



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

FI/GTL/02
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO – XV

GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS ELÉTRICOS - GTL

AUTOMAÇÃO DA INSPEÇÃO DIÁRIA DO OPERADOR COM USO DE EDAS PARA REDUZIR O TEMPO, ANALISAR OS DADOS E GERAR GRÁFICOS DE TENDÊNCIAS DAS UNIDADES GERADORAS DAS USINAS TUCURUÍ, SAMUEL E CURUÁ-UNA

**Herbeth Moraes Costa (*)
ELETROBRAS ELETRONORTE**

**Helder dos Santos Vilhena
ELETROBRAS ELETRONORTE**

RESUMO

Este projeto consiste de um conjunto de ações implementadas para dar mais mobilidade e autonomia ao operador para analisar todos os dados inspecionados na instalação. Isso tudo devido a um trabalho conjunto de engenharia, tecnologia da informação e a experiência operacional da instalação. Este conjunto formou o que conhecemos hoje como "Sequitur".

Implantado nas Usinas Hidrelétricas Tucuruí, Samuel e Curuá-Una, o Sequitur consiste dos seguintes itens: Um software para computadores de mesa, um banco de dados, EDAs (Assistentes Empresariais Digitais) e um software desenvolvido pela própria Eletronorte para funcionar nos EDAs.

PALAVRAS-CHAVE

EDA, Mobilidade, Sequitur, Inspeção, Usinas

1.0 - INTRODUÇÃO

Em 1984, houve a inauguração e início da operação comercial da Usina Hidrelétrica Tucuruí, na cidade de Tucuruí no estado do Pará, cerca de 350 km da capital do estado. Desde então a Operação em Tempo Real da usina tem atuado na instalação executando suas inspeções diárias de forma rudimentar, porém mantendo sob controle a maior usina hidrelétrica genuinamente brasileira.

Desde 2009 tem sido desenvolvido um trabalho para substituir as pranchetas e papéis adotados pelos operadores desde a inauguração da usina e com isso possibilitar mais agilidade e produtividade nos registros e análises dos dados das inspeções operacionais.

Para possibilitar este projeto foi planejado um trabalho que envolveu engenharia, tecnologia da informação, uso de hardware e software e a experiência desses anos de operação da usina.

2.0 - IDENTIFICANDO OS PROBLEMAS

Ao longo dos anos, formulários extensos foram simplificados e substituídos por formulários menores e mais objetivos, mas sempre foi mantido o mesmo padrão de preenchimento dos dados das inspeções: caneta, papel e prancheta.

(*) Rodovia BR 422, Km 13, nº SN – Piso C – UHE Tucuruí – CEP 68.464-000 Tucuruí, PA, – Brasil
Tel: (+55 94) 3787-7134 – Fax: (+55 94) 3787-7400 – Email: herbeth.costa@eletronorte.gov.br

No ano de 2009 foi identificada a necessidade de melhorar a forma como os operadores faziam inspeções nas casas de forças da usina, pois para isso sempre foram utilizados formulários impressos presos por pranchetas, preenchidos padronizadamente com canetas esferográficas de cor preta.

Dessa forma, começamos a pensar em alternativas de revolucionar e criar um novo padrão de preenchimento dos dados coletados nas inspeções e além disso, também queríamos agilizar e facilitar a análise dos dados coletados pelos operadores, pois esta etapa do processo requeria homem hora elevado, já que era necessário que o funcionário analisasse página por página do formulário preenchido pelo operador utilizando um tempo excessivo e não eficaz.

Vale citar que o nosso Sistema de Proteção, Controle e Supervisão da Usina, o chamado SPCS é constituído de hardwares e softwares que permitem a geração de gráficos e gravação de dados, mas devido a sua filosofia de construção, o armazenamento destes dados é muito limitado para a construção de um histórico de dados que possam gerar gráficos de tendências, que atendam a todas as necessidades da operação e da manutenção da usina, além da requisição destes dados pelo SPCS ser feita utilizando sondas e os dados que os operadores registram durante a inspeção são de outros tipos de instrumentos, o que gera uma redundância do processo, tornando-se favorável ao nosso trabalho de operar e manter.

Uma das ideias de melhorias às quais chegamos para tornar eficientes todos os processos ligados à coleta de dados dos operadores, foi a de substituir a prancheta e o papel pelo uso da tecnologia da informação, ou seja, analisamos o que o mercado tinha para nos oferecer em relação a hardware e o que a nossa mão de obra interna tinha em relação a software e buscamos inovar nestes dois vetores, ver Figura 1.

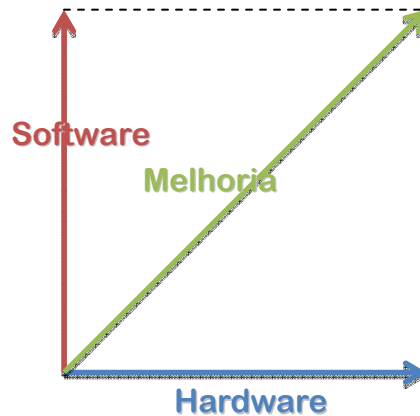


FIGURA 1 – Softwares e Hardwares foram os insumos para nossa melhoria.

3.0 - DESENVOLVIMENTO DA MELHORIA

3.1 Os Hardwares

Para o desenvolvimento do projeto foi necessário cumprir os requisitos básicos, neste caso começamos com o hardware necessário e para isso fizemos um levantamento e verificamos que precisaríamos de:

- 03 Servidores de Banco de Dados, ver Figura 2;
- 14 EDAs - Assistentes Empresariais Digitais - Computadores móveis, ver Figura 3;
- 03 Pontos de acesso à rede sem fio corporativa, ver Figura 4.

O item “a” nós já tínhamos e o item “c” foi logo providenciado pela nossa equipe de tecnologia da informação, mas o item “b” não tínhamos disponível no nosso almoxarifado, dessa forma, tivemos que fazer um investimento e adquirir 14 EDAs para iniciarmos o desenvolvimento do projeto.



Figura 2 – Servidor físico para armazenamento das informações dos softwares.



Figura 3 – EDA para aquisição de dados no campo pelo operador.



Figura 4 – Access Point para permitir a comunicação entre os EDAs e a rede corporativa.

Dessa forma criamos as especificações técnicas, ver Tabela 1, e os requisitos mínimos de hardware que precisávamos para utilização em campo e a área responsável fez a compra pelos meios legais seguindo as leis governamentais e normas internas da empresa.

TABELA 1 – Características Técnicas do EDA

EDA MC75A	
Dimensões	8,4cm x 15,24cm x 4,4cm
Peso	398g
Temperatura de Funcionamento	-10 °C a 50 °C
Resistência ao Impacto	Suporta quedas múltiplas de até 1,5m
Processador	Intel® XScale PXA320 806MHz
Sistema Operacional	Microsoft® Windows Mobile® 6.5
Memória	RAM de 256MB e Flash de 1GB
Tela	LED VGA inteiro transfletivo colorido, de 3,5" com iluminação de fundo, 640 x 480, com painel sensível ao toque de vidro.
Teclado	48 teclas completo alfanumérico
Áudio	Alto-falantes integrados, microfone e conector padrão de 2,5 mm para headset
Armazenamento em Massa	Compartimento microSD com Suporte a SDHC (até 32GB)
Bateria	Bateria inteligente de lítio ionizado, recarregável, de 3,7V, 3600mAh
Leitura de Códigos de Barras	Leitura padrão de simbologias 1D e 2D
WLAN	IEEE® 802.11a/b/g e WPA2, WEP (40 ou 128 bits), TKIP, TLS, TTLS (MS-CHAP), TTLS (MS-CHAP v2), TTLS (CHAP), TTLS-MD5, TTLS-PAP, PEAP-TLS, PEAP (MS-CHAP v2), AES, LEAP, certificação CCXv4; certificação FIPS 140-2

3.2 Os Softwares

Para fazer todo o hardware da nossa melhoria funcionar, especificamos também os softwares que foram:

- Sistema para desenvolvimento do software dos EDAs;
- Sistema para desenvolvimento do software dos desktops - computadores de mesa;
- Software para modelagem do banco de dados;

d. Sistema Operacional dos EDAs.

Todo o sistema de software precisou estar bem especificado para evitar incompatibilidades na sua intercomunicação e no funcionamento dos softwares do EDA. Assim sendo, para os itens “a” e “b” especificamos o Microsoft Visual Studio® 2008 Professional. Para o item “c” nós usamos a própria solução da Microsoft® que acompanha o Microsoft SQL Server® 2008, banco de dados este que usamos nas nossas soluções de softwares internas. E para o item “d” usamos como sistema operacional móvel o Microsoft® Windows Mobile 6.5, que já vem embarcado no EDA de fábrica.

3.3 A Linguagem de Programação

A linguagem de programação foi um capítulo a parte, pois a linguagem a qual estávamos familiarizados não era compatível com o sistema operacional do PDA, então fizemos uma atualização em nossas habilidades técnicas de forma autodidata e conseguimos desenvolver o software do EDA, sobre a plataforma .NET da Microsoft e usando a linguagem de programação C# (ce sharp). A estrutura de funcionamento da plataforma está descrita sucintamente na Figura 5, que demonstra o sistema de compilação do software depois de escrito, utilizando uma das linguagens do .Net. Após o bloco de Código Nativo, entra o sistema operacional para gerenciar suas tarefas e execuções de softwares.

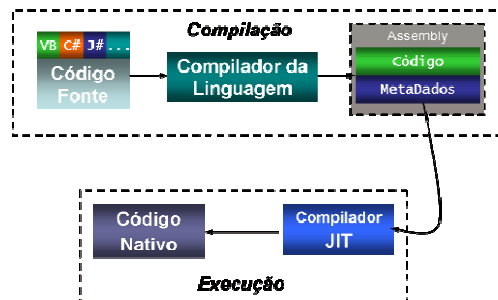


Figura 5 – Estrutura de funcionamento da plataforma .Net com C#.

O uso desta plataforma nos permitiu desenvolver um software bem leve, eficiente, escalonável, integrado ao Windows Mobile e compatível com a grande maioria dos EDAs disponíveis no mercado, nos permitindo flexibilidade na escolha de um modelo para futuras aquisições.

3.4 A Entrada de Dados

Para uma maior agilidade de entrada de dados nas inspeções dos operadores, evitamos que eles utilizassem, desnecessariamente, o teclado e para isso utilizamos a leitura de código de barras, ver Figura 6.



Figura 6 – Coletor de dados do EDA, laser para ler os códigos de barras.

Utilizando um feixe de laser para leitura em ambientes de baixa luminosidade, o EDA traduz o código de barras e identifica o equipamento a ser inspecionado deixando para o operador a tarefa de apenas digitar o valor de leitura do instrumento, ver Figura 7.



Figura 7 – Operador executando sua inspeção e lendo o código de barras.

Essa estratégia permite que o operador dedique mais atenção à atividade fim que é inspecionar.

4.0 - A INFRAESTRUTURA COMPLETA

Depois de concluída a melhoria, ela foi batizada de "Sequitur", palavra de origem latina que significa "seguir", um verbo que representa a mobilidade que o sistema tem para seguir o operador aonde ele for sem limitações de disponibilidade de rede sem fio ou luminosidade, visto que trabalhamos num ambiente onde o "quase" confinamento é o cotidiano de todo operador de usina, pois ele precisa acessar poços de turbinas, galerias de falhas, poços de drenagens, assim como acessos por escadas e muito concreto, o que dificulta qualquer cobertura eficiente de rede wireless.

Dessa forma o Sequitur foi desenvolvido para trabalhar 99% do tempo desconectado da rede corporativa, sendo que ele só a utilizará quando do sincronismo dos dados com o servidor, o que possibilita essa mobilidade que o operador necessita.

Além disso, o software instalado nos desktops, que também foi batizado de Sequitur, permite uma análise mais aprofundada, gerando gráficos de tendências e acompanhamentos de pendências encontradas durante as inspeções, o que auxilia o operador a fazer registros de Notas para composição das Ordens de Serviços ou acompanhá-las no sistema SAP ECC que a empresa utiliza como principal software de gestão em todas as suas unidades.

Os códigos de barras estão dispostos estrategicamente para identificar os equipamentos que serão inspecionados. Eles permitem ao Sequitur reconhecer o equipamento e carregar os parâmetros do equipamento na memória e permitir uma autoanálise para quando o operador digitar no campo dos valores obtidos das grandezas mensuradas, ele tomar a decisão imediata assim que o Sequitur exibe o diagnóstico, se for o caso.

Utilizando os princípios de engenharia e Gestão Antecipada do programa de qualidade TPM denominados de matrizes QA (Garantia da Qualidade) e QM (Manutenção da Qualidade) (1), o Sequitur para EDA foi constituído para auxiliar os operadores num pré-diagnóstico que, baseado no que o operador identificar no campo, o software exiba observações e orientações em forma de checklist, a serem realizadas pelo operador, facilitando a solução de determinadas pendências nos equipamentos.

Para suportar tudo isso, na base de funcionamento do sistema, temos o servidor e o nosso banco de dados que comporta todos os dados e as informações compiladas no campo. Por meio dele podemos consultar informações desde quando o programa foi implantado, sem limites de armazenamentos.

5.0 - REPLICAÇÃO PARA UHE SAMUEL E CURUÁ-UNA

Todo o trabalho inicial começou na UHE Tucuruí e tudo foi feito até os primeiros resultados e até chegarmos às conclusões de que o projeto obteve êxito e baseado nele poderíamos replicar esta melhorias para outras instalações da Eletrobras Eletronorte e foi o que fizemos.

Nos anos de 2012 e 2013 trabalhamos para levar o projeto Sequitur para estas outras 2 usinas e para que isso pudesse se tornar realidade tivemos que incluir na equipe do projeto funcionários destas instalações, que conheçam bem suas rotinas, inspeções e particularidades para que o trabalho pudesse, de todas as formas, criar raízes e quebrar paradigmas antigos que poderiam minar a implantação do projeto.

Como em questão de tamanho e complexidade a UHE Tucuruí é a maior das 3 usinas, todos os limites já haviam sido quebrados durante o estágio de esboço do projeto e com isso ganhamos em tempo de implantação e

conseguimos a replicação de forma muito ágil, inclusive com o treinamento dos operadores para lidar com esta nova tecnologia e nova rotina de trabalho.

6.0 - ATUALIZAÇÕES

O Sequitur e toda sua infraestrutura de software foram desenvolvidos pela própria Eletrobras Eletronorte e isso nos permite uma constante atualização, seja para corrigir um defeito ou para implementar novas funcionalidades. Esta condição nos é favorável, pois permite uma comunicação mais direta com o desenvolvimento do projeto.

7.0 - RESULTADOS

Conforme podemos ver na Figura 8, no gráfico de redução de Homem X Hora ao Ano dos operadores, houve uma redução de 78% no tempo gasto com o processo de inspeção e análise da inspeção. No gráfico de redução de perdas por defeitos anuais, esta redução foi de 87% e foi mensurada na árvore de defeitos da planta. Além disso, calculamos a redução de papel com a implantação da melhoria e traçamos um horizonte de 1 ano e identificamos que a economia de papel, calculada em árvores que deixarão de ser desmatadas chega a 4 ao ano, isso estimando que uma árvore equivalha a 20 resmas de papel A4, ver Figura 9.



Figura 8 – Resultados obtidos com a implantação do projeto.



Figura 9 – Resultados obtidos com a implantação do projeto no Meio Ambiente.

8.0 - CONCLUSÃO

Foi um grande aprendizado a execução deste projeto que trouxe grandes ganhos para a operação das usinas Tucuruí, Samuel e Curuá-Una.

Tudo aconteceu seguindo um planejamento e a implantação foi gradativa em cada instalação, obedecendo suas particularidades e equipamentos de cada local, visando sempre a máxima automação da inspeção diária do operador com o mínimo de tempo para sua utilização pela força de trabalho e com o máximo de possibilidades de análises dos dados coletados.

Sem dúvida muitas coisas evoluíram com o passar dos anos, desde a implantação, muitas ações foram refinadas, outras foram melhoradas e atualmente estamos prestes a dar outro grande salto de forma a levar a operação, a manutenção, a engenharia e até outras áreas da empresa a um nível ainda mais alto na mobilidade e produtividade das atividades desenvolvidas em cada área.

9.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) PALMEIRA, Jorge Nassar e TENÓRIO, Fernando Guilherme, Flexibilização Organizacional, Aplicação de um modelo de produtividade total, 1ª Edição pp 157, Brasília, 2002.

10.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Herbeth Morais Costa;

Tucuruí, Pará, 1983;

Formação Superior em Desenvolvimento de Sistemas e de Software pela UNAMA em 2010;

Atualmente trabalha no Setor de Estudos e Análises da Operação desenvolvendo os projetos na área de TI e operação, com experiência de 5 anos no turno de operação em tempo real e 10 anos em desenvolvimento de softwares para a área de gestão, produção e operação da Usina Hidrelétrica Tucuruí, atualmente teve um artigo técnico publicado na Revista Energetica da Comisión de Integración Energética Regional – CIER.

Helder dos Santos Vilhena;

Belém, Pará, 1964;

Licenciatura Plena em Matemática formado na Universidade Federal do Pará - UFPA, em 2002;

Especialização em Engenharia Elétrica com ênfase em Automação e Controle de Processos - UFPA, em 2009, 23 anos de Eletrobras Eletronorte. De 2006 até 30/08/2011 como Gerente do Setor de Operação do Tempo Real e de 01/09/2011 aos dias atuais como Gerente de Divisão da Operação da Superintendência de Geração Hidráulica da Eletrobras Eletronorte.