



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

FI/GTL/01  
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**

#### **COMUNICAÇÃO CONVERGENTE PARA EQUIPES DE MANUTENÇÃO DE SUBESTAÇÕES E USINAS.**

**Marcelo Luiz de Amorim Cabral  
Eletrobras Furnas SA**

## **RESUMO**

O trabalho realizado pelas equipes de manutenção em subestações e linhas de transmissão, face a necessidade de equipes enxutas que cubram áreas cada vez maiores, faz com que haja a necessidade de um sistema de comunicação que disponibilize voz e dados em áreas extensas e sob uma infraestrutura reduzida.

A atividade exercida em áreas remotas, torna imperativo o uso de sistemas VHF/UHF ou sistemas celulares e satelitais sujeitos a indisponibilidade.

A proposta deste documento é a concepção de uma rede de comunicação modular, integrada a uma rede SLP capaz de prover, voz e dados, com serviços definidos, ao mínimo custo possível.

## **PALAVRAS-CHAVE**

VHF, UHF, SNMP, Microondas, WLAN

### **1.0 - INTRODUÇÃO**

Os sistemas rádio VHF estão entre as formas mais antigas de comunicação rádio, e mesmo nos dias atuais representam a solução mais eficaz para a comunicação entre equipes. Com o advento de novas tecnologias, o sistema passou a agregar funções diversas que permitiram flexibilizar o controle destas equipes. No entanto, o custo do sistema se torna um ofensor, quando o que se deseja é o retorno do investimento nestes sistemas. Portanto, se faz necessário combinar soluções para diferentes serviços e agregá-los em uma única solução global, a fim de que o custo final do sistema VHF/UHF se dilua entre as demais soluções e é isto que este documento visa propor.

Esta documento descreve um modelo de solução, onde são atendidas a comunicação VHF/UHF, sua gestão em tempo real, o monitoramento das equipes, o provimento de acesso remoto a dados, tais como servidores corporativos e técnicos, a adoção de terminais de transmissão de dados remotos, a adoção de backbones rádio de contingência, a adoção de uma gerência única para rádios backbone, rádios última milha, sistemas VHF/UHF e redes de transporte. Por outro lado, este sistema se propõe a adotar um modelo de compartilhamento comum entre operadoras de telefonia móvel e, com isto, criar uma flexibilização na rota física do backbone, a fim de prevenir problemas comuns a estações de telecomunicações próprias.

### **2.0 - SOLUÇÃO PROPOSTA**

A solução proposta por este documento visa atender a um conjunto de necessidades relativas aos serviços de VHF, extensão de soluções operativas e corporativas em áreas remotas às unidades de produção da empresa, redes de contingência e supervisão remotas de ativos.

## 2.1 Estação de telecomunicações (ETEL)

A Estação de Telecomunicações, prevista para este projeto, tem por objetivo ser modular e baseado em um único armário de telecomunicações, segundo a prática Telebrás 240-600-703, contando com sistemas de baterias, alimentação elétrica fornecida por concessionária em paralelo com um sistema de alimentação solar, sendo ambos comutáveis e operáveis remotamente.

A estação foi projetada para ser redundante em todos os sistemas, conforme a figura 01, e combinada à multiplicidade de caminhos, por meio da combinação entre as rotas rádio e as inserções destes com a rede de Furnas, conforme o item 2.2, para que se tenha a máxima confiabilidade, a máxima disponibilidade e o mínimo de intervenções urgentes ou não programadas.

A modularidade prevista se deve ao uso de equipamentos que dispensam ajustes, intervenções ou trocas parciais locais, mas permitam realizar a configuração completamente remota e torne a manutenção local uma simples operação de troca do equipamento como um todo.

O armário especificado provê a refrigeração dos equipamentos por meio de um sistema de ventilação forçada independente para equipamentos e sistemas de baterias.

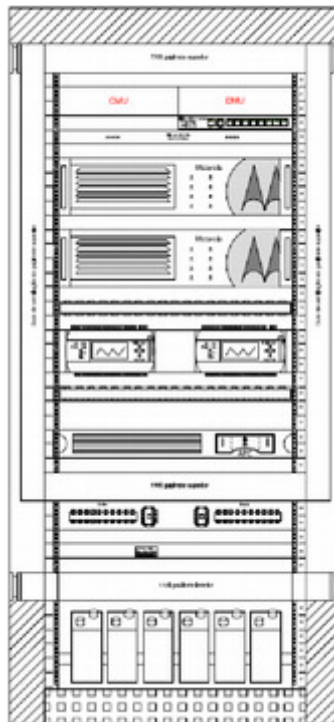


Figura 01 – Disposição de equipamentos no armário de telecomunicações.

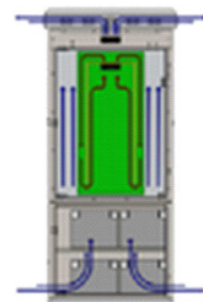


Figura 02 – Armário de telecomunicações

O sistema de alimentação previsto é redundante quanto à fonte e manobrável, de forma que a fonte poderá operar por prioridade ou por conveniência operativa.

A fonte prioritária é a solar e em um conjunto de baterias, abrigadas no compartimento da parte inferior do armário de telecomunicações.

A fonte secundária é a provida pela concessionária, quando disponível, e é comutável por contadoras comandadas pelas remotas, a fim de flexibilizar o custo do consumo.

As ETEL contarão com um sistema de supervisão remota que utilizará duas remotas para a supervisão de grandezas elétricas, estados binários, comandos remotos e que deverão conter uma gerência por rede ethernet, para viabilizar a operação remota prevista.

## 2.2 REDE RÁDIO IP

O sistema de rádio enlaces previstos visam prover um meio seguro e abrigar uma gama de serviços plenamente gerenciáveis.

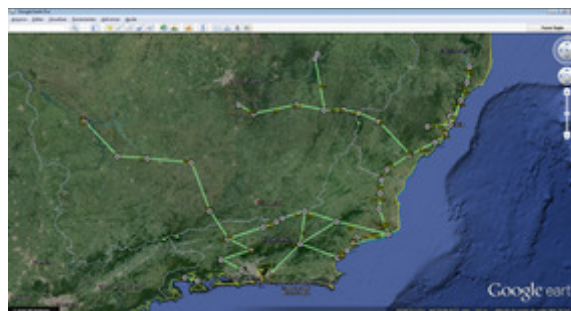
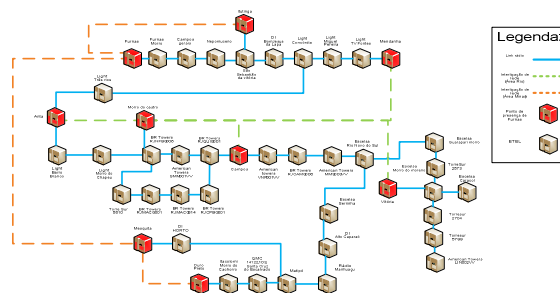
O sistema rádio IP abrigará:

- O sistema de contingência das redes existentes e que trafegam em canais de maior capacidade;
- O VHF e todos os serviços associados a ele, como voz, telefonia e telemetria;
- Extensão temporária dos serviços corporativos para áreas remotas.

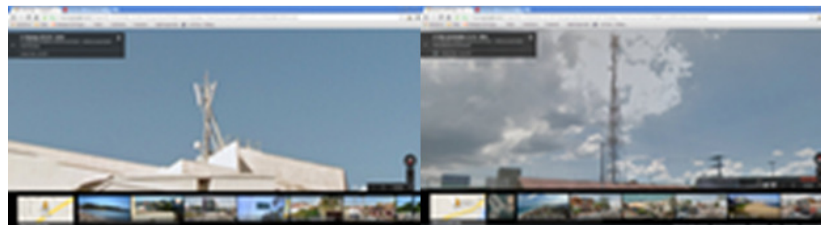
O sistema rádio enlace IP, consiste da utilização de rádios IP outdoor (ODU) com interligação com o Modem por fibra óptica ou cabo coaxial, com capacidade igual ou superior a 155 Mbps (NxSTM1), e equipados com um sistema de apontamento por indicador luminoso ou sonoro.

Estes rádios estarão integrados a uma gerência SNMP, que permitirá a operação conjunta de toda a planta de rádios, nova e existente, com a integração direta as gerências de configuração dos equipamentos.

O mapa de cobertura previsto, apresentado na figura 04, terá a disposição geográfica apresentada na figura 05.



Quando não for possível utilizar uma infraestrutura própria, os enlaces previstos para a interligação entre as estações contarão com uma infraestrutura civil/eletromecânica compartilhada e o custo do uso, tratado caso a caso, sob a forma de aluguel ou acordo operativo mediante cessão de uso do espaço.



O sistema contará com uma integração em diferentes pontos do sistema Furnas e permitirá o fechamento de anéis menores para que seja provida a redundância dos enlaces e ao mesmo tempo a combinação de vias, a fim de aumentar a disponibilidade do sistema e a redução do número de saltos do tráfego de rede.

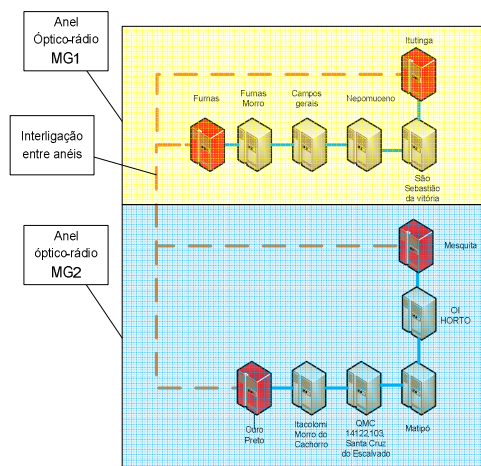


Figura 07 – Anéis óptico-rádio da rede.

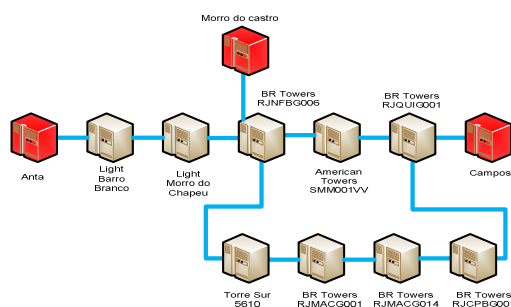


Figura 08 – Anel rádio

### 2.3 VHF/UHF

O sistema VHF/UHF, previsto neste documento, tem por objetivo ser:

- Modular, de forma a diminuir a periodicidade e simplificar a manutenção;
- Compacto, de forma a diminuir a infraestrutura necessária para o seu funcionamento;
- Redundante, de forma a manter a confiabilidade do sistema;
- Completamente gerenciável, de forma a permitir quaisquer manobras ou intervenções remotas com segurança e confiabilidade;
- Maximizado, de forma a compor o maior pacote de serviços possível para, com isto, obter o máximo em rendimento em relação a sua cobertura.

O sistema VHF deve seguir o determinado pela resolução 568, de 15 de junho de 2011, na modalidade de Serviço Limitado Privado, em modo digital.

O sistema prevê o uso de doze frequências, que se combinam ao longo da área de cobertura prevista, de forma que a sempre existam três frequências disponíveis por célula e sem a interposição de células com frequências similares.

A distribuição das frequências será:

- Canal 01 para uso do CST/CTOS/Despachos Regionais;
- Canal 02 disponível para as Áreas;
- Canal 03 para uso dos ramais.

O uso do canal 01 será comum a todas as localidades e terá caráter prioritário, ou seja, todos os rádios operativos (eletricistas e operadores) deverão operar neste canal e somente serão trocados de canal, quando em uma frente de serviço (canal 02) ou atendimento telefônico (canal 03).

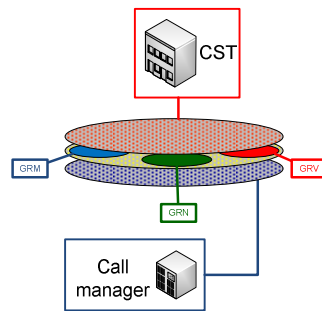


Figura 10 – Distribuição dos canais

A premissa prevista pelo item D se deve a limitação da tecnologia adotada e esta tecnologia foi escolhida para que o projeto pudesse absorver sistemas legados.

Implementadas as células, a cobertura prevista terá as interposições na forma apresentada na figura 11.

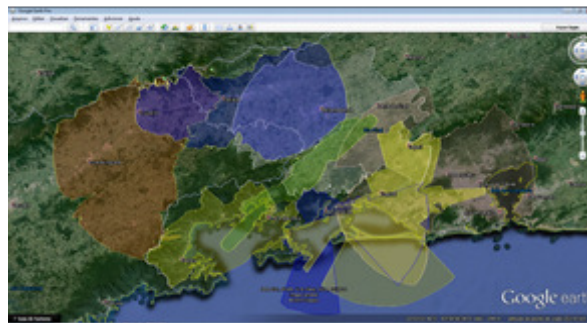


Figura 11 – Cobertura VHF (Áreas de cobertura interpostas).

A integração dos rádios com o Call Manager se dará pelo software de gerência e este fará a tradução dos ID dos rádios para os ramais IP respectivos. Esta tradução permitirá a transparência dos ID aos usuários do sistema.

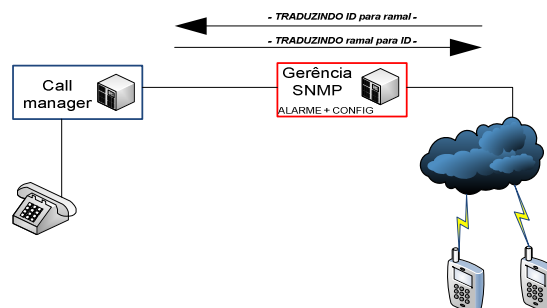


Figura 12 – Call manager – VHF

A facilidade telefônica dos rádios permite a agregação, pelo menos parcial, dos custos de telefonia móvel, por meio da remotização dos ramais, e esta economia se associa ao retorno do investimento na implantação.

#### 2.4 Segurança de rede.

A necessidade de prover a gerência de sistemas remotos presentes em duas redes distintas, por meio de um único meio físico fez com que houvesse a necessidade de virtualizar o roteamento no meio. Para tal, foi adotado uma solução MPLS associada a um conjunto de firewalls nas interligações, onde o MPLS cria os tunelamentos para as redes, e os firewalls criam as barreiras entre o ponto remoto, considerado vulnerável, e as redes. Assim, fica garantida a inviolabilidade das redes.

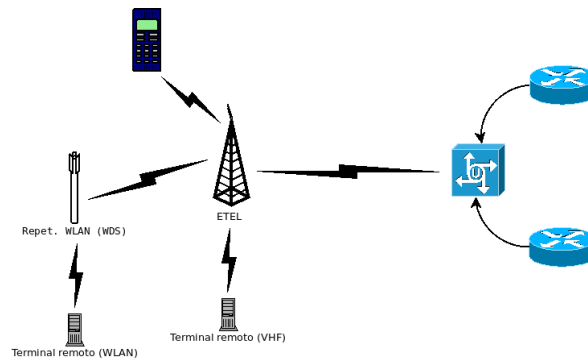


Figura 13 – Integração de redes

## 2.5 Gerência SNMP

A gerência dos sistemas rádio atenderão as premissas do ITIL, com vistas a redundância de processamento, de armazenamento, de serviço de alimentação e de localização, conforme as figuras 14 e 15.

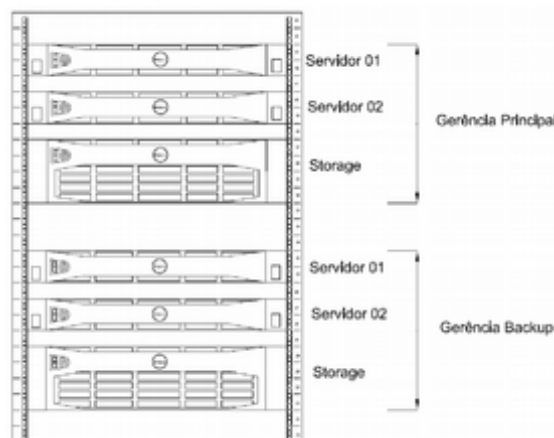


Figura 14 – Servidores de gerência

A redundância prevê que dois servidores operando em paralelo e espelhados, assim chamados servidor 01 e servidor 02, contarão com armazenamento RAID 05, 06 ou 50, conforme a disponibilidade de hardware, e contarão com um armazenamento paralelo, chamado storage, para evitar a corrupção de dados em caso de falha da controladora RAID. O conjunto como um todo é chamado de gerência e esta opera em modo principal e backup, de forma que a proteção se dê por inteiro. Além disto, o sistema prevê a redundância de locais, conforme a figura 15, o que permite a segurança da gerência em qualquer evento e garante a alta disponibilidade. O processamento previsto para esta gerência, conforme será definido pela especificação técnica, terá por finalidade agregar outras gerências a este sistema, sem comprometimento do processamento ou das taxas de transferência, de forma a compactar o número de bastidores existentes na gerência, além de significar um ganho de proteção as mesmas e uma melhora na taxa de retorno do investimento realizado.



Figura 15 – Redundância

## 3.0 - INTRODUÇÃO

O sistema proposto visa atender a necessidade de diferentes áreas em prol de uma necessidade de comunicação comum e que precisa de pronto atendimento. A solução proposta não só torna global como viabiliza uma solução redundante e modular de longo prazo, onde os custos futuros de modernização se tornam muito menores, por conta da interoperabilidade dos rádios utilizados, mas como também pela independência destes para com o

sistema VHF, assim, os dois sistemas não mais precisaram ser substituídos por inteiro, tal como vinha ocorrendo. Este projeto visou aliar as necessidades com as matrizes de custos das áreas atendidas, de forma que a redução das despesas se revertesse em retorno financeiro aos mesmos, assim, a taxa de retorno do investimento aplicado se torna maior.

O retorno do investimento também norteou a composição da gerência, de forma que o seu custo fosse diluído com a modernização das existentes, o que reverte em segurança para as gerências envolvidas, para o sistema de telecomunicações de Furnas (STL).

#### 4.0 - INTRODUÇÃO

O sistema proposto visa atender a necessidade de diferentes áreas em prol de uma necessidade de comunicação comum e que precisa de pronto atendimento. A solução proposta não só torna global como viabiliza uma solução redundante e modular de longo prazo, onde os custos futuros de modernização se tornam muito menores, por conta da interoperabilidade dos rádios utilizados, mas como também pela independência destes para com o sistema VHF, assim, os dois sistemas não mais precisaram ser substituídos por inteiro, tal como vinha ocorrendo.

Este projeto visou aliar as necessidades com as matrizes de custos das áreas atendidas, de forma que a redução das despesas se revertesse em retorno financeiro aos mesmos, assim, a taxa de retorno do investimento aplicado se torna maior.

(1) Motorola, MOTOTRBO - Manual do planejador do sistema; Motorola, 2013

(2) TELEBRÁS, Prática 240-600-703 - Condições e ensaios Ambientais aplicáveis a produtos para telecomunicações., 1997.

(3) ANATEL. Resolução 568/2011, BRASIL

(4) PERSSE, J., The ITIL Process Manual; Van Haren Publishing, Zaltbommel, 2012

#### 5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Marcelo Luiz de Amorim Cabral

Nilópolis, 1979

UNESA, 2008 / UFF, 2011

Engenheiro Eletricista / Telecomunicações

Palestras:

Palestrante do

Áreas de atuação:

- a. Projeto de sistemas de transmissão óptico e rádio para Backbones;
- b. Projeto de redes de dados corporativos e industriais;
- c. Sistemas elétricos de potência;
- d. Geração Hidráulica;
- e. Geração termoeletrônica;