

# Comunicação satélite para atendimento emergencial em Subestações

**Tema:** Sistemas Técnicos

**Autores:** Luciano Jose Gonçalves

**Co-Autores:** Alan Alves Ferreira e Pedro Leone Navarro

**Empresa:** CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz

---

## Resumo

Para garantir a qualidade e eficiência na comunicação, o Grupo CPFL Energia utiliza sistemas automatizados e telecomandados, que exigem uma comunicação robusta e confiável para a operação remota e supervisão das subestações. A comunicação com essas subestações é essencial para o monitoramento e supervisão do centro de Operações e qualquer problema de conectividade pode gerar impactos significativos.

Os sistemas de supervisão e controle (SCADA) são a união de hardware e software, que permitem o controle remoto de processos ou instalações em um único ou múltiplos locais. Esses sistemas são integrados ao centro de controle, permitindo que os operadores realizem a supervisão e o gerenciamento de forma eficaz, garantindo a confiabilidade da operação do sistema elétrico.

Diante dos desafios de falhas de comunicação que serão apresentados neste artigo, a busca por uma solução simples e ágil para o restabelecimento da conectividade foi uma prioridade. A adoção de uma solução de banda larga, por meio do uso de satélite de baixa órbita, trouxe benefícios consideráveis ao permitir a redução no tempo de restabelecimento da comunicação afetada.

O Centro de Operação desempenha um papel vital no funcionamento eficiente do sistema elétrico, sendo essenciais para garantir a continuidade e fornecimento de energia à população. O supervisionamento e gerenciamento de uma subestação é de extrema importância para garantir que a energia chegue aos consumidores assim atendendo as necessidades dos clientes.

Nesse contexto, as informações precisas e em tempo real são a principal ferramenta dos operadores de sistema elétrico. Esses profissionais precisam de dados claros e confiáveis para monitorar e controlar a rede elétrica de maneira eficaz, assegurando que o fornecimento de energia seja contínuo e de qualidade, algo fundamental para a sociedade atual.

Uma subestação opera com uma grande quantidade de equipamentos, como transformadores, disjuntores, religadores, chaves, bancos de capacitores, reatores, entre outros, são ativos essenciais das concessionárias de energia elétrica, abrangendo as áreas de geração, transmissão e distribuição. O monitoramento contínuo desses ativos é crucial para a operação segura e eficiente do sistema.

A solução do conjunto satélite móvel, é um recurso de grande potencial para a recomposição rápida dos serviços e com uma fácil mobilidade até as subestações, contribuindo significativamente o restabelecimento da comunicação de maneira emergencial e temporária.

## 1. Introdução

Atualmente, para garantir uma comunicação confiável no atendimento a sistemas automatizados e telecomandados, as distribuidoras de energia dependem de uma infraestrutura própria ou de serviços contratados de operadoras. No entanto, mesmo construindo infraestruturas robustas, ainda existem cenários de indisponibilidade devido a fatores sistêmicos, físicos ou impactado pelo ambiente, que comprometem a comunicação operativa essencial para a segurança e a eficiência das operações da distribuidora.

A interrupção ou falha na comunicação pode resultar em impactos significativos, afetando diretamente a segurança, a produtividade e até a satisfação dos clientes, principalmente quando estes eventos correm em subestação de energia. Esses eventos podem causar atrasos na resposta a emergências, dificuldades no controle remoto de subestações e até prejuízos financeiros para a Corporação em decorrência da falta de supervisionamento e telecomando remoto.

O Grupo CPFL Energia opera em quatro estados brasileiros (São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais), com um total de 687 municípios atendidos pelas suas distribuidoras de energia. A presença em uma área geograficamente ampla e com grande número de subestações exige a utilização de soluções de comunicação de alta confiabilidade, capazes de garantir o bom funcionamento dos sistemas de automação e proteção necessários nas subestações.

Com a evolução da tecnologia no segmento de comunicação satélite, tornou-se possível desenvolver uma alternativa estratégica de alta confiabilidade e fácil utilização para os usuários de forma garantir a continuidade da comunicação em situações emergenciais, oferecendo uma cobertura ampla e sem depender de infraestrutura local, como cabos, postes ou torres de rádio. Esse modelo pode melhorar a resiliência das operações, assegurando um restabelecimento ágil da comunicação, com conexão banda larga com baixa latência e alta disponibilidade, garantindo a operação, controle e a proteção do sistema elétrico.

O objetivo desta apresentação é compartilhar a experiência do Grupo CPFL Energia na implementação de comunicação satélite móvel em subestações, como uma alternativa eficaz e robusta para garantir a continuidade da operação e supervisionamento da rede elétrica, quando os outros meios (links) de comunicação falham ou são interrompidos.

Os resultados obtidos desde a homologação da solução até a implantação na rede operativa em uma subestação foram de grande aprendizado. Durante todo o processo, foram coletadas as melhores práticas de instalação, levando em consideração as dificuldades que poderiam ser enfrentadas pelas equipes de campo e buscando sempre aprimorar o processo.

O foco foi, principalmente, no desenho da solução, pensando na integração eficiente com o SCADA, garantindo que a comunicação e o monitoramento da subestação fossem realizados de maneira simples e efetiva sem necessidade de complexas configurações tanto no cenário em campo quanto com a integração com o SCADA.

## 2. Desenvolvimento

Diante dos desafios enfrentados pelas distribuidoras de energia para garantir uma comunicação eficiente em toda a sua área de concessão, mesmo com grandes investimentos em tecnologias avançadas e equipamentos de ponta, a comunicação 100% operacional não é uma realidade garantida. Em muitas situações, mesmo com meio de dupla abordagem de mídia (como fibra ótica, sistema de rádio ou links contratados), falhas podem ocorrer, comprometendo a eficiência e a continuidade da comunicação operativa.

Considerando essa realidade, a solução satélite sempre teve praticidade por não depender de infraestrutura, contudo a instalação era complexa, antenas grandes, necessidade de apontamento, e alta latência. A solução de satélite de baixa órbita, mostrou-se uma excelente alternativa para superar essas deficiências operacionais, disponibilizando conexões de banda larga com antenas menores, sem necessidade de apontamento e baixa latência, transformou a solução satélite ideal para este tipo de aplicação.

Um exemplo de falha de comunicação, quando ocorre um rompimento de fibra ótica, muitas vezes o processo de manutenção é complexo e pode levar um período considerável para o restabelecimento. Esse atraso pode gerar impactos significativos para as distribuidoras de energia, especialmente quando suas subestações ficam afetadas, uma vez que a comunicação eficiente é essencial para o monitoramento, supervisionamento e controle do Centro de Operações.

Além da complexidade da manutenção em fibra ótica, é importante considerar também os casos em que é necessário realizar a manutenção em sistemas próprios da distribuidora. Dependendo da natureza da falha, o tempo de restabelecimento da comunicação pode ser que aumenta a incerteza e a deficiência no controle supervisionado pelo Centro de Operações.

Diante das dificuldades mencionadas, a solução de comunicação móvel foi desenvolvida e utiliza um satélite de baixa órbita e tem em suas características comunicação de banda larga com baixa latência, ou seja, o tempo de resposta da conexão e garante uma comunicação com alta disponibilidade.

A solução completa do conjunto satélite móvel possui os equipamentos listados para garantir a facilidade no transporte e instalação em campo.

- 01 Antena satélite de baixa órbita e periféricos;
- 01 Equipamento Firewall de rede;
- 01 Conversor de mídia Ethernet/Serial RS-232;
- 01 Inversor de energia 125CC para 127 CA;
- 01 Case sob medida de fácil mobilidade;
- 01 Suporte de fixação de antena externo.

A solução foi pensada para oferecer uma solução simples, mas que atenda de forma eficaz às necessidades de conectividade e segurança da informação. Com isso, a solução foi projetada com o uso de equipamento de rede robusto, (firewall) que garante a segurança na comunicação e proteção dos dados.

Para reforçar a segurança da informação, todas as diretivas de segurança foram aplicadas conforme as normas da área de Cybersecurity do Grupo CPFL Energia, assegurando uma conexão segura **VPN Site to Site** entre o SCADA e a subestação. Essa abordagem visa proteger os dados em trânsito, mitigando riscos e garantindo a confidencialidade e integridade da informação.

A implementação de um firewall de rede, conectado a solução de comunicação satélite móvel, oferece não apenas a conectividade necessária para a rede operativa da subestação, mas também proporciona uma comunicação confiável com o centro de operações mesmo em locais remotos onde não há cobertura por outras tecnologias de comunicação.

Na implementação da solução de satélite móvel, foi utilizado um conversor de mídia Ethernet/Serial RS-232, cuja função principal é otimizar o processo de configuração e simplificar a implantação. O conceito adotado consistiu na utilização da porta serial RS-232, conectada à UTR (Unidade Terminal Remota) e foi configurado equipamento na mesma faixa de endereços de rede e porta de comunicação para o protocolo DNP3 definida para a subestação, garantindo a conexão adequada com o sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

#### TESTES DA SOLUÇÃO:

Devido a uma ocorrência falha na comunicação registrada no Centro de Operação de Telecom, o operador de plantão acionou uma equipe de campo para atender a ocorrência de link interrompido e subestação

sem supervisão e telecomando. Foi solicitado a equipe a implantação do conjunto satélite móvel e colocar em prática a solução homologada para fins de atendimentos emergenciais e medir os tempo decorrentes do deslocamento, implantação e o restabelecimento da comunicação da subestação .

A solução foi instalada em uma subestação onde o link principal apresentou problemas. O conjunto satélite móvel mostrou-se simples e eficiente em sua implantação.

A instalação seguiu a sequência lista:

Diante da falha, o conjunto satélite móvel foi instalado seguindo os passos listados abaixo:

- Fixação da antena no suporte tripé de uso externo;
- Instalação da antena na área externa da subestação sem obstrução;
- Conferência na conexão de todos os cabos;
- Alimentação do inversor do conjunto em 125CC;
- Teste de conexão com a antena satélite com o Centro de Operações de Telecom;
- Teste de conectividade entre o SCADA com a antena satélite;
- Configuração da porta de comunicação (DNP3) no conversor ETH/Serial;
- Conexão do cabo serial do conversor Eth/Serial na UTR;
- Teste de conexão entre o SCADA com a UTR;

Com todas as configurações devidamente alinhadas e a antena posicionada em local livre de obstruções, garantiu-se a conectividade e o restabelecimento da comunicação de forma eficaz. Esse processo de integração rápida e sem grandes complexidades assegurou que a comunicação operacional fosse restabelecida em tempo reduzido, permitindo a continuidade das operações enquanto o link principal fosse reparado.

### **3. Conclusão**

Diante do cenário de interrupções na comunicação e da demora no restabelecimento, é crucial prospectar soluções que possibilitem o restabelecimento rápido da comunicação operativa, considerando os impactos que uma subestação não supervisionada pelo Centro de Operações pode causar à distribuidora.

Nesse contexto, a tecnologia de satélite de baixa órbita se mostrou uma solução eficaz, proporcionando uma comunicação de banda larga com excelente desempenho para o restabelecimento emergencial. A solução permitiu uma conexão rápida e estável, oferecendo uma alternativa temporária até que a infraestrutura de comunicação original seja reparada, minimizando o impacto das falhas e garantindo a continuidade do supervisionamento pelo Centro de Operações.

Após a implantação da solução de satélite móvel e a certificação bem-sucedida dos testes de comissionamento e integração, o operador foi capaz de visualizar e analisar os dados coletados do concentrador integrado com o SCADA, permitindo o monitoramento completo da automação da subestação.

Com a comunicação restabelecida por meio do conjunto satélite móvel, foi aberta uma solicitação para monitoramento contínuo da disponibilidade da comunicação via satélite durante um período de 48 horas. Durante esse período, enquanto a subestação operava com o link via satélite, a disponibilidade e a efetividade do telecomando mantiveram-se altas, garantindo que o Centro de Operações conseguisse realizar o supervisionamento remoto de forma eficiente.

Para informações adicionais, o link principal (MPLS), que estava avariado, passou por manutenção pela operadora contratada e foi entregue como solucionado. A equipe de campo foi acionada para restabelecer a comunicação da subestação pelo link principal (MPLS), mas, ao iniciar os testes, percebeu-se que o link

de fibra ótica apresentava quedas, perdas de pacotes e não estava conseguindo manter a conectividade entre a UTR e o SCADA.

Diante da falha do link principal, a subestação continuou a ser supervisionada através da comunicação do conjunto satélite móvel, o que demonstrou sua eficiência e resposta rápida no campo. Para resolver a falha do link de fibra ótica, foi solicitada uma nova manutenção, o que resultou em uma indisponibilidade adicional de 48 horas.

Cenários como o exemplificado destacam a importância de explorar novas alternativas de comunicação, que ofereçam mobilidade e interfaces de conexão simples. A solução de satélite móvel se mostra uma alternativa versátil, capaz de atender rapidamente a situações emergenciais, onde outras formas de comunicação podem falhar.

A ausência solução satélite móvel poderia ter levado a aproximadamente 96 horas de falha no monitoramento, com a subestação sem supervisão, o que geraria impactos significativos para a operação e a distribuição de energia, afetando diretamente os clientes da região. A solução de satélite móvel não só evitou essa interrupção, mas garantiu a continuidade da supervisão remota e a segurança da operação, mitigando potenciais danos à rede elétrica e aos consumidores.

## **4. Referências bibliográficas**

### **01 Antena satélite:**

Organização:

- o Starlink;

Título da página:

- o Especificações;

Endereço eletrônico:

- o <https://www.starlink.com/specifications?spec=3>

Data de acesso:

- o 17/01/2025

### **02 Conversor Ethernet/Serial:**

Organização:

- o Advantech;

Título da página:

- o EKI 1522;

Endereço eletrônico:

- o [https://www.advantech.com/pt-br/prod-](https://www.advantech.com/pt-br/products/gf-5tqv/eki-1522/mod_700fa860-868e-4f1e-a7dd-408b0467e4fc)

[ucts/gf-5tqv/eki-1522/mod\\_700fa860-868e-4f1e-a7dd-408b0467e4fc](https://www.advantech.com/pt-br/products/gf-5tqv/eki-1522/mod_700fa860-868e-4f1e-a7dd-408b0467e4fc)

Data de acesso:

- o 17/01/2025

### **03 Equipamento de rede (Firewall)**

Organização:

- o FORTINET;

Título da página:

- o Fortigate Fortiwifi 40F Series;

Endereço eletrônico:

- o <https://www.fortinet.com/br/resources/data-sheets/fortigate-fortiwifi-40f-series>

Data de acesso:

- o 17/01/2025

#### **04 Inversor DC / AC:**

Organização:

- o MCE;

Título da página:

- o ISP – Inversores Senoidal DC/AC;

Endereço eletrônico

- o [https://www.mctecnica.com.br/informacao-produto.php?id\\_produto=87&nome\\_produto=ISP%20-%20INVERSOR%20SENOIDAL%20DC/AC%20-%20BAIXA%20POTENCIA](https://www.mctecnica.com.br/informacao-produto.php?id_produto=87&nome_produto=ISP%20-%20INVERSOR%20SENOIDAL%20DC/AC%20-%20BAIXA%20POTENCIA)

Data de acesso:

- o 17/01/2025

#### **05 Case sob medida:**

Organização:

- o ArtCASE

Título da página:

- o Cases feitos sob medida

Endereço eletrônico:

- o <https://www.artcase.com.br/>

Data de acesso:

- o 17/01/2025