



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

GTL 27
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

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

COMUNICAÇÃO DE DADOS VIA REDE DE RÁDIO TRONCALIZADO E CELULARES GPRS

Helmut Alexander Riegg * Ângelo de Barreto Aranha

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS S.A.

RESUMO

As mudanças que ocorreram no setor elétrico brasileiro ao final da década de 90 impulsionaram as concessionárias de energia elétrica a buscar um novo modelo de gestão de suas redes, visando um aumento na produtividade, confiabilidade e eficiência. Onde se tinha uma gestão distribuída, passou-se a utilizar uma gestão centralizada.

É importante destacar a importância que a infraestrutura de telecomunicações e de informática teve nesse processo. Por ela, trafegam, são armazenadas e processadas todas as informações necessárias à gestão do negócio dessas empresas.

O presente artigo descreve o processo e a tecnologia de comunicação, utilizados pela Companhia Energética de Minas Gerais S.A. desde 1998 para aumentar a eficiência na gestão de seus recursos de manutenção e operação da rede de distribuição elétrica.

PALAVRAS-CHAVE

Despacho, Mensagem, Rádio Troncalizado, Terminal, Dados

1.0 - INTRODUÇÃO

A Companhia Energética de Minas Gerais S.A., concessionária de energia que atua em 96% do Estado de Minas Gerais, opera a maior rede de distribuição elétrica da América Latina. Para isso, eram utilizados 41 Centros de Operação (CODs) distribuídos em todo o Estado, cada um deles possuindo suas próprias equipes de campo que executavam os serviços de ligação, operação e manutenção de rede.

Até então, as reclamações dos clientes (RCs) eram recebidas nos próprios CODs. Estes geravam as ordens de serviço (OS) que eram transmitidas às equipes de campo através de despachantes que utilizavam como meio de comunicação o sistema de rádio troncalizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e rádio convencional VHF (*Very High Frequency*) no restante do Estado.

A comunicação por voz, principalmente no interior do Estado, apresentava dificuldades como por exemplo: área de cobertura incompleta (urbano e rural), interferências e dificuldade de integração com um sistema computacional.

Uma grande reestruturação foi feita em 1998 com a criação de uma Central de Atendimento ao Cliente (CAC) que passou a receber todas as chamadas do Estado. Um sistema informatizado (CONCAC – Controle da CAC) permitiu o controle e a otimização desse processo, gerando as RCs automaticamente e enviando-as diretamente

para os CODs. Estes também passaram por uma reestruturação, sendo reduzido para apenas 7 unidades distribuídas nas principais regiões do Estado. Eles passaram a administrar as ocorrências na rede de distribuição através de um novo sistema informatizado (CONCOD – Controle do COD) que automaticamente gera as ordens de serviço que são enviadas às equipes de campo. O conjunto de softwares CONCAC e CONCOD formam o sistema CONDIS – Controle da Distribuição.

Surgiu então, a necessidade de um sistema de comunicação que permitisse a transmissão de dados e não mais de voz como era utilizado anteriormente. Terminais de dados móveis (TDM) seriam instalados nos veículos das equipes de campo oferecendo ao usuário (eletricista) uma interface robusta, confiável e de operação simplificada. A comunicação seria feita através de troca de mensagens previamente formatadas, como formulários, com campos a serem preenchidos pelos eletricitistas e todos os dados deveriam ser armazenados eletronicamente, com referências de data, hora e também localização (coordenadas geográficas).

2.0 - TECNOLOGIAS ESTUDADAS PARA A COMUNICAÇÃO DE DADOS

A utilização de microcomputadores em processos industriais provou ser um grande negócio, permitindo o aumento da produtividade no ambiente de trabalho. No final da década de 90, a evolução e miniaturização de componentes e a utilização da comunicação sem fio transformaram a computação móvel em uma ferramenta de trabalho, até então restrita aos escritórios ou a locais fixos.

A grande maioria dos sistemas de comunicação sem fio se baseia na comunicação via rádio e na alocação de frequências. As primeiras redes de comunicação sem fio utilizavam rádios convencionais VHF onde os dados eram codificados e transmitidos através da modulação de uma portadora de rádio frequência (RF). No início, as taxas de dados permitidas eram baixas, mas com o avanço na tecnologia de modulação, codificação e compressão de dados, hoje é possível a comunicação de dezenas de megabits por segundo.

A cobertura de uma rede de comunicação que utiliza RF é limitada principalmente pela potência do transmissor, sua frequência e o ganho das antenas utilizadas, além é claro, dos obstáculos físicos (topografia, edifícios, etc.). Para a comunicação em grandes áreas, é necessário que existam diversas Estações de Rádio Base (ERB), cada uma cobrindo uma parte da área desejada. No caso da tecnologia satelital, um único satélite pode cobrir uma grande área, mas os sinais de RF muito atenuados pela distância exigem a utilização de antenas especiais de alto ganho. Abaixo, são apresentadas as principais tecnologias de comunicação de dados em grandes áreas, estudadas no final da década de 90, período de implantação do projeto Dados Móveis na CEMIG:

2.1 Rádio Convencional VHF

Cerca de 3000 rádios VHF eram utilizados na comunicação de voz entre as equipes de campo e os CODs em todo o Estado de Minas Gerais. Centenas de estações de rádio base foram montadas em diversas localidades para permitir a comunicação em grandes áreas. Em geral, cada ERB possuía uma frequência que deveria ser a mesma utilizada nos terminais móveis. Cada frequência representava um canal de comunicação. A reutilização de frequências era feita, desde que as ERB estivessem distantes o suficiente para não interferirem umas nas outras.

Para a transmissão de dados, os rádios precisavam ser “adaptados” utilizando-se também de modems que, em geral, permitiam uma transferência de até 1200bps (bits por segundo). As redes de rádio VHF precisavam de uma infraestrutura “backbone” adicional que as interligasse ao CONCOD para permitir o despacho automático das ordens de serviço. Os custos para implantação de um sistema de comunicação de dados via rádios VHF interligando todo o Estado foi considerado inviável.

2.2 Rádio Troncalizado

Redes de comunicação que utilizam tecnologia de rádio troncalizado analógico oferecem serviços de comunicação de voz e dados em baixas taxas. A idéia principal de um Sistema Troncalizado é o compartilhamento de frequências. A técnica de troncalização é baseada no princípio de que, ao compartilhar um número reduzido de canais de comunicação entre um grande número de usuários, é possível fornecer um grau de serviço aceitável a estes usuários, considerando que a probabilidade de que todos estes usuários tentem o acesso aos canais de comunicação ao mesmo tempo, é muito pequena.

Em geral, sistemas troncalizados que cobrem grandes áreas são formados pelas estações móveis, estações rádio base e uma estação principal (*Switch*) que é responsável por controlar e interligar todas as outras estações. Na estação principal, estão os dispositivos de gerência e controle da comunicação. Cada ERB possui diversos canais (portadoras) e um deles é utilizado como “canal de controle”, onde uma “sinalização digital” informa aos terminais móveis qual frequência está disponível para comunicação e quais estão sendo utilizadas e por quem. Apesar do canal de controle ser digital, os canais de comunicação são analógicos. Portanto, para a comunicação de dados, é necessária a inclusão de um modem. Devido à largura de banda de um canal, as taxas de comunicação de dados nesses sistemas também é baixa, da ordem de 2400 bps. Alguns sistemas troncalizados utilizam o canal de controle para o tráfego de mensagens curtas, mas em geral, só é possível a comunicação por conexão (CSD).

Para a comunicação com suas equipes de campo, a Cemig utiliza um sistema multi-local de radiocomunicação troncalizado da empresa norte americana EF Johnson/Transcrypt, composto de seis estações de rádio base

distribuídas de modo a obter cobertura de radiocomunicação em toda a região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Cada ERB dispõe de um número distinto de canais de acordo com a quantidade de usuários que se registram a ela. Para suportar o tráfego de voz, 30 canais duplex (na faixa de frequência de 935MHz) existentes no sistema são distribuídos entre as ERB da seguinte forma:

ESTAÇÃO	Número de Canais
PBE – Pico BH	10
MLE – Mateus Leme	4
STI – Serra 3 Irmãos	6
SHA – Santa Helena	4
PLD – Pedro Leopoldo	3
SPE – Serra da Piedade	3

Tabela 1 – Distribuição de canais no sistema troncalizado da RMBH

Atualmente, na RMBH existem 5 bases operativas onde se concentram os veículos da frota da CEMIG e de Empreiteiras contratadas. Ao todo são 400 veículos, sendo que, somente 350 possuem equipamento de comunicação embarcado.

As equipes são divididas de acordo com a estrutura de trabalho e as áreas de atuação (equipes de restauração de energia/ligação, de manutenção, de linhas vivas, de plantão), sendo necessário para a sua comunicação a existência de canais distintos. Hoje, cerca de 50 grupos de comunicação são utilizados no sistema troncalizado.

2.3 Rede Celular

Os sistemas celulares predominam na área de comunicação móvel. Na primeira geração destaca-se o AMPS (*Advanced Mobile Phone System*), que predominou no mercado americano e no Brasil, onde é utilizado até hoje. Com o crescimento acelerado na demanda por sistemas celulares e a corrida empresarial pelo domínio tecnológico e comercial desse mercado, os sistemas celulares têm evoluído rapidamente sempre buscando o atendimento de um maior número de usuários e a elevação de sua capacidade de transmissão. Tornaram-se então, a primeira alternativa para comunicação de dados sem fio e uma das principais opções para a computação móvel.

Os elementos básicos que compõe uma rede celular são: Estação Rádio Base, CCC (Central de Comutação e Controle) e Estação Móvel.

Para permitir a reutilização de frequências, a cobertura de uma cidade que tenha o serviço de telefonia celular deve ser feita por meio de células (formada pelas ERB) que operam em frequências adjacentes distintas.

No Brasil, as tecnologias de acesso das redes de telefonia celular são essencialmente TDMA (Time Division Multiple Access), CDMA (*Code Division Multiplexing Access*) e o GSM (*Global System for Mobile Communications*).

Nas redes digitais foram ofertados os serviços de comunicação de dados através de SMS (mensagens curtas) e por conexões *dial-up* (CSD) com taxas de até 9600bps.

A segunda geração de sistemas celulares se identifica com o padrão GSM, adotado no Brasil depois de 2000. É um sistema com maior capacidade e compatível com diversas e modernas arquiteturas de redes.

O crescimento das aplicações de dados como acesso a Internet, e-mail e entretenimento, levou a necessidade de desenvolver soluções que permitissem o transporte de dados a taxas maiores que as disponíveis.

Esta evolução natural das redes digitais levou ao desenvolvimento de sistemas celulares que oferecem serviços de dados por pacotes e sem necessidade de estabelecimento de uma conexão *dial-up*, a taxas de até 144 kbps.

Neste ambiente, as principais tecnologias envolvidas são o GPRS (*General Packet Radio Service*) e EDGE (*Enhanced Data rates for Global Evolution*), utilizados em redes GSM, e algumas extensões utilizadas no CDMA.

2.4 Comunicação via Satélite

Comunicações via satélite possuem boa viabilidade econômica, em especial quando utilizados em regiões que não são atendidas por sistemas terrestres, seja pela baixa densidade de usuários ou por dificuldades geográficas.

Os sinais transmitidos são recebidos por toda área coberta e o custo é independente da distância entre os usuários. Com isso, apresentam uma alta capacidade para transmissões *broadcast* e sistemas distribuídos.

Basicamente os satélites se estabelecem em três níveis. Os satélites de baixa órbita LEO (*Low Earth Orbit*) são posicionados em torno de 1000 km de altitude mas em diferentes posições com relação à Terra. Os satélites de órbitas médias MEO (*Medium Earth Orbit*) estão aproximadamente a 10000 km de altitude. E os satélites de órbitas elevadas ou geoestacionária GEO (*Geosynchronous Earth Orbit*) estão situados à aproximadamente 36000 km de altitude e em regiões próximas à linha do Equador.

Os satélites LEO foram os primeiros a serem lançados e apresentam um complexo problema de roteamento dos sinais e rastreamento em terra. Devido às baixas altitudes é necessário um número mais elevado de unidades para uma maior cobertura, por outro lado, os equipamentos são menores por trabalharem com baixas potências e os atrasos nos processos de comunicação também são menores.

Os sistemas Orbcomm e Globalstar são baseados em satélites LEO. O Sistema Orbcomm é um sistema de comunicação de dados bidirecional, para grandes áreas. A comunicação entre o terminal móvel (assinante) e o

Gateway Orbcomm é realizada via uma constelação de 35 satélites utilizando frequências entre 137 e 150MHz (faixa de VHF), provendo uma comunicação em baixas taxas (2400bps *upstream* e 4800bps *downstream*).

O Globalstar é um sistema de telecomunicações de voz e dados que utiliza 48 satélites e frequências das bandas L e S (1610 – 1625 MHz para transmissão e 2484 – 2499 MHz para recepção). O sistema permite comunicação de dados em taxas de até 9600bps (7400bps efetivos) através de conexões discadas (CSD) ou ainda mensagens curtas (SMS) de até 256 caracteres.

A disponibilidade do serviço de comunicação de dados utilizando satélites LEO é menor se comparada ao uso de satélites GEO.

Como eles se movimentam sincronamente com a Terra, mantêm a mesma posição em relação a linha do Equador, permitindo o uso de estações terrestres em posições fixas. Com o sincronismo os problemas de roteamento e rastreamento são reduzidos. Aumentando-se a altitude também se reduz o número de unidades para uma maior cobertura. Porém, também se elevam as dimensões dos equipamentos pelo uso de grandes potências, reduzindo a portabilidade e dificultando atendimentos de massa. Outra característica importante são os atrasos na comunicação, comprometendo aplicações e sistemas. O atraso por enlace é de aproximadamente 120 ms ou 240 ms de ida e volta. Envolvendo mais de um satélite, esse atraso se aproxima de 1s, o que inviabiliza muitos serviços.

O Sistema OmniSat (oferecido pela empresa AUTOTRAC no Brasil) utiliza um satélite GEO. Graças à sua grande disponibilidade e facilidade de integração, esta foi a solução adotada para a comunicação de dados com cobertura em todo o Estado de Minas Gerais, permitindo o tráfego de mensagens a partir de um único COD. Este sistema (via satélite) atendeu um dos pré-requisitos fundamentais: tempo médio de envio e recebimento de mensagens inferior a 1 (um) minuto.

Nesta solução, os dados gerados pelo CONCOD são entregues aos servidores da AUTOTRAC em Brasília/DF e então enviados para os veículos da Cemig espalhados em todo o Estado de Minas Gerais via satélite Brasilsat. Foram testadas outras tecnologias empregando comunicação por satélites LEO, mas os tempos médios de envio e recebimento das mensagens não atenderam as exigências do projeto.

Após oito anos de uso, a solução sofreu pequenos ajustes e é considerada tecnicamente satisfatória. No entanto, o custo da comunicação via satélite é caro se comparada às soluções que o mercado oferece atualmente.



Figura 1 – Sistema Autotrac (OmniSAT)

3.0 - SOLUÇÃO ADOTADA NA RMBH: COMDAT

Apesar da instalação de mais de 800 terminais AUTOTRAC em todo o Estado, a RMBH exigiu uma solução diferente devido a alguns fatores, como por exemplo:

- Possuía 30% da frota operacional de veículos da Cemig;
- Demandaria maior tráfego de mensagens devido ao maior número de serviços executados por dia;
- Utilizava um novo sistema de radiocomunicação troncalizada Multi-Net da EFJohnson implantado em 1997;
- Os usuários exigiam a manutenção do serviço de comunicação de voz (indisponível no sistema Autotrac);
- A concentração de prédios na área urbana dificultaria o uso de sistemas via satélite oferecendo áreas de sombra.

Passou-se então, a estudar uma solução de comunicação de dados via rádio troncalizado. Toda a infraestrutura existente seria aproveitada e uma integração com o CONCOD deveria ser feita, aproveitando a mesma metodologia e formatação utilizada para o sistema via satélite. O sistema deveria garantir que todas as mensagens enviadas fossem entregues ao destinatário com respectiva confirmação de recebimento.

Através de licitação, a empresa Radio Satellite Integrators (RSI) foi contratada para fornecer os equipamentos e o serviço de instalação e integração do novo sistema.

A montagem começou no final de 2001 e compreendia duas etapas: sistema piloto com 10 terminais móveis (onde se iniciaria a integração com o sistema rádio e o CONCOD) e a montagem definitiva em todos os veículos da frota. A solução final é formada por “estações móveis” (equipamentos instalados nos veículos) e “estações fixas” (equipamentos que funcionam integrados às estações repetidoras):

- Rádio móvel (existente no veículo);
- V-Track (microcomputador responsável pelo processamento embarcado no veículo);
- TDM – Terminal de dados (interface homem-máquina, com *display* gráfico e teclado alfanumérico);
- GPS (Sistema de Posicionamento Global) para a localização do veículo;
- Controlador de Comunicação (responsável pela interface rádio-servidor);
- Servidor RSI Base (responsável pela integração do sistema rádio com o CONCOD).

3.1 Descrição de funcionamento do sistema:

1. Quando a CAC recebe uma ligação de um cliente, o atendente consulta um banco de dados (via CONCAC) para confirmar a identificação do cliente e a situação de sua rede elétrica.
2. A RC é então registrada e analisada pelo software CONCOD. Este identifica o circuito elétrico que atende ao cliente e indica qual é a equipe em campo mais adequada para executar o serviço (considerando proximidade e disponibilidade). No COD, onde é feita a gerência da rede de distribuição elétrica, as informações já processadas pelo CONCOD ficam disponíveis na tela dos supervisores do sistema elétrico. Estes, por sua vez, podem acatar as sugestões do sistema enviando automaticamente as mensagens ou direcioná-las para equipes específicas que estão em campo. O próprio sistema CONCOD encaminha estas mensagens para o Servidor RSI Base.
3. O Servidor RSI Base, por sua vez, utiliza-se dos controladores de comunicação, para repassar as mensagens fornecidas pelo CONCOD para os rádios das equipes em campo. Toda a “troca” de mensagens entre o CONCOD e os terminais de dados veiculares, bem como a gerência da comunicação é feita pelo software RSI Base.
4. Como o sistema troncalizado é formado por diversos sítios (múltiplas ERB), é utilizado um controlador de comunicação para cada sítio, com grupos (canais de comunicação) distintos.
5. Todas as mensagens trafegam pelas ERB distribuídas na região. As mensagens são recebidas em todos os rádios que possuem o grupo de dados selecionado, mas, através de um código identificador de destinatário, somente o terminal de destino exibirá a mensagem. Os demais irão descartá-la.
6. As informações necessárias para a execução do serviço chegam ao transceptor veicular que está conectado a um modem para rádio e este, por sua vez, a um terminal de dados móvel. Através deste terminal, a equipe em campo troca mensagens com o COD. Um receptor de GPS permite a localização do veículo, facilitando a gerência da frota (toda mensagem enviada para o COD contém uma informação de posição).
7. Após a execução do serviço, o eletricitista retorna o resultado preenchendo formulários eletrônicos. As informações sobre a execução do serviço são então, introduzidas diretamente no Sistema CONCOD. As mensagens trocadas nas duas direções ficam gravadas no servidor, permitindo fazer um histórico e gerar relatórios.

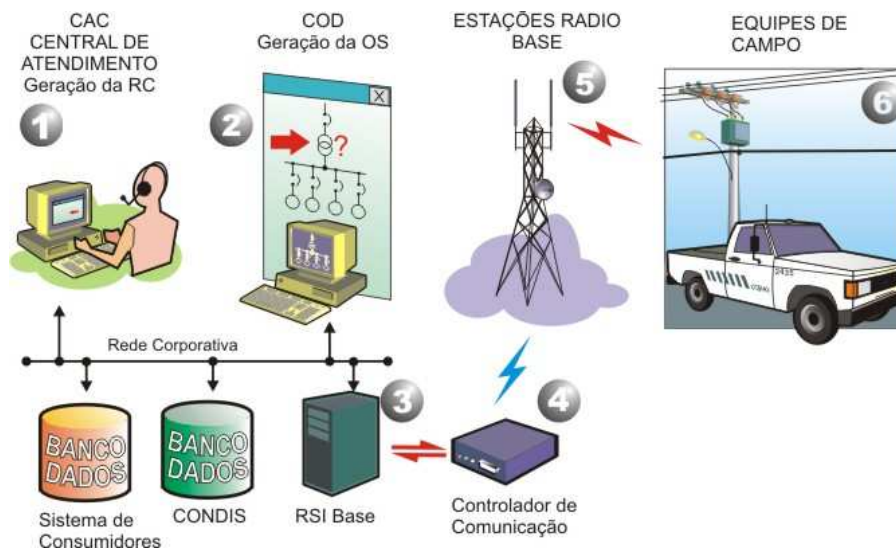


Figura 2 – Processo de Comunicação ComDaT

3.2 Obstáculos: Cultural e Técnico

Após a instalação dos primeiros terminais na etapa piloto, foram detectados os primeiros obstáculos à implantação do novo sistema.

Ao se iniciar o treinamento, observou-se que parte dos usuários não tinha familiaridade com um teclado de computador e nem com os recursos que eles dispunham. Do ponto de vista cultural, existia uma resistência à mudanças, em especial, ao novo processo de trabalho. Foram necessários investimentos na parte de treinamento

e conscientização dos usuários (eletricistas) quanto aos ganhos para a empresa e para a produtividade de cada um.

Inicialmente, os equipamentos embarcados foram instalados sobre o painel dos veículos, em sua grande maioria, caminhonetes. Após alguns meses, no período de maior insolação, os terminais e os teclados que ficavam mais expostos ao sol, começaram a deformar e tiveram que ser substituídos. A solução exigiu a mudança do local de instalação do TDM e de fixação do teclado, para que eles não recebessem insolação.

Outro problema estava relacionado com a qualidade da tensão de alimentação dos equipamentos embarcados. Alguns veículos apresentavam níveis muito baixos de tensão no momento de partida do motor do veículo. Isso causava o *reset* do V-Track e também o desligamento do TDM. Apesar do equipamento possuir memória não volátil, algumas unidades perdiam as mensagens previamente gravadas o que causava sérios problemas operacionais. Foi necessário então, uma revisão no *firmware* do V-Track alterando o modo como as mensagens eram armazenadas.

Após o período de testes piloto, diversos veículos foram equipados e colocados em operação com o novo sistema. Apesar da prioridade para a comunicação de dados, as equipes de campo ainda poderiam se comunicar utilizando grupos de voz. A seleção era manualmente feita pelo eletricista, bastando para isso, pressionar alguns botões do rádio. No entanto, os supervisores do sistema elétrico que despachavam as mensagens para as equipes de campo não possuíam nenhuma informação quanto ao grupo selecionado nos rádios dos eletricistas. Caso um eletricista mantivesse seu rádio selecionado em um grupo de voz e o CONCOD enviasse uma mensagem para ele, esta não poderia ser entregue. O RSI Base, responsável pela gerência da comunicação, faria diversas tentativas de transmissão da mensagem até que atingisse o tempo limite de 15 minutos. Após isso, uma única informação de falha seria apresentada ao CONCOD, o que deixaria transparecer para o supervisor do sistema elétrico que a mensagem não foi entregue porque o rádio estava fora da área de cobertura ou por algum problema no sistema de comunicação. Esta situação ocorreu com bastante frequência o que gerou descrédito quanto à eficiência do sistema.

Logo após o fim da etapa piloto, também foi realizada uma adequação do sistema central do rádio troncalizado. Este processo, que não tinha nenhuma relação direta com a implantação do ComDaT, promoveu um *upgrade* do software de controle e gerência do sistema EF Johnson, migrando de uma versão para DOS, para uma versão Windows NT, corrigindo também alguns problemas relativos ao “*bug* do milênio”.

Apesar de funcionar adequadamente no período do teste piloto, com cerca de 20 terminais, o sistema apresentou uma significativa queda de desempenho quando mais de 30 terminais estavam em operação. Um alto índice de falhas no envio de mensagens e o longo tempo de envio de mensagens impediram a continuidade do processo de instalação do sistema. A falta de uma ferramenta específica para o monitoramento do tráfego de mensagens foi um dificultador na análise dos problemas identificados. Ao final de alguns dias, detectou-se que o sistema troncalizado estava permitindo a transmissão de dados simultânea de dois ou mais rádios em um mesmo grupo. Esta “colisão” é uma violação na regra de funcionamento do rádio troncalizado.

Apesar das tentativas de adequação do *firmware* do V-Track e do Controlador de comunicação para contornar o problema, o sistema não apresentou bom desempenho. O processo de implantação foi interrompido e os terminais foram retirados dos veículos até que o problema fosse resolvido. Cerca de 6 meses foram necessários até que a empresa EF Johnson, fornecedora do rádio troncalizado, enviasse nova versão de *firmware* dos repetidores e equipamentos de base.

Nesse período, novas adequações foram feitas também nos equipamentos da RSI, em especial, no software RSI Base. O *upgrade* do sistema troncalizado permitiu que uma integração entre a gerência do rádio e o RSI Base fosse feita. Os novos recursos criados a partir dessa mudança permitiram a identificação dinâmica do sítio (ERB) onde o rádio está registrado e também qual grupo de comunicação (voz ou dados) está selecionado. Com isso, aumentou-se significativamente o desempenho do sistema, evitando o envio desnecessário de mensagens e o conseqüente gerenciamento no tráfego de dados.

O uso do indicador de nível de sinal de RF presente no rádio troncalizado permitiu a criação de uma sinalização para o eletricista informando quando o rádio estava fora da área de cobertura.

O processo de instalação dos equipamentos foi retomado e o sistema apresentou desempenho satisfatório, mesmo em períodos de grande tráfego de mensagens.

3.3 Os ganhos operacionais

O despacho de serviços utilizando a comunicação de voz exigia a presença nos CODs de operadores de rádio, conhecidos também como despachantes. Cada um deles precisava repetir diversas vezes uma informação caso o eletricista não estivesse próximo ao rádio ou caso ele não compreendesse a mensagem. Cada despachante era capaz de administrar a comunicação com no máximo 10 equipes ao mesmo tempo.

A mudança para o sistema de comunicação de dados permitiu a otimização do processo de trabalho dentro dos CODs. A função de despachante passou a ser executada por um técnico supervisor do sistema elétrico. Cerca de 60 equipes podem ser administradas ao mesmo tempo. As mensagens são enviadas mesmo que o eletricista não esteja próximo ao rádio, permanecendo armazenadas para serem consultadas quando necessário. Um único COD pode despachar mensagens para qualquer equipe no Estado.

Sem a comunicação de voz, os CODs tornaram-se ambientes mais silenciosos.

Todo o processo de trabalho pode ser analisado, com base nas mensagens gravadas, identificando-se claramente os instantes nos quais ocorrem a reclamação do cliente (RC), o acionamento da equipe de campo (OS), o início do serviço e o restabelecimento da energia.

O acionamento da equipe mais próxima do cliente promove a redução nos deslocamentos e a consequente economia nos gastos com combustível, bem como a redução dos tempos de atendimento.

Quanto ao funcionamento do sistema de rádio, detectou-se uma redução de 60% do tempo médio de comunicação, passando de 10 segundos por PTT (push-to-talk) para 3 segundos por PTT. Essa redução refletiu também na manutenção dos rádios, com uma redução de mais de 90% nos problemas decorrentes de sobreaquecimento.

Cerca de 65 mensagens são trocadas diariamente entre a base e o terminal móvel, sendo este último responsável por 65% do tráfego. Em média, cada mensagem possui 70 caracteres, mas elas variam de tamanho de acordo com o tipo, podendo chegar a 1000 caracteres.

O uso de um sistema proprietário de comunicação de dados representa mais de 29% de economia no total gasto com a contratação do sistema via satélite.

4.0 - V-TRACK VIA CELULAR: REDE GPRS

Foram realizados testes com o mesmo equipamento V-Track da RSI, porém, utilizando tecnologia de comunicação de dados GPRS através de módulos celulares. A proposta inicial compreendia a substituição de alguns terminais de comunicação via satélite (com custos elevados) que atuassem em áreas urbanas com boa cobertura celular.

Como todas as mensagens enviadas pelos terminais móveis possuem uma informação de posição, foi possível realizar um mapeamento de áreas onde a comunicação via satélite é mais intensa. Sobrepondo estas áreas com a cobertura celular foi possível indicar os pontos mais favoráveis à implantação do novo sistema.

A figura abaixo (3.b) exemplifica o resultado desse estudo na região de Uberlândia/MG, na qual as curvas vermelhas representam as áreas onde 70% da comunicação via satélite ocorre e os pontos azuis representam as estações radiobase da operadora celular (indicando uma forte presença do serviço GPRS onde ele será necessário).

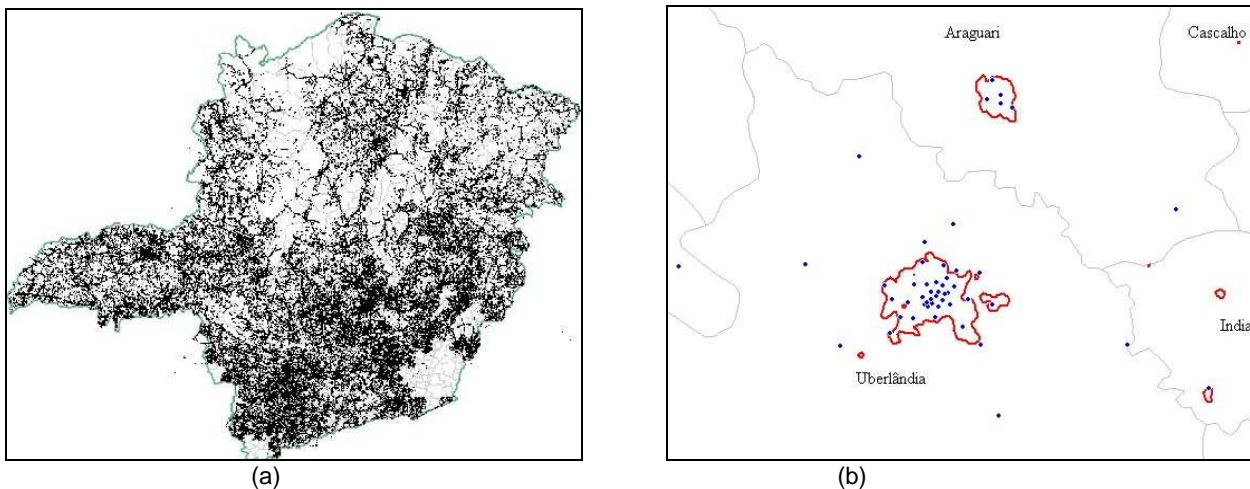


Figura 3 – Mapeamento de uso da comunicação via satélite: (a) no Estado, (b) área de maior utilização em Uberlândia e a localização das ERB Celulares GPRS.

Devido à intenção de se utilizar um terminal de dados portátil (baseado em Palm), através do qual o electricista pudesse acessar o CONCOD mesmo que estivesse fora do veículo, o V-Track via celular, que é uma solução embarcada, não foi implementado.

A nova solução utiliza 200 aparelhos “Palm” que acessam uma extranet (com telas customizadas do CONCOD) via celulares GPRS. Diferentemente do sistema via rádio e satélite, nos quais uma base transmite as mensagens para o terminal móvel, nessa solução é o próprio electricista quem acessa a base de dados do CONCOD, visualizando as ordens de serviço na forma de páginas HTML (HyperText Markup Language).

O custo mensal de utilização desse serviço corresponde a 15% do equivalente gasto com a contratação do sistema via satélite.



Figura 4 – Sistema de comunicação de dados via rede celular GPRS

5.0 - CONCLUSÃO

Embora a CEMIG tenha implantado um sistema de comunicação de dados móvel com cobertura em todo o Estado utilizando a tecnologia via satélite da AUTOTRAC, a solução adotada para a RMBH utiliza a própria infraestrutura de rádio troncalizado existente.

A integração de terminais de dados no sistema de rádio analógico, permitiu a migração da comunicação de voz para comunicação de dados e se mostrou econômica e tecnicamente viável.

Houve uma melhor utilização do meio de comunicação permitindo obter o posicionamento dos veículos (AVL – *Automatic Vehicle Location*) e o controle de serviços através do envio automático das tarefas para o veículo mais próximo da ocorrência. Isso fez com que o sistema se tornasse uma eficiente ferramenta de gerência de serviços e da frota permitindo reduzir os tempos de deslocamento e, conseqüentemente, as interrupções nas redes de distribuição elétrica, índices FEC (frequência equivalente de interrupções por conjunto de consumidores) e DEC (duração equivalente de interrupção por consumidor).

Comparada com a solução via satélite, o uso do rádio troncalizado está mais adaptado ao perfil de comunicação da RMBH, seja pela quantidade de mensagens trafegadas (maiores taxas de dados), pelo melhor funcionamento em ambientes com obstruções (não precisa de visada), como também pelo aproveitamento do investimento com menor custo operacional e de manutenção.

Uma vez caracterizados os benefícios dessa automação nos processos operativos da empresa, bem como a economia obtida pelo uso de infraestrutura própria, passou-se a estudar novas tecnologias que pudessem complementar o sistema, como por exemplo, os novos padrões abertos de rádio troncalizado digital: TETRA (Terrestrial Trunked Radio).

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) KETTERLING, Hans-Peter A. - "Introduction to digital professional mobile radio" - Cap. 1-4 - Mobile Communications Series - Artech House Publishers - 2004.
- (2) GLOBALSTAR - "Tecnologia" – disponível em: < http://www.globalstar.com.br/website/globalstar/jsp/arquivos_comuns/tecnologia/tecnologia.jsp?valor=3&vl_i=3 > - acessado em 10/03/2007.
- (3) QUALCOMM - "Globalstar GSP-1620 Satellite Data Modem Integrator's Reference Manual" - GSP-1620 Modem Overview - Rev. D - QUALCOMM - 2001
- (4) AUTOTRAC - "Tecnologia – Como funciona" - disponível em: < http://www.autotrac.com.br/cgi-bin/PageSvr.dll/Get?id_sec=30 > - acessado em 10/03/2007.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Helmut Alexander Riegg

Nascido em Contagem, MG em 20 de março de 1972.

Graduação (1998) em Engenharia Industrial Elétrica: CEFET-MG

Empresa: CEMIG, desde 1997

Engenheiro de Projetos de Telecomunicações na Superintendência de Telecomunicações e Informática

Ângelo de Barreto Aranha

Nascido em Belo Horizonte, MG, em 05 de agosto de 1964.

Graduação (1982) em Engenharia Elétrica: PUC-Minas Gerais

Empresa: CEMIG, desde 1989

Engenheiro de Projetos de Telecomunicações na Superintendência de Telecomunicações e Informática