



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

GTL - 06
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

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

**UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA OPLAT DIGITAL PARA A CONEXÃO DE ÁREAS REMOTAS À REDE DE
LONGA DISTÂNCIA (WAN) – O CASO DA CHESF.**

Elton Bernardo Bandeira de Melo* Alfredo Antônio P. Teixeira Alexandre Antônio P. de Oliveira

CHESF

CHESF

CHESF

RESUMO

No atual cenário tecnológico, é crescente nas empresas de energia elétrica a demanda por novos serviços de telecomunicações, provendo canais de dados e voz tanto para suprir a operação do setor, incluindo toda a automação, proteção e controle das usinas e subestações, como também para permitir a integração de todas as suas dependências às facilidades eletrônicas de gestão administrativa, tais como correio eletrônico, Intranet, gestão de ativos, de transporte etc.

Devido ao próprio perfil de distribuição geográfica das empresas do setor elétrico, muitas vezes a integração das localidades mais afastadas do parque de telecomunicações corporativo torna-se dificultoso e altamente caro através dos sistemas de transmissão digitais de grande capacidade, tais como rádios ou cabos OPGW. Nesta conjuntura, surge a utilização da tecnologia OPLAT Digital, como uma opção bastante plausível.

Este trabalho tem como objetivo expor as experiências da CHESF na utilização da tecnologia OPLAT Digital, suas versatilidades e limitações, atentando para sua viabilidade técnico-econômica quando comparada a outras tecnologias de transmissão digitais.

PALAVRAS-CHAVE

Telecomunicações, OPLAT Digital, Viabilidade, Estudo Comparativo.

1. 0 INTRODUÇÃO

Até pouco tempo atrás era comum às empresas de geração e transmissão de energia elétrica, fazerem uso de suas linhas de transmissão em alta tensão para trafegarem sinais de teleproteção, voz e dados através dos tradicionais equipamentos OPLAT (Ondas Portadoras sobre Linhas de Alta Tensão), que por suas características intrínsecas, são limitados sistemas de transmissão, provendo bandas de 4 a 8kHz para o tráfego de sinais em sua maioria analógicos e com relações Sinal-Ruído bastante instáveis.

A demanda por novos canais de comunicações entre as gerências, usinas e subestações, levou a CHESF (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco) à necessidade da ampliação de seus sistemas de telecomunicações. Nas últimas duas décadas, os investimentos foram feitos e a CHESF implantou uma estrutura de telecomunicações corporativa que extrapolou a tecnologia OPLAT, fazendo uso principalmente de rádios PDHs, SDHs e cabos OPGW (OPTical Ground Wire – Fibras ópticas embutidas em cabos pára-raios). Estes recursos permitem a transmissão de sinais digitais a altas taxas (8 a 622Mbps), integrando as gerências regionais e possibilitando inclusive a criação de uma rede de pacotes TCP/IP, na qual hoje trafegam diversos aplicativos do setor elétrico ou típicos da gestão administrativa da empresa. Nas localidades atendidas por estes sistemas, os equipamentos OPLAT, quando não foram desativados, limitaram-se apenas à transmissão de sinais de teleproteção. No entanto, devido à

*Rua Delmiro Gouveia, 333 – Anexo 2 – Sala 117 - CEP 50761-901 - Recife - PE - BRASIL
Tel.: (081) 3229-4295 - Fax: (081) 3229-4217 - e-mail: eltonbm@CHESF.gov.br

capilaridade da empresa, que cobre todos os estados do Nordeste, à exceção do Maranhão, e que possui subestações em regiões bastante afastadas e de difícil acesso, não foi possível até o momento, dado aos elevados custos envolvidos, a inserção de todas as subestações na rede digital corporativa utilizando estes novos sistemas de alta capacidade.

Neste cenário, a tecnologia OPLAT Digital mostrou-se uma opção bastante atraente, pois permitiria a transmissão de dados à taxa de 64kbps, utilizando as linhas de alta tensão hoje existentes. Com isto, muitas das demandas existentes nas subestações remotas seriam supridas, o que eliminaria ou reduziria bastante a utilização de canais alugados às operadoras de telecomunicações, deixando a CHESF com um sistema bem mais confiável e a custos bastante reduzidos.

Nos últimos cinco anos, a CHESF optou pela tecnologia OPLAT Digital para o atendimento às subestações mais afastadas, comprando, instalando e utilizando tais equipamentos. De fato, foi possível a integração destas localidades aos sistemas de transmissão corporativos, o que dentre outras facilidades, permitiu a conexão à rede TCP/IP de longa distância (Rede WAN – Wide Area Network) e levou à eliminação de algumas linhas telefônicas alugadas às operadoras de telecomunicações. No entanto, muitas das demandas existentes em tais localidades não foram supridas, o sistema OPLAT Digital não permite a transmissão à prometida taxa de 64kbps, ficando limitada, na maioria dos casos, à metade deste valor, além de possuir uma dependência da relação Sinal-Ruído em relação às variações climáticas, o que interfere na taxa de erros do sistema, com impactos negativos à qualidade do serviço prestado.

Este trabalho tem como objetivo compartilhar as experiências da CHESF com as facilidades do OPLAT Digital, mostrando os aspectos positivos e negativos, tendo em vista as necessidades da empresa e desenvolvendo uma breve análise comparativa com outras tecnologias existentes, apontando para conclusões sobre sua viabilidade técnico-econômica. Espera-se com isto, permitir aos especialistas do setor, informações que dêem suporte à tomada de decisões na utilização desta nova tecnologia.

2.0 O OPLAT DIGITAL NA CHESF

Na CHESF, com a chegada dos sistemas de transmissão digitais em alta capacidade (rádios ou fibras ópticas), o tradicional OPLAT vem sendo abandonado como meio de transmissão, e, na grande maioria das localidades onde atua, está responsável apenas pela transmissão dos sinais de teleproteção. Apenas nas localidades mais afastadas, onde não se comprovou o retorno dos altos investimentos necessários à implantação e manutenção de sistemas mais poderosos de transmissão, houve a permanência dos velhos transceptores OPLAT para proverem a comunicação dos sinais de teleproteção e de voz em casos de contingências, pois mesmo ali, já havia a locação às operadoras de telecomunicações, de canais de voz e dados para o suprimento da demanda da subestação.

Em meados dos anos 90, o OPLAT Digital (1), fazendo uso de técnicas de multiplexação no tempo, modulação digital *QAM* (*Quadrature Amplitude Modulation*) e compressão de voz, além de utilizar um número bem maior de portadoras que os tradicionais equipamentos analógicos, surge como excelente opção para a integração digital das subestações mais afastadas à rede CHESF, substituindo os equipamentos OPLAT analógicos ali existentes.

As maiores vantagens desta tecnologia, conforme Tabela 1, se dariam devido à taxa de 64kbps com baixos custos de integração e manutenção, pois se utilizaria a mesma infra-estrutura existente (linhas de transmissão e sistemas de acoplamento). Com as técnicas disponíveis para multiplexação e compressão de sinais (2), seria possível a transmissão de vários canais de voz a 4,8kbps e de dados com taxas flexíveis. Além disso, estes novos equipamentos mantêm as características de confiabilidade já conhecidas para os equipamentos de teleproteção analógicos, agregando a estes a possibilidade da gerência digital (*TMN – Telecommunication Management Network*), supervisão e análise de desempenho.

TABELA 1– Vantagens e Desvantagens do OPLAT Digital

VANTAGENS	DESvantagens
Facilidades digitais ou analógicas Mais canais de voz e dados	Taxa limitada a 64kbps Relação Sinal-Ruído exposta às variações ambientais
Integração e Manutenção a baixos custos Sistema de Gerência e supervisão da teleproteção Alta confiabilidade e disponibilidade Cobre longas distâncias (até 800km) sem repetidoras	Redução da Banda quando há subestações em série.

2.1 – Experiências na CHESF

Empenhada na aquisição da tecnologia OPLAT Digital desde 1998, a CHESF concluiu seu processo de licitação em 1999, quando foi firmado o primeiro contrato de fornecimento. No período de 2000 a 2003 a CHESF vem implantando, testando e utilizando estes equipamentos, inclusive na integração de subestações afastadas à rede de longa distância (*WAN - Wide Area Network*). Neste período, vários pontos fortes e fracos destes investimentos foram percebidos, como segue abaixo:

- Taxa inferior a 48kbps – O que seria o maior ganho na migração para estes novos transceptores tornou-se a maior decepção, em nenhuma localidade onde foi instalado este equipamento, conseguiu-se a esperada taxa de 64kbps, mesmo com a relação sinal-ruído (SNR) superior a 38dB. Em alguns casos, conseguiu-se a comunicação à taxa de 48kbps, no entanto, devido à exposição da SNR às variações climáticas, a CHESF optou pela configuração dos enlaces à reduzida taxa de 32kbps – Uma das características do sistema adquirido é que caso haja um aumento na taxa de erros de bits, o equipamento (3) reinicializa a transmissão digital, interrompendo a comunicação com a unidade remota. Sabendo que o aumento da taxa de erros é consequência da degradação da relação sinal-ruído para uma determinada taxa de transmissão, e esta taxa, no nosso caso, não se adapta automaticamente à queda da SNR, o equipamento estaria fadado à constante reinicialização em caso de instabilidades ambientais. Este foi o argumento para se optar pela taxa de 32kbps, mesmo quando havia uma SNR suficiente para prover 48kbps.
- Integração à rede WAN – apesar da taxa de 32kbps, foi possível conectar estações remotas, que anteriormente faziam uso de linhas discadas alugadas às operadoras de telecomunicações, à rede de dados corporativa da CHESF, possibilitando aos usuários o acesso à Intranet, Internet e correio eletrônico, dentre outros, sem a pressão causada pelas altas tarifas cobradas até então. Foi verificada uma discreta perda de pacotes, não comprometendo a utilização dos aplicativos de gestão administrativa habituais. A latência do enlace fica em torno dos 500ms.
- Devido aos contratemplos técnicos e processuais da implantação, talvez por se tratar de uma tecnologia recente no país, houve muitos atrasos. Com isto, não foi permitido à CHESF comprovar as benesses da gerência *TMN*, cuja implantação está prevista para o ano de 2005.
- Redução de custos junto às operadoras de telecomunicações – Já foi percebida a economia realizada pela substituição de algumas linhas telefônicas que anteriormente eram alugadas às operadoras de telecomunicações, algumas delas via satélite, e hoje trafegam através das linhas de transmissão, via canais de 4,8kbps do Oplat Digital;
- Subestações em série – A CHESF é pioneira na interligação em série de subestações via OPLAT Digital. No entanto, não obstante a reduzida taxa de 32kbps, em alguns casos foi necessário ligar três subestações afastadas em série, o que reduz ainda mais a banda para atendimento a cada uma delas. No exemplo da Figura 1, a rota Juazeiro II (JZD) – Senhor do Bonfim (SNB) – Irecê (IRE) – Bom Jesus da Lapa (BJS) – Barreiras (BRA), que interliga o norte ao sudoeste da Bahia, tínhamos as subestações de JZD e BJS atendidas pelos sistemas digitais da rede corporativa da CHESF, enquanto as demais subestações dependem do OPLAT Digital ou das operadoras de telecomunicações. Ainda assim, era desejo da empresa que houvesse canais de comunicação diretos entre JZD e IRE, ou mesmo entre JZD e BJS para os casos de contingências. O que ocorre é a utilização de um multiplexador flexível para a divisão dos 32kbps (28,8kbps efetivos devido ao multiplexador utilizado) que saem de JZD para o atendimento das subestações SNB, IRE e BJS, ou seja, menos de 10kbps para cada subestação, o que de fato inviabiliza qualquer tentativa de comunicação via rede de pacotes TCP/IP, permitindo apenas a comunicação de voz comprimida a 4,8kbps, ou dados a 1,2kbps.

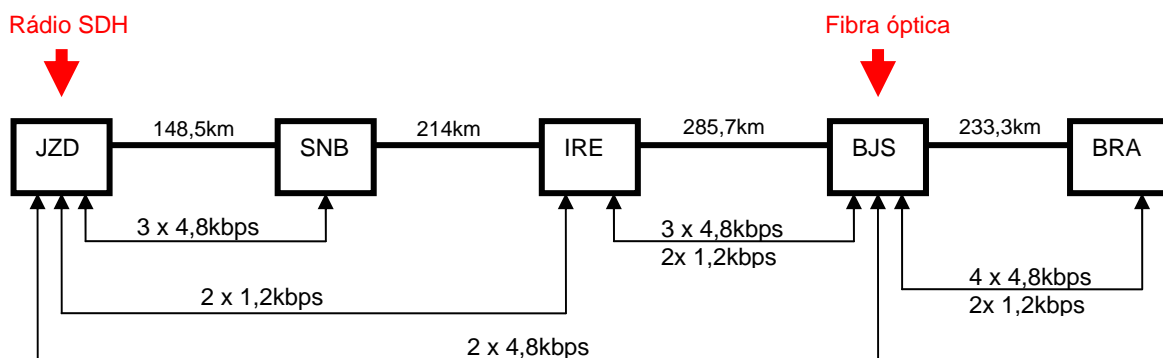


FIGURA 1 – Exemplo de conexão na CHESF

3.0 DEMANDA POR TELECOMUNICAÇÕES NAS EMPRESAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Seguindo os trâmites naturais da evolução tecnológica, onde cada vez se requer mais informações atualizadas e disponíveis em diversos locais simultaneamente, as Empresas de Energia Elétrica têm migrado muitos de seus processos operacionais e administrativos para os sistemas de informações eletrônicos, que na maioria dos casos, utilizam como suporte redes de pacotes para trafegarem seus dados. No caso da CHESF, como empresa de excelência tecnológica, além das facilidades administrativas, típicas de empresas de grande porte, os segmentos de Controle, Automação e Proteção, requerem uma crescente quantidade de canais de comunicações de dados para darem suporte aos seus aplicativos, e suprirem às demandas do setor.

Devido à sua importância, os canais de comunicações por onde trafegam as informações relativas à operação elétrica das subestações requerem uma alta disponibilidade e confiabilidade, donde vem a preferência pelos sistemas corporativos às Operadoras de Telecomunicações. Contudo, devido aos custos referentes à utilização de canais alugados às Operadoras, sejam para a transmissão de dados, sejam para os serviços de fonia, é interessante para a CHESF que também a comunicação pertinente à gestão administrativa se dê através de sua planta privada de comunicações.

3.1 Aplicações Operacionais

Algumas características dos aplicativos operacionais das subestações definem qual tipo de serviço de telecomunicações deve ser prestado, restringindo as opções na escolha das tecnologias de transmissão, abaixo seguem alguns comentários à cerca destas aplicações, cujo sumário compõe a Tabela 2:

- SAGE: Sistema Aberto de Gerência de Energia – É a aplicação prioritária para o controle e automação das subestações, exige uma alta disponibilidade, inclusive em situações de contingências, pois pode ser solicitada a atuar à distância em equipamentos das mesmas, mesmo durante ocorrências no setor. Cada Gerência Regional possui um servidor que coleta todas as informações das máquinas remotas de cada subestação e enviam ao Centro de Operações (COS-NE), que por sua vez disponibiliza ao ONS (Operador Nacional do Sistema). Permite pequenos retardos, na ordem de milissegundos e ocupa uma pequena Banda, de 1,2 a 4,8kbps (preferencialmente) por estação remota.
- OSCIOLOGRAFIA: Permite à Operação do Sistema, a análise de ocorrências no setor, também exigindo uma alta disponibilidade, principalmente em contingências. Possui uma arquitetura do tipo cliente-servidor, semelhante ao SAGE, no entanto requer uma maior banda em caso de ocorrências, pois será solicitado a enviar arquivos bem maiores (até 10MB) em tais casos, e deverá dispor destas informações nos Centros de Operações (COS-NE) o mais depressa possível.
- QUALIMETRIA: Possui características semelhante a da Oscilografia, com arquitetura cliente-servidor e arquivos de tamanhos variáveis, sendo maiores em caso de ocorrências na subestação. No entanto envia arquivos de tamanhos menores, menos críticos em situações de contingências.
- MEDIÇÃO DO FATURAMENTO: Coleta dados dos medidores, em intervalos regulares, centraliza estas informações no COS-NE e disponibiliza-as ao ONS, seguindo suas exigências. Requer uma alta disponibilidade, no entanto, inferior ao SAGE e Oscilografia, pois pode ter a comunicação interrompida em caso de contingências.
- TELEPROTEÇÃO: É prioritário à operação das subestações, permitindo que falhas em uma subestação, sejam comunicadas às demais em um curto intervalo de tempo, inclusive transmitindo comandos para a desativação de Linhas de Transmissão. Requer alta prioridade, controlada pelo ONS. Não permite sequer, pequenos retardos devido aos sistemas de comunicações menos ágeis (e.g. sistemas via satélites).
- FONIA: Necessária para a comunicação entre operadores das subestações, Centros de Operação e despachos de carga, é essencial à operação do setor, inclusive em situações de contingências. Devido às características das comunicações de voz, permite retardos controlados, na ordem de décimos de segundos, ocupa uma banda de, no mínimo, 4,8kbps.

TABELA 2 – Requisitos das Aplicações Operacionais

	DISPONIBILIDADE	OCUPAÇÃO	RETARDO	PRIORIDADE
SAGE	ALTA	1,2 a 4,8kbps	Permite	2
OSCILOGRAFIA	ALTA	1,2 a 256kbps	Permite	3
QUALIMETRIA	MÉDIA	1,2 a 19,2kbps	Permite	4
MEDIÇÃO DO FATURAMENTO	MÉDIA	19,2kbps	Permite	5
TELEPROTEÇÃO FONIA	ALTA	8MHz	Não Permite	0
	ALTA	N x 4,8kbps	Permite pouco	1

3.2 Aplicações Administrativas

As aplicações administrativas são aquelas que não afetam diretamente o sistema elétrico das subestações, no entanto são indispensáveis para a integração dos funcionários e controle dos ativos da empresa. Possui diversos aplicativos, onde a maioria está disponibilizada através da Intranet ou da plataforma *Lotus Notes*, que compõe o correio eletrônico da CHESF. Estas aplicações possuem exigências bem menos rígidas de confiabilidade e disponibilidade, e permitem retardos da ordem de segundos, no entanto consomem uma larga banda, que fica em torno de, no mínimo, 16kbps para cada microcomputador conectado.

4.0 ALTERNATIVAS PARA A INTEGRAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES

Tendo em vista tanto a crescente demanda por novos serviços de telecomunicações, como seu impacto direto no plano estratégico da empresa e do setor, a integração das subestações através de um sistema de comunicações dedicado é uma tendência bastante visível. Os estudos de viabilidade não de ser desenvolvidos apenas para darem suporte à escolha da tecnologia a ser utilizada em cada empreendimento, visando maximizar a relação custo-benefício de curto, médio e longo prazo.

Dentre as diversas possibilidades existentes no mercado, podemos vislumbrar as tecnologias com maiores probabilidades de comporem as próximas integrações à rede de telecomunicações da CHESF, e emitir breves comentários sobre cada uma delas:

– Cabo OPGW – Trata-se de uma solução bastante atraente para o setor, pois utiliza os cabos pára-raios das torres de alta tensão para conduzir as fibras ópticas, que por suas características provêm comunicações à taxas que excedem qualquer demanda hoje existente na empresa, deixando-a preparada para um longo período sem investimentos para substituição dos meios de transmissão. Estes cabos permitiriam inclusive negociar algumas dessas fibras junto às operadoras de telecomunicações, podendo gerar receita para a empresa. No entanto trata-se de uma tecnologia bastante dispendiosa. No caso das subestações mais afastadas, os custos por quilômetro de cabo instalado e a demanda bem inferior à taxa permitida inibem tamanhos investimentos.

– Cabos ADSS – (*All-Dielectric Self-Supporting*) Consistem de cabos de fibras ópticas conduzidas por um resistente cabo totalmente dielétrico, o que o torna viável mesmo perto das linhas de alta tensão, muitos deles podem ser instalados junto a potenciais de até 400kV. No nordeste, apesar do preço compatível (bem mais barato que o OPGW), houve uma única experiência com esta tecnologia, adquirida pela empresa *Nordeste Generation Ltda*, que acessa a rede básica da Chesf. Nos três anos de funcionamento desta tecnologia, pode-se afirmar que a experiência foi bem sucedida. Devido ao cabo ser totalmente dielétrico, pode ainda afastar as ocorrências de ataques criminosos para o roubo de cabos metálicos, que vêm ocorrendo com frequência aos cabos OPGW da empresa.

– Enlaces de Rádio – A CHESF hoje possui bastante experiência com enlaces de rádio, sejam SDH ou PDH, que constituem uma ótima solução para integração de localidades a taxas bastante atraentes (8 a 155Mbps), os inconvenientes desta tecnologia se dão devido à necessidade de estações repetidoras, que além dos custos de implantação, demandam gastos com manutenção e segurança. Oferecem, no entanto, uma boa solução para localidades mais próximas e, mesmo para as mais afastadas que necessitam de taxas maiores, pois oferecem custos de implantação bem mais modestos que os cabos OPGW ou ADSS.

– OPLAT Digital – Sem dúvida é a solução mais barata para a integração de localidades remotas, no entanto as taxas de apenas 32kbps (64kbps teóricos) estão bastante aquém das necessidades da empresa. Hoje, mesmo as subestações atendidas por esta tecnologia, necessitam de linhas discadas ou canais alugados às operadoras de telecomunicações. Já ocorreu na CHESF, mesmo com o OPLAT Digital, optar-se pela aquisição de um sistema via rádio PDH. Impõe um retardo de 100ms por estação

para cada canal de 4,8kbps comutado, o que significa que a partir da terceira estação em série, a comunicação de voz ficará comprometida.

– Operadoras de Telecomunicações – Oferecem canais de comunicações a taxas flexíveis e a custos de implantação bastante reduzidos, no entanto além dos altos custos de locação envolvidos, não fornecem confiabilidade e disponibilidade compatíveis com as necessidades da operação do setor elétrico. Em geral os retardos oferecidos pelas operadoras inviabilizam a migração dos serviços como os de teleproteção. Atendem plenamente aos requisitos da gestão administrativa.

Além destas, para enlaces de aproximadamente 40km, há recentes soluções sem fio através do protocolo IEEE802.11, que permitem taxas de até 8Mbps, e, com a utilização de pequenas unidades repetidoras, podem se mostrar como interessantes soluções para integrações de localidades remotas à rede WAN.

5.0 – ANÁLISE COMPARATIVA

Dentre as opções sugeridas acima para o atendimento às localidades mais afastadas, a CHESF tem celebrado contratos nos últimos anos com fornecedores de cabos OPGW, Rádios PDH e OPLAT Digital, além de possuir diversos contratos com operadoras de telecomunicações para a locação de canais de 64kbps a 1Mbps. Fazendo uma breve comparação entre os custos dos sistemas próprios e os sistemas contratados, podemos observar que o custo de um contrato de dois anos para um determinado enlace à taxa de 1Mbps, consumiria o montante equivalente a aquisição e instalação de um sistema de rádio PDH (até 32Mbps) para uma distância de até 200km. As vantagens de se investir na contratação de canais das operadoras mostram-se mais tentadoras apenas em casos de necessidades urgentes, pequenas taxas (até 128kbps) ou distâncias muito grandes às localidades assistidas pelos sistemas digitais de alta capacidade (acima de 300km, não se aplica na CHESF).

Para a escolha de novas aquisições, dentre as tecnologias que a CHESF utilizou nos últimos anos, podemos observar grandes disparidades nas taxas de transmissão fornecidas (vide Figura 2).

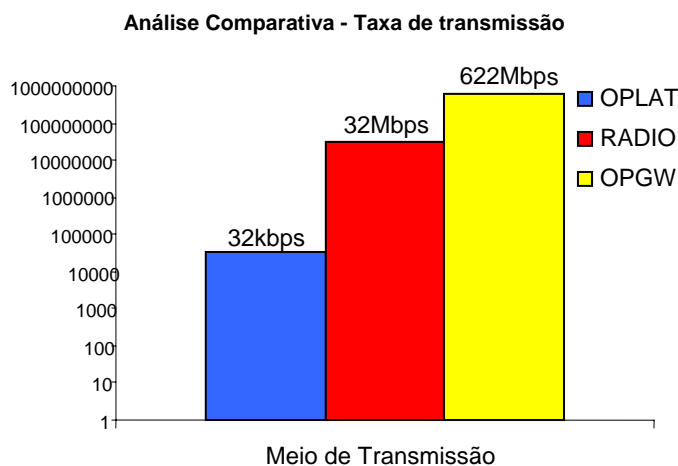


FIGURA 2

Já para a comparação dos custos envolvidos, a Figura 3 mostra que o investimento inicial para multiplexadores ópticos, equipamentos de rádio ou transceptores OPLAT Digital são bastante próximos, sendo que, devido ao custo por quilômetro de cabo OPGW instalado, este logo se torna bem mais caro. Para distâncias de até 50km, onde não há necessidades de estações repetidoras para os enlaces de rádio, estes se mostram os mais atraentes. No entanto, podemos notar que no caso do OPLAT Digital, os custos mantêm-se constantes, pois este não necessita de estações repetidoras para distâncias de até 800km.

R\$ x mil

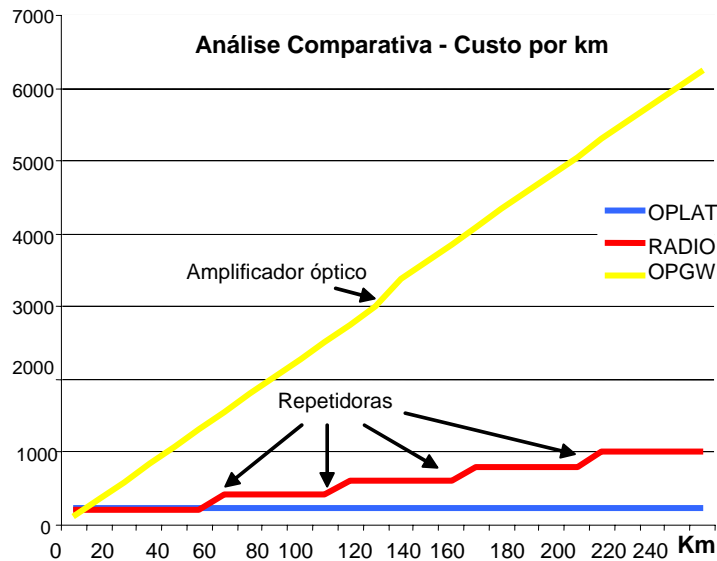


FIGURA 3

A melhor alternativa de atendimento seria aquela que otimiza a relação de compromisso entre as necessidades em cada subestação, as possibilidades para o favorecimento a novos negócios naquela região e as dificuldades para a operação e manutenção do parque a ser instalado. Avaliando o custo por bit transmitido a partir dos custos de investimentos, vemos que o bit via OPLAT Digital, para um enlace de 250km, é cerca de 230 vezes mais caro que o bit via Rádio PDH, e 715 vezes mais caro que o bit via fibra óptica.

Vale ressaltar que uma solução viável para as localidades mais afastadas, e que já vêm sendo tentada na empresa, lida com a combinação do OPLAT Digital e os canais locados às operadoras, sendo que os primeiros atenderiam as necessidades operacionais enquanto os últimos supririam as carências da gerência administrativa. Para que este tipo de arranjo se mostre uma solução ótima, os preços dos canais alugados têm que diminuir ao passo que sua confiabilidade aumente, permitindo ao menos a migração dos serviços operacionais menos prioritários, que excederiam as capacidades do OPLAT Digital.

6.0 CONCLUSÃO

Pudemos perceber que, apesar dos sucessos obtidos com esta atraente tecnologia do OPLAT Digital, tanto na integração de subestações remotas à rede WAN (com parâmetros satisfatórios), como também na redução dos custos com o aluguel de linhas telefônicas às operadoras de telecomunicações, percebemos alguns inconvenientes que reduzem à metade a taxa de transmissão fornecida, o que reduz drasticamente a atratividade desta tecnologia.

Tendo em vista as atuais demandas operacionais e administrativas, bem como seus prováveis prospectos, seria necessária uma taxa de transmissão bem superior a 64kbps, mesmo fazendo uso dos algoritmos de compressão de voz e dados. Assim, para viabilizar os investimentos no OPLAT Digital, é necessário também contar com as Operadoras de telecomunicações, principalmente para atender às aplicações da gestão administrativa.

Em nossa análise comparativa, dentre as tecnologias adquiridas pela CHESF nos últimos anos, puderam-se observar grandes disparidades técnicas no tocante às taxas de transmissão e suas capacidades de expansão, já no âmbito dos desembolsos, o OPLAT Digital é certamente a mais barata solução para o atendimento às localidades mais distantes (acima de 100km). Podemos ver também que a contratação de canais às operadoras de telecomunicações serão plausíveis apenas em casos de

urgências, pequenas taxas de transmissão ou grandes distâncias aos locais assistidos pela malha digital corporativa da empresa, pois seus custos de implantação assemelham-se aos dos enlaces de rádio (cuja manutenção é mais dispendiosa, mas possui interessantes aspectos sociais).

Tornou-se visível neste trabalho que a viabilidade do OPLAT Digital é ameaçada no aspecto técnico pela sua taxa limitada a níveis bem inferiores aos das demandas existentes nas subestações, assim sua utilização dar-se-ia somente em conjunto com as operadoras de telecomunicações. No entanto é da ponderação entre os aspectos técnicos, estratégicos e financeiros das possíveis soluções para a integração das localidades afastadas à rede corporativa, que resultará a escolha da tecnologia apropriada aos interesses da empresa. Neste trabalho esperamos ter provido informações que incrementem o conhecimento dos especialistas de telecomunicações, facilitando a tomada de decisões neste essencial segmento do setor elétrico.

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CIGRÉ SC35 WG35.09 - REPORT ON DIGITAL POWER LINE CARRIER. TB 164, AGOSTO 2000;
- (2) POWER LINE CARRIER COMMUNICATIONS – Short commercial presentation of the PLC communication system and comparison with alternative communication systems (www.ensinco.si/files/PLC_COMPARE.pdf);
- (3) MANUAL DO EQUIPAMENTO OPLAT DIGITAL ESB2000i, EDIÇÃO 5/97 SIEMENS;