



## COPA 2014 - PROJETOS DE REFORMAS DA RDS DE BELO HORIZONTE. 2014 WORLD CUP – REFORM PROJECTS OF THE UNDERGROUND ELECTRIC SYSTEMS OF BELO HORIZONTE

Anderson de FIGUEIREDO, CEMIG DISTRIBUIÇÃO, Email: [adfi@cemig.com.br](mailto:adfi@cemig.com.br)

Luiz Braz FRANCESCHINI, CEMIG DISTRIBUIÇÃO, Email: [luizbraz@cemig.com.br](mailto:luizbraz@cemig.com.br)

Marcelo Roger da SILVA, CEMIG DISTRIBUIÇÃO, Email: [marcels@cemig.com.br](mailto:marcels@cemig.com.br)

### SUMÁRIO

Os Projetos em questão fazem parte das obras consideradas necessárias pela Cemig Distribuição S/A para adequar o seu sistema elétrico à Copa das Nações (2013) e à Copa do Mundo (2014), as quais terão eventos programados em Belo Horizonte, provocando afluência de pessoas egressas de diversas partes do mundo.

O objetivo específico deste é a realização de obras de melhorias e renovação da base de ativos dos sistemas subterrâneos, sendo dividido nos seguintes módulos:

- 1) SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DEPRECIADOS NO RETICULADO;
- 2) SUBSTITUIÇÃO DE CHAVES OBSOLETAS;
- 3) INTERLIGAÇÃO CN-BP;
- 4) SUBSTITUIÇÃO DOS CABOS DE MT EM FIM DE VIDA ÚTIL.

### PALAVRAS CHAVE

RDS, Redes Subterrâneas, CEMIG, Copa 2014 e Revitalização.

### INTRODUÇÃO

A aplicação de redes de distribuição subterrâneas (RDS) na CEMIG é definida seguindo um ou mais dos seguintes critérios:

- Densidade de Carga;
- Presença de obstáculos;
- Confiabilidade requerida;
- Leis e Portarias;
- Paisagismo;
- Proximidade de aeroportos ou similares;
- Custos de construção e/ou manutenção.

### TOPOLOGIAS

De acordo com critérios financeiros e de confiabilidade requerida, conforme figura 1, podem ser escolhidas as seguintes topografias para a implementação de redes de distribuição subterrâneas (RDS) :

- Radial;
- Dupla alimentação;
- Primário em anel;
- Secundário em anel;
- Network (ou reticulado).

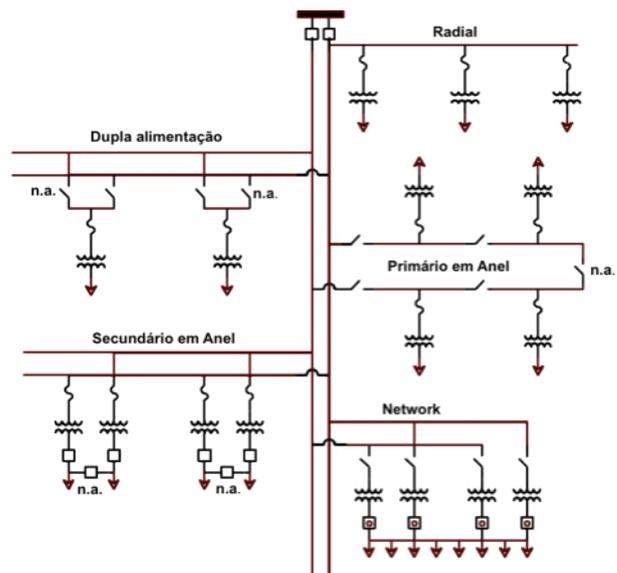


Fig. 1: Topologias básicas de RDS

### SISTEMA NETWORK (OU RETICULADO)

O sistema de distribuição de energia subterrâneo da região central de Belo Horizonte foi construído, nas décadas de 1970 e 1980, utilizando-se o sistema Network, em sua baixa tensão. Sistema esse conhecido como o que oferece o mais alto grau de continuidade de serviços em áreas de grande densidade de carga.

Este sistema constitui-se basicamente de dois ou mais alimentadores primários, com um ou mais transformadores conectados em cada alimentador. Os transformadores situam-se em câmaras e fornecem energia a malha secundária (baixa tensão), que se



interligam por intermédio de poços e caixas dotados de barramentos.

Os alimentadores primários também são instalados nestes mesmos poços e caixas, tendo como característica emendas desconectáveis em vários deles, até atingirem os transformadores da rede e os transformadores de consumidores especiais, consumidores estes, que se diferenciam por possuírem transformadores exclusivos para seu atendimento e câmaras de tamanhos diferenciados de dimensões maiores que as da rede.

Sua implantação e entrada em operação foram gradativas, visto que ela é dividida em cinco redes distintas, conforme figura 2, e com sua baixa tensão independente uma da outra. São elas:

- A. REDE PRAÇA SETE;
- B. REDE AFONSO ARINOS;
- C. REDE ALFREDO BALENA;
- D. REDE RAUL SOARES;
- E. REDE RIO BRANCO.

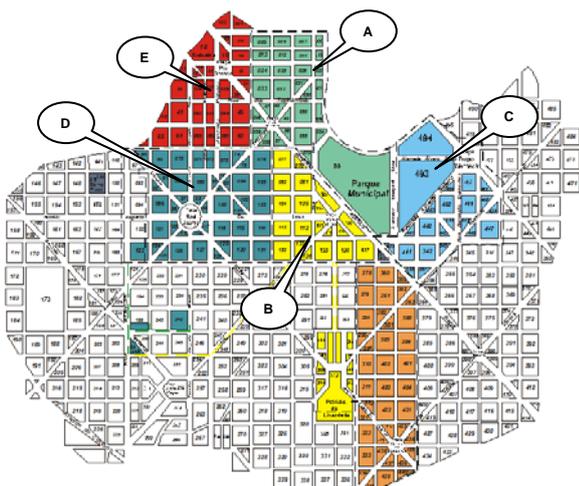


Fig. 2: Malhas reticuladas de BH

## DUPLA ALIMENTAÇÃO

Neste sistema, o circuito alimentador é composto sempre de um par, composto por circuito principal e circuito reserva. Os transformadores são conectados através de 3 vias e 3 chaves energizadas pelo par Principal – Reserva do alimentador. Assim, ao ocorrer uma falha no alimentador principal, todos os transformadores do alimentador podem ser transferidos imediatamente para o circuito reserva. Operativamente o circuito reserva deve ficar energizado, tendo opções operativas de transferência para outros disjuntores na subestação, garantindo-se maior confiabilidade ao sistema, com a vantagem ter custo inferior ao sistema Network.

Este sistema atende diversas áreas de grande

importância na região metropolitana de Belo Horizonte, dentre as quais podemos destacar o bairro Savassi (figura 3), a Cidade Administrativa de Minas Gerais (CAMG) e o complexo de condomínios Alphaville de Nova Lima.



Fig. 3: Rede Savassi

## OUTRAS TOPOLOGIAS

Outras topologias citadas são utilizadas em áreas de menor densidade de carga e cidades históricas, dentre os quais podemos destacar:

- **Condomínios:** VALE DOS CRISTAIS, RIVIERA, QUINTAS DO SOL, QUINTAS DO MORRO, VEREDAS, MORRO DO CHAPÉU, ETC;
- **Cidades Históricas:** SABARÁ, SANTA LUZIA, NOVA LIMA, ETC;
- **Outras redes:** CONTAGEM, BOULEVARD ARRUDAS, ETC.

## PROJETOS DE REVITALIZAÇÃO

Conforme já citado no sumário, além da necessidade de reforma para atender a Copa das Nações (2013) e à Copa do Mundo (2014), as reformas caracterizam-se também investimento prudente, conforme as depreciações dos ativos de RDS de acordo com o Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico - MCPSE, Anexo a Resolução Normativa Nº 367/2009 DE 02 DE Junho de 2009:

- Transformadores: 20 anos;
- Chaves: 15 anos;
- Protetor de Rede: 25 anos;
- Condutor de Alumínio: 25 anos.

Desta forma são investimentos considerados prudentes, sendo reconhecidos pelo órgão regulatório (ANEEL) além de trazerem expressiva redução em OPEX.



## 1) SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DEPRECIADOS NO RETICULADO

Este módulo compreende a substituição de 90 conjuntos de transformadores, protetores de reticulado e chaves de média tensão. Com isso, pretende-se alcançar uma redução da taxa de falhas, renovar o ativo depreciado e melhorar a qualidade de fornecimento de energia na região atendida, sendo incluída automação, supervisão e controle dos equipamentos.

Esta revitalização será feita na região da Praça Sete de Setembro, que corresponde ao hipercentro da capital, região mais movimentada da cidade de Belo Horizonte.

Estão entre os critérios adotados para a escolha da malha alvo das trocas a obsolescência dos equipamentos, taxa de falhas e grau de viabilidade. Desta forma o alvo escolhido foi a malha Praça Sete de Setembro, que conforme podemos observar na tabela 1, além de ser, juntamente com a rede Afonso Arinos, a malha mais antiga, corresponde ao hipercentro da capital e região mais movimentada da cidade de Belo Horizonte.

Malha	Praça Sete	Afonso Arinos	Alfredo Balena	Raul Soares	Rio Branco
Início de Operação	1973	1973	1978	1984	1987

Tab. 1: Início de operação das malhas

### 1.1. SUBSTITUIÇÃO DE CHAVES A ÓLEO POR CHAVES COM ISOLAMENTO SF6

Um dos desafios enfrentados para a troca dos equipamentos foi a substituição das chaves obsoletadas a óleo por chaves modernas a SF6. O espaço físico restrito nos obrigou a pesquisar diversos protótipos, abrigando além da chave as interconexões e quadro de comando e automação, conforme podemos observar na figura 4.



Fig. 4: Adaptação de chave SF6

## 2) SUBSTITUIÇÃO DE CHAVES OBSOLETAS

A troca de chaves na região da Savassi (figura 2) por equipamentos de maior confiabilidade, que proporcionam aterramentos elétricos e manômetros confiáveis para o gás isolante (SF6), dentre outras funcionalidades, tais como possibilidade de aterramento da linha de distribuição, corte visível, comandos à distância, automação, supervisão e controle, etc.

Com esta revitalização, teremos maior segurança do pessoal próprio e da população, com aumento na confiabilidade do sistema e, por consequência, redução na taxa de falhas e melhoria na qualidade de fornecimento de energia para a região. Vale ressaltar que o bairro possui intenso comércio e agitada vida noturna, com vários cafés, bares e boates, sendo um dos maiores pontos turísticos da capital, além de polo hoteleiro em franca expansão.

## 3) INTERLIGAÇÃO DAS SE'S CENTRO E BARRO PRETO

O objetivo primário deste projeto, que podemos observar na figura 5, é criar contingência operativa para a região central de Belo Horizonte, com a interligação, em 13,8kV, das SE's Centro (CN) e Barro Preto (BP). Dessa maneira, procura-se reduzir a taxa de falhas, reduzir o tempo de restabelecimento de energia e aumentar a segurança do pessoal próprio, contratado e da população.

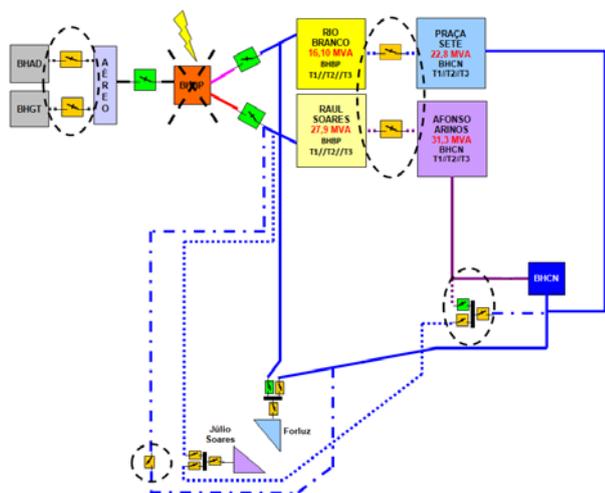
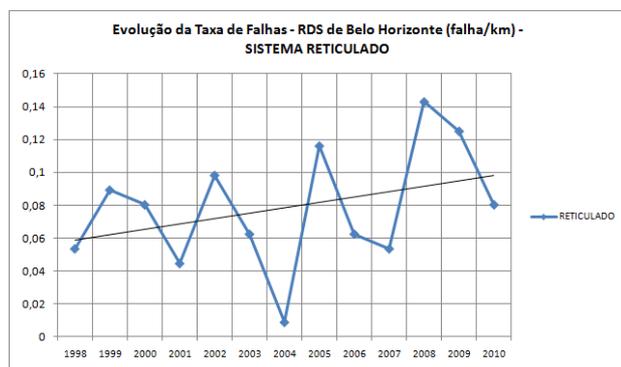


Fig. 5: Interligação 13,8kV CN-BP

Este projeto passou a fazer parte da reforma das linhas de subtransmissão subterrâneas (138 kV) que suprem as referidas SE's.

#### 4) SUBSTITUIÇÃO DOS CABOS DE MT EM FIM DE VIDA ÚTIL

Compreende a substituição de 100% dos cabos de média tensão do sistema network (reticulado) de energia, já descrito anteriormente, totalizando 120 km de circuitos trifásicos, já depreciados e comprometidos por fadiga elétrica e com taxa de falhas crescente, conforme podemos observar no gráfico 1, que apresenta a evolução da taxa de falhas na média tensão do reticulado, no período de 1998 a 2010.



Graf. 1: Evolução da taxa de falhas em MT

É objeto deste projeto todo o centro de Belo Horizonte, inclusive sua área hospitalar, onde está localizado o Pronto Socorro João XXIII e grande parte dos pontos turísticos, dentre os quais podemos destacar o Mercado Central, o complexo da Praça da Liberdade, o Minascentro, o Shopping Cidade e o Parque Municipal,

lugares, onde haverá grande movimentação turística.

Com isso, busca-se reduzir a taxa de falhas, reduzir o tempo de restabelecimento e aumentar a segurança do pessoal próprio, contratado, turistas e da população.

#### CONCLUSÕES

Em síntese, neste plano de reforma temos uma área de abrangência composta por bairros da região centro sul da capital mineira, atendendo a um grupo de aproximadamente 60.000 consumidores, distribuídos entre hotéis, restaurantes, lojas, Shoppings e pontos turísticos.

Serão também realizadas intervenções nos alimentadores que atendem aos Shoppings Minas e Del Rey, que se localizam na região no estádio.

Estas regiões por estas razões concentrarão grande parte dos turistas e profissionais envolvidos com o evento

Para todas as atividades realizadas nas instalações da Cemig, caberá a observância e cumprimento da legislação e das normas vigentes, particularmente, a Legislação Ambiental e as NR-10 e NR-33 nas questões que se referem à saúde e segurança no trabalho.

Todas as intervenções estão planejadas para serem realizadas a partir do ano de 2012 e conclusão para 2014, conforme podemos observar na tabela 2, que nos traz também um resumo dos projetos, conteúdo objetivos, custo e um cronograma básico de execução.

Vale ressaltar que a interligação CN-BP não mais será executada, conforme motivos já descritos anteriormente.

Projeto 1	TROCA DE EQUIPAMENTOS DEPRECIADOS NO RETICULADO	
Descritivo	Efetuar a substituição de 86 conjuntos (transformador, protetor e chave de MT) nos sistema Reticulado de Belo Horizonte	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Segurança: permitir pontos de aterramento temporário aos circuitos em manobra e manutenção;</li> <li>b) Confiabilidade: uso de seccionadoras com isolamento a gás SF6 que possibilitem abertura sob carga e relés digitais e telecomandáveis nos protetores de reticulado;</li> <li>c) Redução da taxa de falhas: uso de equipamentos de tecnologia superior;</li> <li>d) Qualidade do fornecimento: redução do nº de interrupções;</li> </ul>	
Custo	MR\$ 38.969 (trinta e oito mil e novecentos e sessenta e nove mil)	
Etapa	Descritivo	Prazo
Projeto	Planejar a aquisição dos materiais e equipamentos necessários à execução da obra. Planejar a necessidade de mão de obra. Elaborar projetos para execução das obras.	Abril/2012
Material	Fazer licitação internacional para aquisição de materiais e equipamentos	Julho/2012
Execução	Executar a substituição dos equipamentos	Abril/2014



Projeto 2	SUBSTITUIÇÃO DE CHAVES DE MÉDIA TENSÃO	
Descritivo	Efetuar a substituição de 120 chaves de média tensão nos sistemas Reticulado e Savassi da RDS de Belo Horizonte	
Objetivos	a) Segurança: permitir pontos de aterramento temporário aos circuitos em manobra e manutenção; b) Confiabilidade: uso de seccionadoras com isolamento a gás SF6 que possibilitem abertura sob carga; c) Redução da taxa de falhas: uso de equipamentos de tecnologia superior; d) Qualidade do fornecimento: redução do nº de interrupções.	
Custo	MR\$ 50,727 (cinquenta milhões e setecentos e vinte e cinco mil)	
Etapa	Descritivo	Prazo
Projeto	Planejar a aquisição dos materiais e equipamentos necessários à execução da obra. Planejar a necessidade de mão de obra. Planejar a execução dos serviços levando em consideração prazos de desligamentos Aneel. Elaborar projetos para execução das obras.	Abril/2012
Material	Fazer licitação internacional para aquisição de materiais e equipamentos	Julho/2012
Execução	Executar a substituição dos equipamentos	Abril/2014
Projeto 3	SUBSTITUIÇÃO DOS CABOS DE MT EM FIM DE VIDA ÚTIL	
Descritivo	Substituição de 100% dos cabos de MT do sistema reticulado, já depreciados e comprometidos por fadiga elétrica	
Objetivos	a) Segurança: renovação da malha de aterramento e da blindagem dos cabos isolados e terminações de média tensão; b) Confiabilidade: renovação dos ativos comprometidos por fadiga elétrica; c) Redução da taxa de falhas: uso de cabos de tecnologia superior e atualizada; d) Qualidade do fornecimento: redução do nº de interrupções.	
Custo	MR\$ 49,576 (Quarenta e nove milhões e quinhentos e setenta e seis mil)	
Etapa	Descritivo	Prazo
Projeto	Planejar a aquisição dos materiais e equipamentos necessários à execução da obra. Planejar a necessidade de mão de obra. Elaborar projetos para execução das obras.	Abril/2012
Material	Fazer licitação internacional para aquisição de materiais e equipamentos	Julho/2012
Execução	Executar a substituição dos equipamentos	Abril/2014

Tab. 2: Resumo dos projetos

## REFERÊNCIAS

- [1] ND-2.3. Instalações Básicas de Redes de Distribuição Subterrâneas. Cemig, Novembro 2006.
- [2] ANEEL, Resolução Normativa Nº 367/2009. ANEEL, Junho 2009.
- [3] HADDAD, Jamil. Análise econômica de investimentos. PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica: Programa de eficiência energética. Eletrobrás, Rio de Janeiro – RJ. 2004.

## GLOSSÁRIO

**CEMIG:** Companhia Energética de Minas Gerais;  
**BH:** Belo Horizonte;  
**RDS:** Rede de distribuição Subterrânea;  
**MT:** Média Tensão;  
**OPEX:** OPerating EXpenditures ou Despesas operacionais  
**ANEEL:** Agência Nacional de Energia Elétrica;  
**SF6:** Hexafluoreto de enxofre;  
**SE:** Subestação;