

GRUPO - XIII

GRUPO DE ESTUDO DE TRANSFORMADORES, REATORES, MATERIAIS E TECNOLOGIAS EMERGENTES - GTM

DESENVOLVIMENTO DE CENTRO DE MONITORAMENTO E DIAGNÓSTICO REMOTO DE EQUIPAMENTOS DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO INTEGRADO A PORTAL DE MANUTENÇÃO

MARTINS, A.C.P.(*) TEIXEIRA, W.D. TEIXEIRA, R.M. AGUIAR, W.E.P. DUARTE, L.H.S. BALBI, D.A.F. ARAUJO, C.H.G.D. PESTANO, W.C.S. CAVALLARI, A. FREITAS, R.D.C. CEZAR, G. G. CEMIG GT

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados obtidos pela CEMIG GT com o desenvolvimento de um Centro de Monitoramento e Diagnóstico Remoto de Equipamentos (CMDR), integrado a um Portal Web de Manutenção de Ativos de Geração e Transmissão. O Portal de Manutenção tem, por sua vez, o objetivo de consolidar informações relacionadas à manutenção de ativos em uma Plataforma Microsoft Office Sharepoint Server 2010, integrando o sistema computadorizado de Gestão da Manutenção SAP-Módulo PM e as telas de monitoramento de grandezas de ativos, desenvolvidas tendo como base sistema historiador, e demais sistemas especialistas e de georreferenciamento aplicados na manutenção.

PALAVRAS-CHAVE

Monitoramento, Preditivo, Ativos, Portal.

1.0 - INTRODUÇÃO

O atual cenário das concessões de Geração e Transmissão no setor elétrico brasileiro demanda que as empresas desenvolvam ferramentas e métodos para determinar com precisão cada vez maior a condição de seus ativos, garantindo maior disponibilidade, conformidade regulatória e evitando perdas financeiras. A filosofia de manutenção de equipamentos dos sistemas de Geração e Transmissão tem passado por alterações de seus requisitos técnico-operacionais, institucionais e econômicos. A manutenção baseada na condição do equipamento destaca-se como uma alternativa importante para atender às demandas do cenário atual, conforme apresentado esquematicamente na Figura 1.

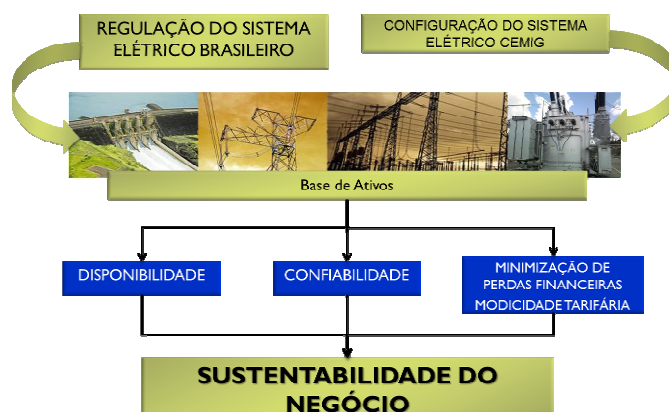


Figura 1 – Cenário Geração e Transmissão

Diante deste cenário, e, considerando a experiência existente com sistemas de monitoramento [1,2], em 2011 a CEMIG GT iniciou o projeto de desenvolvimento do Centro de Monitoramento e Diagnóstico Remoto, com o objetivo de integrar de forma modular os dados 'on-line' e 'off-line' de monitoramento de condição dos seus ativos de Geração e Transmissão. Por ativos de Geração e Transmissão o contexto deste informe técnico compreende

ativos físicos do tipo equipamentos, estruturas civis e instalações. Para este desenvolvimento, foi definido como historiador de dados o sistema PI System da OSIsoft, para a criação de pontos de monitoramento com suas respectivas regras de alarme e cálculos, além da configuração de notificações automáticas em caso de anormalidade. A integração do Centro de Monitoramento e Diagnóstico Remoto com o Portal *Web* de Manutenção também visa permitir a visão simultânea do histórico de manutenção do ativo sendo monitorado, agregando informações para o processo de tomada de decisão pela área de manutenção. Na arquitetura do Centro de Monitoramento e Diagnóstico Remoto da CEMIG GT foi prevista também a futura integração de informações oriundas do sistema SAGE, desenvolvido pelo CEPEL, de forma que dados provenientes da operação possam ser utilizados pela Engenharia de Manutenção. A decisão de se desenvolver o CMDR também se baseou em uma visão de que seria importante permitir a gestão e preservação do capital intelectual do processo de manutenção da CEMIG GT, permitindo que a evolução do grau de inteligência que é desenvolvido ao longo do tempo seja incorporado ao sistema de monitoramento (Figura 2).

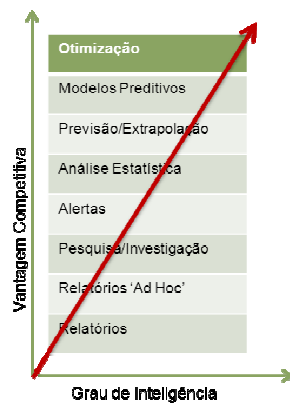


Figura 2: Vantagem Competitiva x Grau de Inteligência [3]

O desenvolvimento do CMDR, integrado ao Portal *Web* de Manutenção de Ativos da DGT, foi concebido como parte integrante de um projeto maior, denominado Projeto PRISMA-GT, que tinha como objetivo transformar as atuais atividades de manutenção de Geração e Transmissão em um processo totalmente integrado, claramente definido, monitorado, realimentado pelas melhorias e com planejamento alinhado, visando obter melhores resultados empresariais a curto, médio e longo prazo em todas as áreas que envolvidas na manutenção de Geração e Transmissão na CEMIG GT. As principais entregas deste projeto consistiam de:

- Criação de um Sistema de Gestão da Manutenção que ressaltasse as melhores práticas;
- Padronização e integração os sistemas informatizados existentes, aprimorando a utilização do SAP-Módulo PM e incluindo sistema de mobilidade para coleta de dados.
- Adequação da estrutura organizacional e infraestrutura, considerando a disposição geográfica, quantidade e qualificação das equipes de manutenção.

2.0 - CENTRO DE MONITORAMENTO E DIAGNÓSTICO REMOTO DE EQUIPAMENTOS DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO

O uso sistemático de diversas aplicações para monitoramento de ativos, bem como de técnicas automatizadas de diagnóstico e prognóstico, em última instância visa permitir que o processo de decisão desenvolva-se de forma remota e confiável. A prática de monitorar condição e desempenho de ativos é preconizada na principal especificação internacional de Gestão de Ativos, o guia PAS 55-1:2008 *Specification for the optimized management of physical assets* [4], no seu requisito 4.6.1: *Performance and condition monitoring*: Monitoramento proativo para garantir que os ativos estão operando como pretendido.

Quando grandezas são monitoradas para se determinar a condição de um dado ativo, o principal objetivo é detectar preditivamente possíveis defeitos internos que possam levar à falha e perda deste ativo. Ao se detectar os defeitos ainda em fase incipiente, as intervenções de manutenção podem ser planejadas, e como consequência, o tempo de indisponibilidade e o custo da manutenção serão menores. Desta forma, desenvolver a inteligência e experiência técnica para se interpretar corretamente as tendências apontadas pelos dados e medições obtidos no campo é um aspecto importante para a avaliação da condição e do desempenho de um determinado ativo. Outro ponto de bastante importância para se estabelecer o plano de monitoramento preditivo para um ativo é a definição de quais grandezas são relevantes para se determinar a condição deste ativo e com que frequência estes dados precisam ser obtidos, decisão esta que impacta diretamente na relação custo x benefício do sistema de monitoramento. Deve-se ter em mente que mais importante do que se ter todos os dados em tempo real é ter os dados necessários no tempo adequado para a tomada de decisão. Para a implantação do projeto piloto do CMDR, foram selecionados os primeiros ativos a serem contemplados, bem como as principais grandezas a serem monitoradas, seguindo as referências já existentes no setor elétrico [5] e a experiência da CEMIG GT.

Existe hoje uma grande variedade de sistemas de monitoramento de ativos disponíveis para aquisição no mercado, com arquitetura própria e módulos de diagnóstico e prognóstico proprietários. No entanto, estes sistemas não possuem integração com uma plataforma centralizada que permita o monitoramento dos dados e a própria incorporação nos algoritmos nativos de novas regras provenientes da evolução natural do conhecimento técnico da área de engenharia de manutenção sobre o comportamento da grandeza monitorada. Nos sistemas especialistas, a informação geralmente fica restrita à instalação onde o ativo se encontra e, normalmente, não existe interface nativa para o tratamento e divulgação destas informações, impossibilitando comparações e análises sistêmicas. Os sistemas especialistas de monitoramento são integralizados e fechados, e não permitem customizações ou disponibilização de interfaces diferentes daquelas originalmente construídas pelo fabricante. A experiência com os sistemas de monitoramento existentes no mercado tem revelado os seguintes pontos de desvantagem:

- Sistemas de monitoramento integralizados e fechados;
- Alto custo inicial de implantação;
- Protocolos proprietários nos sistemas especialistas;
- Alta taxa de falha de sensores e transdutores;
- Baixa confiabilidade dos diagnósticos e prognósticos.

A arquitetura básica de um sistema de monitoramento de equipamentos [1] e a arquitetura proposta para o CMDR estão apresentadas na Figura 3.

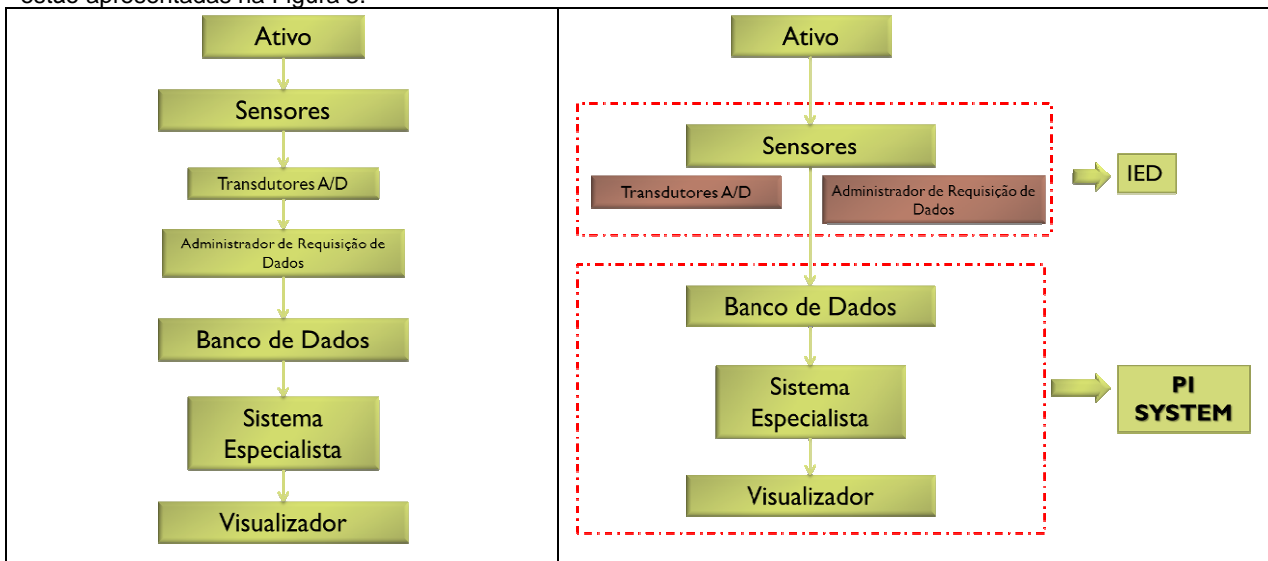


Figura 3 – Arquitetura Básica de um Sistema de Monitoramento x Arquitetura Básica do CMDR

A experiência também tem demonstrado que sistemas baseados em IED (*Intelligent Electronic Device*), que são dispositivos microprocessados capazes de obter e processar informações por meio de um *software* residente, já apresentam grandes vantagens quando comparados aos sistemas de arquitetura baseada em sensores/transdutores. Considerando-se este fato, para o desenvolvimento do Centro de Monitoramento e Diagnóstico Remoto foi proposta a arquitetura apresentada na Figura 3.

A integração do CMDR com o Portal *Web* de Manutenção de Ativos de Geração e Transmissão da DGT [6] foi construída pela utilização de uma estrutura distribuída e em camadas, sendo a camada de apresentação construída com tecnologia *Web*, conforme apresentado na Figura 4.

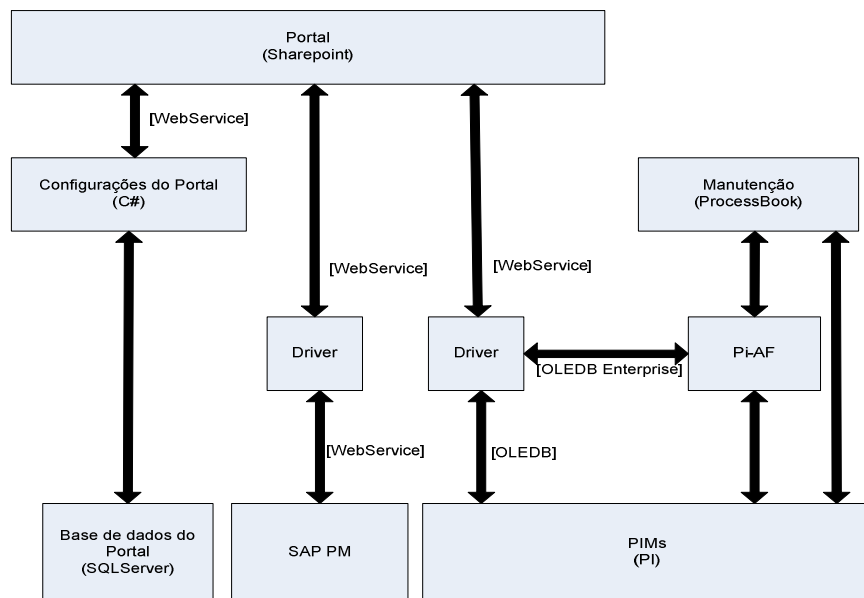


Figura 4 – Arquitetura Básica do Portal de Manutenção

Esta estruturação através de camadas, além de possibilitar o acesso ao sistema em qualquer instalação da CEMIG GT, possibilita também a integração de novas tecnologias à medida que novas necessidades vão sendo identificadas pelos usuários do sistema. Além disso, esta abordagem visa tornar as camadas independentes, reduzindo com isso o impacto das alterações nas regras arquiteturais da empresa.

Devido às características do Portal *Web* de Manutenção, de integrar e mostrar informações de diversos sistemas, fez-se necessária a construção de diversas interfaces que buscam essas informações nos sistemas de origem. Para realizar essa integração, foi desenvolvida uma arquitetura distribuída, com a utilização de *drivers* de comunicação que são responsáveis por buscar essas informações nos sistemas e disponibilizá-las via webservices. As principais camadas estão descritas a seguir.

- Camada de Apresentação:

A camada de apresentação é a camada visível ao usuário, e é nesta camada que são as apresentadas as telas, gráficos, relatórios, etc. Trata-se de uma aplicação *Web* desenvolvida utilizando os recursos do Microsoft SharePoint. A utilização da Ferramenta Microsoft Sharepoint 2010 trouxe para o projeto melhorias e facilidades no processo de desenvolvimento.

- Camada de Configuração e Negócio:

A camada de configuração e negócio é a camada que contém as regras de negócio do sistema e foi desenvolvida utilizando a linguagem C#.Net. A adoção do C# é recomendada devido à alta aceitação desta linguagem pelo mercado facilitando a manutenção de sistemas desenvolvidos nesta linguagem.

- Telas de Monitoramento:

O *PI System* da Osisoft é um sistema PIMS (*Plant Information Management System*), responsável por historiar as informações das grandezas dos ativos que serão monitoradas, que também possui várias outras ferramentas. Para a construção das telas (sinóticos ou típicos) com as grandezas monitoráveis para cada tipo de equipamento selecionado para o escopo deste projeto, foi utilizada a ferramenta *Process Book* do *PI System*. Neste projeto também foi utilizada a ferramenta *PI AF (Asset Framework)*, que possibilita a replicação das telas de monitoramento para equipamentos do mesmo tipo, constituindo-se uma vantagem tanto na construção quanto na manutenção destas telas.

- SAP Módulo PM:

O Módulo PM do SAP é o Sistema Informatizado de Gestão da Manutenção da CEMIG GT, e a integração com este sistema consistiu em duas vias, sendo:

- 1) Leitura de informações: O SAP PM fornece as informações de manutenção de cada equipamento e instalação, possibilitando a avaliação deste aspecto no contexto do CMDR, bem como o cálculo de indicadores de manutenção.
- 2) Entrada de informações: O PIMS, através da ferramenta *PI-Notification*, monitora as variáveis indicadoras da condição dos ativos de Geração e Transmissão e, através de parâmetros previamente estabelecidos, pode até mesmo abrir notas de manutenção automaticamente.

- Drivers:

Os *drivers* construídos têm a finalidade de integrar as camadas de dados (PIMS, SAP PM) com o portal de informações.

O Portal Web de Manutenção foi criado de maneira a trazer o maior número de informações para os usuários com o menor esforço possível. Ele é composto por:

- 1) **Árvore de Navegação:** Menu de navegação em formato de árvore composta pelos locais e equipamentos cadastrados no SAP PM. Esta árvore possibilita a navegação entre as diversas áreas da Cemig de maneira intuitiva.
- 2) **Área de informações:** A área de informações traz as informações selecionadas na Árvore de Navegação.

A Figura 5 apresenta a Tela Inicial do Portal Web de Manutenção.



Figura 5 – Tela Inicial Portal Web de Manutenção

Utilizando-se a árvore de navegação, pode-se navegar entre os locais de instalação, até os equipamentos dentro de uma unidade. De acordo com o local clicado são mostradas telas com os resultados do respectivo local. Importante ressaltar que a árvore de navegação utilizada foi baseada na Árvore de Locais de Instalação dos ativos da Geração e Transmissão cadastrada no SAP-PM, que por sua vez foi construída considerando-se a taxonomia recomendada pela norma ISO 14224 [7]. A Figura 6 apresenta a visão esquemática desta árvore.

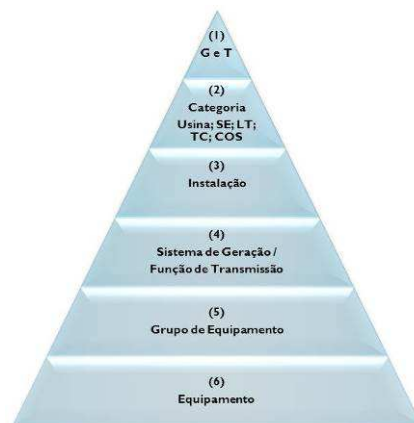


Figura 6 – Árvore de Locais de Instalação

Ao se navegar nas visões de Geração ou Transmissão é apresentado um mapa com a localização de cada unidade. A cor do marcador no mapa indica a condição da instalação, dentro de cada dimensão do Portal. A visão georreferenciada é uma ferramenta para que as decisões de manutenção sejam tomadas levando em consideração o melhor aproveitamento dos recursos e equipes. Ao se descer mais um nível na Árvore de Locais de Instalação, é apresentada uma tela contendo um *treemap*. As duas visualizações podem ser visualizadas na Figura 7.

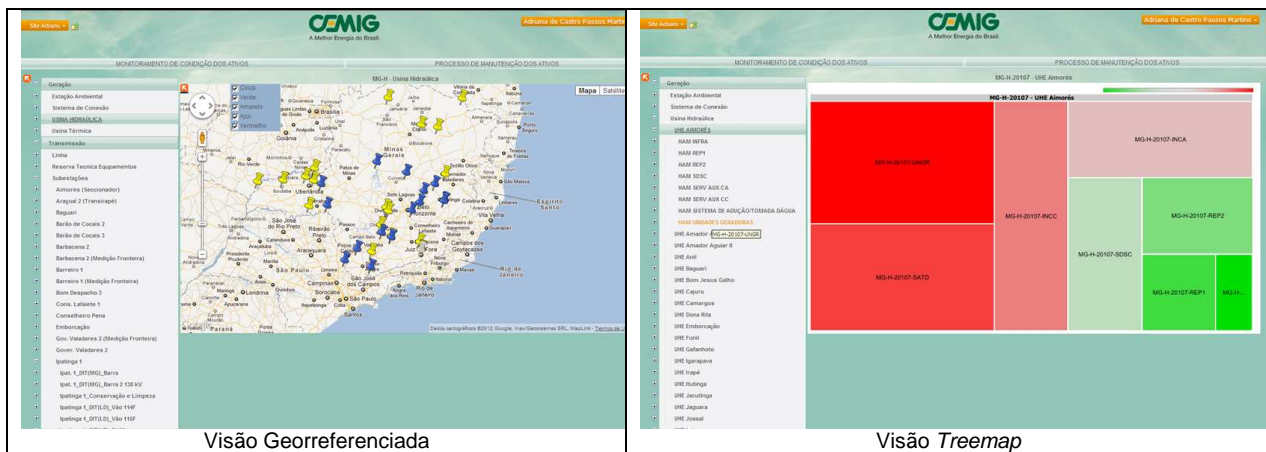


Figura 7 – Visões do Portal Web de Manutenção

A visualização em *Treemap* é ideal para mostrar a condição de cada subconjunto de equipamentos ou de uma dada instalação para o SEP, levando-se em consideração sua importância para o sistema. No *Treemap*, o tamanho do retângulo indica a importância do subconjunto e sua cor a sua condição. Os locais de maior importância, e, portanto, com retângulos maiores, são colocados mais à esquerda. Dessa forma o *Treemap* pode orientar o usuário rapidamente, de forma gráfica, para os problemas que requerem maior atenção.

Ao se navegar na árvore até o nível do equipamento, são exibidas as telas (sinóticos) do CMDR de cada equipamento. A Figura 8 apresenta um exemplo de tela de transformador de potência e a Figura 9, um exemplo de tela de um tipo de unidade geradora. Estas telas são construídas de acordo com o típico criado no PIMS, e é possível acrescentar novos equipamentos, sem necessidade de construção de novas telas, bastando que o novo equipamento já possua uma tela cadastrada no PI AF (*Asset Framework*). Para facilitar a configuração do sistema pelo usuário, no próprio PIMS é possível definir qual típico deverá ser exibido.

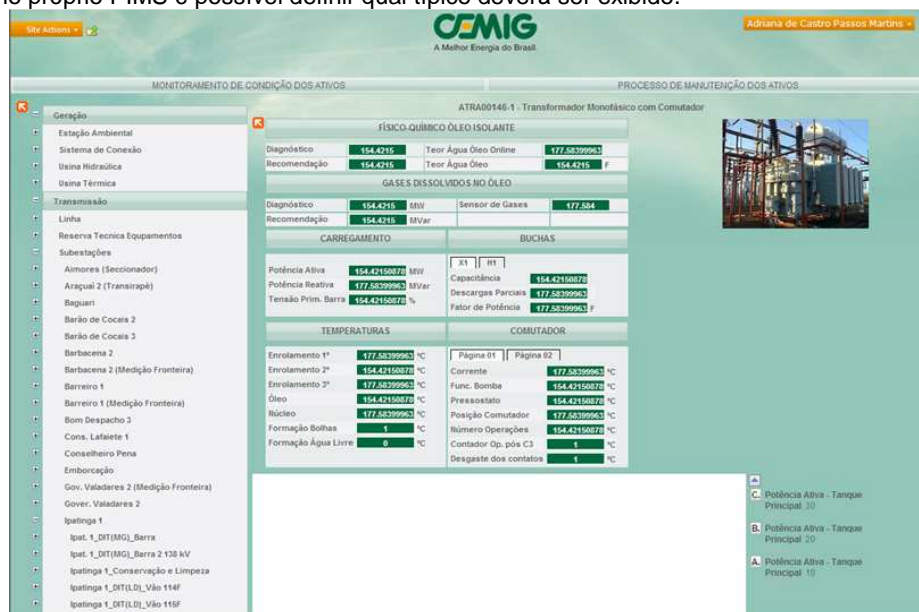


Figura 8 – Tela CMDR Transformador

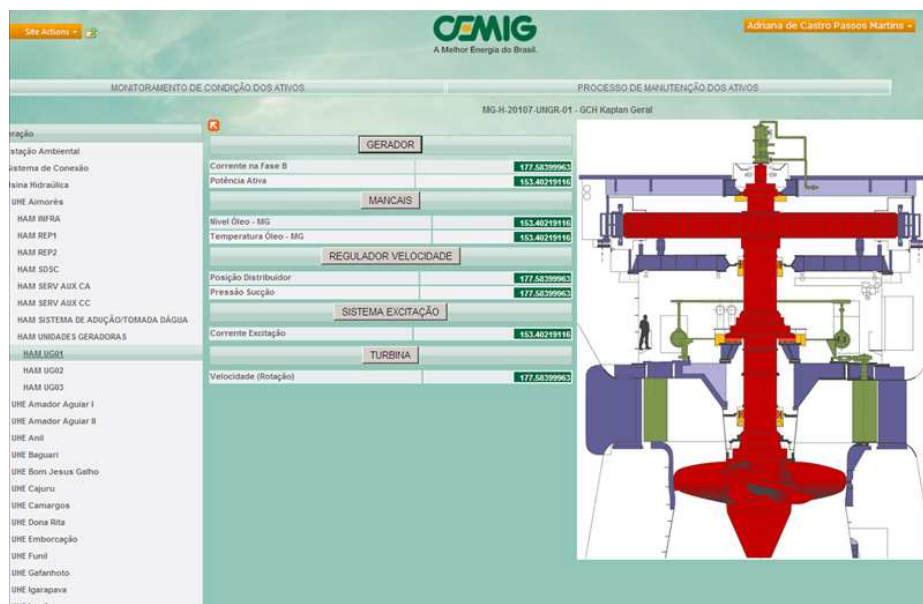


Figura 9 – Tela CMDR Unidade Geradora

3.0 - PRÓXIMOS DESENVOLVIMENTOS

A partir da recente aquisição por parte da CEMIG GT do Módulo MII (*Manufacturing Integration and Intelligence*) da SAP, que possui conexões nativas com o Módulo PM, que é o Sistema Informatizado de Gestão da Manutenção da CEMIG GT, será realizada a substituição de alguns dos *drivers*, para tornar a aplicação ainda mais modularizável e personalizável, bem como melhorar o seu desempenho em termos de tempo de construção das telas de monitoramento.

4.0 - CONCLUSÃO

Existem vários benefícios potenciais que podem ser alcançados ao se desenvolver um Centro de Monitoramento e Diagnóstico Remoto. O principal deles é reduzir o dano potencial e as perdas financeiras associadas aos ativos sendo monitorados, considerando que o objetivo é detectar defeitos incipientes e evitar falhas. Os demais ganhos que podem ser citados são:

- Integração dos dados no tempo certo para a tomada de decisão – monitoramento ‘on-time’;
- Escalabilidade;
- Investimento inicial menor;
- Possibilidade de aprimoramento das metodologias de diagnóstico (implantação do processo de aprendizagem e novas correlações);
- Utilização dos recursos de hardware já disponíveis na empresa;
- Integração com sistemas especialistas já existentes.

O CMDR inicialmente concebido permite a integração de informações de forma a se ter uma visão global de todas as instalações e concentrar os esforços onde o problema está acontecendo. As diferentes visões disponibilizadas pelo Portal, e a forma de *drill-down* na árvore de locais de instalações, favorece a pesquisa desses problemas a fim de orientar o usuário na resolução dos mesmos.

O desenvolvimento de Portal Web da Manutenção de Ativos está diretamente alinhado com as diretrizes mais recentes de Gestão de Ativos, conforme preconizado pela especificação PAS55: *Asset Management* [4]. Espera-se ganho de eficiência relacionado à disponibilização rápida, segura e com facilidade de acesso às informações relevantes do Macroprocesso de Manutenção e relativas à condição dos ativos da CEMIG GT que auxiliem no processo de tomada de decisão relativo a este Macroprocesso. Espera-se também ganho de confiabilidade e de disponibilidade dos ativos de Geração e Transmissão, com a redução de perdas financeiras e podendo contribuir, em longo prazo, para a modicidade tarifária.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Análise de Desempenho dos Sistemas de Monitoramento de Equipamentos nas SEs da Transmissão – Relatório Técnico CEMIG 02.111.TR/MN-232.

(2) Experiência de Furnas Centrais Elétricas SA com a Utilização Prática de Sistemas de Monitoramento para Equipamentos de Alta Tensão para Usinas e Subestações. Motta, O.J.M., Neder, R.N., Kotlarewski, J. XIX SNPTEE – Outubro 2007.

(3) Davenport, Thomas H. & Harris, Jeanne G. Competing on Analytics, The New Science of Winning.

(4) PAS 55: Asset Management – Part 1: Specification for the optimized management of physical assets. IAM – Institute of Asset Management.

(5) Technical Brochure 343 Cigré WG A2-27: Recommendations for condition monitoring and condition assessment facilities for transformers. 2008.

(6) Portal informatizado colaborativo para integração de informações e suporte do processo de gestão de ativos da DGT – Cemig – Wallace Torres Trevenzoli Soares, Wilson Laizo Filho, Igor Vinicius Alves da Silva, Arley Alves Ribeiro, Mayara Caldeira Alvim (TSA), Wantuil Dionisio Teixeira, Adriana de Castro Passos Martins, Webber E. Pereira Aguiar, Rômulo Miranda Teixeira, Diego Antônio Fonseca Balbi, Wilson Carlos Santos Pestano, Rodrigo de Castro Freitas (CEMIG GT) - Seminário de Automação da ABM – 18/09 a 21/09/2012.

(7) ISO 14224:2006: Petroleum, petrochemical and natural gas industries -- Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment.

DADOS BIOGRÁFICOS

Adriana de Castro Passos Martins

Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal de Minas Gerais e Especialização em Engenharia de Materiais para o Setor Elétrico pela Universidade Federal do Paraná – UFPR.

Atua há 16 anos na área de monitoramento preditivo de equipamentos do sistema elétrico. Atualmente é Engenheira de Planejamento de Manutenção de Geração e Transmissão da CEMIG GT.