



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

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

GRUPO 15

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

SISTEMA INFO_OPR WEB: A EXPERIÊNCIA DA ELETRONORTE NA GESTÃO DAS INFORMAÇÕES OPERACIONAIS NA INTERNET.

**Rodolfo Moacir Seabra Junior (*)
ELETRONORTE**

**Milton Nunes da Silva
ELETRONORTE**

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo apresentar a experiência da ELETRONORTE na evolução e no aperfeiçoamento dos processos de gerenciamento de informações operacionais, por meio da implementação de uma ferramenta informatizada para a gestão e disponibilização das informações operacionais na internet.

Para tal, foi desenvolvido o projeto INFO_OPR WEB, tendo em vista a atualização tecnológica da ferramenta INFO_OPR, já utilizada pela Eletronorte para o gerenciamento dos dados operacionais de suas instalações e consolidação desses dados em indicadores de desempenho.

PALAVRAS-CHAVE

Sistemas de informação, operação de sistemas elétricos, indicadores de desempenho, internet, info_opr.

1.0 - INTRODUÇÃO

A Eletronorte, através da Diretoria de Produção e Comercialização, Superintendência de Engenharia de Operação e Manutenção da Transmissão desenvolveu e implantou com recursos próprios o Sistema de Gerenciamento das Informações, denominado Informativo Operacional (INFO_OPR).

Este sistema está em operação desde 1998 em todos os Centros de Operação das Regionais e Subsidiárias da Eletronorte: Acre, Amapá, Manaus Energia, Maranhão, Mato Grosso, Roraima Transmissão, Boa Vista Energia, Rondônia, Usina de Tucuruí, Pará, Tocantins e Brasília, além de atender demandas da ANEEL, ONS, e ELETROBRAS.

O sistema armazena dados realizados de estado operacional dos equipamentos (conforme nova orientação da ONS), demandas, energia e hidrologia. Apresenta relatórios e gráficos padrões diários e mensais e têm como principal recurso a consolidação e cálculo dos indicadores de desempenhos dos sistemas elétricos da empresa (1).

Com o intuito de garantir a continuidade dos serviços de gerenciamento de informações operacionais da ELETRONORTE, foi identificado por meio de sua Diretoria de Produção e Comercialização e Superintendência de Engenharia de Operação e Manutenção da Transmissão a necessidade de atualização tecnológica do sistema INFO_OPR.

O novo projeto deveria agregar as funcionalidades já implementadas pelo INFO_OPR e atender novas demandas, sendo a principal delas a disponibilização das informações gerenciadas pelo INFO_OPR na internet. Dessa forma, seguindo o exemplo do projeto original INFO_OPR, a ELETRONORTE desenvolveu com recursos próprios o Sistema Web de Informações da Operação - INFO_OPR WEB.

A linha de desenvolvimento principal, portanto, consistiu em criar um novo sistema que não ignorasse as peculiaridades do cenário vigente, mas que também apresentasse uma nova concepção de Sistema de Informação

(*) Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A - Eletronorte - SCN Quadra 06 Conj. A, Bloco C, Sala 1202,
Asa Norte - Cep 70716-901- Brasília, DF, Brasil
Tel. (+55 61) 3429-8896 – Fax. (+55 61) 3429-8686 – Email: rodolfo.junior@eletronorte.gov.br

para o Sistema Elétrico. Veremos a seguir algumas considerações sobre as premissas para implementação do INFO_OPR WEB, bem como suas características estruturais e os resultados obtidos do projeto.

2.0 - AMBIENTE DE IMPLANTAÇÃO DO INFO_OPR WEB

A construção do INFO_OPR WEB ofereceu maiores desafios ao considerar a implantação dos novos recursos em um ambiente administrado por uma ferramenta utilizada por cerca de 700 usuários ao ano, sobre um parque de servidores de dados em funcionamento por mais de uma década e distribuídos geograficamente pela Amazônia Legal.

A Figura 1 mostra a tela principal do INFO_OPR original e representa a distribuição geográfica dos seus servidores de banco de dados.

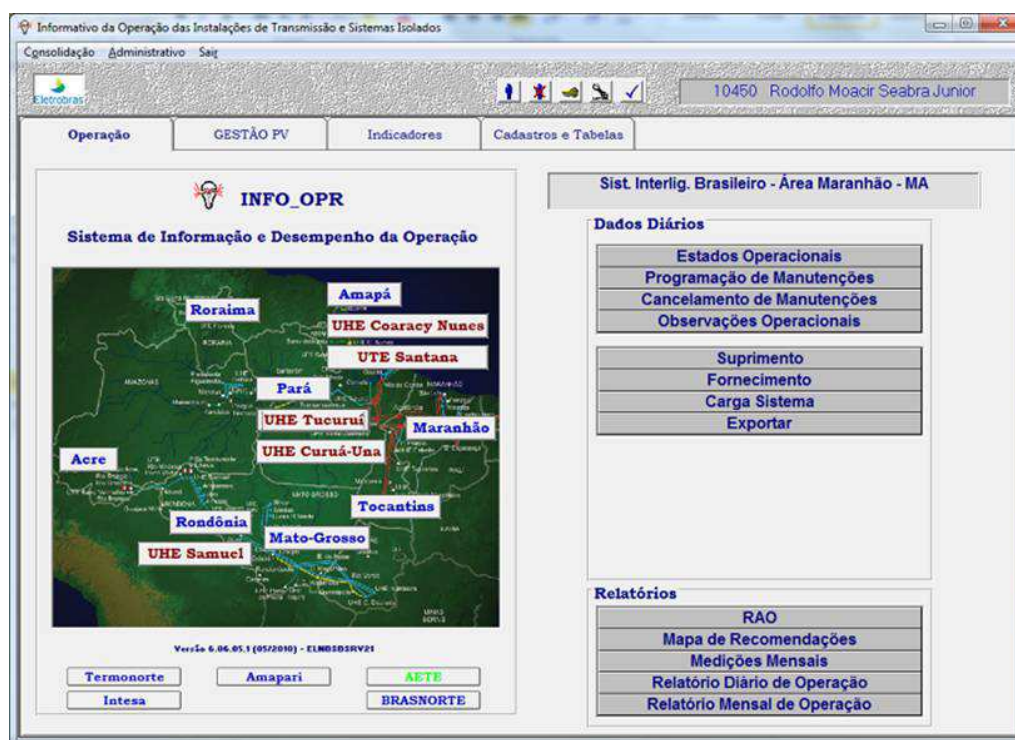


FIGURA 1 – Tela principal do INFO_OPR

Os servidores das regionais hospedam os bancos primários, onde os dados de operação são atualizados pelos usuários. Estes dados de cada regional são então transmitidos ao servidor central em Brasília, sendo consolidados e processados pelas rotinas de cálculo de indicadores de desempenho.

As informações consolidadas obtidas por esse processo ficam armazenadas no banco central, mas também são replicadas aos bancos das regionais para facilitar o acesso aos usuários locais.

Esse processo está representado de forma resumida na Figura 2.

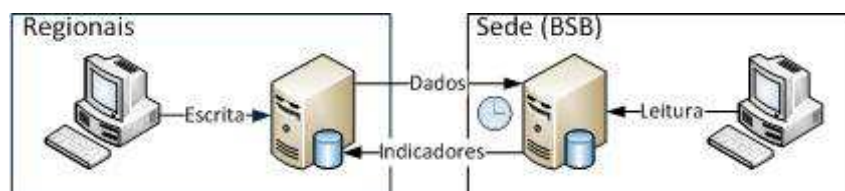


FIGURA 2 – Replicação de dados entre servidores do INFO_OPR.

Para uma representação mais detalhada, devemos considerar a existência das 15 regionais da ELETRONORTE que compõe esse modelo, cada uma com seu próprio servidor de banco de dados apontando para o servidor central na sede.

A implantação de uma aplicação web centralizada tende a otimizar esse processo, pois dispensaria a necessidade de estações de trabalho locais e servidores de dados distribuídos, uma vez que as funcionalidades e dados do INFO_OPR seriam gerenciados por um único servidor na sede da ELETRONORTE.

No entanto, devemos considerar a situação de desempenho variável no fluxo de dados da rede interna da ELETRONORTE e até mesmo situações de indisponibilidade de acesso à internet em pontos específicos da região Amazônica.

Para esses casos, tivemos que manter a distribuição de servidores e replicação de dados, bem como a utilização do INFO_OPR Cliente/Servidor. Esse modelo de implantação representa um cenário híbrido, onde as versões INFO_OPR e INFO_OPR WEB estão implantadas em paralelo.

A Figura 3 representa o cenário heterogêneo de implantação do INFO_OPR_WEB.

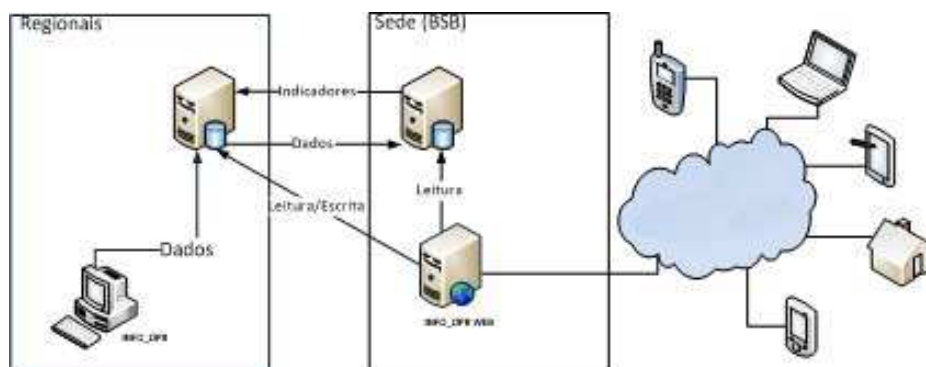


FIGURA 3 – Cenário de implantação do INFO_OPR WEB

3.0 - CARACTERÍSTICAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO INFO_OPR WEB

A escolha por uma linguagem de desenvolvimento para a internet foi motivada pela possibilidade de ampliar a disponibilização das informações de operação, permitindo o acesso além dos limites da rede corporativa por qualquer dispositivo conectado à internet, além de alinhar o projeto com a tendência de desenvolvimento de novos sistemas de informação da ELETRONORTE.

Sendo assim, foi definida como plataforma de desenvolvimento o Microsoft .Net Framework 4, também por representar a evolução natural da linguagem outrora utilizada para desenvolver o INFO_OPR, Visual Basic 6. A tecnologia de desenvolvimento proporcionou a construção da aplicação em camadas, proporcionando a separação de rotinas de acesso a dados das regras de negócio e telas de interface com usuários, por exemplo.

A Figura 4 representa a arquitetura em camadas do INFO_OPR WEB.



FIGURA 4 – Estrutura em camadas do INFO_OPR WEB

Cada camada possui papéis específicos no processamento dos dados. Veremos as principais camadas em mais detalhes a seguir.

3.1 Camada de Apresentação

Responsável por agrupar as telas do sistema, nesse caso, por tratar-se de um sistema para internet, as telas são páginas web que serão acessadas e operacionalizadas pelos usuários.

O desenho das páginas teve que ser feito de forma compatível com os diversos dispositivos que seriam utilizados para acessar o sistema, desde computadores de mesa a dispositivos móveis.

Sendo assim, para cada página construída foi definido um meio comum na disposição dos elementos da tela para que a mesma pudesse ser renderizada de forma correta em telas de diferentes tamanhos e resoluções.

As Figura 5 e 6 mostram a mesma página do sistema INFO_OPR WEB acessada por dispositivos diferentes.

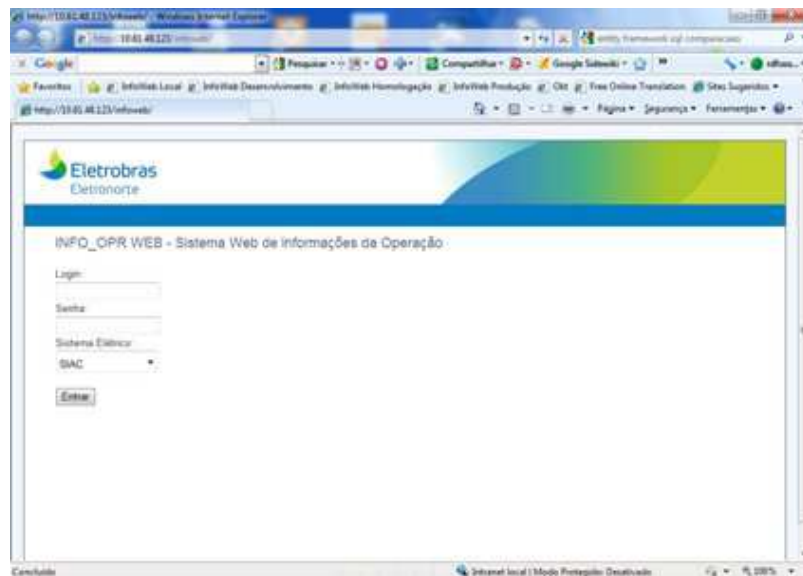


FIGURA 5 – Tela de *Login* do INFO_OPR WEB



FIGURA 6 – Tela de *Login* do INFO_OPR WEB acessado por um *smartphone*

3.2 Camada de Negócios

Nessa camada são escritas regras de negócio inerentes ao processo de gerenciamento de informações da operação. Essas regras são equivalentes aquelas já implementadas no sistema original INFO_OPR, mas para adequar-se às características da nova plataforma de desenvolvimento web, tiveram que ser reescritas em linguagem C#.

A linguagem permitiu a separação das regras de negócio em classes, favorecendo a construção de componentes reutilizáveis. Rotinas podem ser encapsuladas em arquivos dll e reutilizadas em versões futuras do sistema

garantindo dessa forma condições para atualização tecnológica da plataforma e promovendo a escalabilidade do sistema.

3.3 Camada de Acesso a Dados

Por ser a camada responsável pela conexão entre o sistema INFO_OPR WEB e os bancos de dados do INFO_OPR, tivemos que implementar nessa camada mecanismos que permitissem a conexão com diferentes servidores de bancos de dados distribuídos geograficamente.

De forma que o sistema possa ser direcionado a qualquer dos servidores dinamicamente, de acordo com o sistema elétrico que cada usuário do INFO_OPR pretenda acessar.

O sistema aponta para um determinado servidor de dados, de acordo com a escolha do sistema elétrico na tela de login.

A mudança de servidor é transparente ao usuário, podendo, em alguns casos, haver diferenças de desempenho devido a localização geográfica do servidor escolhido e às condições de tráfego da rede da Eletronorte até a sede em Brasília onde fica hospedado o servidor web.

4.0 - FUNCIONALIDADES DO INFO_OPR WEB

4.1 Ocorrências (Mudanças de Estado Operacional)

As mudanças de Estado Operacional podem ser consultadas, cadastradas e editadas pela internet.

Como INFO_OPR e INFO_OPR WEB apontam para os mesmos servidores de banco de dados, qualquer alteração feita pela versão cliente/servidor é imediatamente percebida pela versão web, e vice versa.

Nos casos em que conseguimos estabelecer uma ligação direta entre o servidor web e o banco de dados da regional, as alterações são percebidas imediatamente, sem a necessidade de espera de replicação para a base central, pois a interface web acessa o banco de dados original diretamente.

Facilidades como a visualização das últimas mudanças de estado operacional ocorridas, podem ser acessadas a qualquer hora de qualquer dispositivo com conexão web. A Figura 7 mostra a lista das últimas ocorrências na tela de um dispositivo móvel.

Sistema Elétrico	Função	Data de Início	Data de Término	Classe	Detalhes...
BMA	LD0903	14/03/2011 11:13		OPR	Detalhes...
SMA	PR01706	14/03/2011 11:05		DCO	Detalhes...
SMA	LD0901	14/03/2011 11:01		DCO	Detalhes...
SMA	LIBR001	14/03/2011 11:10		OPR	Detalhes...
BMA	LD0901	14/03/2011 01:51	14/03/2011 12:51	OPR	Detalhes...
SMA	LIBR001	14/03/2011 01:13	14/03/2011 11:10	OPR	Detalhes...
SMA	PR01701	14/03/2011 01:42		DCO	Detalhes...
SMA	LD0903	14/03/2011 01:26		DCO	Detalhes...
SMA	LD0903	14/03/2011 01:51	14/03/2011 14:13	OPR	Detalhes...
SMA	LD0903	14/03/2011 01:47		OPR	Detalhes...

FIGURA 7 – Últimas Ocorrências Cadastradas.

O sistema também permite consultas avançadas utilizando-se vários critérios, cumulativos ou não, de forma a facilitar o processo de busca de informação.

A Figura 8 mostra a parte da tela de consulta de ocorrências correspondente à definição de critérios de busca relativos ao período.

Consulta de Ocorrências

Selecione e preencha os parâmetros de pesquisa que deseja utilizar e clique em Pesquisar:

☒ Consultar por Período

De a

Preenchimento rápido: ☐ Hoje ☐ Semana Atual ☐ Mês Atual ☐ Ano Atual ☒ Nenhum

☒ Selecionar ocorrências com início e/ou fim no período indicado (Mudança de Estado Operacional)

☐ Selecionar ocorrências que "passam" pelo período indicado

☐ Selecionar ocorrências pendentes (sem data fim)

☐ Selecionar ocorrências com início no período indicado

☐ Selecionar ocorrências fechadas com início no período indicado

☐ Selecionar ocorrências com fim no período indicado

☐ Consultar por Funções

☐ Consultar por Classe Rede Operação

☐ Consultar por Empresa Responsável

☐ Consultar por Palavra Chave

☐ Consultar por RAI*

FIGURA 8 – Consulta de Ocorrências por Período.

4.2 Medições de Energia

Relatórios diários de operação relativos aos registros de medição de energia podem ser acessados pelo INFO_OPR WEB, conforme Figura 9.

The screenshot shows the 'Medições de Energia' (Energy Measurements) page in the Eletrobras INFO_OPR WEB application. The page displays a table with columns for 'Local', 'Honto', 'Energia Total (MWh)', 'Parcela Local (%)', 'Parcela Sistema (%)', 'Min (MWh)', 'Hora (Min)', 'Méd. (MWh)', 'Máx (MWh)', 'Hora (Máx)', 'Coletado Local', 'Hora (Colet. Local)', and 'Coletado Sistema (00:00)'. The table lists data for various substations and lines, including SEAC, SEBE, SECH, SEIZ, SELD, and SELI, with their respective energy measurements and collection times.

Local	Honto	Energia Total (MWh)	Parcela Local (%)	Parcela Sistema (%)	Min (MWh)	Hora (Min)	Méd. (MWh)	Máx (MWh)	Hora (Máx)	Coletado Local	Hora (Colet. Local)	Coletado Sistema (00:00)
SEAC	TOTAL	0	0	0	0	01:00	0	0	00:00	0	00:00	0
SEBE	TOTAL	0	0	0	0	01:00	0	0	00:00	0	00:00	0
SECH	PROHRT601	248,964	50,19	2,62	8,619	07:00	10,373	16,2	20:00	16,2	20:00	16,2
SECH	PROHRT602	247,063	49,8	2,6	8,551	07:00	10,294	16,078	20:00	16,078	20:00	16,078
SECH	TOTAL	496,027	100	5,22	17,17	07:00	20,667	32,278	20:00	32,278	20:00	32,278
SEIZ	ACQZL401	119,493	8,64	1,25	3,582	07:00	4,978	7,401	20:00	7,401	20:00	7,401
SEIZ	ACQZL402	69,674	5,04	0,73	0	16:00	2,903	5,351	14:00	0	20:00	0
SEIZ	IAQZL401	474,193	34,3	4,99	15,664	08:00	19,758	25,659	23:00	23,43	20:00	23,43
SEIZ	ICQZL401	596,655	36,65	5,33	16,81	08:00	21,11	28,835	20:00	28,835	20:00	28,835
SEIZ	SNQZL401	212,246	15,35	2,23	7,11	07:00	8,843	13,519	20:00	13,519	20:00	13,519
SEIZ	TOTAL	1382,261	100	14,55	47,27	08:00	57,594	73,235	20:00	73,235	20:00	73,235
SEIZ	TTQZL401	0	0	0	0	01:00	0	0	00:00	0	20:00	0
SELD	TOTAL	0	0	0	0	01:00	0	0	00:00	0	00:00	0
SELI	CTLL401	261,937	7,09	2,75	9,111	07:00	10,914	13,108	20:00	12,686	22:00	12,108
SELI	FQLL401	738,503	19,99	7,77	25,777	08:00	30,771	39,103	22:00	39,103	22:00	37,921
SELI	FQLL402	962,236	25,77	10,02	32,723	10:00	39,676	50,476	22:00	50,476	22:00	49,995

FIGURA 9 – Medições de Energia.

A página de Medições de Energia também fornece recursos para a exportação de tais informações em formato XML (eXtensible Markup Language). O formato permite desde a visualização dos dados exportados em aplicativos de planilha eletrônica até a importação dos mesmos em outros bancos de dados e/ou sistemas informatizados.

4.3 Relatório de Análise de Perturbações (RAP)

O RAP tem o objetivo de registrar pareceres de diferentes áreas da empresa sobre perturbações identificadas no sistema elétrico. Por ter esse fim, é o módulo do INFO_OPR WEB com maior diversidade de usuários, o que evidencia a importância de disponibilização desses recursos na web.

Além dos pareceres, o usuário tem a opção de anexar imagens e outros documentos associados ao processo de análise.

O relatório também pode ser montado para impressão, onde constará em um arquivo de extensão PDF os pareceres cadastrados e imagens anexadas, juntamente com a identificação dos respectivos responsáveis pela edição do documento.

4.4 Indicadores de Desempenho

Indicadores de desempenho são calculados periodicamente pelo sistema INFO_OPR através da consolidação dos dados de ocorrências. O resultado deste processo pode ser expresso em formato gráfico como visto na Figura 10.

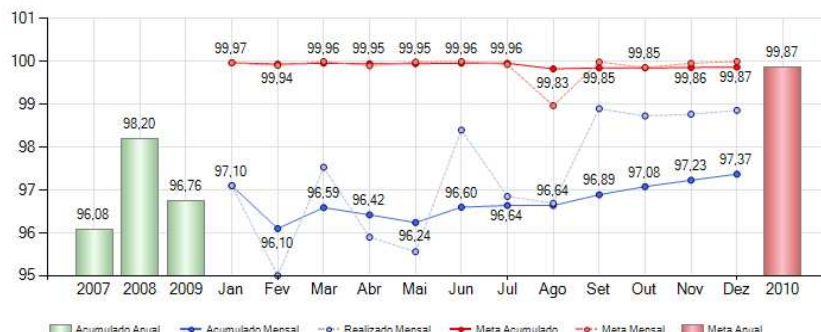


FIGURA 10 – Gráfico do Indicador DISP

O INFO_OPR WEB monta os gráficos de desempenho dinamicamente, convertendo-os em arquivos de imagem, o que facilita a utilização dos mesmos em documentos de diversos formatos.

Além disso, para cada indicador de desempenho consultado, pode ser acessada a lista das ocorrências que impactaram no valor desse indicador. Esse recurso facilita a busca e identificação das principais ocorrências que influenciaram negativamente o desempenho do sistema elétrico.

4.5 Geoprocessamento

Com este recurso obtemos informações referentes ao posicionamento geográfico das instalações da ELETRONORTE.

Através da navegação do mapa, é possível interagir com os pontos do mapa e acessar recursos como a listagem das ocorrências mais recentes em um determinado ponto.

O INFO_OPR WEB adiciona no mapa a posição geográfica de subestações, usinas e torres de transmissão após a consulta dos dados de longitude e latitude previamente cadastrados no banco de dados e associados a cada um desses elementos.

A Figura 11 mostra o mapa das subestações que compõem o sistema elétrico do Pará.

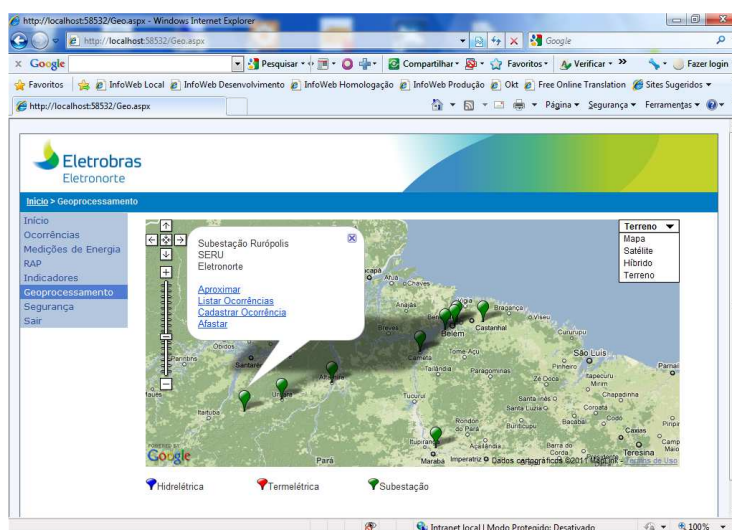


FIGURA 11 – Sistema Elétrico do Pará

5.0 - CONCLUSÃO

A atualização tecnológica do INFO_OPR para o INFO_OPR WEB possibilitou a expansão das fronteiras de atuação desse sistema, podendo atender, com uma única instância da ferramenta, diversas unidades descentralizadas da Eletronorte e demais agentes.

Além do aumento de sua disponibilidade, a utilização de uma plataforma de desenvolvimento moderna permitiu a implementação de novos recursos e a escalabilidade do software como garantia de continuidade da gestão informatizada da operação.

Sob o ponto de vista gerencial, indicadores de desempenho e Parcela Variável podem ser consultados de qualquer estação com acesso a internet, mesmo fora das instalações da Eletronorte.

Da mesma forma, dados sobre interrupções podem ser consultados por meio de um rico conjunto de parâmetros de pesquisa, diminuindo assim o tempo de acesso à informação desejada.

Esses recursos na internet favorecem a tomada de decisão em tempo hábil e possibilitam maior transparência na gestão das informações do processo de operação.

A experiência mostrou que a principal dificuldade no processo de evolução tecnológica não está exatamente na construção de um novo sistema, mas sim na implantação do mesmo em um ambiente já atendido por um sistema em pleno uso.

Em virtude da diferença tecnológica entre as duas plataformas de desenvolvimento de sistemas de informação, foi necessário o desenvolvimento de um novo sistema dirigido por um projeto que não ignorasse a complexidade da estrutura de dados já existente e que permitisse que a implantação da nova plataforma pudesse ser feita de forma integrada com a tecnologia existente, sem que isso provocasse redundâncias de dados da operação e comprometesse a integridade do histórico operacional.

O desafio principal, portanto, consistiu em transferir funcionalidades de uma plataforma em uso, e ainda em desenvolvimento, para outra que agregasse novas funcionalidades às já existentes e que esse processo fosse realizado com o mínimo impacto aos clientes e usuários finais.

Para o futuro pretendemos acrescentar outros módulos como por exemplo a Gestão da PV já implantada no INFO_OPR original.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) SILVA FILHO, M.N. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES – INFORMATIVO OPERACIONAL (INFO_OPR), XVII SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Uberlândia, 2003.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Rodolfo Moacir Seabra Júnior

Nascido em Macapá, AP em 06 de dezembro de 1977,
Mestrando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE) da UFPA,
Especialista em Desenvolvimento de Aplicações para a Internet (2003),
Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Pará (2001),
Trabalha na ELETRONORTE desde 2001, onde participou dos projetos Sistema Integrado de Gestão do Centro de Tecnologia da ELETRONORTE (SIGLacen), Sistema Web de Comparação Interlaboratorial (PCIWEB) e atualmente colaborador do projeto INFO_OPR WEB.



Milton Nunes da Silva Filho

Nascido em General Câmara, RS em 30 de julho de 1961.
Doutor em Sistemas Elétricos de Potência (2006) pela Universidade Federal de Itajubá, MG;
Mestre em Engenharia da Energia (2002) pela Universidade Federal de Itajubá, MG;
Especialista em Planejamento Energético (2001), pela USP;
Engenheiro Civil (1986) pela Universidade de Brasília;
Analista de Sistemas (1983) pela Escola Técnica da Universidade Católica de Brasília, DF.
Trabalha na ELETROBRÁS - ELETRONORTE, desde 1986.
Tem trabalhos apresentados no XX, XIX, XVII SNTPEE's, como também no III CONGRESO CIER DE LA ENERGIA (Medellín, Colômbia), VII SIMPASE, III SEPOCH, XI EDAO, III CONCIER, CIGRE, IEEE Latin America, SBQEE, e foi co-autor do artigo "Control Center Structures for the Competitive Environment – Brazilian Power Transmission Company Experience in the North/Northeast and North/South Interconnected System" apresentado na Bienal da CIGRE de Paris em 2004.