

## VIABILIDADE ECONÔMICA DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO PROTEGIDAS

Mário Lúcio de Sales Brito<sup>1</sup>, Pedro Mendes Castro<sup>2</sup>

O objetivo deste estudo é demonstrar que a utilização generalizada das *Redes Protegidas é viável em todas situações encontradas nos meios urbanos.*

A análise econômica considera além do investimento inicial, os custos operacionais, comparando-os aos de outras modalidades de redes.

Pela simplicidade de suas instalações básicas, observa-se que este método compete em custo e vantagens em relação a alternativas, como as redes aéreas isoladas, podendo-se independentemente das condições e importância do local e da densidade de carga, utilizar esta modalidade de rede.



Do ponto de vista técnico, sua aplicação em redes urbanas proporciona:

- Redução drástica na taxa de falhas, com conseqüente redução das intervenções na rede;
- Redução substancial na duração e freqüência dos desligamentos;
- Minimização das manutenções, liberando eletricitistas para outros serviços;
- Aumento da segurança para os eletricitistas e público em geral;
- Redução da em freqüência e intensidade das podas de árvores;
- Melhoria da imagem da Empresa junto a prefeituras, entidades de proteção/defesa ambiental e consumidores de uma forma geral.

<sup>1</sup> Engenheiro, Gerência de Engenharia e Coordenação da Expansão da Distribuição – CEMIG, [mbrito@cemig.com.br](mailto:mbrito@cemig.com.br)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Gerencia de Engenharia e Coordenação da Manutenção – CEMIG, [pedro@cemig.com.br](mailto:pedro@cemig.com.br)

Os tipos de redes em análise correspondem às seguintes nomenclaturas:

- **RDA** - Rede de Distribuição Aérea Urbana é constituída de rede primária e secundária com cabos alumínio nus, média tensão (MT) sobre cruzeta de madeira e isoladores de vidro/porcelana, baixa tensão (BT) em disposição vertical e equipamentos, Iluminação Pública (IP), Ramal de Ligação (RL) e medição convencionais.
- **RSI** - Rede Secundária Isolada é composta de rede primária com cabos alumínio (CA) nus sobre cruzeta de madeira e isoladores de vidro/porcelana, secundária com cabos isolados multiplexados de BT e, equipamentos, IP e RL/medição convencionais.
- **RDP** - Rede de Distribuição Aérea Protegida, é constituída de rede primária com cabos cobertos em espaçadores e isoladores poliméricos, secundária com cabos isolados multiplexados de BT, transformador auto protegido, chave SF6 e demais equipamentos, IP e RL/medição convencionais.

## **Análise da Viabilidade Econômica das Redes Protegidas**

### **1. Considerações Gerais**

A análise econômica das *Redes Protegidas* determina valores que possibilitam estabelecer comparações entre outras modalidades de redes quanto aos seus custos.

Os *Custos Totais*, que representam os custos sob o enfoque exclusivo da CEMIG, são determinados admitindo-se a incidência periódica dos seguintes eventos geradores de custo, ao longo da vida útil esperada para as redes:

- Necessidade de investimento inicial diferenciado;
- Aplicação de manutenções periódicas corretivas e preventivas (custos operacionais);

Com relação ao horizonte de estudo, é adotado o período de 25 anos para todas as modalidades de rede, como sendo a vida útil de uma rede aérea de distribuição com posteação de concreto/madeira.

Para efeito de análise, todos os custos estão expressos em valores anuais, em dólares / estrutura de rede (valor do Dólar US\$1.00 = R\$2,10 em fev/07).

### **2. Determinação dos Investimentos Iniciais**

Os investimentos iniciais correspondem aos orçamentos obtidos junto às Gerências Regionais da Cemig, para cada modalidade de rede, nas obras de extensão / modificação e reforma / melhoramento.

Para efeito deste trabalho, foram considerados os seguintes investimentos, por representarem a média dos projetos reais executados pelas regionais:

<b>Investimento Inicial (US\$/poste)</b>	<b>RDA</b>	<b>RSI</b>	<b>RDP</b>
Obra de Extensão / Modificação	<b>1.730,00 (98%)</b>	<b>1.763,00 (100%)</b>	<b>1.983,00 (112,5%)</b>

Para efeito de análise comparativa entre os valores encontrados, a RSI foi considerada como referência, em função da rede secundária isolada (com cabos multiplexados) já ser adotada pela CEMIG como seu padrão mínimo desde janeiro/1997.

Comparando-se os investimentos necessários para cada modalidade de rede, verifica-se que a RDP requer um investimento inicial superior em **12,5%** para as obras de extensão.

Entretanto, esta diferença é compensada pelos custos operacionais capitalizados anualmente.

### **3. Determinação dos Custos Operacionais**

Os custos operacionais anuais por estrutura podem ser decompostos em duas parcelas, correspondentes a:

- Manutenções preventivas (Mp), realizadas por turmas de linha viva, linha morta e termovisão, visando preservar a integridade das instalações e manter a continuidade do fornecimento de energia;
- Manutenções corretivas (Mc), efetuadas pelas equipes de plantão, para restabelecer o sistema durante uma interrupção acidental.

#### **3.1. Manutenção preventiva**

A manutenção preventiva pode ser subdividida em duas parcelas:

- Manutenção geral das estruturas, condutores e equipamentos, especialmente a verificação de pontos quentes em conexões, chaves, fuga de corrente em isoladores, etc;
- Poda de árvores e retirada de objetos da rede.

O quadro a seguir apresenta os custos da manutenção preventiva para cada modalidade de rede, considerando locais arborizados ou não.

<b>Custo US\$/poste/ano</b>		
<b>Manutenção Preventiva</b>		
	<b>Com Arborização</b>	<b>Sem Arborização</b>
<b>RDA</b>	1.140,00	550,00
<b>RSI</b>	460,00	311,00
<b>RDP</b>	180,00	58,00

Observa-se que o custo da manutenção preventiva das redes convencionais cresce significativamente em relação *Redes Protegidas* (relação de 6/1 para locais arborizados e de 9/1 para aqueles sem presença de árvores junto às redes).

Esta diferença é explicada pela periodicidade dos serviços requeridos, como também pela produtividade alcançada pelas turmas de manutenção.

### 3.2. Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva ocorre em função do número de interrupções acidentais e do tempo de restabelecimento da interrupção urbana e, invariavelmente, durante esta manutenção ocorrem substituições de materiais danificados, além das manobras necessárias para a execução dos serviços na rede.

Eventualmente, acontece o ressarcimento aos consumidores de seus aparelhos eletrodomésticos danificados, devido à ocorrência de uma falha na rede (falta de fase, tensões elevadas no neutro, problemas em conexões, poda, etc).

O Quadro abaixo apresenta os custos da manutenção corretiva para cada modalidade de rede. Os cálculos de cada uma das parcelas que compõe a manutenção corretiva (custo da turma de plantão, dos materiais substituídos, dos eletrodomésticos queimados e das manobras na rede).

<b>Custo US\$/poste/ano</b>	
<b>Manutenção Corretiva</b>	
<b>RDA</b>	155,00
<b>RSI</b>	79,00
<b>RDP</b>	34,00

Conforme pode ser observado, o custo da manutenção corretiva das redes convencionais corresponde a cinco vezes ao de uma *Rede Protegida*, em função do elevado número de interrupções acidentais verificadas nos circuitos primário e secundário nus, com reflexo direto na elevada taxa de queima de aparelhos eletrodomésticos.

#### 4. Custo Global das Redes de Distribuição

O custo global das redes com os respectivos investimentos iniciais e custos operacionais:

Custo US\$/poste					
		Investimento	Manutenção	Manutenção	Custo Global
		Inicial	Preventiva	Corretiva	
RDA	Arborizado	1.730,00	1.135,00	155,00	3.020,00 (131%)
	Não Arborizado	(98%)	550,00		2.435,00 (113%)
RSI	Arborizado	1.763,00	460,00	79,00	2.302,00 (100%)
	Não Arborizado	(100%)	311,00		2.153,00 (100%)
RDP	Arborizado	1.983,00	180,00	34,00	2.197,00 (95%)
	Não Arborizado	(112,5%)	58,00		2.075,00 (96%)

Analisando os valores acima encontrados, para as obras de extensão / modificação, verifica-se que:

- A análise comprova que a RDA tornou-se uma rede muito pouco viável economicamente em função de seus altos custos operacionais;
- A relação entre os investimentos iniciais de uma RDP e uma RDA é igual a 1,15. Já seus custos totais apresentam uma relação inferior à unidade, igual a 0,85 para locais não arborizados e igual a 0,72 para locais arborizados.
- Independentemente do fato de existirem árvores ou não, a relação entre a RDP e a RSI mantêm-se em 87%, pois os custos operacionais inerentes às duas redes crescem na mesma proporção;
- Os investimentos superiores efetuados tanto para a RSI quanto para a RDP em relação à RDA já são compensados apenas pela capitalização dos custos operacionais.

#### 5. Conclusões

A adoção de sistemas aéreos protegidos (RDP) passa a desempenhar papel de fundamental importância para alcançar os objetivos descritos nesta análise, principalmente no atendimento a unidades consumidoras que não podem sofrer frequentes interrupções do fornecimento de energia, tais como hospitais, bancos, grandes hotéis, shopping centers, entre outros.

Outro aspecto a destacar com o uso das *Redes Protegidas* é o aumento da segurança para o público em geral. No Brasil, os acidentes no sistema elétrico envolvendo

peçoal próprio e principalmente terceiros, atingem números expressivos que poderiam ser substancialmente minimizados.

A CEMIG padronizou as Redes de Distribuição Protegidas como atendimento mínimo urbano em abril de 1999 e tem instalado (dez/06) em seu sistema elétrico de 15kV, cerca de 4.232 km desta modalidade de rede.

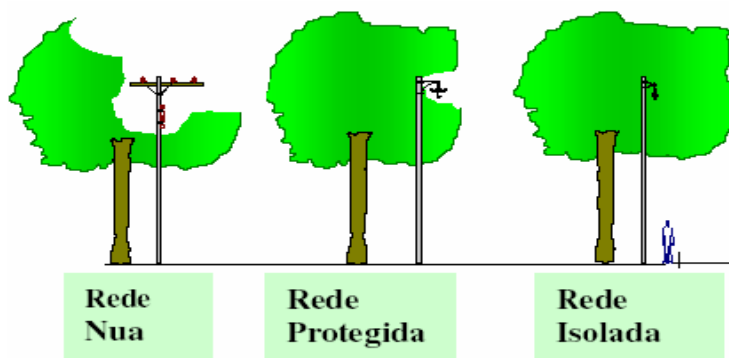
Quanto aos índices de interrupção, a RDP proporciona uma drástica redução na taxa de falhas (ocorrências/km/ano) da ordem de de 10 a 15 vezes em relação à uma RDA. Este benefício proporciona uma diminuição na duração do desligamento acidental em mais de 7 horas, pois além das interferências do meio ambiente serem minimizadas, as interrupções programadas serão também menos frequentes.

Além desses aspectos, merecem também ser destacadas as seguintes vantagens a serem obtidas com a implantação das RDP como padrão mínimo de atendimento urbano:

- a)** Ganho significativo no custo operacional dessas redes devido ao menor número de intervenções e conseqüentemente liberação dos eletricitistas de manutenção/restauração para outras atividades;
- b)** Compactação da rede, possibilitando a instalação de até quatro circuitos na mesma estrutura, sem prejuízo das condições de operação das redes; conforme as fotos a seguir:



- c)** Com relação aos aspectos ambientais, face aos benefícios proporcionados por uma arborização preservada, refletida no clima e paisagem das cidades, as RDP's requerem podas bastante simples, correspondendo à retirada apenas de galhos que estiverem mecanicamente forçando os condutores, otimizando as podas de árvores e minimizando a freqüência e intensidade dos serviços, conforme ilustra a figura a seguir:



O uso dessa modalidade de rede, todavia, não elimina a necessidade poda nem o risco de interrupções no fornecimento de eletricidade devido à queda de árvores (ou parte delas) sobre os condutores. O contato permanente entre árvore e condutores proporciona uma corrente de fuga do condutor, e conseqüente desgaste do revestimento polimérico e perda de desempenho da rede, que passa a se comportar como uma rede nua. A reconstituição dos condutores, em caso de rompimento devido a queda de árvores sobre a rede, é muito mais complexo e demorado que em redes convencionais, o que acarreta maior tempo de restabelecimento e diminuição dos índices de desempenho dos sistemas, além da insatisfação dos consumidores.

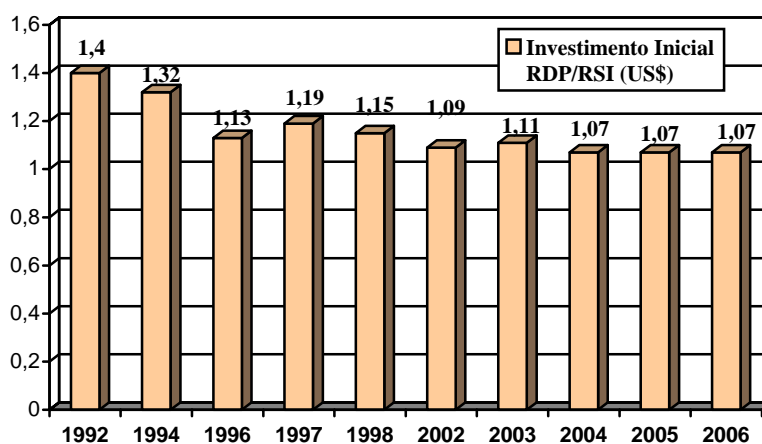
**d)** Desenvolvimento do mercado fornecedor de materiais, gerando novas oportunidades de negócio, inclusive com instalação de unidades fabris como clientes da própria CEMIG;

**e)** Obtenção de economia de escala com conseqüente redução nos preços dos materiais específicos para a RDP, nas aquisições internacionais conduzidas pela Cemig, para o suprimento de quantidades significativas, correspondentes ao programa de obras da distribuição.

**f)** A análise evidencia que a RDA torna-se uma opção de rede inviável economicamente, em função de seus altos custos operacionais, em longo prazo;

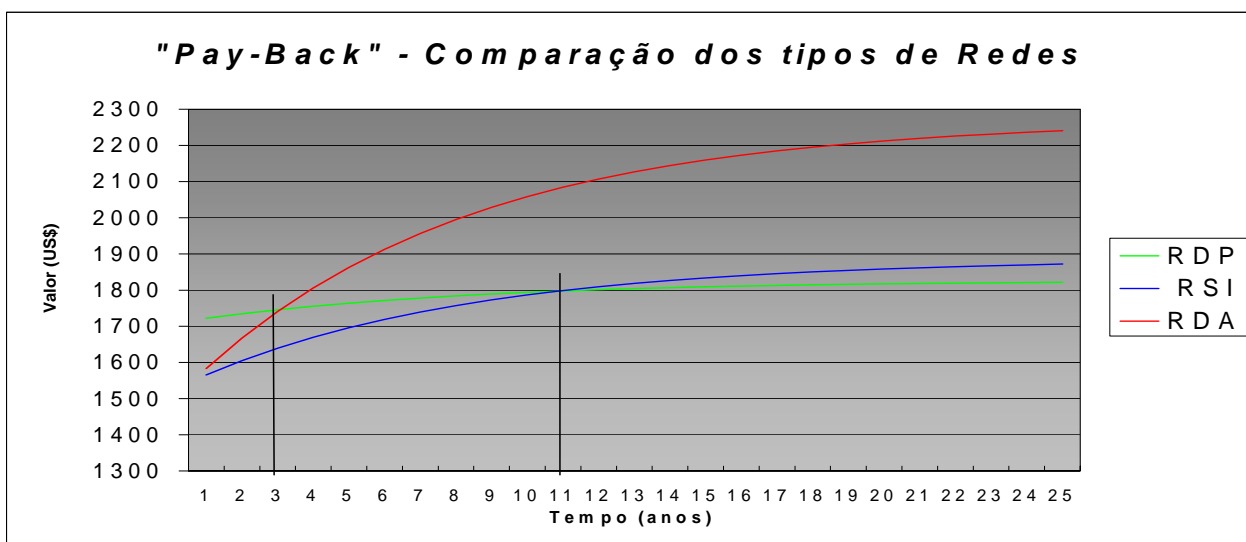
**g)** Atualmente, o investimento inicial de uma RDP, é da ordem de 7% superior ao de uma RSI. O gráfico a seguir demonstra a evolução do custo para RDP e RSI de 1992 a 2006.

**h)** Aumento da competitividade da CEMIG no novo mercado de energia, em função da



melhoria da qualidade do fornecimento (*best power quality*)

i) A RDP é sempre a opção mais econômica do que qualquer outra modalidade de rede, independentemente da complexidade da rede ou da existência de árvores, com um custo total de 87% em relação ao custo de uma RSI pode-se concluir que a RDP se paga em apenas 2,4 anos, vide a curva de Pay-Back:



Com base nas análises realizadas pode-se dizer que as *Redes de Distribuição Aéreas Protegidas* de 15kV apresentam-se como sendo a melhor alternativa técnica e econômica para as redes.

Como a missão da Cemig é atuar no setor de energia com rentabilidade, qualidade e responsabilidade social, a escolha da RDP como padrão mínimo de atendimento urbano vem ao encontro desta diretriz empresarial.