Grupo de Estudo de Sistemas de Informação e Telecomunicação para Sistemas Elétricos-GTL

PROJETO MERIT - MODERNIZAÇÃO, EXPANSÃO E REGULARIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE TELECOMUNICAÇÕES

Daniel Senna Guimarães(1); Sebastião Jacinto Brito(1); Samuel Freire Corrêa
CEMIG(1);

RESUMO

O *MERIT* é um programa de obras com ações envolvendo infraestrutura física do legado, infraestrutura de energia, implantação de novos sistemas de rádio e enlaces ópticos em linhas e redes de distribuição. Sua implantação foi concluída em outubro de 2017 e, dentre outros, os seguintes resultados e benefícios operacionais e financeiros foram alcançados: cancelamento de licenças de equipamentos em desuso, redução de opex devido à substituição de equipamentos obsoletos e descontratação de links de operadoras; aumento da disponibilidade e confiabilidade dos sistemas de telecontrole e automação e capitalização dos novos ativos na Base de Remuneração Regulatória – BRR da Companhia.

PALAVRAS-CHAVE

Redes Inteligentes, Redes IP, Redes Híbridas, Missão Crítica, Confiabilidade

1.0 - INTRODUÇÃO

A Cemig D e Cemig GT possuem um vasto sistema de telecomunicações implantado no estado de Minas Gerais, mais especificamente nas áreas de concessão da Companhia. Esses ativos são dedicados ao atendimento às demandas corporativa e de missão crítica, provendo desde telefonia e rede corporativa até operação, monitoramento, proteção, controle e supervisão de subestações, usinas, linhas de transmissão, sistemas de hidrometeorologia, de localização de tempestades, automação de redes de distribuição e despacho de equipes de campo para realização de serviços técnicos de operação e comerciais.

A implantação desse sistema de telecomunicações iniciou-se há décadas e era composto basicamente por links de microondas, UHF, VHF, Centrais Telefônicas, Sistemas de Teleproteção. O grande impulso na expansão do sistema de telecomunicações foi a construção do tronco da Usina de São Simão, localizada na divisa de Minas Gerais com Goiás e que foi projetado e implantado no final da década de 70 para atendimento dessa usina. Esse tronco cortava o estado, desde a Usina de São Simão, passando pelo Centro Oeste, Sul de Minas até chegar em Belo Horizonte. Seguiu-se após a implantação desse tronco, a de outros como o sul de Minas, Rota Leste, Mantiqueira, Região Central e Rota Norte. Um grande legado foi adquirido ao final deste projeto, composto por infraestrutra, estações repetidoras, torres de microondas e equipamentos de rádio.

Em meados dos anos noventa a companhia iniciou seu processo de digitalização da planta, com o lançamento de cabos OPGW, dielétricos, instalação de sistemas ópticos, rádios digitais e subsituições de centrais analógicas por centrais digitais.

Em função da complexidade do planejamento, evolução tecnológica e incapacidade de investimento em alguns períodos, foram criadas “ilhas” de soluções e tecnologias diferentes, misturando sistemas de capacidades, de

(*) Av. Barbacena, n° 1.200 – SA/03/A2 - Bloco X – CEP 30.190-131 – Belo Horizonte, MG – Brasil
Tel: (+55 31) 3293-0893 – Fax: (+55 31) 99667-9822 – Email: dsenna@cemig.com.br

diversos fabricantes. Essa situação não privilegia a otimização do Opex dedicado a treinamento, aquisição de peças de reposição, operação e manutenção da planta.

Apesar de possuir vários enlaces de rádios digitais atendendo tanto ao mundo determinístico quanto ao estatístico (neste caso IP over SDH), a rede continuava operando em ilhas e incompleta, interligando sistemas com capacidade inferior e canais contratados de operadoras. Esse mix de soluções resulta um alto custo de O&M, contratação de circuitos de operadoras, contribuindo negativamente no resultado operacional da companhia.

Assim, em complementação à infraestrutura própria da Companhia, a Cemig possui carteira de contratos com valores representativos de Opex para a Cemig D e Cemig GT e que, dentro da lógica regulatória, poderiam ter valores reduzidos a partir de um mix mais otimizado da infraestrutura própria e da alugada. Soma-se a isto o fato das redes próprias em utilities de missão crítica representarem maior disponibilidade e efetividade.

2.0 - SOLUÇÃO

Em 2012 as áreas de Planejamento e Viabilidade de Telecomunicações consolidaram um Programa de Investimentos para implantação de novas rotas de telecomunicações conectando o Norte ao Sul do estado e o Triângulo Mineiro. Grande parte desses enlaces eram providos por operadoras públicas.

Esse programa foi denominado *Projeto MERIT – Modernização, Expansão e Regularização da Infraestrutura de Telecomunicações da Distribuidora*. Trata-se de um projeto de investimento plurianual, com diversas ações envolvendo infraestrutura física do legado, infraestrutura de sistemas de energia, implantação de novos sistemas de rádio e ópticos destacando-se, dentre outros, os a seguir:

- Reforço de torres;
- Desmontagem de ativos;
- Instalação de sistemas de energia -48 Vcc e Bancos de Baterias;
- Instalação de Grupo Motor Gerador;
- Melhorias em Sistema de Segurança;
- Desativação de Rádios Analógicos;
- Instalação de Sistemas Ópticos, cabos ópticos dielétricos em redes de distribuição;
- Mudança de tecnologia TDM para sistemas Híbridos (TDM+IP);
- Instalação de Sistemas de Comunicação via Rádios Digitais (PDH, SDH e Híbridos);
- Aquisição e substituição de Rádios de Comunicação VHF e UHF, Fixo, Portáteis e Móveis;
- Aquisição de Sistema de Telefonia Integrada;
- Renovação das Licenças de Operação dos sistemas Rádio UHF e SHF.

A figura a seguir ilustra o sistema de telecomunicações atual e o MERIT (destacado em vermelho).

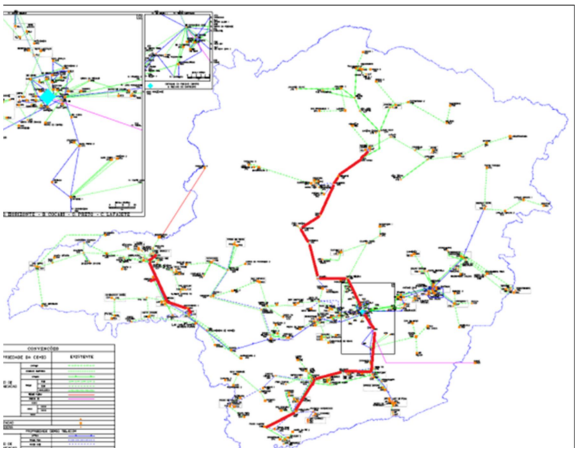

Figura 1 Destaque para as rotas Norte, Sul e Triângulo

De forma resumida, o Projeto MERIT pode ser divido em seis grandes blocos. O resumo do escopo de cada um desses blocos é apresentado a seguir.

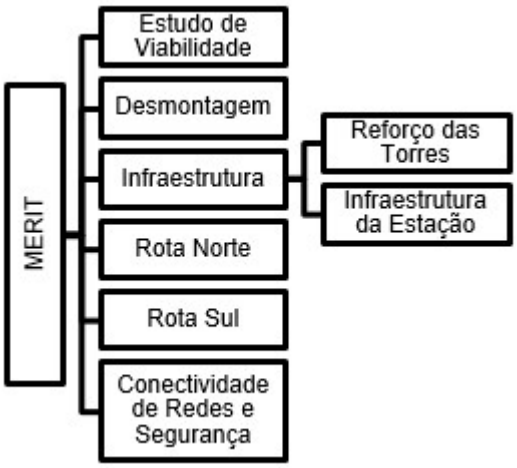

Figura 2 MERIT – Modernização, Expansão e Regularização da Infraestrutura de Telecomunicações da Distribuidora

3.0 - VIABILIDADE

Após a identificação da demanda e dos sistemas que seriam substituídos, foi executado planejamento financeiro de referência para apuração do valor a ser investido por sistema de telecomunicações e região (Sistema Rádio, Sistema Óptico, região Norte de Minas, Região Sul e Triângulo). Para o correto dimensionamento do projeto e para subsidiar financeira do sistema planejado, elaborando assim o Estudo de Viabilidade Técnica, foram realizados s*ites survey* nos trechos que seriam substituídos:

Região Norte:	Região Sul:	Região Triângulo:
• Motes Claros - Januária; • Januária - Itacarambi e Manga; • Montes Claros - Belo Horizonte;	• Belo Horizonte - Pouso Alegre;	• Uberlândia - Uberaba; • Uberaba - Jaguara; • Jaguara – Passos.

Com base nas vistorias de campo foram elaborados os Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica, apontando qual tipo equipamento e tecnologia seriam adotados e outras ações para viabilizar a instalação dos equipamentos.

Um ponto observado durante as vistorias em campo foi a ocupação das torres de microondas, com sistemas ainda instalados da Cemig (Sistemas Digitais com uso parcial e Sistemas Analógicos) e sistemas de terceiros devido ao compartilhamento das torres. Isso gerou duas novas ações:

- Contratação de Empresa Especializada para estudo e avaliação das torres e suas fundações;
- Desativação dos sistemas legados da Cemig D e GT para liberação da torre e espaço nos abrigos.

Essas ações foram desmembradas em subprojetos, atendendo as especificidades e demandas de cada um, podendo assim serem quantificadas e acompanhadas no escritório de Projetos.

3.1 <u>Subprojeto Avaliação e Reforço de Torres:</u>

Para o estudo e emissão de laudo de avaliação das torres e de suas fundações foi feita a contratação de uma empresa especializada que avaliou individualmente cada torre e fundação, fazendo vistorias em campo e comparando com os projetos originais das torres. Assim, foi elaborado laudo técnico financeiro para a defesa de recursos para a contratação dos serviços de reforços. Foram reforçadas as vinte e duas torres listadas a seguir:

1. SE Montes Claros 2;
2. RPT. Santa maria;
3. RPT. Jequitaí;
4. RPT. Boquerião;
5. RPT. Repartimento;
6. RPT. Gama;
7. RPT. Barreirama;
8. RPT. Casinhas;
9. RPT. Pompéu;
10. RPT. Santa Helena;
11. RPT. Pedro Leopoldo;
12. RPT. Serra da Piedade;
13. RPT. Pico Belo Horizonte;
14. RPT. Ouro Branco;
15. RPT. Nene;
16. RPT. Brumado;
17. RPT. Bocaina;
18. RPT. Águas;

19. RPT. Santa Rita do Sapucaí;
20. Se Pouso Alegre;
21. Se Várzea da Palma.

3.2 Subprojeto Desmontagem:

Para a realização dos serviços de desmontagem dos equipamentos que foram desativados e desligados, foi feita a contratação de empresa de engenharia que iniciou a retirada dos equipamentos no tronco Sul. O processo de retirada consistiu em:

- Revisão dos projetos;
- Retirada física dos rádios, antenas, guias de ondas e sistemas de energia;
- Preparação da documentação contábil de retirada;
- Transporte e devolução no almoxarifado central;
- Alienação dos materiais como sucata.

As figuras a seguir ilustram alguns dos serviços de desmontagem.

Figura 3 Desativação e retirada dos Equipamentos Rotas Sul – Estação Pico BH

Figura 4 Retirada das Antenas da Torre – Estação Pico BH

Figura 5 Desativação e retirada dos Equipamentos Rotas Norte – Estação Jequitaí

Figura 6 Retirada das Antenas da Torre – Estação Jequitaí

3.3 Definição da Tecnologia:

Para a definição da tecnologia que seria adotada nos dois Troncos Rádios (Tronco Norte e Sul) e no Sistema Triângulo (Sistema Óptico) a equipe de engenharia da Cemig promoveu diversas rodadas de conversas técnicas com vários fabricantes de equipamentos. Diversas empresas foram consultadas, dentre elas:

- ABB;
- NEC;
- SIAE DWS;
- ERICSSON;
- HUAWEI;
- ALCATEL;
- CISCO;
- ARSITEC.

Essas conversas técnicas tinham objetivo conhecer os equipamentos, suas características técnicas, capacidades, criando um banco de dados de informações que seriam utilizadas na escolha do tipo de equipamento e tecnologia.

Para o sistema rádio, os estudos originais e a viabilidade técnica foram feitos considerando a utilização de sistemas SDH, na configuração 2+1. Com essa configuração seria possível atender a demanda crescente por dados (corporativo e operativo) e os sistemas legados em PDH, fazendo a interligação através de ADM (*Add Drop Mux*). Esses equipamentos seriam utilizados no Tronco Norte e Sul.

Para o sistema óptico do triângulo, como já estava em processo de instalação um sistema SDH compacto em plano de expansão da distribuição da SE Cássia até Jaguara, inicialmente optou-se por manter a mesma solução no trecho de Jaguara a Uberlândia.

Após as rodadas de encontros técnicos com os fornecedores a equipe de projetos e viabilidade definiu-se a tecnologia que seria utilizada nos sistemas rádios e ópticos:

- Rota Norte Fase 1 (Montes Claros - Januária): Rádio SDH, configuração 1+1;
- Rota Norte Fase 2 (Januária - Itacarambi e Manga): Rádio PDH, Híbrido, 1+1;
- Tronco Norte (Montes Claros - BH): Rádio Híbrido, configuração 2+0;
- Tronco Sul (Belo Horizonte - Pouso Alegre): Rádio Híbrido, configuração 2+0;
- Sistema Triângulo: Carrier Ethernet.

3.4 Tecnologia Adotada - Sistema Hibrido:

A Série de equipamentos OptiX RTN 900 é um sistema de transmissão de micro-ondas integrado *TDM / Hybrid / Packet* da nova geração desenvolvido pela Huawei. Ele fornece uma solução de transmissão de microondas para rede de comunicação móvel ou redes privadas. Fornecem várias interfaces de serviço podem ser instaladas e configuradas de forma flexível. Essa solução atende aos requisitos de transmissão dos serviços 2G, 3G e LTE, além de permitir a evolução e a convergência futuras da rede, conforme figura a seguir.

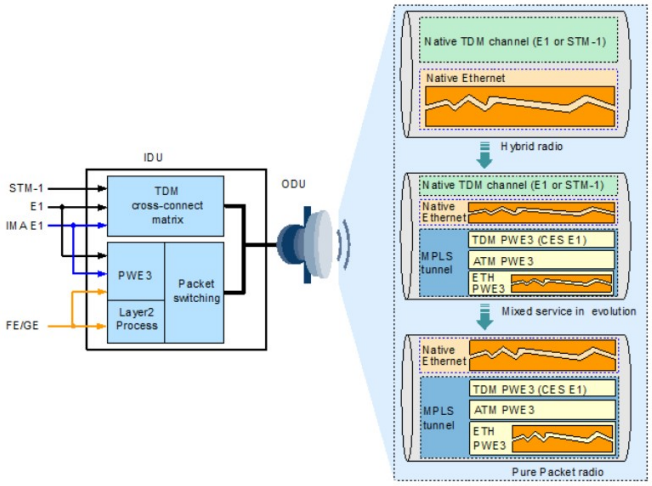

Figura 7 Diagrama esquemático da solução adotada

A tecnologia de modulação adaptativa (AM) contida na série de equipamentos RTN900 é uma estratégia que ajusta o esquema de modulação automaticamente com base na qualidade do canal.

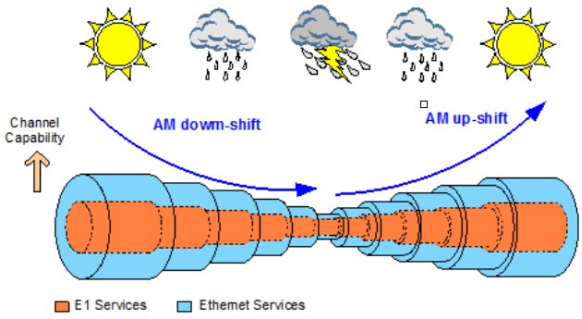

Figura 8 Tecnologia de modulação adaptativa (AM)

Outra característica da série de equipamentos RTN900 está relacionado ao design de *hardware* e *software* que leva em consideração a conveniência do diagnóstico e manutenção de falhas.

3.5 Subprojeto Implantação

Após escolhida a tecnologia a ser implantada e os trechos que seriam modernizados e, em função das informações e conhecimento obtido com as rodadas técnicas realizadas com os fabricantes de equipamentos, as equipes de projeto e engenharia elaboraram a estratégia para a licitação da implantação dos equipamentos. Aqui cabe ressaltar uma mudança na forma de contratação do projeto, pois até a implantação do projeto da Rota Norte Fase 1 e 2, o sistema de trabalho estava distribuído da seguinte forma:

- Planejamento;
- Viabilidade;
- Defesa de Investimento;
- Contratação de Equipamentos;
- Contratação de Projetos;
- Contratação da Montagem;
- Contratação Fiscalização da Montagem;
- Comissionamento.

Todo o processo era sequencial, como numa linha de montagem, caso não se adquirisse os materiais, não se podia contratar projetos, ou se tivesse equipamentos, materiais e projetos e não conseguisse contratar a montagem, todo o empreendimento paralisava.
Com a reintrodução dos projetos no Escritório de Projetos conseguiu-se a visão de toda a cadeia, prazos e dos riscos. Dessa forma, decidiu-se alterar a forma de contratação, passando a contratar o material instalado, ficando projetos, materiais e montagem por conta dos fornecedores.

Para o fornecimento e adequação da infraestrutura foi elaborada a Especificação Técnica - ET de Serviços com material instalado, realizado o pregão eletrônico, tendo como vencedora a empresa **UPTEC**.

Para o fornecimento do sistema rádio, antenas, mux de acesso, projetos e montagem, foi elaborado uma nova ET de Serviços com material instalado, realizado o pregão eletrônico, tendo como vencedora a empresa ENSEL Engenharia em parceria com a Huawei.

Optou-se, então, por separar todos os serviços de adequação de infraestrutura das estações do fornecimento e montagem dos rádios e sistemas ópticos, dessa forma, cada empresa pôde focar na sua especialidade, não gerando subcontratações e atrasos.

Dessa forma, foram feitas especificações técnicas para adequação da infraestrutura dos Troncos Norte, Sul e Triângulo, além da especificação técnica para a implantação do sistema rádio.

De forma resumida, são apresentados os principais pontos de cada subprojeto.

3.5.1 Infraestrutura da Estação

- Contratação de Estudos e Avaliação das Torres e fundações;
- Instalação de Sistemas de Supervisão de Corrente Alternada;
- Instalação de novos Grupos Geradores – GMG em estações;

- Desmontagem dos sistemas rádio e antenas desativados;
- Contratação separada para adequação da infraestrutura nos Troncos Norte e Sul para possibilitar a instalação da nova rota rádio.

3.5.2 Subprojeto Rota Norte

- Reforços de Torres: em contratação;
- Desativação e Retirada dos sistemas legados (rádios e antenas): em execução;
- Adequação da Infra Estrutura: Contratado e em execução;
- Sistema Rádio: Contratado, projetos em elaboração; materiais em fabricação;
- Realização de Site Survey pelo Contratado para Elaboração de Projetos;
- Colocação de Pedido de Fornecimento dos materiais junto ao Fabricante Huawei.

3.5.3 Subprojeto Rota Sul

- Reforços de Torres: Em contratação;
- Desativação e Retirada dos sistemas legados (rádios e antenas): Em execução;
- Adequação da Infraestrutura: Contratado e em execução;
- Sistema Rádio: Contratado, projetos em elaboração; materiais em fabricação;
- Realização de Site Survey pelo Contratado para Elaboração de Projetos;
- Colocação de Pedido de Fornecimento dos materiais junto ao Fabricante Huawei.

Provisoriamente os circuitos da Cemig D e GT que ainda estavam em uso foram migrados para circuitos de operadoras para possibilitar o desligamento dos sistemas que ocupavam as torres e os abrigos de micro-ondas, possibilitando a finalização dos trabalhos de projeto e instalação dos novos equipamentos.

4.0 - GERÊNCIA DA REDE

Para compor o projeto MERIT, a Especificação Técnica – ET Sistemas de Gerência, foi revisada de modo a atender aos novos requisitos do Centro de Operação de Telecomunicações, no que tange a disponibilidade e confiabilidade na gestão da solução e entrega das informações.

A adição do Sistema de Gerência iManager U2000 trouxe enormes ganhos para a Operação do Sistema de Telecomunicações, visto que todo o provisionamento de circuitos e serviços são realizados de ponta a ponta, inclui a capacidade de realização de testes de aceitação e localização de falhas, simplifica a operação e a manutenção de serviços de pacotes e impede *logins* e operações não autorizados. O sistema trabalha também com a hierarquização de OAM de serviços, permitindo assim uma melhor correlação de todos os alarmes existentes na planta.

Sendo a gerência do rádio proprietária, foi implementada uma gerência SNMP para controle dos ativos de rede IP que compunham o plano MERIT. Assim, como resultado, obteve-se uma rede 100% operacional e supervisionada, trazendo clareza e confiabilidade de informações para o Operador da Rede de Telecomunicações, tornando as ações de mitigação e resolução das falhas de forma eficiente e eficaz.

Figura 9 Tela gerência iManager U2000

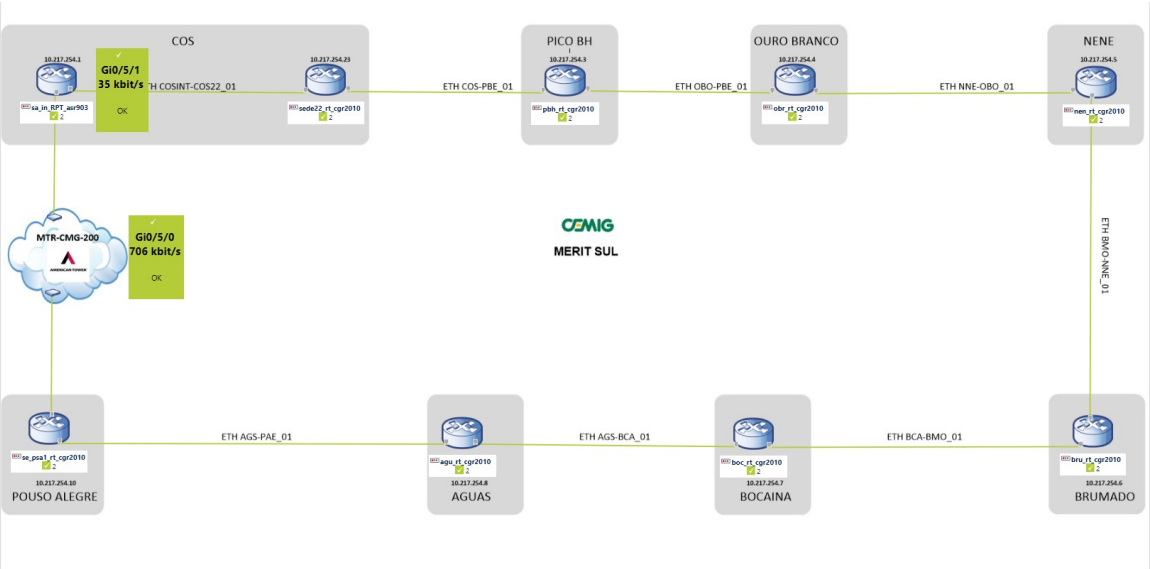

Figura 10 Gerência SNMP ativos IP

5.0 - CONECTIVIDADE DE REDES E SEGURANÇA

A solução técnica de Conectividade consistiu na instalação de um Roteador Cisco CGR2010 por base, interligado aos respectivos rádios. No site central (Sede da Cemig em Belo Horizonte), as porções Norte e Sul da rede do Merit são interligadas em um roteador Cisco ASR903. O projeto garantiu disponibilidade, segurança, confiabilidade, independência e segmentação das aplicações nos sites remotos com a utilização de VRFs por aplicação, com integração aos centros de operação da distribuição e do sistema de geração e transmissão, COD e COS, respectivamente. Com a solução implantada, além da separação necessária das redes por aplicação, a Cemig obteve economia de despesas recorrentes cancelando a contratação de links IP de operadoras e migrando localidades nesta rota de rádio para a infraestrutura de dados próprio disponibilizada.

Entre os ganhos e características desta rede podemos citar:

- Utilização de sete VRFs (*Virtual Routing and Forwarding*) permitindo segregação de tráfego por aplicação:
- Automação da Cemig D
- Oscilografia da Cemig D
- Medição da Cemig D
- Automação da Cemig GT
- Oscilografia da Cemig GT
- Medição da Cemig GT
- Rede Corporativa
- Aumento de Segurança, com todo tráfego passando por um Cluster Operativo de *Firewalls Palo Alto* PA5220
- Aumento da banda por aplicação com a rede de rádios Huawei RTN950/RTN980 operando em uma velocidade de 2X155 Mbps

A seguir são apresentados o diagrama lógico e Exemplo de estrutura na Repetidora Águas.

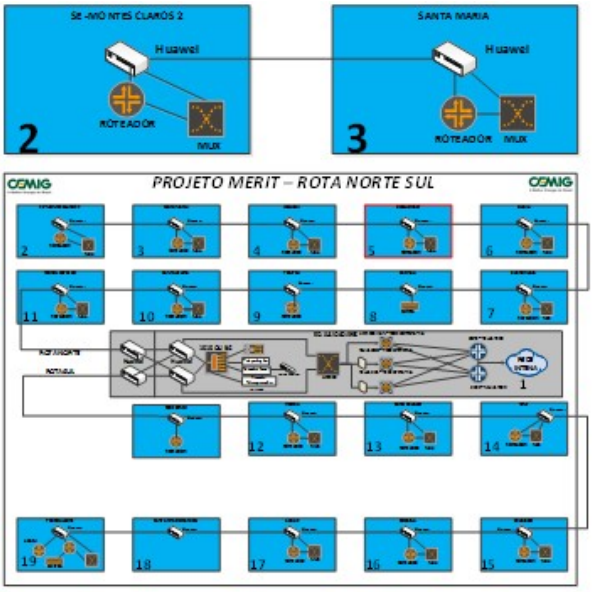

Figura 11 Conexão lógica entre os equipamentos

Figura 12 Conexão física - Repetidor Águas

6.0 - RESULTADOS OBTIDOS

Além de atender todas as premissas do projeto, suportar as operações diárias e melhorar o processo de tomada de decisão na Cemig D e Cemig GT estes empreendimentos de expansão da rede trouxeram ainda inúmeras vantagens, tais como, maior flexibilidade em receber diferentes serviços (PDH, SDH, FE, GE), comutação universal para TDM e pacote, menos sobrecarga, maior eficiência, maior modulação, banda larga em um único canal, provisão e gerenciamento de serviços fim-a-fim de alta disponibilidade e operação da rede.

Com o aumento da demanda por automação em última milha e necessidade de escoamento dos dados para a Sede da Cemig em BH, essas novas rotas facilitam à Companhia implantar o conceito das Redes Inteligentes de Energia (*smart grids)*. A implantação dar rotas Norte e Sul do Projeto *MERIT* foram finalizadas em 2017. A rota Triângulo está na fase final de comissionamento. Os resultados e benefícios operacionais e econômico-financeiros alcançados são, dentre outros: (*i*) cancelamento de licenças de equipamentos em desuso, (*ii*) reformulação das licenças dos novos equipamentos digitais, (*iii*) redução de OPEX devido à substituição de equipamentos obsoletos que demandam altos custos de reparo e manutenção, (*iv*) aumento da disponibilidade e confiabilidade dos sistemas de telecontrole e automação que usam a rede de telecomunicações. Outro ganho direto da substituição dos equipamentos obsoletos e depreciados é com a (*v*) capitalização dos novos ativos na Base de Remuneração Regulatória – BRR da Companhia.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Daniel Senna Guimarães
Graduado em engenharia elétrica pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC MG. Especialista em Análise de Sistemas e Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Especialista em Engenharia de Qualidade e Produtividade pela Sociedade Mineira de Engenheiros. Cursou o MBA em Finanças pelo IBMEC. Na Cemig desde 1987 atuou nas áreas de Planejamento e Engenharia dos Sistemas Elétricos de Transmissão e Distribuição. No período de 2009 a 2013 foi gestor para implantação do Cidades do Futuro, projeto piloto para avaliação e validação da aplicação do conceito de redes inteligentes (*smart grids*) na Cemig Distribuição. Nesse mesmo período foi gerente do Projeto Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento da Chamada Nº 011/2010 da Aneel: "Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente" proposto pela Agencia Nacional de Energia Elétrica – ANEEL que teve como objetivo desenvolver um plano nacional para migração tecnológica do setor elétrico do estágio atual para adoção do conceito de redes inteligentes. No âmbito desse projeto foram publicados os seguintes livros de sua coautoria: Redes Elétricas Inteligentes no Brasil – Subsídios Para um Plano Nacional de Implantação e Redes Elétricas Inteligentes no Brasil – Análise de Custos e Benefícios de um Plano Nacional de Implantação. Atualmente é Gerente de Soluções e Manutenção de Telecomunicações da Cemig. Membro do Conselho da Diretor da *Utilities Telecom & Technology Council - UTCAL* e Presidente do Conselho Diretor dessa instituição a partir de janeiro de 2019.

Sebastião Jacinto Brito
Graduado em engenharia de telecomunicações pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC MG. Atualmente exerce o cargo de engenheiro de soluções de telecomunicações na Cemig.

Samuel Freire Corrêa

Atualmente exerce o cargo de técnico de soluções e operação de telecomunicações na Cemig.