

**Rede Secundária de Superfície Popular  
(RSSP)**

**Autor : Mantovany Joselito Ferreira Sá – Sá MJF  
Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG  
Rua Clomita 120 – prédio 5 – 30520-120 – Belo Horizonte – MG – BRASIL**

E-mail: [mantovan@cemig.com.br](mailto:mantovan@cemig.com.br)

**Palavras Chave-** Distribuição, Energia, Rede.

**Resumo** - A RSSP apresenta características construtivas semelhantes, porém bem mais simples, comparativamente à rede subterrânea de baixa tensão, pois os condutores isolados são instalados em tubos de aço galvanizados, desde a entrada das estreitas ruas até aos pontos de medição de energia. Porém, esses tubos não são instalados sob o solo, como nas redes subterrâneas, não havendo a necessidade da abertura de valas, preparação do terreno, concretagem e posterior recomposição do piso.

## 1. INTRODUÇÃO

A Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, é uma empresa pública no Brasil, responsável pela geração, transmissão e distribuição de energia elétrica em 97% do estado de Minas Gerais, correspondendo a uma área equivalente ao território da França.

Desde a sua criação, em 1952, a CEMIG vem investindo intensamente na ampliação do seu parque gerador (5.514 MW em dezembro de 1999) e nos sistemas de transmissão (20.967 km) e distribuição de energia elétrica (298.770 km), constituindo-se em uma das redes mais extensas do hemisfério sul, com o objetivo de atender de forma adequada os seus quase 5,0 milhões de consumidores (1).

Dentre as áreas atendidas pela Companhia, destaca-se a Região Metropolitana de Belo Horizonte, o terceiro maior conglomerado urbano do país (após São Paulo e Rio de Janeiro), correspondendo a uma população de 4,5 milhões de habitantes e 1,4 milhão de clientes de serviço de eletricidade.

Um dos problemas que as concessionárias de energia elétrica enfrentam atualmente no Brasil é o atendimento às habitações não regulamentadas em áreas não urbanizadas dos grandes centros urbanos. Essa área tem se expandido nos últimos anos em função dos problemas econômicos e sociais nos países do terceiro mundo.

Essas áreas, chamadas Vilas Residenciais ou Favelas, caracterizam-se por um grande número de residências de pequeno porte, construídas muito próximas umas das outras, com 1, 2 ou 3 pavimentos. As vias de acesso para estas casas, definidas sem qualquer planejamento ou critério, são bastantes tortuosas e estreitas, em algumas situações com menos de 1 metro de largura.

Em locais como esses se torna bastante difícil à implantação de redes de distribuição, pois a rede aérea pode trazer riscos de acidentes para a população em função das pequenas distâncias entre os componentes do sistema elétrico e as residências, e a utilização de rede subterrânea, além de ser uma solução de custo elevado,

inviável economicamente, apresenta dificuldades de compartilhamento do subsolo com redes de água e esgoto.



Via em favela com rede de distribuição aérea

Em função do não atendimento a essas populações, a solução encontrada por esses moradores é o roubo de energia, através de ligações clandestinas, os conhecidos “gatos”, a partir de redes de distribuição próximas. Alternativa encontrada por essa parcela da população que não dispõem de rede de distribuição à porta de suas casas é a compra de energia de consumidor ligado ao sistema da concessionária, através de interligações inseguras, com grandes perdas joules e baixos níveis de tensão, pagando por “esse atendimento” um preço alto, comparativamente ao praticado pela concessionária.

Configura-se uma situação indesejável para as partes envolvidas:

- A população - privada do uso da energia elétrica ou tendo como alternativa uma energia de baixa qualidade e segurança, realizada através de ligações clandestinas ou interligações;
- A concessionária de energia elétrica - sem uma alternativa técnica para realizar o atendimento para essas áreas, convive com a insatisfação da população, problemas de perdas comerciais em função do furto de energia, além da questão da segurança em função de redes áreas com distâncias de segurança inferior ao mínimo necessário.

## 2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO URBANAS

O sistema de distribuição de energia elétrica, em áreas urbanas, da CEMIG é constituído por redes primárias e secundárias, construídas em circuitos aéreos e subterrâneos.

### 2.1. Rede Primária

A rede primária é trifásica a 4 fios ou monofásica a 2 fios, sendo o neutro multiterrado e conectado à malha de terra da subestação de distribuição.

A tensão nominal da rede primária é de 13.800/7.967V, com exceção de uma pequena área operada em tensão de 23.100/13.337V.

### 2.2. Rede Secundária

A rede secundária pode ser alimentada por transformadores trifásicos ou monofásicos. No primeiro caso, o secundário é composto por 4 fios com neutro multiterrado e comum ao primário. Podendo, no final dos circuitos, a construção de vãos com duas fases e neutro. No segundo caso o secundário é composto por 3 fios com o neutro multiterrado e comum ao primário.

A tensão nominal da rede secundária alimentada por transformadores trifásicos é de 220/127V e de 254/127V quando alimentada por transformadores monofásicos. A máxima queda de tensão permissível na rede de distribuição secundária é de 5%, em condições normais de operação.

### 2.3. Instalações Básicas de Redes de Distribuição Urbanas

A Cemig utiliza em seu sistema elétrico os seguintes tipos de redes para distribuição de energia:

#### 2.4. Redes de Distribuição Aéreas Nuas.

Redes primárias e secundárias construídas, em postes de madeira ou concreto, utilizando-se condutores de alumínio não isolados nem protegidos. Tanto para a rede primária quanto para a rede secundária são utilizados condutores nas seguintes bitolas – 4 AWG, 2 AWG, 1/0 AWG, 4/0 AWG e 336,4 MCM (2).

Destaca-se que na construção de novas redes, modificações e reformas de circuitos existentes, desde 1997, não utilizamos mais este tipo de rede.

Para as redes nuas existentes estão sendo instaladas coberturas isolantes sobre os condutores, visando uma melhor performance do sistema, bem como, a instalação de espaçadores confeccionados em PVC que garantem um afastamento adequado e constante entre os condutores fase e neutro (3).

**2.5. Redes de Distribuição Aéreas Isoladas.** Redes primárias e secundárias construídas, em postes de madeira ou concreto, utilizando-se condutores de alumínio isolados.

A rede primária utiliza cabos multiplexados com condutores fase em alumínio isolados em polietileno reticulado (XLPE-90°C) para 8,7/15kV e mensageiro nu em aço, com diâmetro de 3/8", nas seguintes formações – 3x1x50mm<sup>2</sup>, 3x1x120mm<sup>2</sup> e 3x1x185mm<sup>2</sup>.

A rede secundária utiliza cabos multiplexados com condutores fase em alumínio isolados em polietileno reticulado (XLPE-90°C) para 0,6kV e mensageiro nu em alumínio-liga, nas seguintes formações – 2x1x35+35mm<sup>2</sup>, 2x1x70+70mm<sup>2</sup>, 3x1x35+70mm<sup>2</sup>, 3x1x70+70mm<sup>2</sup>, 3x1x120+70mm<sup>2</sup> (4).

**2.6. Redes de Distribuição Primária Aéreas Protegidas (Spacer Cable).** Redes primárias construídas, em postes de madeira ou concreto, utilizando-se cabos com condutores fase em alumínio cobertos com polietileno

reticulado (XLPE-90°C) para 15kV e mensageiro em aço, com diâmetro de 9,5mm<sup>2</sup>, nas seguintes formações – 3#50mm<sup>2</sup> e 3#150mm<sup>2</sup> (5).

**2.7. Redes de Distribuição Subterrâneas.** Redes primárias e secundárias instaladas em dutos de cimento amianto ou eletrodutos de polietileno corrugado, concretados ou não, com todas as instalações submersíveis onde as emendas e os equipamentos são instalados em câmaras especiais.

A rede primária utiliza cabos unipolares em alumínio, nas classes 8,7/15kV, isolamento sólido em XLPE ou EPR, nas bitolas 50, 120, 185, 240 e 400 mm<sup>2</sup>. Os cabos são instalados em trifólio (3 fases no mesmo duto).

A rede secundária utiliza cabos unipolares com condutores fase e neutro em alumínio, isolados em XLPE para 0,6kV. As bitolas utilizadas são: 10, 25, 50, 70, 120 e 240 mm<sup>2</sup>.

A CEMIG utiliza as topologias network e radial em suas redes subterrâneas (6).

## 3. DESENVOLVIMENTO

Em função das características das estreitas vias localizadas em favelas que dificultavam a implantação de redes de distribuição de energia elétrica, utilizando-se a tecnologia disponível (redes de distribuição aérea ou subterrânea), foi desenvolvida a Rede Secundária de Superfície Popular - RSSP, para atendimento às áreas de favelas ainda não servidas por rede de distribuição, como também, em substituição às redes aéreas de distribuição já instaladas, mas que, em função de novas construções edificadas muito próximas à rede, passam a apresentar riscos elétricos para a população.

A RSSP é construída sobre a superfície ou junto à paredes, se moldando às diferenças do relevo e às muitas curvas das estreitas ruas.



Trecho de uma RSSP em operação

Destaca-se, em função de seus aspectos construtivos, que a RSSP elimina qualquer possibilidade de contato da população com condutores energizados, o que é difícil se garantir nas situações de atendimentos a esse tipo de área feitos por rede aérea.

A RSSP foi idealizada e desenvolvida visando :

- Possibilitar o atendimento à população pobre, que não tem acesso à energia elétrica;
- Acabar com as ligações clandestinas (furtos de energia) feitos pela população;

- Neutralizar a possibilidade de novas ligações clandestinas, em função dos condutores estarem alojados em tubos de aço;
- Aumentar a segurança nas favelas com a instalação de iluminação pública;
- Neutralizar o risco de acidentes por choque elétrico em favelas que já possuem redes de distribuição áreas instaladas.

A primeira experiência com rede de superfície foi iniciada em janeiro de 1998. O projeto piloto da RSSP foi desenvolvido e implementado em uma área da periferia de Belo Horizonte, possibilitando o atendimento a 98 residências, que durante 4 anos clamaram junto à CEMIG a ligação de energia elétrica. Nesse local o atendimento não pôde ser feito, anteriormente, por que as ruas, em nenhum ponto, tinham mais que 1 metro de largura.

Essa rede piloto, construída com uma extensão de 240 metros, apresenta, após quase 3 anos de funcionamento, condições operativas dentro dos melhores padrões técnicos, não tendo havido necessidade de qualquer serviço de manutenção corretiva.

A satisfação da população atendida foi avaliada através de 4 pesquisas de opinião, indicando um resultado bastante favorável, pois 90% dos moradores declaram estar totalmente satisfeitos, destacando-se a qualidade da energia fornecida e a segurança advinda da iluminação pública como pontos mais positivos.

Foram construídos mais 2 trechos experimentalmente, também em favelas no município de Belo Horizonte, que serviram de base para a elaboração da instrução “REDE SECUNDÁRIA DE SUPERFÍCIE POPULAR – Instalações Básicas – 02.111-EG/PR-2023”, de novembro de 1998.

Nesta instrução foram estabelecidos os critérios de planejamento, projeto e orçamentação da RSSP, as instruções para construção e montagem e a padronização de materiais e equipamentos. A padronização e normalização da RSSP, possibilitou a sua utilização em toda a área de concessão da CEMIG, e hoje temos o atendimento de 2.000 consumidores através deste novo modelo de rede de distribuição.

Cabe destacar, também, que comparativamente à rede aérea nua, os custos totais de implantação da RSSP apresentam-se 30%, em média, mais baratos, fator esse fundamental para viabilizar a sua aplicação em áreas em que o retorno do investimento não seria, anteriormente, tão representativo.



Detalhe da montagem eletromecânica

Os padrões de entrada para as residências são construídos de forma agrupada (conjunto de medição), reduzindo-se o número de derivações ao longo do circuito, representando uma grande economia em conexões, maior facilidade e redução de custos na construção e, principalmente, uma maior confiabilidade ao sistema elétrico.



Conjunto de medição com ponto de iluminação pública

As derivações para os conjuntos de medição e postes de iluminação pública, foram feitas, na rede piloto, dentro do próprio eletroduto, causando grande dificuldade para acesso no caso de necessidade de alguma manutenção. Para resolver esse ponto dificultador foi desenvolvida uma caixa de derivação, com proteção contra a entrada de água e selada para se evitar o furto de energia, que permite o rápido e fácil acesso aos condutores, no caso de necessidade de alguma manutenção ou recapacitação da rede elétrica.

### 3.1. Materiais e Equipamentos

Os seguintes materiais são utilizados de forma específica na construção da RRSP:

- Eletroduto de aço galvanizado (2”, 3” e 4”);
- Curvas, luvas de emenda e derivações “T” em aço galvanizado (2”, 3” e 4”);
- Luvas de redução em aço galvanizado (4” para 3” e 3” para 2”);
- Eletroduto de aço inoxidável flexível com luvas de união.



Caixa de derivação e eletroduto de aço flexível

São utilizados, também, tijolos, areia, brita e cimento para as obras civis, que envolvem suporte e sustentação dos

eletrodutos, bem como, a construção dos conjuntos de medição.

Os demais materiais, componentes elétricos (condutores e conectores), fitas de auto-fusão e de PVC, são os mesmos empregados nas redes de distribuição secundárias subterrâneas.

Para a iluminação pública são utilizadas luminárias ornamentais esféricas com refrator transparente de policarbonato, relés fotoelétrico individuais por ponto e lâmpada vapor de mercúrio e reator de 125W. Os pontos de iluminação pública são instalados, preferencialmente, juntos à conjuntos de medição.

Cada circuito de RSSP é alimentado por um transformador exclusivo, instalado fora das vias a que a rede atende, para preservar a segurança da população, em função da pequena largura destas vias. A potência dos equipamentos utilizados, dimensionados à demanda prevista, é de 45, 75, e 150kVA, todos trifásicos.

#### 4. CONCLUSÃO

Por se apresentar como solução mais econômica e segura para as áreas de favela, a RSSP foi incluída como um sub-programa específico em um grande programa social e de eletrificação lançado pelo Governo do Estado de Minas Gerais e a CEMIG no final de 1999, a ser executado até 2002, beneficiando mais de 1 milhão de mineiros e contribuindo para o bem estar e segurança da população.

Esse programa, chamado LUZREAL (7), abrangerá:

- Distribuição de 300 mil lâmpadas fluorescentes compactas para consumidores com consumo médio de até 30kWh/mês;
- Eficientização da iluminação das escolas públicas;
- Melhoria da iluminação pública nas proximidades de escolas públicas e pontos de ônibus;
- Treinamento de eletricistas autônomos;
- Ligação de consumidores de baixa renda, que moram em vilas e favelas.

Nesse último item é que se inclui o Sub-programa REDE SECUNDÁRIA DE SUPERFÍCIE POPULAR – RSSP, que possibilitará, onde a rede convencional aérea não se apresentar como solução adequada, a ligação dessa parcela da população que hoje não tem acesso à energia elétrica.

O Sup-programa RSSP tem como meta a construção de rede de superfície que possibilitará a ligação de 50.000 famílias até o ano 2002.

#### 5. AGRADECIMENTOS

As ações descritas neste texto, são inéditas, o resultado do esforço vindo de várias pessoas junto ao autor, tiveram uma significativa contribuição ao longo dos anos. Para essas pessoas incluindo aquelas que não trabalham para companhia, nossos sinceros agradecimentos.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1].CEMIG, 2000, “Annual Report – 1999”
- [2] CEMIG, 1998, “Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Isoladas”
- [3] CEMIG, 1996, “Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas”
- [4]. CEMIG, 1999, “Instalações Básicas de Redes de Distribuição Protegidas”
- [5]. CEMIG, 1987, “Instalações Básicas de Redes de Distribuição Subterrâneas”
- [6].CEMIG, 1998, “Instalações Básicas de Redes Secundárias de Superfície – 0211-EGPR-2023”
- [7]. CEMIG, 1999, “Programa Luz Real”
- [8]. Ragone Filho J. A., Ferreira Pinto E. L., “Methodology for Enhancing the Performance of Non-Insulated Overhead Distribution Lines”, in CIRED 2001 Amsterdam