



**XXII SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GMI/11
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO – XII

GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO - GMI

PAS 55 E ENGENHARIA DE CONFIABILIDADE PARA A EXCELÊNCIA DA GESTÃO DE ATIVOS NA USINA DE ANGRA 2

Valéria Simões de Marco
Eletrobrás Eletronuclear S.A.

Carlos Henrique de Oliveira
Eletrobrás Eletronuclear S.A.

RESUMO

A PAS 55 não é considerada uma Norma Britânica, é uma especificação emitida pela British Standards Institution (BSI) em resposta à demanda da indústria por um padrão de gestão de ativos.

A Gestão de Ativos inclui atividades e práticas executadas de maneira sistemática e coordenada, através das quais uma organização otimiza e gerencia seus ativos e sistemas ativos, seu desempenho, seus riscos e despesas ao longo do ciclo de vida, objetivando a estratégia organizacional.

O objetivo deste informe é apresentar a sistemática da gestão de ativos da Usina de Angra 2 que atende as diretrizes da PAS 55.

PALAVRAS CHAVE

Ativos, Confiabilidade, Disponibilidade, Gestão, Manutenibilidade e Risco.

1.0 – INTRODUÇÃO

A PAS 55 foi publicada pelo BSI (British Standards Institution) dividida em duas partes que a Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN) traduziu e publicou em língua portuguesa:

- Parte 1: Especificação para a gestão otimizada de ativos físicos;
- Parte 2 – Diretrizes para aplicação da PAS 55-1.

Está em andamento no International Organization for Standardization (ISO) o projeto para transformar a especificação PAS 55 em Normas (previsão de emissão em fevereiro de 2014):

- ISO 55000 – Asset Management – Overview, principles and terminology;
- ISO 55001 - Asset Management – Requirements;
- ISO 55002 - Asset Management – Guidelines on the application of ISO 55001

Na preparação da PAS 55 foi assumido que a execução de suas prescrições será entregue a pessoas experientes e apropriadamente qualificadas e por isso não descreve “como e o que fazer” para cumprir os 28 requisitos da especificação, mas qualquer profissional que detém conhecimentos de engenharia de confiabilidade percebe que todas suas ferramentas e estratégias são aplicáveis ao atendimento dos requisitos, pois não é possível desejar uma gestão de ativos eficaz se o processo de gestão da manutenção não contempla o planejamento e controle na manutenção, gestão de contratos, sistema informatizado para emissão de ordens de serviço e registros de dados pós-manutenção, treinamento e capacitação de pessoal, cumprimento de normas e requisitos legais, indicadores de manutenção, análise de modos de falhas e causa raiz, manutenção baseada na condição (manutenção preditiva), programa de manutenção preventiva implantado e continuamente avaliado pela manutenção centrada em confiabilidade, análise de confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade dos sistemas críticos, análise e gestão de risco e análise de dados de vida dos equipamentos e componentes.

A PAS 55 classifica as 5 categorias de ativos que devem ser gerenciados a fim de atingir o planejamento estratégico organizacional: ativos físicos; ativos humanos, de informação, financeiros e ativos intangíveis (reputação, moral,

propriedade intelectual), porém o escopo da PAS 55 é focado na gestão de ativos físicos e só considera as demais categorias quando estas causam impacto na gestão otimizada de ativos físicos.

A gestão de ativos é definida na PAS 55 como sendo as atividades e práticas executadas de maneira sistemática e coordenada, através das quais uma organização otimiza e gerencia seus ativos e sistemas ativos, seu desempenho, seus riscos e despesas ao longo do ciclo de vida, objetivando a estratégia organizacional.

1.0 – ESTRUTURA DO SISTEMA DE GESTÃO PAS 55

A PAS 55 é organizada de acordo com a estrutura PDCA: Planejar – Desenvolver – Controlar – Agir, conforme mostrado na Figura 1.

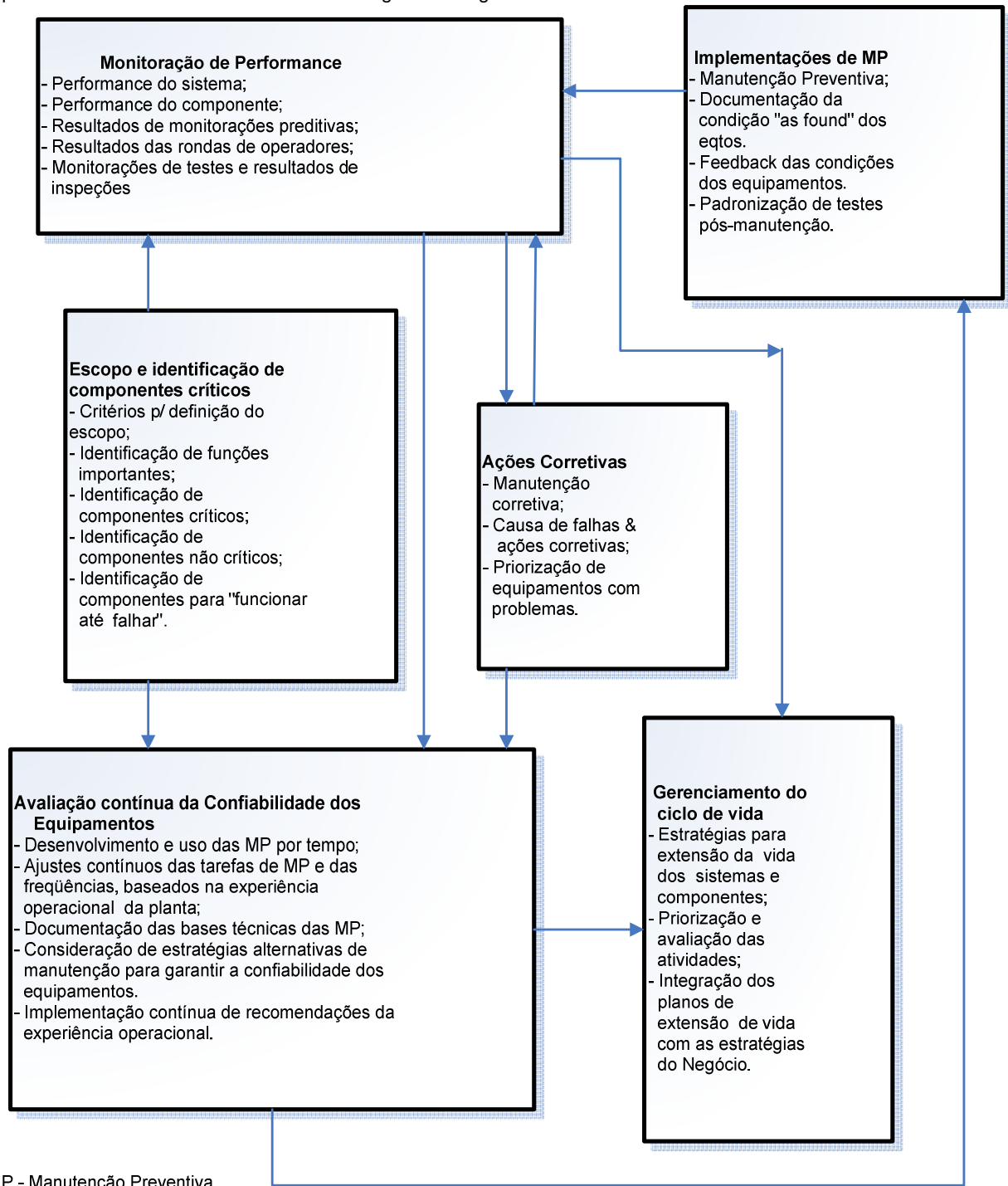


FIGURA1 - Estrutura do Sistema de Gestão de Ativos PAS 55 (Referência BSI PAS 55-1:2008)

2.0 - PROCESSO DE GESTÃO DE ATIVOS

A gestão de ativos da Usina de Angra 2 segue o processo de monitoramento da confiabilidade dos equipamentos, estabelecido no documento INPO AP-913, que define um PDCA baseado nas boas práticas e nas lições aprendidas com os processos de gestão de ativos das usinas nucleares, associadas ao Institute of Nuclear Power Operators (INPO).

O processo do INPO AP-913 é mostrado na Figura 2 a seguir:



Referência – INPO AP-913: Equipment Reliability Process Description

FIGURA 2 – Processo de Monitoramento da Confiabilidade de Equipamentos

Este processo envolve técnicas e ferramentas para interpretar as informações e dados obtidos pelas áreas de operação e manutenção mais abrangentes do que simplesmente aquelas utilizadas para manter os equipamentos em condições de operação.

É necessário conectar as decisões sobre os ativos aos objetivos estratégicos da empresa, considerar os sistemas e não somente suas partes, ter em perspectiva todo o ciclo de vida, considerar e gerenciar as incertezas e levar aos “stakeholders” alternativas de decisões que possam ser entendidas.

A gestão de ativos envolve um conjunto de atividades associados à segurança, confiabilidade, disponibilidade, infraestrutura e custo.

Não é possível gerenciar os ativos sem conhecer a confiabilidade e a disponibilidade dos sistemas e componentes críticos ao longo do tempo de operação, os riscos inerentes à operação e manutenção da planta, as probabilidades de ocorrências de eventos não desejáveis que afetem a segurança da planta ou das pessoas e do meio-ambiente e as consequências das falhas de equipamentos que tem como função impedir as ocorrências de acidentes ou gerar a produção da planta.

3.1. Critérios

O processo foi estruturado de maneira a permitir uma gestão de ativos baseada nos seguintes critérios:

- ✓ Análises do comportamento de Sistemas e Componentes, de maneira a assegurar que eles sejam capazes de cumprir suas funções previstas por projeto;
- ✓ Monitoramento do equilíbrio entre Confiabilidade X Disponibilidade;
- ✓ Gerenciamento de forma otimizada e sustentável dos ativos e sistemas, seus desempenhos bem como seus riscos associados;
- ✓ Aplicação de metodologias relacionadas à engenharia de confiabilidade para conectar os objetivos estratégicos organizacionais com as atividades do dia-a-dia da gestão de ativos, levando aos “stakeholders” alternativas de decisões que possam ser entendidas.

3.2. Descrição do Processo de Gestão de Ativos

O processo foi desenvolvido de maneira a mitigar as principais causas de falhas de equipamentos que podem ocasionar desligamentos não programados da planta:

- ✓ Deficiências no Programa de Manutenção:
Devido a tarefas de manutenção inadequadas ou inexistência de tarefas para mitigar as falhas ou frequência de manutenção não ajustada ao intervalo **P-F** (P – Falha Potencial, F – Falha Funcional).
- ✓ Deficiências de projeto:
Devido a projetos ou modificações de projetos inadequados;
- ✓ Deficiências na execução da tarefa de manutenção (conhecidas como “falhas inseridas por manutenção”)
Devido ao uso de sobressalentes defeituosos ou sobressalentes com especificações diferentes das requeridas no projeto, problemas relacionados à performance humana, planejamento e controle de tarefas inadequados e/ou procedimentos inadequados.

3.2.1. Classificação dos Sistemas e Componentes

O processo de Gestão de Ativos foi iniciado com a seleção dos sistemas e componentes que fariam parte do escopo de monitoramento do desempenho e para tal foi necessário classificá-los nas categorias:

- a) críticos – sistemas ou componentes que tem capacidade de impedir ou mitigar as consequências de um acidente ou cujas falhas podem causar desligamentos, perda de capacidade ou redução de carga da planta;
- b) não críticos – não são críticos, mas apresentam histórico de alto custo operacional ou alto custo para reparo ou substituição ou demandam longo tempo para aquisição ou são considerados obsoletos;
- c) os que podem funcionar até falhar: aqueles que não foram classificados como “críticos” ou “não críticos”.

3.2.2. Gestão de Risco

Foi implantado um processo de gestão de risco (Análise Probabilística de Segurança) capaz de avaliar o nível de segurança, quantificar os contribuintes importantes para os riscos de acidentes e modelar as sequências de acidentes

através das árvores de eventos que representam as combinações de ocorrências de eventos iniciadores devido a falhas dos sistemas críticos.

Os Sistemas considerados críticos têm seus desempenhos monitorados através do quantitativo de falhas funcionais e tempos totais de indisponibilidades, durante o período considerado para a sua missão (ciclo de operação ~14 meses), sendo necessário para tal conhecer as funções que justificaram a inclusão destes sistemas no escopo do monitoramento.

3.2.3. Monitoramento dos Desempenhos dos Sistemas e Componentes

A Manutenção Centrada em Confiabilidade foi implantada para estabelecer as estratégias de manutenção adequadas para a preservação das funções dos equipamentos e sistemas e também para documentar as razões pela escolha das tarefas de manutenção necessárias para a mitigação das causas das falhas.

Foi fundamental que os dados de falha dos equipamentos e componentes dos sistemas críticos e não críticos fossem coletados e categorizados de forma adequada para permitir as análises dos modos de falhas e suas causas e efeitos (FMEA/FMECA) para que sejam tomadas as ações corretivas adequadas, quando o desempenho dos sistemas não estiver de acordo com as metas de confiabilidade e disponibilidade previamente definidas.

A coleta de dados de falhas dos equipamentos foi estruturada de maneira a permitir a plotagem das curvas de distribuição das falhas ao longo do tempo de missão, para observar se as mesmas ocorrem no início da vida, aleatoriamente ou no fim de vida, de acordo com o valor do parâmetro de forma ou inclinação β , obtido através de cálculos estatísticos:

- $\beta < 1 \rightarrow$ a distribuição corresponde ao período de mortalidade infantil, taxas de falha decrescentes;
- $\beta = 1 \rightarrow$ a distribuição corresponde a falhas aleatórias, do tipo exponencial, taxas de falha constantes;
- $\beta > 1 \rightarrow$ a distribuição corresponde ao período de envelhecimento, taxas de falha crescentes.

Á partir do modelo que melhor se ajusta à distribuição de falhas ao longo do tempo é possível obter as taxas de falhas, as confiabilidades e demais parâmetros a serem avaliados para analisar a tendência dos sistemas, equipamentos e componentes em atender as metas de desempenho, durante o tempo de duração da sua missão.

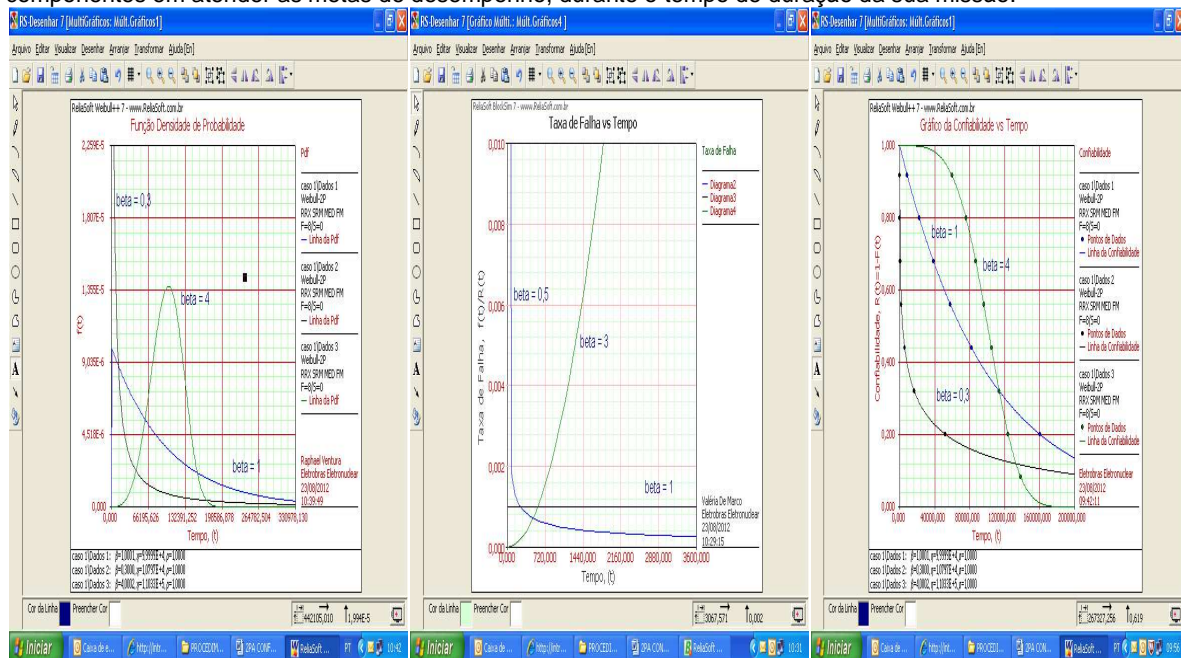


FIGURA 3 – Modelos de Distribuição de Dados de Falhas de Equipamentos, Taxa de Falha e Confiabilidade para equipamentos com $\beta < 1$, $\beta = 1$ ou $\beta > 1$.

As análises dos resultados das monitorações preditivas também contribuem para a mitigação das falhas potenciais, quando são observadas as tendências de extrapolação dos limites dos parâmetros previamente estabelecidos e programadas intervenções para restaurar o equipamento à condição de “tão bom quanto novo”, evitando assim que a falha potencial se transforme numa falha funcional, conforme exemplificado na Figura 4.

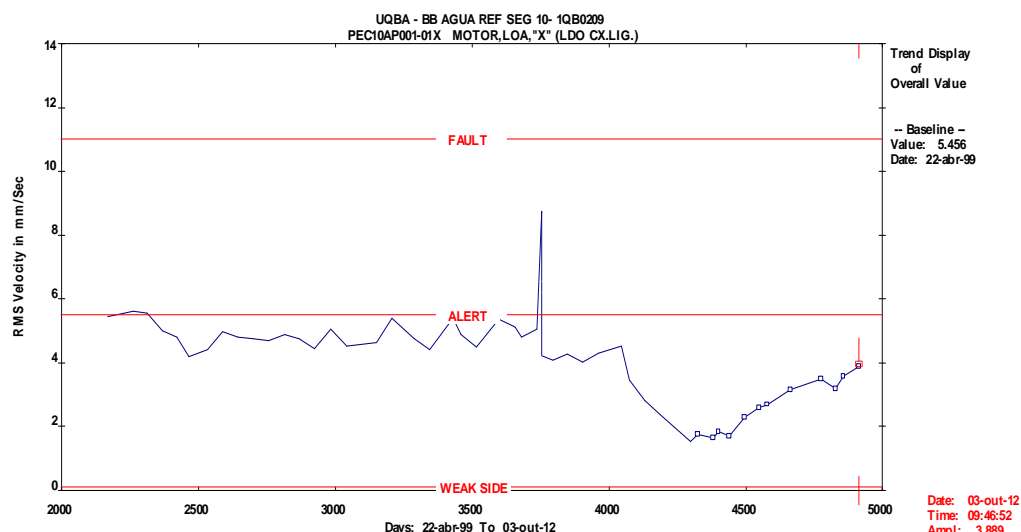


FIGURA 4 – Resultado de monitorações preditivas de vibração em conjunto moto-bomba:
Apresenta alta vibração devido a problemas de rigidez da estrutura, havendo a necessidade de intervenção para proceder aos ajustes nas barras sísmicas antes que ocorra a falha funcional.

4.0 – AVALIAÇÃO DA MATURIDADE ORGANIZACIONAL

O Institute of Asset Management (IAM) desenvolveu a metodologia PAS 55 Assessment Methodology (PAM) para a avaliação do nível de maturidade da gestão de ativos.

Esta avaliação abrange 121 questionamentos que precisam ser respondidos para verificar o nível de atendimento dos 28 requisitos estruturados no Sistema de Gestão PAS 55, mostrados na Figura 1 do item 2.0.

O resultado é plotado num gráfico tipo radar (Figura 5) que avalia as respostas de acordo com 5 níveis de maturidade (Figura 6).

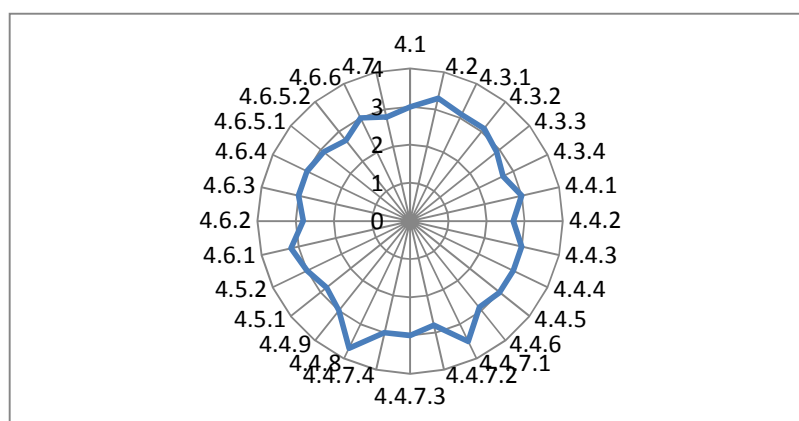


FIGURA 5 – Avaliação da Maturidade Organizacional da Usina de Angra 2 de acordo com a metodologia PAM

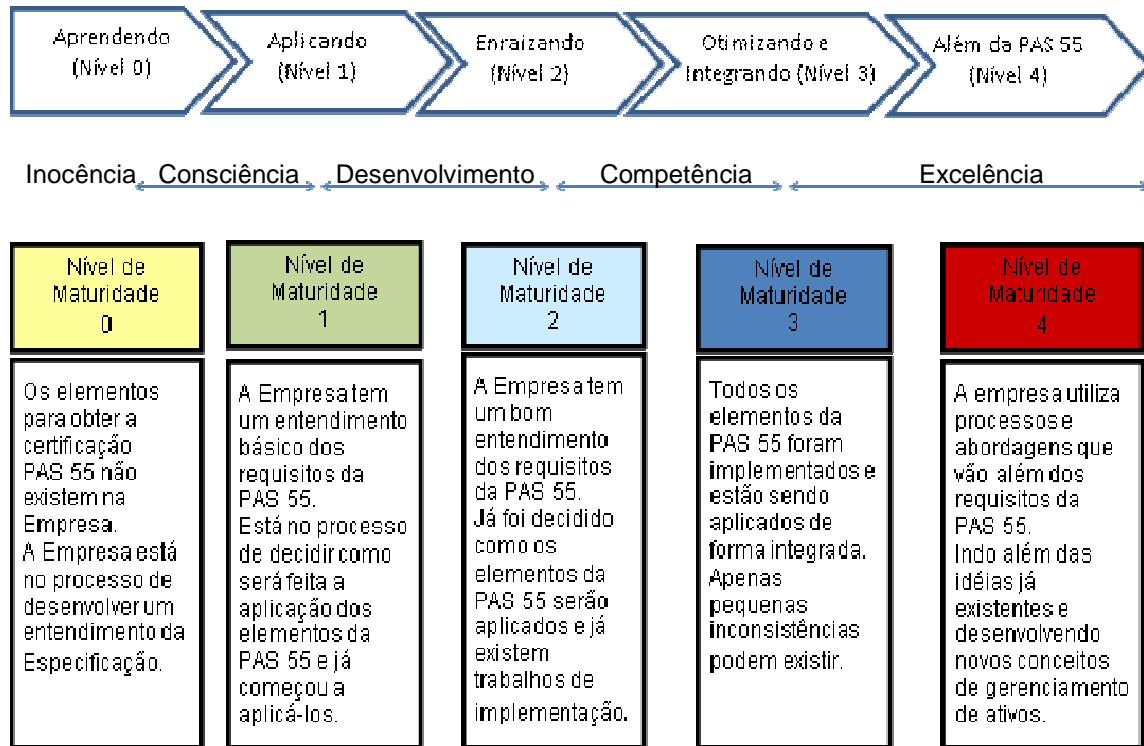


FIGURA 6 – Escala de Maturidade para a PAS 55 (Referência: Institute of Asset Management - www.theIAM.org).

O Processo de Gestão de Ativos da Usina de Angra 2 considera as seguintes estratégias para atingir os níveis de maturidade previstos na PAS 55:

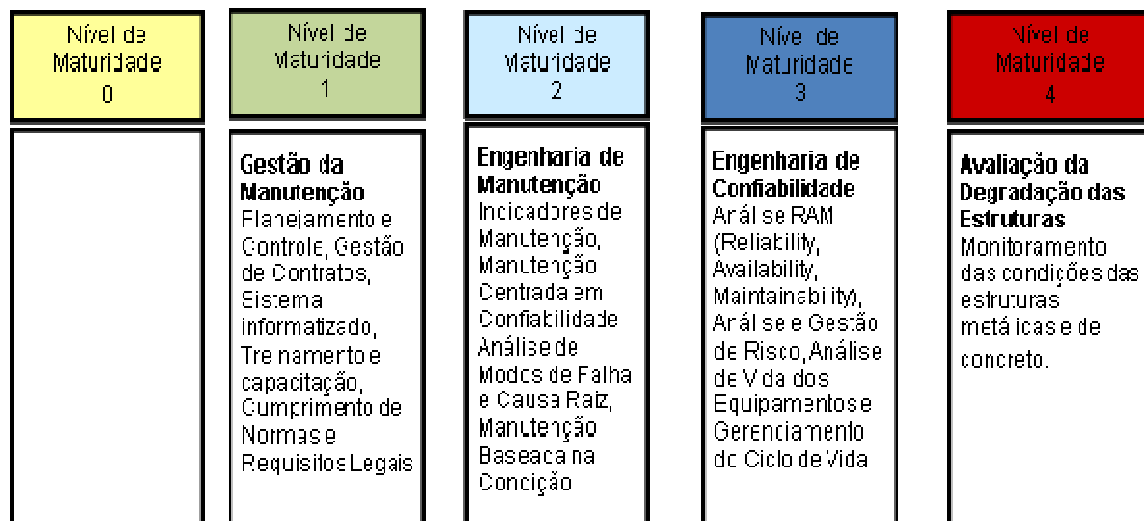


FIGURA 7 – Técnicas e Ferramentas do Processo de Gestão de Ativos da Usina de Angra 2.

5.0 – RESULTADOS

As análises de confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade empreendidas em 53 bombas e 75 válvulas de sistemas críticos resultaram nas exclusões de revisões gerais desnecessárias do Programa de Manutenção Preventiva, que eram executadas para aproveitar a oportunidade das paradas planejadas da Usina para o recarregamento de combustível, gerando os seguintes resultados:

- ✓ Redução de geração de rejeitos radioativos a serem compactados;
- ✓ Redução de exposição radiológica do pessoal da manutenção, operação e da proteção radiológica durante a execução das tarefas de manutenção e manuseio dos tambores de rejeito;
- ✓ Redução de custo de contratação de mão de obra estrangeira para execução das revisões gerais:
€ 600.000/ciclo (sem impostos) por parada;
- ✓ Redução do custo de aquisição de sobressalentes: **€ 400.000/ciclo** (sem impostos) por parada;
- ✓ Redução de tempo de parada da Usina para execução das revisões gerais.

6.0 – CONCLUSÃO

O grande desafio para alcançar a excelência na gestão de ativos é a estruturação de um processo de PDCA que atenda aos requisitos da PAS 55, mas a implantação de um processo sistematizado e coordenado de gestão de ativos permite obter os parâmetros necessários para orientar as tomadas de decisão e/ou mudanças organizacionais que vão promover a redução nos custos operacionais e nos custos das manutenções com o aumento da confiabilidade, disponibilidade e segurança da planta.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Comissão Nacional de Energia Nuclear:

- Manutenção de Usinas Nucleoelétricas - CNEN-NE-1.21. Brasil.
- Segurança na Operação de Usinas Nucleoelétricas - CNEN-NE-1.26. Brasil.

(2) Electric Power Research Institute:

- Analysis Digest – 2010 Scram Analysis – EPRI. EUA.
- Engineering Handbook for Performance of Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (FMECA) - EPRI s/no. EUA.
- Reliability and Preventive Maintenance: Balancing Risk and Reliability - EPRI 1002936. EUA.
- Equipment Reliability Implementation Strategy - EPRI TR-1009615. EUA.
- Reliability and Risk Significance - EPRI TR-1007079. EUA.
- Preventive Maintenance Basis - EPRI TR-106857. EUA.

(3) Institute of Asset Management:

- Gestão de Ativos PAS 55 – BSI – British Standards. Grã-Bretanha (traduzido pela ABRAMAN. Brasil).

(4) International Atomic Energy Agency:

- Procedures for Conducting Probabilistic Safety Assessments of Nuclear Power Plants - IAEA Safety Series no. 50-P4 (Level 1). França.
- Maintenance, Surveillance and In Service Inspection in NPP - IAEA Safety Standards series no. NS-G-2.6. França.
- Guidance for optimizing Nuclear Power Plant Maintenance Program - IAEA-TECDOC-1383. França.
- Implementation Strategies and Tools for Condition Based Maintenance at NPP - IAEA-TECDOC-1551. França.
- Application of Reliability Centered Maintenance to Optimize Operation and Maintenance in Nuclear Power Plants. IAEA-TECDOC-1590. França.

(5) Institute of Nuclear Power Operations:

- Equipment Reliability Process Description - INPO AP-913. EUA.
- Root Cause Analysis - INPO 90-004. EUA.

(6) U.S. Nuclear Regulatory Commission, Code of Federal Regulation:

- Requirements for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants - NRC10CFR50.65. EUA.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

7.1. Autora 1

- Nome: Valéria Simões de Marco;
- Local e ano de nascimento: Itajubá, 1955;
- Local e ano de graduação: Engenharia Eletricista - EFEI/Itajubá, 1976;
- Experiência profissional: atuou 28 anos na área de projetos e há 9 anos atua na área de engenharia da confiabilidade.

7.2. Autor 2:

- Nome: Carlos Henrique de Oliveira;
- Local e ano de nascimento: Rio de Janeiro, 04/11/1968
- Local e ano de graduação: Engenharia Mecânica - Faculdade Souza Marques, RJ, 2002 / Mestre em Engenharia Nuclear – UFRJ COPPE 2006
- Experiência profissional: Experiência em trabalhos de comissionamento na Usina Nuclear Angra 2. Desenvolvimento /acompanhamento de trabalhos na área de Gestão de Risco.