



**XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GMI/02

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba – PR

GRUPO - GMI

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

NOVA METODOLOGIA DESENVOLVIDA E UTILIZADA PELA CEMIG PARA DEFINIÇÃO DOS INVESTIMENTOS E DESPESAS, EM UM UNIVERSO DE 21 INSTALAÇÕES E 7.500 EQUIPAMENTOS, POR UM PERÍODO DE 30 ANOS, BASEADA EM PRINCÍPIOS DE ENGENHARIA DE CONFIABILIDADE, GESTÃO DE RISCO, GESTÃO DE ATIVOS, FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS, DESENVOLVIDA EM FERRAMENTA SIMPLIFICADA DE USO GERAL.

**Carlos Alberto Cavalcanti
CEMIG**

**Francisco José Magalhães
CEMIG**

RESUMO

O novo modelo de regulação promoveu mudanças significativas na metodologia de manutenção dos negócios de geração. Investimentos em grandes reformas aparenta não ser o mais rentável para o empreendimento. Após receber a nova concessão para gestão de 23 empreendimentos, a engenharia da CEMIG se viu forçada a aplicar uma nova metodologia que lhe permitisse definir com precisão quando e em quais ativos os recursos de OPEX e CAPEX serão aplicados. O desafio foi desenvolver para 7.500 equipamentos um planejamento, de 30 anos, que definisse claramente a criticidade dos ativos e garantisse a fidelização dos indicadores financeiros estabelecidos no leilão.

PALAVRAS-CHAVE

Manutenção, Risco, Disponibilidade, Diagnóstico, Planejamento.

1.0 - INTRODUÇÃO

Cientes da nova demanda e concientes da inexistência no mercado de softwares de baixo custo, fácil utilização e com a capacidade de fazer análises fundamentadas em um modelo estatístico de riscos conjuntamente às técnicas de engenharia de manutenção, a engenharia estabeleceu uma metodologia para aliar estes critérios. O objetivo do trabalho foi gerar um planejamento, com alto grau de excelência, de forma a garantir as premissas financeiras planejadas na aquisição dos ativos sem afetar negativamente a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos e o retorno financeiro do empreendimento.

O presente trabalho irá apresentar a metodologia utilizada, fases necessárias e as principais ações.

2.0 - DIAGNÓSTICO

Tradicionalmente a CEMIG detinha informações de manutenção em relatórios, em um modelo descritivo, extenso, detalhado que permitia um adequado acompanhamento histórico das condições da manutenibilidade. Esse modelo não permite a comparação direta entre equipamentos diversos em relação a suas prioridades de substituição.

Em um levantamento executado mapeou-se a necessidade de diagnosticar cerca de 7.500 (sete mil e quinhentos) equipamentos, trabalhando nos moldes tradicionais seria difícil, dispendioso e consumiria muito tempo para qualificar e priorizar toda essa demanda em um prazo de 7 meses. É importante destacar que estas instalações estavam em seu segundo período de concessão e em muitas delas já apresentava a necessidade de manutenções de grande porte, reformas de unidades geradoras e substituição de equipamentos com tecnologia defasada. Analogamente seria impossível realizar o estudo estatístico de Engenharia de Confiabilidade por Análise RAM com as informações e tempo disponível. Para atender as demandas apresentadas ficou claro que seria necessário desenvolver uma metodologia capaz de migrar as informações a serem coletadas dos equipamentos para uma base dinâmica, que permitisse ranqueamentos, comparações, maior controle e segurança. A equipe de planejamento concluiu que através de entrevistas baseadas em indicadores de manutenção, seria possível retratar a condição física de cada equipamento através de 08 (oito) indicadores de manutenção. Os indicadores de manutenção são detalhados na tabela abaixo. ver Tabela 1.

Tabela 1 – Indicadores de Manutenção

ID	INDICADORES DE MANUTENÇÃO
01	Ocorrência de Falhas
02	Condição da Operação do Equipamento
03	Diagnóstico dos Especialistas
04	Obsolescência
05	Criticidade
06	Custo de Reparo
07	Tempo de Reparo
08	Peças Reservas

O Diagnóstico é efetivamente a primeira parte do trabalho e também a mais importante de todas, portanto ficou explícito que seria necessário garantir que a melhor e mais precisa informação fosse coletada. Para sanar essa necessidade definiu-se que as reuniões para avaliar os equipamentos deveriam conter sempre membros da equipe de engenharia, da equipe de manutenção e da equipe de operação.

2.1 Equipe de trabalho

Para aplicação da metodologia acima a Engenharia de Planejamento criou uma equipe com 05 (cinco) especialistas das áreas de Engenharia Elétrica, Mecânica, Instrumentação, Proteção e Regulação de Velocidade. A atribuição desta equipe foi viajar até cada uma das 21 (vinte e uma) instalações, se reunir com os especialistas da Operação e Manutenção e efetuarem as avaliações dos equipamentos. Os critérios de avaliação foram padronizados de forma a garantir que equipamentos de instalações diferentes recebesse o mesmo padrão de avaliação. Toda a equipe passou por treinamento intensivo nos critérios de avaliação e em como conduzir as reuniões de avaliação dos equipamentos, foram conscientizados que o objetivo era migrar o conhecimento técnico de cada especialista em um fator numérico. Dessa forma à medida que as reuniões de avaliação dos equipamentos foram acontecendo, as planilhas eram devidamente preenchidas e gradualmente o conhecimento tácito dos especialistas foi convertido em um valor numérico, que possibilitou realizar ranqueamento e operações matemáticas para subsidiar o planejamento de todo o ciclo de vida de cada ativo.

2.2 Gerenciamento de Riscos

Em conformidade com as principais normas de gestão de ativos, utilizou-se a metodologia de gerenciamento de riscos para caracterizar a condição de cada equipamento. Essa metodologia já consagrada pelo PMBOK permite através de um mapa com graduação de cores, uma rápida e integrada visão da quantidade de risco a ser mitigado. Foi necessária uma adaptação da metodologia para adequar aos critérios de ativos de manutenção.

A equipe de confiabilidade organizou os dados numéricos obtidos do trabalho de Diagnóstico em uma matriz de Probabilidade x Impacto, cujas dimensões permitissem uma visão de priorização. Analogamente, utilizou cores para indicar o grau de risco, custo e o prazo máximo para mitigação.

Dessa forma ficou explícito no mapa 4 fatores principais de planejamento Escopo, Custo, Prazo e Risco.

A construção da matriz se deu da seguinte forma:

- Dimensão Probabilidade: obtida pela junção dos indicadores Ocorrência de Falhas, Condição da Operação, Diagnóstico dos Especialistas, Obsolescência.
- Dimensão impacto: obtida pela junção dos indicadores Criticidade, Custo de Reparo, Tempo de reparo, Peças Reservas.

A Engenharia de Confiabilidade desenvolveu uma fórmula métrica na qual produto de fatores das duas dimensões analisadas propiciam o mapa de risco da instalação com todos os seus equipamentos posicionados em uma escala de prioridades referente ao grau de risco. O risco de cada equipamento variou na escala de 1 a 25 e esta pontuação permitiu que os equipamentos se posicionassem nos quadrantes da tabela, Muito Alto, Alto, Médio, Baixo e Muito Baixo conforme abaixo. O esquema de cor existente no gráfico foi utilizado para indicar o prazo de mitigação de cada risco, os equipamentos situados na cor preta devem ser mitigados no prazo máximo de 1 (um) ano, equipamentos na cor vermelha devem ser mitigados em no máximo 2 (dois) anos, equipamentos na cor laranja devem ser mitigados no prazo máximo de 4 (quatro) anos, equipamentos na cor amarela devem ser mitigados no prazo máximo de 8 (oito) anos e por fim os equipamentos na cor verde podem ser mitigados em até 12 (doze) anos. Um exemplo do mapa de risco é apresentado na figura abaixo. ver Figura 1.

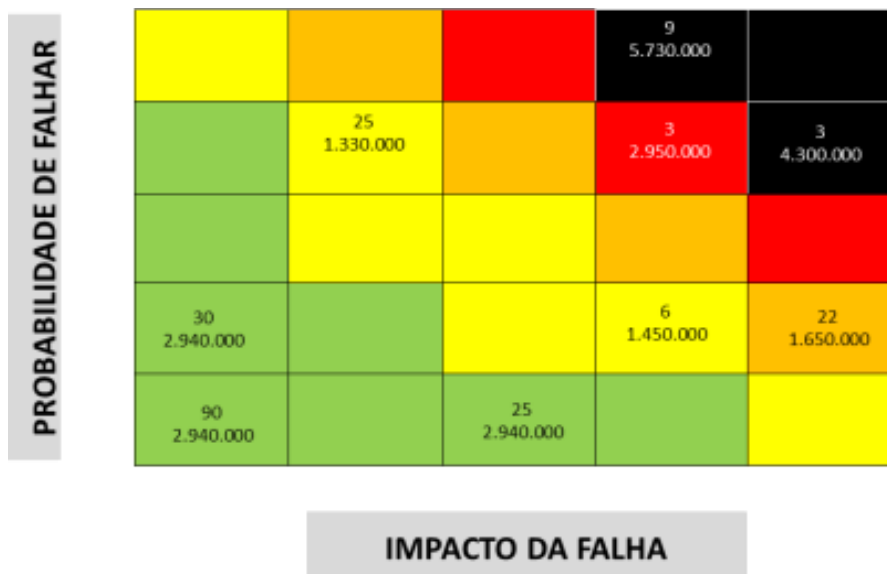


FIGURA 1 – Mapa de Risco da Instalação

2.3 Planejamento Das Despesas e Investimentos

A Equipe de Confiabilidade, com a informação do mapa de risco de cada instalação, montou o planejamento do ciclo de vida dos ativos considerando o período de concessão de forma a obter o melhor resultado financeiro para o negócio. As principais premissas utilizadas no planejamento foram:

- Manter os investimentos necessários dentro do plano de negócios original.
- Promover uma reforma geral de toda a Unidade Geradora ao intervir na Turbina ou no Gerador.
- Atentar se o mercado fornecedor consegue absorver toda a demanda de serviço.
- Utilizar a Engenharia de Confiabilidade para os equipamentos com alto risco e alto custo.

Os equipamentos com alto grau de importância, cujo os investimentos representavam valores significativos para a empresa, foram tratados através de análise estatística para determinação da confiabilidade esperada e previsão de falhas ao longo de sua vida, permitindo a flexibilização do investimento no tempo, porém com maior grau de confiabilidade. Após a finalização do planejamento a equipe retornou às instalações, reuniu com os gestores das plantas para apresentar o resultado do trabalho, cujo qual apresentou uma significativa mudança entre o Plano de Negócio e o resultado do Diagnóstico. As contribuições pertinentes advindas da reunião foram incorporadas e somente então se dava como concluso o planejamento de cada instalação. ver Figura 2

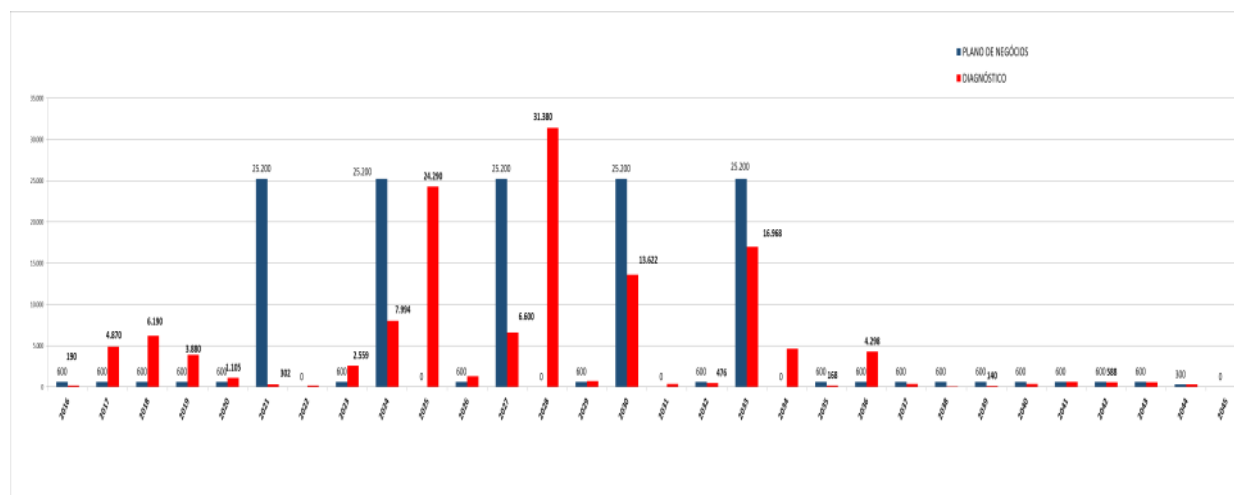


FIGURA 2 – Gráfico de Planejamento do Ciclo de Vida do Ativo

2.4 Estruturação da Base de Dados

Todo o planejamento das 21 (vinte e uma) usinas foi agrupado em uma base de dados única que passou a conter as informações dos 7.500 equipamentos existentes nestas instalações. Ficou claro que à medida que fosse inclusa novas versões do diagnóstico ou dados de novas instalações essa base de dados aumentaria consideravelmente. Um novo planejamento passou a ser necessário, como estruturar e agrupar as informações geradas para permitir a tomada de decisões rápidas e inteligentes a favor do negócio. A demanda por informações estruturadas impeliu em repensar a base de dados com campos e colunas adicionais focados na possibilidade de executar pesquisas de múltiplas combinações de forma a subsidiar a implantação de indicadores e análises de BI - Business Intelligence. A aplicação desta tecnologia permite atividades de extração, armazenamento, modelagem e processamento de dados que geram novos conhecimentos a serem aplicáveis em benefício do negócio.

2.5 Indicadores de Risco

Objetivando integrar e sintetizar todo o planejamento dos ativos, foram criados 2 (dois) indicadores de risco. O Risco Técnico e o Risco Empresarial. A métrica dos indicadores é formatada por:

- Risco Técnico: somatória dos riscos dos equipamentos de cada instalação.
- Risco Empresarial: considera o número de unidades geradoras das instalações, os tipos de instalações PCH ou GCH, disponibilidade hídrica em todo o período do ano e disponibilidade eletromecânica.

Esses indicadores foram disponibilizados na intranet da empresa, e os Stakeholders passaram a ter acesso on-line, a uma ferramenta que disponibiliza informações em tempo real dos Indicadores de risco e dos Mapa de Risco. Com possibilidade de executarem as mais diversas pesquisas agrupadas por empresas específicas ou até mesmo por equipamentos específicos. Este acesso permite uma maior visibilidade do trabalho em todas as gerências envolvidas com O&M e se transformou numa excelente maneira de motivar aos demais a fiscalizar e a manter o diagnóstico atualizado. Uma tela dos indicadores pode ser visualizada na figura abaixo. ver Figura 3.

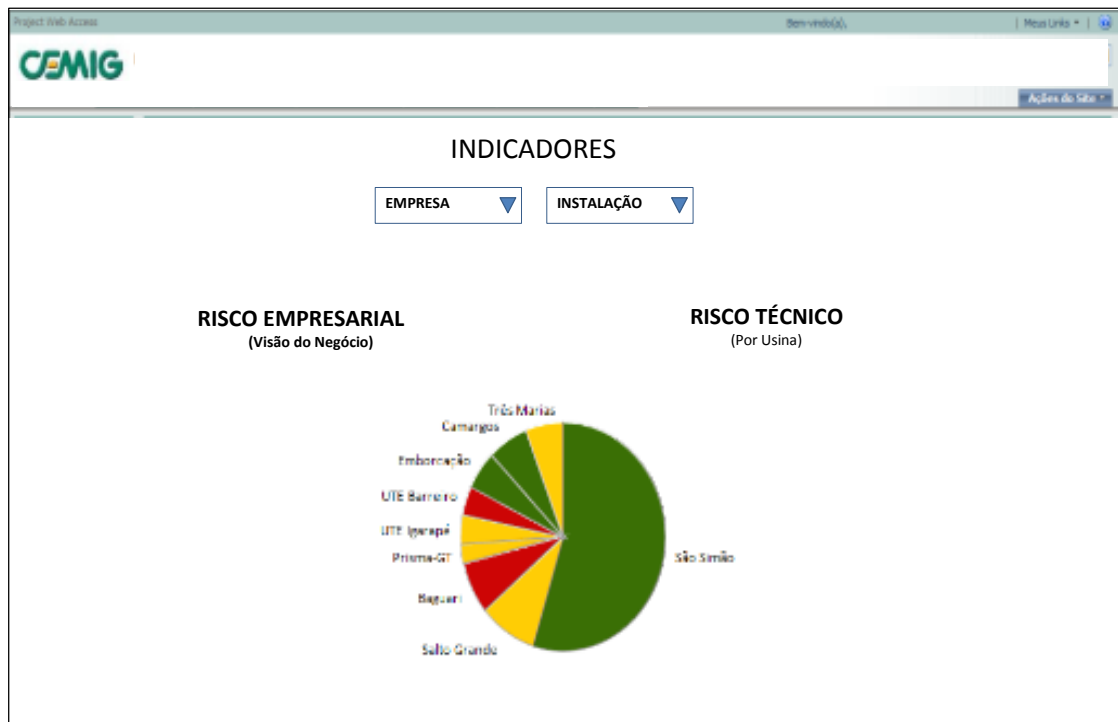


FIGURA 3 – Painel de Indicador de Risco

2.6 Painéis Dashboards

A principal função dos dashboards em um BI é apresentar, de maneira sucinta, clara e resumida, um consolidado das análises geradas a partir do cruzamento de diversos sistemas e bases.

É a partir dos dashboards que uma solução de Business Intelligence se torna efetivamente estratégica. É com as informações disponibilizadas nesses painéis que as tomadas de decisões acontecem, que os insights são despertados, que as tendências surgem e, por fim, é possível acompanhar rapidamente todo o planejamento elaborado. Com o dashboard, todos os dados gerados são devidamente ordenados e, dessa forma e possível o acesso rápido às informações. O gestor ganha não só em agilidade, mas também em confiabilidade. Essa é a chave para uma análise eficiente de dados.

As principais constatações que o painel permite são: visualizar rapidamente todas as aquisições nos próximos 30 anos, visualizar quais são as famílias de equipamentos que apresentam maior risco, o desembolso acumulado anualmente. Através destas verificações começam a surgir os principais insights: utilizar contratos de longo prazo

para reduzir os custos previstos com aquisição, padronizar a aquisição de equipamentos de relativa semelhança, possibilidade de reduzir custos com peças reservas, inputs nos planos de manutenção, possibilidade de suavizar o desembolso anual da empresa. Um exemplo de uma tela do painel desenvolvido pode ser visualizado na figura abaixo. ver Figura 4

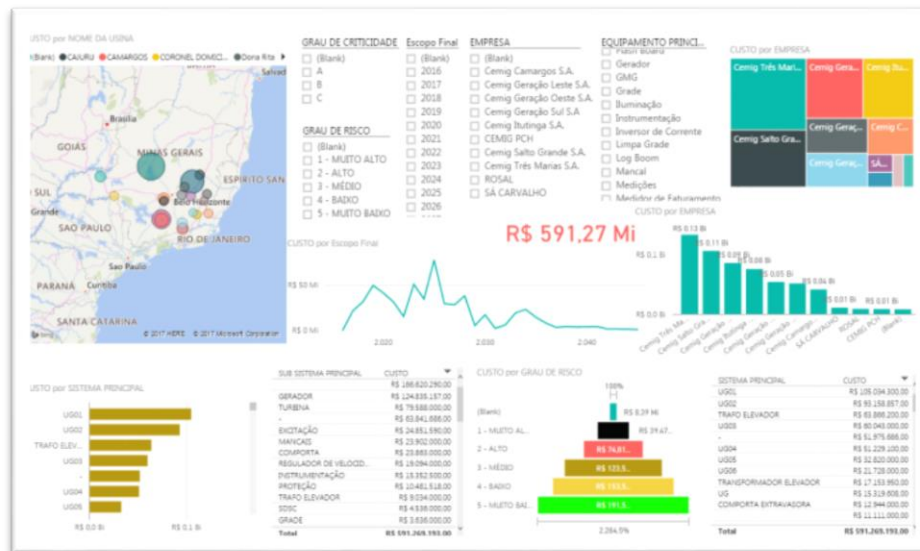


FIGURA 4 – Painéis Dashboards

3.0 - CONCLUSÃO

O trabalho levou um ano e dois meses para ser concluído, em toda a execução foi utilizada apenas mão de obra própria, sendo 07 profissionais com dedicação exclusiva e aproximadamente 30 profissionais de forma pontual. O maior desafio em todo o trabalho e também o ponto mais importante foi transformar o conhecimento humano em dados numéricos para possibilitar a realização de todo o planejamento. A informação foi gradualmente migrando de uma base qualitativa para uma base quantitativa, permitindo a geração de dados estruturados e confiáveis para a tomada de decisões. A metodologia de riscos auxiliou fortemente no planejamento dos ativos uma vez que os equipamentos com maiores riscos ficam destacados possibilitando maior assertividade na aplicação dos recursos financeiros. Os resultados obtidos até então foram robustos e relevantes, mas um salto de agregação de valor foi acrescentado quando se estruturou a base de dados para gerar indicadores e análises de BI - Business Intelligence. Os indicadores direcionam os gestores no monitoramento dos ativos, capacitando-os a acompanhar de forma dinâmica cada instalação e concentrar energia e recursos nas instalações com maior prioridade. A utilização de BI, permitem ao gestor entender o comportamento dos seus ativos, dos seus sistemas e de seus equipamentos, dá a capacidade de gerir o negócio em alto nível ou mergulhar em informações detalhadas o processo de tomada de decisão passa a ser mais assertivo e eficaz. A metodologia desenvolvida permitiu linkar a técnica de manutenção de equipamentos, análise de risco e o planejamento estratégico, equilibrando disponibilidade financeira da empresa, vida útil dos equipamentos e o melhor resultado para o negócio.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) PMI, um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. (Guia PMBOK) 5ª edição – EUA: Project Management Institute, 2013.
- (2) PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Nassif. Manutenção: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.
- (3) Institute of Asset Management: - Gestão de Ativos PAS 55 – BSI – British Standards. Grã-Bretanha (traduzido pela ABRAMAN. Brasil).
- (4) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5462: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Carlos Alberto Cavalcanti

Natural de Belo Horizonte, nascido em 11/12/1972

Graduado em Engenharia Mecânica na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG

Atua como técnico de planejamento no setor de Engenharia de Confiabilidade na Gerência de Planejamento e Engenharia de Manutenção da Geração – CEMIG



Francisco José Magalhães

Natural de Belo Horizonte, nascido em 11/12/1961

Graduado em Engenharia Mecânica pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG

Pós Graduação em Engenharia de Manutenção pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG

Pós Graduação Educação Ambiental – SENAC Minas Gerais

Especialização em Plant Maintenance Management – JICA – KITA - Japan

Atua como engenheiro de Planejamento de Manutenção na Gerência de Planejamento e Engenharia de Manutenção da Geração - CEMIG