar as melhores práticas de manutenção para garantir que o capital investido na manutenção tenha o melhor retorno. Estima-se que a RCM corretamente aplicada aos sistemas de manutenção existentes reduza de 40% a 70% a quantidade de trabalho de rotina, e de 10% a 30% do total de trabalhos de emergência.

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 fique por mais tempo disponível no seu contexto operacional. O resultado dessa manutenção garante que cada componente do equipamento receba a manutenção necessária para cumprir a sua função e garantir uma vida mais longa do equipamento.

Banco de dados de manutenção melhorado: os registros gerados pela RCM proporcionam a obtenção de um bom 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 responsáveis pela manutenção, 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 das soluções dos problemas do dia a dia. A metodologia RCM promove

esta integração quando reúne equipes multifuncionais para a análise e solução dos problemas. Isso aumenta o grau de comprometimento e compartilhamento de toda a organização da empresa na solução dos problemas.

Social: a sociedade é a grande beneficiária dos resultados obtidos pela implantação correta da RCM, que tem como objetivo eliminar ou reduzir ao máximo as probabilidades das falhas funcionais e criar procedimentos adequados para minimizar os efeitos e consequências das falhas. Com isso, os recursos naturais para as atividades industriais serão usados mais racionalmente, sem desperdício, e os possíveis acidentes com agressão ao meio ambiente serão evitados.

**IGOR MATEUS DE ARAÚJO é engenheiro eletricista, atua na área de manutenção elétrica desde 2003 e é, atualmente, gestor da Unidade de Manutenção de Subestações e Linhas de Transmissão da Companhia Energética do Rio Grande do Norte (Cosern).*

JOÃO MARIA CÂMARA é técnico em eletrotécnica, engenheiro eletricista, engenheiro de segurança do trabalho e especialista em instrumentação. Foi chefe do departamento de manutenção elétrica da Indústria Têxtil Seridó, professor do departamento de engenharia elétrica da Universidade Federal do Maranhão e, atualmente, é professor e chefe do departamento de engenharia elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO
 Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
 Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br