

# GERENCIAMENTO DE ATIVOS DE AUTOMAÇÃO: UMA SOLUÇÃO PARA A MANUTENÇÃO BASEADA NA CONDIÇÃO<sup>1</sup>

Jedson Alessandro Damasceno<sup>2</sup>  
Marcos de Oliveira Fonseca<sup>3</sup>

## Resumo

A Excelência Operacional é um dos principais fatores de sucesso para as empresas no mercado globalizado. Nesse contexto, o gerenciamento de ativos permite maximizar o retorno sobre os ativos e garantir a sustentabilidade dos resultados objetivados pelas empresas dentro da excelência operacional. O presente trabalho apresenta o assunto Gerenciamento de Ativos com foco na manutenção baseada em condição dos ativos de instrumentação e dispositivos elétricos de baixa tensão. A monitoração desses ativos de forma contínua assegura um tempo mínimo de verificação das condições destes equipamentos e, portanto, uma manutenção perto do ótimo teórico, pressupondo que as ações de manutenção ocorrerão de forma adequada. Serão apresentadas, também, as principais características de ferramentas PAM (*Plant Asset Management*), os requisitos de projeto e os benefícios, enfatizando os resultados proporcionados pela tecnologia.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de ativos; Instrumentação; Dispositivos elétricos; Manutenção pró-ativa.

## AUTOMATION ASSET MANAGEMENT: A SOLUTION FOR THE MAINTENANCE BASED ON CONDITION

### Abstract

The Operational Excellency is one of the main success factors for the companies in the global market. In this context, the asset management allows maximizing the return on the assets and the guarantee the sustaining of the results objectified for the companies in the Operational Excellency. The present work presents the subject Asset Management with focus in the maintenance based on instrumentation assets and low voltage electric devices condition. The monitoring of these assets in continuous form assures a minimum verification time of these equipments conditions and, therefore, maintenance close to the optimal theory, estimating that the maintenance actions will occur in an adequate form.

The main features of PAM (*Plant Asset Management*) tools, the requirements of project and benefits will also be presented, emphasizing the proportionate results for the technology.

**Key words:** Asset management; Instrumentation; Electric devices; Pro-active maintenance.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 12º Seminário de Automação de Processos, 1 a 3 de outubro de 2008, Vitória, ES*

<sup>2</sup> *Engenheiro Eletricista, M.Sc., Consultor de Engenharia de Automação da ATAN Sistemas de Automação LTDA., Belo Horizonte – MG, Brasil.*

<sup>3</sup> *Engenheiro Eletricista, M.Sc., Diretor da Divisão de Tecnologia de Automação da ATAN Sistemas de Automação LTDA., Belo Horizonte – MG, Brasil.*

# 1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento de ativos é um elemento vital para que as organizações possam evoluir dentro do modelo de Excelência Operacional objetivado pelas empresas em um mercado cada vez mais competitivo. O resultado das empresas depende do correto funcionamento dos ativos de produção e de sua infra-estrutura operacional. O gerenciamento eficiente de ativos que objetive a melhoria contínua é um dos alicerces do desempenho proporcionado pela Excelência Operacional (Figura 1).

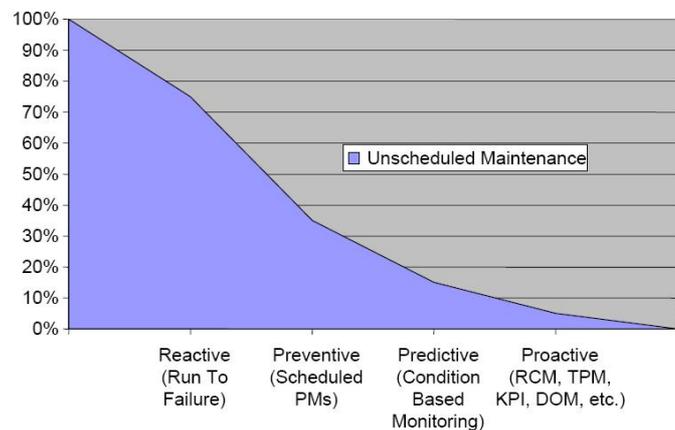


Fonte: ARC Advisory Group

**Figura 1.** Dependência do desempenho proporcionado pelo *Plant Asset Management* (PAM)

Através do gerenciamento de ativos, as equipes de manutenção passam a ocupar um papel de destaque dentro do modelo de negócio das empresas, uma vez que a visão estratégica passa pela redução de custos e pelo aumento de eficiência, proporcionados pela atuação pró-ativa de seus colaboradores, em contraponto com o modelo tradicional de atuação corretiva/preventiva.

A Figura 2 mostra como a manutenção preditiva/pró-ativa permite uma redução severa na manutenção não-programada, o que aumenta, consideravelmente, o OEE (*Overall Equipment Effectiveness* ou Índice Global de Eficiência dos Equipamentos) dos ativos de produção, maximizando o retorno proporcionado pelos mesmos.



Fonte: ARC Advisory Group

**Figura 2.** Impacto do modelo de manutenção na performance, na disponibilidade e na capacidade do processo

Para uma consistente implementação do gerenciamento de ativos, as empresas devem romper com alguns paradigmas do modelo de manutenção e operação de suas plantas. A estrutura tradicional de equipes, direcionada para atuar com recursos escassos e falta de apoio tecnológico, deve passar por uma reavaliação completa. A utilização de tecnologias e metodologias de gestão, baseadas no RPM (*Real-time Performance Management*), no controle de indicadores chaves (KPIs), no controle de mudanças (*Change Management*), na melhoria contínua e na gestão de

conhecimento é um aspecto que não pode ser tratado de forma implícita. O remodelamento do papel da manutenção e da operação, assim como dos setores afins, deve ser feito dentro de uma visão multidimensional (Tabela 1) que reflita as melhores práticas do mercado mundial, facilitando a tomada de decisões com base em dados concretos proporcionados pelo PAM (Figura 3).

**Tabela 1.** Dimensões do gerenciamento de ativos

Dimensão	Descrição
Classes de ativos	Diferentes classes de ativos que estão sob responsabilidade dos times.
Pessoas	Estratégias de gestão para os indivíduos que deverão assumir os vários papéis no gerenciamento de ativos.
Reposição de peças	Estratégia de gerenciamento das peças que estão sob responsabilidade da equipe para suporte à base de ativos.
Processos	Práticas, metodologias, políticas e procedimentos para a execução das atividades envolvidas.
Medições (KPIs)	Medições e indicadores importantes para a determinação precisa da saúde dos ativos e da necessidade de ação sobre os mesmos.
Informação	Gestão das informações necessárias para o gerenciamento de ativos.

Fonte: ARC Advisory Group

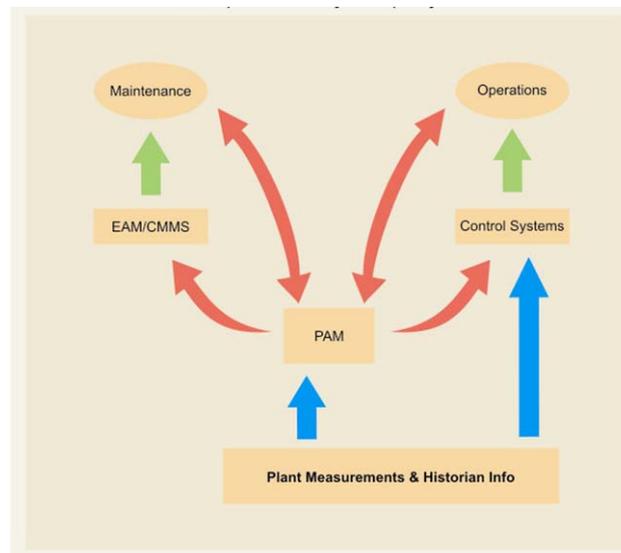


Fig.: 1200 (Rev.:000)

Fonte: ARC Advisory Group

**Figura 3.** Tomada de decisões pela manutenção e pela operação utilizando o PAM

Atualmente, existem soluções para a gestão das diversas classes de ativos que afetam diretamente o processo produtivo das empresas. Como classes de ativos, normalmente são considerados os ativos físicos (como máquinas e equipamentos) e os lógicos (como programas, configurações e KPIs) que representam toda a infraestrutura dos sistemas de operação suportados pela manutenção das empresas. As principais soluções disponíveis no mercado permitem gerenciar, de forma eficiente, as diversas classes de ativos, dentre as quais se destacam:

- Monitoração de processo;
- Monitoração de temperatura e vibração de máquinas;
- Eficiência de equipamentos (OEE);
- Paradas de equipamentos;
- **Instrumentação**;
- Malhas de controle;
- **Dispositivos elétricos inteligentes (CCMi)**;
- Redes de controle e de comunicação;

- Servidores e estações;
- Configuração de sistemas de TA; e
- Alarmes de processo e de sistemas.

Apesar da diversidade de soluções disponíveis no mercado, o modelo de gestão deve seguir uma metodologia uniforme e consistente que, aliada aos recursos tecnológicos disponíveis, garanta a obtenção dos seguintes benefícios:

- Aumento da disponibilidade, performance e capacidade do processo;
- Melhoria da qualidade do produto;
- Redução dos custos de manutenção e reposição de ativos;
- Melhoria contínua da utilização dos ativos;
- Aumento do retorno sobre ativos;
- Redução do custo total de propriedade;
- Aumento da segurança operacional e da segurança da informação; e
- Atendimento e conformidade com regulamentações governamentais (como FDA e Sarbanes-Oxley).

Este trabalho se restringe ao gerenciamento de ativos de instrumentação e de CCMs inteligentes (dispositivos elétricos de baixa tensão), bem como suas características, requisitos e benefícios.

Serão apresentados, a seguir, alguns conceitos básicos e dados de referência para contextualizar o assunto e justificar o uso de ferramentas de Gerenciamento de Ativos.

## 2 CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Antes de tratar do assunto custos de manutenção, é preciso definir os tipos de manutenção existentes, visando a um melhor entendimento dos termos utilizados:

- Manutenção Reativa é a corretiva, baseada em condições reais (falhas);
- Manutenção Preventiva é a periódica;
- Manutenção Preditiva é aquela baseada na projeção da degradação dos ativos, com base nas condições monitoradas por inspeção, on-line ou não;
- Manutenção Pró-Ativa é aquela baseada em condições monitoradas de forma contínua, atuando quando os ativos apresentam desvios da condição ótima esperada;

Este trabalho enfatiza, justamente, a aplicação da manutenção pró-ativa e a importância do uso de ferramentas de Gerenciamento de Ativos para esta finalidade. Os custos da manutenção em uma planta correspondem a 40% do custo de manufatura. Deste montante, 10% está relacionado aos sistemas de controle e automação, segundo Verhappen.<sup>(1)</sup>

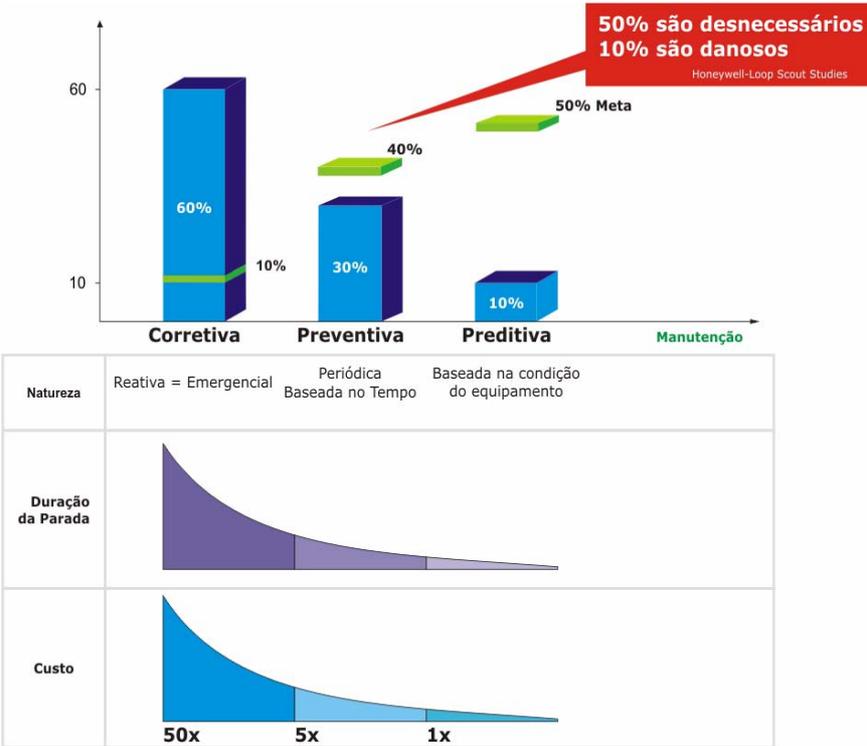
A manutenção corretiva representa, hoje, 60% dos esforços, quando deveria representar apenas 10%; a manutenção preventiva ocupa 30%, ao invés do valor desejado de 40%; e a manutenção preditiva/pró-ativa responde por 10%, quando a meta deveria ser 50%. Pode-se considerar a manutenção pró-ativa como uma evolução da manutenção preditiva proporcionada pelas soluções de RPM.

A manutenção corretiva ou reativa ocorre quando os equipamentos estão comprometidos com a produção, independente de existirem sobressalentes e peças de reposição no almoxarifado, o que força a compra esporádica de partes numa condição de negociação adversa. Se a peça não estiver disponível, deve-se somar ao tempo de restabelecimento do processo o tempo para obter uma substituta para a defeituosa. Estima-se, por esses e outros fatores, que o custo da manutenção corretiva corresponda a 10 vezes o custo da manutenção preventiva.

A manutenção preventiva, por sua vez, tem uma natureza temporal, ocorrendo depois de um determinado período de operação, de forma a se antecipar a uma possível falha estimada. Este tipo de intervenção não está baseada na real condição do equipamento, mas apenas em critérios temporais. Cerca de 60% da manutenção preventiva mostra-se desnecessária e 10% causa danos, que não existiam antes, ao equipamento.

Esta estatística demonstra que a manutenção é importante, mas que a maneira de diminuir os custos e evoluir no tipo de modelo adotado: Corretiva >> Preventiva >> Preditiva ou Emergencial >> Temporal >> Baseada em condições reais.

Além do custo do reparo, propriamente dito, deve-se analisar o custo da perda de produção ocasionada pela parada. Este custo, normalmente, é muito superior ao da manutenção.



Fonte: ARC Advisory Group

Figura 4. Manutenção corretiva x preventiva x preditiva

A maior parte das falhas de sistemas de controle e automação se deve a problemas de instrumentação: sensores e atuadores que são, justamente, os dispositivos mais expostos às condições do ambiente de produção, como calor, umidade e vibração. Os elementos que residem em salas de controle com temperatura controlada, como os CLPs, são os de menor índice de falhas. Tudo isso serve para justificar o uso de gerenciamento de ativos como ferramenta de CBM (*Condition Based Maintenance*).

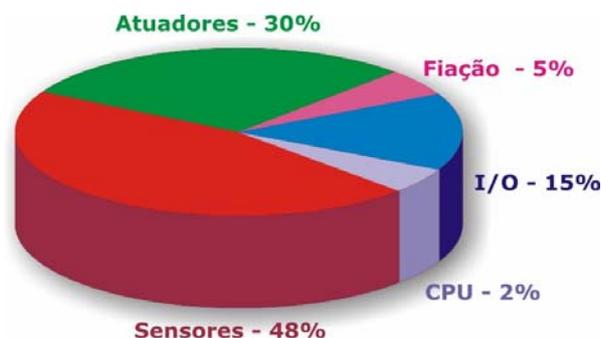


Fig. 1406 (Rev.:000)

Fonte: ARC Advisory Group

**Figura 5.** Índice de falhas em instrumentação e controle

### 3 SOLUÇÃO DE GERENCIAMENTO DE ATIVOS DE INSTRUMENTAÇÃO E DISPOSITIVOS

Entre as diversas classes de ativos que afetam a produção, destacam-se a Instrumentação de Campo e os Dispositivos Elétricos de CCMs Inteligentes em Baixa Tensão. Estas duas classes representam a grande maioria dos ativos que possibilitam a execução das lógicas e estratégias de controle clássico e avançado; ou seja, elas estão na base da pirâmide dos sistemas de automação e são peças fundamentais na implementação destes sistemas. É por isso que estes ativos estão sendo evidenciados neste trabalho. Além disso, é importante destacar que as ferramentas de PAM disponíveis no mercado tendem a englobar estas duas classes de ativos em um único ambiente de monitoração.

Uma análise inicial é necessária para se ter uma visão global das duas grandes tendências de linhas de desenvolvimento de ferramentas de gerenciamento de ativos de instrumentação e de dispositivos elétricos de CCMs. São bem claras a similaridade e as tendências das ferramentas destes dois grupos, podendo-se destacar as seguintes características:

- Grupo 1:
  - Grande dependência das ferramentas de gerenciamento de ativos com o uso de seus sistemas de controle híbridos; e
  - Separação das tarefas de monitoramento cíclicas (em tempo-real) e acíclicas (sob-demanda) em dois ambientes de aplicação: 1) através da funcionalidade de IHM (no respectivo supervisório) com monitoramento em tempo-real dos instrumentos/dispositivos, permitindo a identificação inicial do problema; 2) através da chamada de outro módulo de software, para um detalhamento deste diagnóstico, que permite o acesso via FDT/DTM ou EDDL dos instrumentos/dispositivos.
- Grupo 2:
  - Maior independência de suas ferramentas de gerenciamento de ativos, com relação ao uso conjugado com seus sistemas de controle; e
  - Ambiente único para monitoramento cíclico (em tempo-real) e acíclico (sob-demanda).

### 3.1 Ativos de Instrumentação

Com o advento das tecnologias de redes de campo e o desenvolvimento de instrumentos inteligentes, com recursos cada vez mais avançados, tornou-se possível e, até mesmo, inevitável, o gerenciamento destes ativos. Assim, a informação distribuída nesses equipamentos é consolidada e disponibilizada em um sistema que permita a análise e a tomada de decisões pela manutenção.

Esse desenvolvimento proporcionou que os ativos de instrumentação adquirissem uma maior autonomia no processo, não sendo somente mais um elemento sensor ou atuador, mas, agora, fornecendo informações sobre a sua própria “saúde” e, até mesmo, sobre o comportamento do processo em que se encontra. Contudo, aparecem as chamadas ferramentas de gerenciamento de ativos de instrumentação, que propiciam diversas funcionalidades – como identificação, monitoração, diagnóstico avançado, calibração e configuração –, além de disponibilizarem diversos dados do estado dos instrumentos para a geração de indicadores gerenciais (KPIs).

Algumas características das ferramentas de PAM de instrumentação são listadas a seguir:

- Solução *stand-alone* ou, em alguns casos, parte integrante da arquitetura do fabricante;
- Solução baseada em dispositivos inteligentes;
- Uso de informações de processo para análise da saúde dos ativos;
- Capacidade de integração com diversos fabricantes de instrumentos e dispositivos;
- Uso de interfaces (janelas) comuns para diversos ativos (instrumentos e dispositivos);
- Monitoração remota de ativos;
- Integração com Sistemas de Gerenciamento de Manutenção (EAM/CMMS);
- Suporte para exibição de documentação (como desenhos, manuais e listas);
- Suporte a soluções *wireless*;
- Comissionamento, configuração e diagnósticos dos dispositivos de campo;
- Gerenciamento de mudanças de dispositivos;
- Alarmes preditivos;
- Otimização de performance de dispositivos;
- Gerenciamento de dados;
- Diagnóstico avançado;
- Mensagens de alarmes em SMS (via telefone celular, PDA etc.);
- Indicação gráfica de saúde do ativo, severidade, alarmes e recomendações; e
- Utilização de diversos protocolos: HART, Foundation Fieldbus, Profibus, FDT, EDDL.



Fonte: ATAN Sistemas de Automação LTDA.

**Figura 6.** Configuração típica para gerenciamento de ativos de instrumentação

### 3.2 Ativos de CCMs Inteligentes (Dispositivos Elétricos de Baixa Tensão)

Nos dias atuais, sistemas de controle de motores ocupam um papel importante nos processos industriais. Eles são, freqüentemente, abrigados em Centros de Controle de Motores (CCMs) que contêm um arranjo detalhado de controle e de monitoração dos dispositivos. Nos últimos anos, os CCMs evoluíram para a inclusão de tecnologias em seus componentes, como, por exemplo, inversores de freqüência, *soft starters* e relés eletrônicos de sobrecarga.

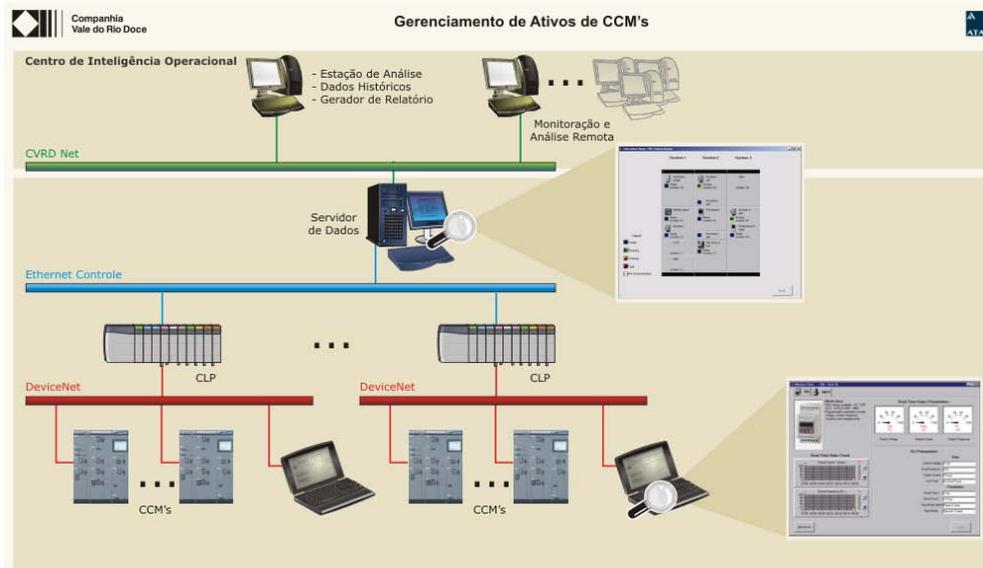
Estes avanços tecnológicos proveram uma grande oportunidade de coleta de dados, e transformar estas “ilhas” de dados em informações úteis é o principal desafio. O uso eficaz destas informações pode melhorar a produtividade e minimizar os tempos de paradas, além de oferecer oportunidades para que a segurança das pessoas seja melhorada.

Uma solução de CCM Inteligente possui algumas características claras que definem sua concepção: uma rede de comunicação no nível de dispositivos elétricos, componentes inteligentes para controle de motores e um software para monitoração e configuração. Esta é a base para a gestão dos ativos de CCMs, ou seja, toda esta infra-estrutura de CCM deve estar presente nas áreas consideradas críticas para o processo produtivo.

Algumas características das ferramentas de PAM de CCMs inteligentes são listadas a seguir:

- Visualização dos equipamentos, através de uma representação gráfica que permite identificar, facilmente, toda a linha do CCM;
- Visualização de variáveis e parâmetros, com medidores analógicos configuráveis, gráficos de tendência configuráveis, estado do dispositivo e parâmetros;
- Visualização de Planilhas, permitindo acessar os dados do CCM;
- Visualização da Documentação, como Manuais e Diagramas de Cabeamento em formato eletrônico;

- Lista de Peças de Reposição;
- Lista de Peças de Reposição, fornecendo as informações específicas da peça de reposição necessária para consertar a unidade CCM; e
- Registro de Eventos, armazenando as mudanças ocorridas no CCM com sua respectiva data e hora.



Fonte: ATAN Sistemas de Automação LTDA.

**Figura 7.** Configuração típica para gerenciamento de ativos de CCM

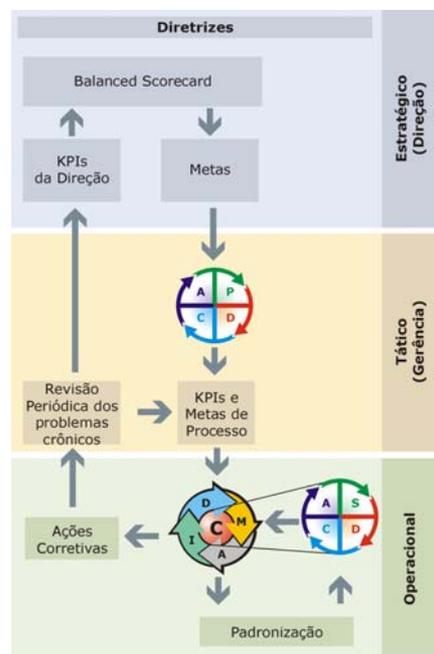
#### 4 REQUISITOS PARA O SUCESSO NA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ATIVOS

Devem ser observados alguns pontos de suma importância para o sucesso na Implantação de um Sistema de Gerenciamento de Ativos de Instrumentação e Dispositivos de CCM inteligente:

- Utilização de Instrumentos/Dispositivos com recurso de diagnóstico de acordo com a tecnologia escolhida, com garantia e histórico de aplicações similares ao processo considerado;
- Projeto, instalação e comissionamento do sistema, em conformidade com os padrões e as melhores práticas adotadas pelo mercado, visando aumentar sua estabilidade operacional;
- Redes de campo bem instaladas e certificadas, com utilização de mão-de-obra altamente especializada;
- Acompanhamento do desenvolvimento do projeto pelo cliente (pessoal de manutenção com experiência) desde o início; ou seja: o projeto deve ter um “pai”, que deve agregar práticas e valores de uma boa manutenção ao projeto;
- Participação dos clientes (pessoal de manutenção) no desenvolvimento dos aplicativos dos sistemas de automação, juntamente com o fornecedor;
- Realização de testes de integração/certificação para Gerenciamento de Ativos, utilização de um exemplo de cada Instrumento/Dispositivo especificado para o projeto, para testes na plataforma do fornecedor do sistema;

- Investimento em mão-de-obra especializada em instrumentação e controle, com bons conhecimentos de informática;
- Utilização de indicadores (KPIs) representativos e que facilitem a o reconhecimento rápido da saúde dos ativos e que permitam sua agregação através de grupo de ativos, unidade, planta e corporação; e
- Implantação de metodologia de trabalho aplicada a pessoas, tecnologia e procedimentos, com o intuito de estabelecer um modelo de gestão que possibilite usufruir de todos os recursos oferecidos pela ferramenta de forma eficiente, a fim de seguir para uma melhoria contínua.

O modelo de gestão deve garantir que o sistema de gerenciamento de ativos seja apenas uma ferramenta dentro do processo de melhoria contínua. Este modelo deve, também, garantir que sejam implementadas todas as ações necessárias para maximizar o retorno sobre os ativos. A seguir, é apresentado um modelo de gestão que utiliza as técnicas consagradas de *Balanced Scorecards*, PDCA/SDCA e *Six-Sigma*.



Fonte: ATAN Sistemas de Automação LTDA.  
**Figura 8.** Modelo de gestão de ativos

## 5 RESULTADOS ESPERADOS COM O GERENCIAMENTO DE ATIVOS DE INSTRUMENTAÇÃO E DISPOSITIVOS

Um dos principais objetivos de realizar a gestão de ativos de instrumentação e de dispositivos elétricos de baixa tensão é diminuir o tempo de parada de planta, devido a problemas de automação. Estes ativos representam o “calcanhar de Aquiles” dos sistemas de automação e o objetivo macro pode ser refinado em:

- Impedir a paralisação ou deterioração do funcionamento de malhas de controle. Grande parte dos problemas se deve ao mau funcionamento de transmissores e de válvulas (como agarramentos e desgaste);
- Garantir que o fluxo de informações de processo e de produção para uma tomada de decisão não seja interrompido;

- Impedir que sistemas de controle avançados interrompam o seu funcionamento por falha de instrumentação/dispositivo, o que acarretaria cancelamento dos benefícios deste tipo de sistema;
- Propiciar indicadores de deterioração contínua de performance, com o privilégio de escolher o momento mais conveniente para uma intervenção;
- e
- Propiciar diagnósticos precisos, favorecendo uma intervenção dirigida ao problema e abreviando sua duração.

Este objetivo será obtido através da manutenção baseada em condição dos ativos de instrumentação e dispositivos elétricos de baixa tensão. A monitoração desses ativos de forma contínua assegura um tempo mínimo de verificação das suas reais condições e, portanto, uma manutenção perto do ótimo teórico, supondo que as ações de manutenção ocorrerão de forma adequada (Figura 9). Além disso, o diagnóstico do problema, quando indica, por exemplo, que a linha de impulso de alta pressão de um medidor de pressão diferencial está entupida ou que uma válvula apresenta agarramento, irá fazer com que os operadores de manutenção atuem precisamente, sabendo, de antemão, o que vão encontrar.

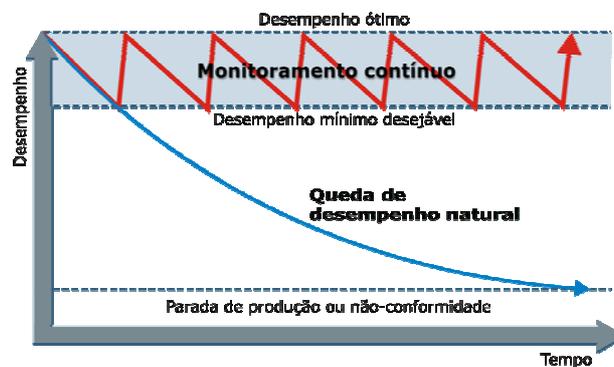


Fig.: 1855 (Rev.:000)

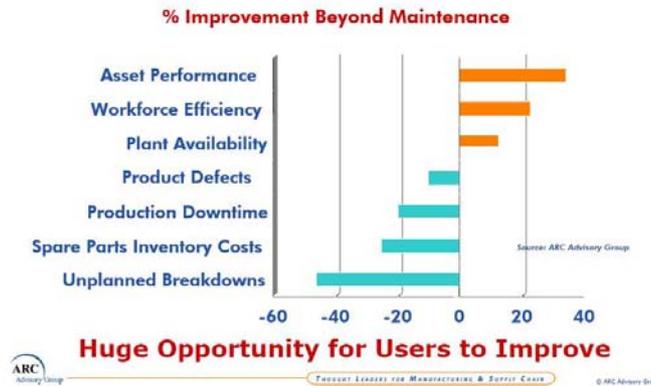
Fonte: ATAN Sistemas de Automação LTDA.

**Figura 9.** Monitoração contínua do instrumento/dispositivo propiciada pela gestão de ativo

Como exemplo da relevância da utilização de ferramentas de gerenciamento de ativos para evitar a parada do processo, pode-se citar o resultado obtido para uma planta petroquímica. Ali, apenas uma parada do processo custaria cerca de US\$ 1.000.000.00 e a ferramenta utilizada já evitou a ocorrência de muitas paradas.<sup>(2)</sup>

Outra referência para os resultados esperados com a utilização de ferramentas de gerenciamento de ativos é uma pesquisa realizada pela ARC Advisory Group (Figura 10).

## PAM Offer Solutions Beyond Maintenance to Operations



Fonte: ARC Advisory Group

**Figura 10.** Benefícios do PAM

Os benefícios apresentados referem-se, justamente, a um aumento da performance dos ativos, da eficiência de trabalho e da disponibilidade da planta, bem como a uma redução dos defeitos de produtos, das perdas de produção, dos custos de inventário de sobressalentes e paradas não planejadas.

## 6 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou o assunto Gerenciamento de Ativos, com foco em instrumentos de campo e dispositivos elétricos de CCMs inteligentes, sendo esses considerados peças chaves em qualquer projeto de automação e controle.

A implementação de ferramentas de PAM é justificada pelos ganhos obtidos, principalmente com a manutenção baseada na condição destes ativos, que acarreta um aumento de sua disponibilidade e produção.

Algumas características importantes das ferramentas de PAM devem ser entendidas para a maximização dos seus resultados, dentro de uma arquitetura de automação. Contudo, é fundamental o conhecimento de certos requisitos de implantação destas ferramentas (redes de campo, boa instalação, recursos humanos capacitados, modelo de gestão, etc.) que determinam o sucesso de um projeto de PAM.

Os resultados esperados são fundamentados em uma análise qualitativa e quantitativa dos benefícios. Apesar de ser uma tendência de mercado, toda e qualquer tecnologia ou solução (isto inclui as ferramentas PAM) deve ser implantada observando-se uma série de critérios e metodologias que, se seguidos corretamente, certamente trarão o tão desejado retorno de investimento.

## REFERÊNCIAS

- 1 VERHAPPEN, Ian. *Control your maintenance*. Disponível em [www.chemicalprocessing.com/articles/2006/092.html](http://www.chemicalprocessing.com/articles/2006/092.html). Acesso em 24/12/2006.
- 2 MERRIT, R. *PlantTriage keeps plant running smoothly*. Control Magazine reprinted. Disponível em [www.controlmag.com](http://www.controlmag.com). Acesso em maio 2005.
- 3 BERGE, Jonas. *Fieldbuses for Process Control: Engineering, Operation, and Maintenance*. ISA: 2002, 460p.