



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

GTL.YY
22 a 25 Novembro de 2009
Recife - PE

GRUPO -XV

**GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
E TELECOMUNICAÇÕES PARA SISTEMAS ELÉTRICOS - GTL**

SISTEMA DE MEDIÇÃO DE FATURAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA BASEADO EM REDES IP

Daniel Kolm (*)

Marcos Romeu Benedetti

ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.

RESUMO

Em função da vigência do novo Procedimento de Rede do ONS - Módulo 12, referente aos Sistemas de Medição de Faturamento (SMF) de energia elétrica, foram priorizadas as redes de pacotes para acesso do Sistema de Coleta de Dados de Energia (SCDE) da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), em detrimento das conexões por linha discada.

Este trabalho mostra o que foi feito para adequar o sistema de medição de faturamento da ELETROSUL a esta nova realidade, através de um sistema de transmissão de dados baseado em redes de telefonia celular 2,75G (EDGE) e 3G (HSDPA).

PALAVRAS-CHAVE

Medição de Faturamento, CCEE, TCP/IP, 3G, EDGE.

1.0 - INTRODUÇÃO

Atualmente, mesmo com todas as facilidades oferecidas pelos sistemas digitais de telecomunicações, muitos serviços ainda são atendidos pelo velho sistema de MODEMS com linhas telefônicas analógicas, dedicadas ou comutadas, que por se tratar de um sistema legado, muitas vezes é a única opção disponível nos municípios do interior do Brasil.

Neste mesmo contexto muitas empresas do setor elétrico, durante a digitalização de suas redes, optaram por manter o atendimento de telecomunicações de algumas estações menos estratégicas através de sistemas analógicos, cujos ativos já estão amortizados, e cuja capacidade ainda é suficiente para atender à demanda.

No caso do Sistema de Medição de Faturamento (SMF) de energia elétrica da ELETROSUL, eram utilizadas até então linhas da rede pública de telefonia comutada, pois os dois pontos de medição atualmente sob responsabilidade da empresa estão em subestações sem cobertura do seu sistema próprio de telecomunicações, distantes mais de 300 km do seu ponto de presença mais próximo.

A vigência do novo Procedimento de Rede do ONS – Módulo 12, fez com que as redes de SMF dos agentes precisassem passar por alterações, de forma que fossem mantidos os acessos através de linha discada apenas “quando for comprovada impossibilidade técnica de implementação de outras formas de comunicação” (1). Buscando adequar o sistema de medição de faturamento da ELETROSUL a esta nova realidade, foi feito um levantamento das alternativas disponíveis em cada local, avaliando a relação custo/benefício de cada uma delas.

(*) Rua Dep. Antônio Edu Vieira, n° 999 – DTL/DPGT/SEPLA – CEP 88.040-901 Florianópolis, SC – Brasil
Tel: (+55 48) 3231-7565 – Email: daniel.kolm@eletrosul.gov.br

2.0 - SITUAÇÃO ANTERIOR

Atualmente a ELETROSUL é responsável por dois pontos de medição de faturamento, ambos em intercâmbios binacionais de energia elétrica no estado do Rio Grande do Sul. Na Subestação Livramento 2 a interligação é com o Uruguai, e na Conversora de Frequência de Urugaiana, com a Argentina, como mostrado na Figura 1.



FIGURA 1 – Mapa mostrando a localização dos pontos de medição em intercâmbio internacional de energia elétrica.

Em cada ponto de medição existem dois medidores: Principal e Retaguarda. Cada medidor possui duas portas seriais, sendo que uma delas é de uso da ELETROSUL e outra da CCEE.

Até então, era utilizado o sistema público de telefonia comutada (do inglês PSTN) para acesso aos medidores, através de duas linhas telefônicas em cada local.

Estas linhas eram equipadas com MODEM FSK e *splitter*, de tal modo que cada linha era utilizada por uma empresa, com acesso aos dois medidores de cada local. O esquema de interligação utilizado pode ser visto na Figura 2.

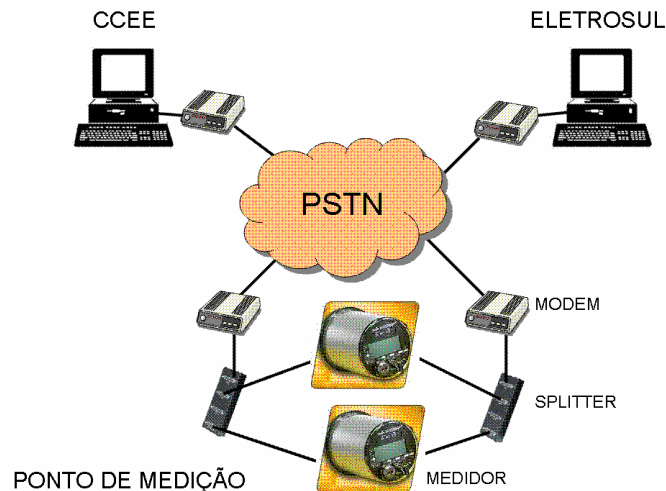


FIGURA 2 – Diagrama mostrando a forma de interligação anteriormente utilizada.

Porém, este sistema, que até então atendia às necessidades do SMF da ELETROSUL, passou a estar em desacordo com o novo Procedimento de Rede do ONS, conforme o esclarece o item 3.1.4 do Submódulo 12.2: “Medidores que não respeitarem o direito de acesso de todos e estiverem ligados em cascata, splitters ou configurações seriais que criem alguma situação onde a leitura dos demais medidores esteja sujeita a espera de liberação do canal de comunicação não serão aceitos” (1).

Por sua vez, a CCEE notificou a ELETROSUL para que adequasse seu SMF à legislação vigente, dentro de um prazo de 2 meses.

A fim de evitar o pagamento de multas decorrentes do não cumprimento das normas, a ELETROSUL deu início ao presente estudo, que resultou no projeto e implantação de um sistema que além de atender aos medidores atuais, tem capacidade para absorver a demanda dos novos empreendimentos de geração da ELETROSUL.

3.0 - ESCOLHENDO A SOLUÇÃO TECNOLÓGICA

Conforme o Procedimento de Rede do ONS, para agentes que realizam coleta passiva, que é o caso da ELETROSUL e será explicada mais adiante, a comunicação com o SCDE da CCEE poderia ocorrer por meio de duas formas:

- Túnel IPSEC através da Internet;
- Utilizando *Frame Relay*.

Estas opções de interligação são mostradas na Figura 3, extraída do Procedimento de Rede do ONS (1), para cada tipo de conexão dos medidores (*Ethernet* ou serial).

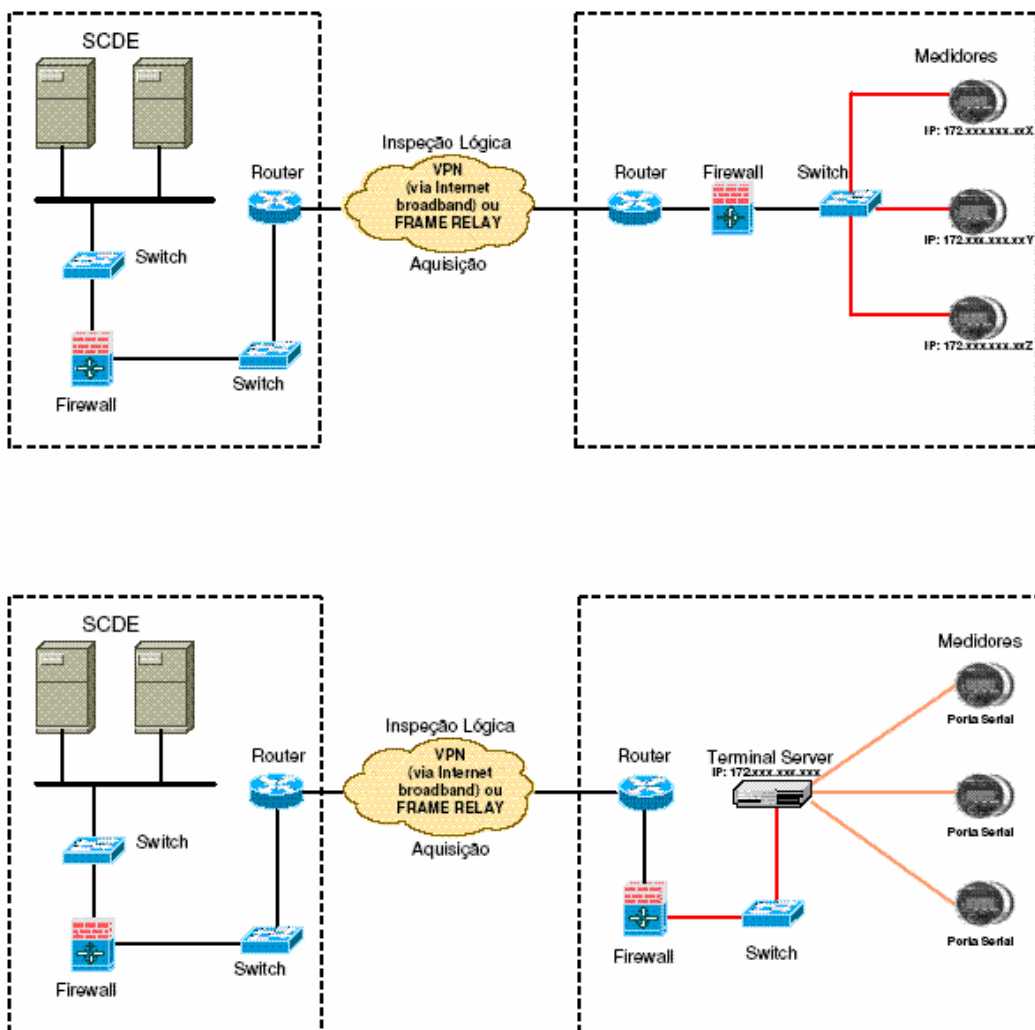


FIGURA 3 – Opções de interligação aceitas pela CCEE.

Considerando a obsolescência tecnológica e a dificuldade de contratação da alternativa *FRAME RELAY*, a opção foi pelo acesso à Internet, da qual a ELETROSUL já dispunha em sua sede, com largura de banda garantida de 10 Mbps. À arquitetura existente foi adicionado um roteador responsável pela implementação de túnel IPsec (*IP Security Protocol*) estático, também chamado de VPN *site-to-site* (quando realizado entre dispositivos com IP fixo e verdadeiro) com a CCEE.

A função de *Firewall*, exigida pela CCEE em ambas as opções, foi implementada no próprio roteador devido à baixa complexidade das regras de acesso em relação à capacidade de processamento do equipamento. O esquema de interligação dos equipamentos é mostrado na Figura 4.

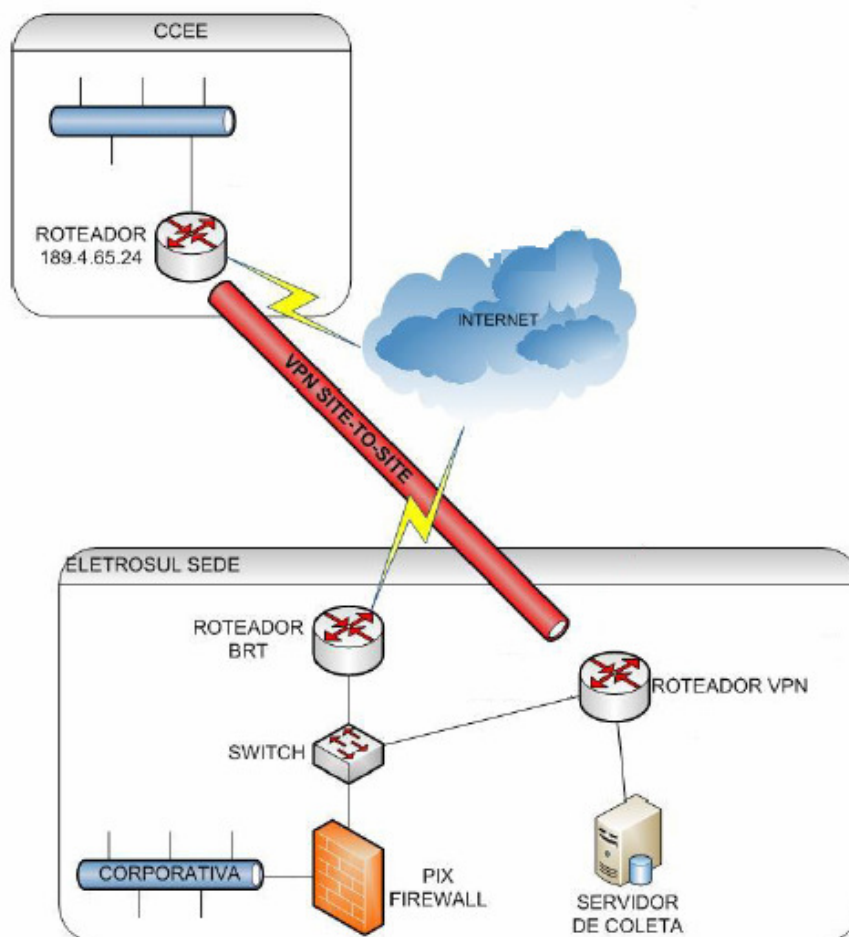


FIGURA 4 – Diagrama de interligação ELETROSUL-CCEE através de VPN via Internet, compartilhando o link existente de 10 Mbps.

Resolvida a primeira etapa de comunicação, restava ainda a escolha da solução tecnológica a ser utilizada para a interligação do servidor de coleta da ELETROSUL com os medidores, que deveria cumprir alguns pré-requisitos:

- Tempo máximo de implementação: 2 meses;
- Permitir acesso simultâneo da CCEE e do servidor de coleta da ELETROSUL aos medidores, sem conflito, degradação da conexão, ou espera por liberação de canal;
- Largura de banda mínima de 30 kbps em cada ponto de medição.

A solução comumente utilizada pela ELETROSUL para atendimento de locais nos quais não dispõe de sistema próprio de telecomunicações é o aluguel de canais dedicados de empresas de telecomunicações cuja área de cobertura atenda a região desejada.

Porém, devido à já conhecida burocracia envolvida para este tipo de contratação, não haveria tempo hábil para contratar e colocar o sistema em operação dentro do prazo estipulado pela CCEE. Descartada a contratação de canais dedicados, restava apenas a opção de contratação de acesso à Internet nos pontos de medição, o que

exigia a implementação de uma camada de segurança que pudesse oferecer um tunelamento dos dados através da Internet.

Através de um levantamento realizado nos municípios onde se localizam os pontos de medição, foram contatados alguns provedores de Internet, mas a conclusão foi de que não seria trivial obter acesso à Internet confiável e economicamente viável nas subestações.

Os motivos foram a grande distância do centro urbano, a baixa qualidade do serviço oferecido (falta de profissionalismo dos provedores disponíveis), que não proporcionaria a disponibilidade de sistema exigida pelo Procedimento de Rede do ONS, ou novamente a burocracia de contratação, que excederia o prazo de tempo para implantação.

Foi vislumbrada então a possibilidade de utilização de acesso através de telefonia celular, cuja contratação dependia apenas da obtenção do *SIM CARD*, popularmente chamado de “chip”. Através de levantamento de campo, foi confirmada a viabilidade da opção, uma vez que havia cobertura de telefonia celular nas subestações, através de três operadoras diferentes.

Ao contatar as operadoras foi constatado que todas elas possuíam cobertura com o sistema EDGE (*Enhanced Data rates for GSM Evolution*, considerado 2,75G) naqueles locais, mas nenhuma delas prestava ainda o serviço de Internet 3G. Entretanto, a largura de banda possibilitada pelo EDGE já é satisfatória para o serviço de medição de faturamento, pois fornece uma largura de banda teórica para *upload* de 59,2 kbps, ante os 384 kbps do HSDPA (2). A título de informação, apesar desta nova forma de acesso ser chamada de 3G, a grande maioria das operadoras do Brasil adotou o protocolo HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*), que tecnicamente é considerado 3,5G.

Uma vez constatada a disponibilidade de roteadores reserva da ELETROSUL, o que permitiria uma rápida implementação, foi confirmada também com fornecedores a existência de módulos de telefonia celular à pronta entrega, agilizando os primeiros testes.

4.0 - IMPLANTAÇÃO DO NOVO SISTEMA

Para que os testes pudessem ocorrer, era necessário optar por uma operadora com cobertura em cada ponto de medição.

4.1 A escolha da operadora de telefonia celular

Como a ELETROSUL já possuía contrato com duas operadoras para fornecimento de *SIM CARD* através de plano empresarial, foi escolhida aquela que possuía maior intensidade de sinal, coincidentemente a mesma operadora nas duas subestações. Testes realizados com medidores fora de operação na sede da ELETROSUL em Florianópolis-SC comprovaram a funcionalidade da solução, que através de seleção de configuração no roteador, operou em EDGE e HSDPA, sempre satisfatoriamente.

Porém, ao testar a conexão utilizando esta operadora nos locais onde se encontram os medidores em operação, foi verificado um atraso de tempo demasiadamente grande entre a transmissão de um comando de leitura e a recepção da resposta com os dados de medição, tempo este que variava entre 5 e 10 segundos, ocasionando a interrupção de leitura do servidor de coleta da ELETROSUL.

A desconfiança a respeito da causa do problema recaiu sobre o *backbone* da operadora de telefonia celular no estado do Rio Grande do Sul, uma vez que o nível de sinal era adequado. Novos testes foram realizados utilizando uma segunda operadora, que apresentava menor intensidade de sinal nos locais de medição, o que foi corrigido rapidamente utilizando antena externa de maior ganho. A troca para outra operadora fez com que o tempo de transmissão e recepção diminuísse consideravelmente, ficando em torno de 700 ms em média, não mais causando a interrupção das leituras por *timeout*.

4.2 Adequando a solução adotada aos requisitos da CCEE

Uma das exigências da CCEE para que os medidores sejam acessados pela Internet é que eles sejam vistos pelo seu SCDE através de endereços de rede pré-definidos, no padrão 172.26.x.x. Desta forma, a subrede de cada agente é integrada através de VPN às demais subredes designadas a outros agentes, de modo que a CCEE “enxergue” uma única e grande rede, composta por todos os agentes.

Para que fosse possível cumprir com esta exigência, foi necessário implementar túneis IPsec entre o roteador central e o roteador de cada um dos pontos de medição. Como o endereço IP atribuído à interface celular do

roteador conectado à operadora era dinâmico e compartilhado com NAT (*Network Address Translation*), desta vez o túnel IPsec não poderia ser estático como na interligação com a CCEE, mas dinâmico (quando um dos dispositivos tem IP dinâmico e/ou com NAT).

Ao estabelecer a VPN *site-to-site* com a CCEE e as VPN dinâmicas com os medidores, o roteador central, denominado “Roteador VPN”, passa a operar como ponto central da rede SMF da ELETROSUL, possibilitando o atendimento ao Procedimento de Rede, que estabelece o acesso direto do SCDE da CCEE aos medidores. Exatamente por ser o ponto central da rede, o Roteador VPN pode representar um ponto falha para toda a rede SMF. Por esta razão, o Roteador VPN deverá ser protegido em breve através de VRRP (*Virtual Router Redundancy Protocol*), quando um segundo roteador é utilizado para fazer a proteção do primeiro, assumindo o endereço IP deste apenas quando detectar a sua falha.

Aqui cabe uma explicação sobre as formas de coleta de dados de medição de faturamento. A CCEE padronizou duas formas de coleta de dados, denominadas coletas ativa e passiva. Na coleta ativa é a CCEE quem faz a leitura diretamente nos medidores e repassa os dados ao agente. Na coleta passiva ocorre a troca de papéis, pois o próprio agente faz a leitura de medição de faturamento e transmite para o SCDE da CCEE o arquivo XML (*eXtensible Markup Language*) contendo os dados, enquanto que o acesso desta se limita à finalidade de inspeção lógica. A forma de coleta adotada por cada empresa e a periodicidade das leituras são determinadas pela CCEE. Em ambas as formas os canais de comunicação devem ser fornecidos pelo agente responsável.

A ELETROSUL utiliza a coleta passiva, ou seja, precisa manter em operação um servidor de coleta, que realiza diariamente as leituras dos medidores, cria um arquivo XML com os dados e envia-o à CCEE através de FTP (*File Transfer Protocol*), utilizando a VPN pré-estabelecida. Através do Roteador VPN, tanto o servidor de coleta quanto os medidores estão na subrede da CCEE designada à ELETROSUL. Dessa forma, o servidor de coleta também tem acesso direto aos medidores, e à própria CCEE, para envio do arquivo XML.

Como os medidores da ELETROSUL possuem comunicação serial, e não *Ethernet*, é utilizado um TS (*Terminal Server*) em cada ponto de medição, de modo que a conexão com os mesmos é realizada através da configuração IP:PORTA nos *softwares* utilizados para acesso aos medidores, como por exemplo 172.26.0.126:2110. O acesso dedicado de cada entidade a cada medidor é garantido pela utilização de portas seriais distintas dos TS e dos medidores, sendo que a porta informada à CCEE para acesso a um determinado medidor nunca é a mesma utilizada pela ELETROSUL.

O diagrama completo do sistema, ilustrando os equipamentos e soluções adotadas, é visto na Figura 5.

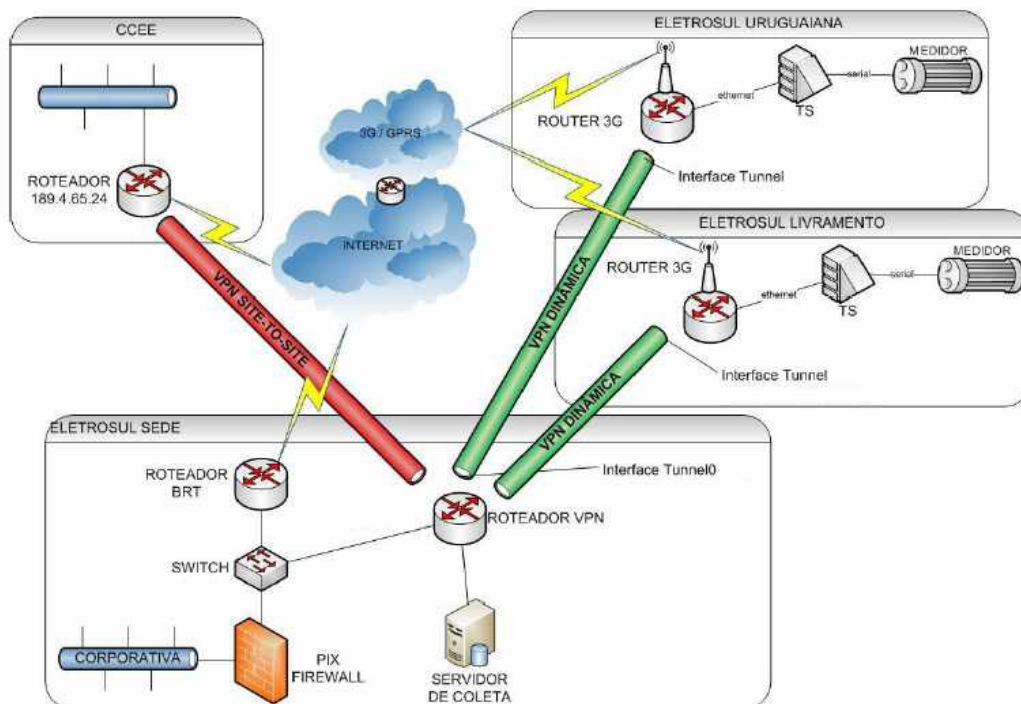


FIGURA 5 – Diagrama completo do SMF da ELETROSUL, mostrando as interligações com a CCEE e com os medidores através de VPN via Internet.

5.0 - CONCLUSÃO

A utilização da rede de telefonia celular para acesso à Internet permitiu a rápida implantação do sistema de medição de faturamento de energia elétrica da ELETROSUL, evitando a necessidade de investimento em um sistema próprio e a burocracia de uma contratação formal de canais dedicados.

Os testes realizados e o histórico apresentado pelo sistema em operação mostraram que apesar de dar prioridade ao tráfego de voz em detrimento aos pacotes de dados, o acesso EDGE mantém um nível de qualidade aceitável quanto à estabilidade da conexão e à largura de banda, para o serviço de medição de faturamento de energia elétrica.

Por sua vez, o acesso 3G amplia a gama dos serviços que podem se utilizar deste tipo de conexão, uma vez que além de proporcionar maior largura de banda, a rede é dedicada para o tráfego de dados. A única variável capaz de reduzir a largura de banda de cada cliente acaba sendo a quantidade de usuários simultâneos, tanto em determinada ERB (Estação Rádio-Base), quanto no próprio *backbone* da operadora. O baixo custo dos equipamentos e do acesso também são pontos fortes deste tipo de solução.

Como nenhum sistema é perfeito, o maior risco de se implantar um serviço sobre a rede de telefonia celular está na dependência de um sistema que está fora do controle do agente, podendo apresentar menor disponibilidade do que um canal dedicado. A fraqueza ou até mesmo a ausência de um SLA (*Service Level Agreement*) para este tipo de serviço tira da operadora o peso de manter a qualidade do link de acesso. Por outro lado, um SLA mais rígido pode encarecer e burocratizar demasiadamente a contratação do serviço. Uma medida capaz de driblar esta dependência de uma operadora é a implementação de sistemas redundantes utilizando duas operadoras, quando houver esta disponibilidade e quando a criticidade do serviço assim exigir.

A implantação do sistema de medição de faturamento apresentado neste trabalho permitiu o cumprimento das exigências da CCEE dentro do curto prazo de tempo disponível, sem deixar de lado o zelo pela qualidade, e permitindo que os futuros empreendimentos de geração da ELETROSUL compartilhem dos recursos investidos neste sistema.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Procedimentos de Rede – Módulo 12. Brasil.
- (2) MORIMOTO, C.E. Redes, Guia Prático. GHD Press e Sul Editores: Abril de 2008.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Daniel Kolm

Nascido no município de Erechim, RS, em 22 de Janeiro de 1981.

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (2006).

Graduado em Engenharia Elétrica, modalidade Eletrônica, pela Universidade de Passo Fundo – UPF (2004).

Empresa: ELETROSUL Centrais Elétricas S.A., desde 2006.

Atua como chefe do Setor de Planejamento e Projeto de Telemática – SEPLA, na Divisão de Planejamento e Gerência de Telemática – DPGT, do Departamento de Telemática e Automação – DTL, da ELETROSUL.

Marcos Romeu Benedetti

Nascido no município Três de Maio, RS, em 10 de Março de 1966.

Especialista em Gestão de Mercado de Energia Elétrica pela Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI (2008).

Mestre em Ciências da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (2003).

Especialista em Comunicação de Dados pelo Instituto Nacional de Telecomunicações – INATEL (1995).

Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Estadual de Londrina – UEL (1994).

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (1989).

Empresa: ELETROSUL Centrais Elétricas S.A., desde 1989.

Atua como gerente do Departamento de Telemática e Automação – DTL, da ELETROSUL.