

DIAGNOSTICO DOS CABOS SUBTERRÂNEOS DE MÉDIA TENSÃO EM BELO HORIZONTE ATRAVÉS DO MÉTODO DE DESCARGAS PARCIAIS: UMA VIABILIDADE PARA MANUTENÇÃO PREVENTIVA CONFIÁVEL

Autor: Edmilson José Dias

CEMIG DISTRIBUIÇÃO - SA

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal apresentar o trabalho de diagnóstico e posterior plano de manutenção preventiva dos cabos subterrâneos de energia em média tensão (13,8 KV), que alimentam a região central de Belo Horizonte através do método de descargas parciais. O diagnóstico realizado foi o subsídio necessário para o conhecimento do estado atual dos circuitos e elaboração de um plano plurianual de substituição dos condutores subterrâneos de média tensão.

1. INTRODUÇÃO

Até o desenvolvimento deste projeto, as técnicas de diagnóstico e avaliação preventivas utilizadas, como termovisão, por exemplo, apesar de válidas para detecção de falhas (pontos quentes), não permitem uma avaliação precisa interna do colapso do material isolante do cabo. Para a realização de um diagnóstico mais apurado das condições dos cabos de rede subterrânea, hoje se faz necessário a utilização de técnicas mais modernas, utilizando medição de Descargas Parciais (DP) nos condutores. O método de DP utiliza técnicas inovadoras ainda não utilizadas no Brasil para este tipo de análise (cabos isolados em tensão 15 KV energizados). O mesmo permite uma avaliação mais rigorosa da vida útil do ativo, subsidiando uma gerência de manutenção para elaboração de um planejamento físico financeiro preciso e conclusivo. Dentre os impactos relevantes causados ao sistema elétrico, em casos de falhas em circuitos subterrâneos de média tensão, destacam-se:

- Constantes interrupções do fornecimento de energia elétrica, devido a desligamentos em longos trechos para intervenções corretivas no sistema elétrico;
- Perda da qualidade, confiabilidade e disponibilidade do fornecimento de energia elétrica a importantes clientes em regiões de grande concentração de cargas;
- Aumento dos índices de DEC e FEC;
- Comprometimento da imagem da empresa e insatisfação dos consumidores;
- Risco de acidentes com pessoal próprio, contratados e danos físicos a terceiros e equipamentos (Fotos I e II).



Fotos I e II: Terminal de condutor e transformador submersível danificados por falhas em isolamentos

2. A METODOLOGIA DE DIAGNÓSTICO DE CABOS SUBTERRÂNEOS DE ENERGIA ATRAVÉS DE DESCARGAS PARCIAIS

2.1 – O fenômeno das descargas parciais

2.1.1 – Introdução

O fenômeno das Descargas Parciais (PD) está baseado no princípio de que todos os materiais isolantes possuem micro-cavidades, seja por sua estrutura intrínseca, seja por sua manipulação durante o processo de fabricação.

Quando esses materiais isolantes são submetidos a um campo elétrico de alto gradiente, podem ocorrer descargas internas nas micro-cavidades, que gradualmente provocam a “erosão” de suas paredes até que a essa micro-cavidade tenha uma dimensão igual à espessura do material isolante, resultando então em uma descarga total para a terra e conseqüente falha do isolamento do cabo elétrico.

As Descargas Parciais em um isolante são o primeiro sintoma de que alguma anomalia está ocorrendo no material e por conseqüência a sua identificação permite, com anterioridade, preverem-se possíveis falhas futuras.

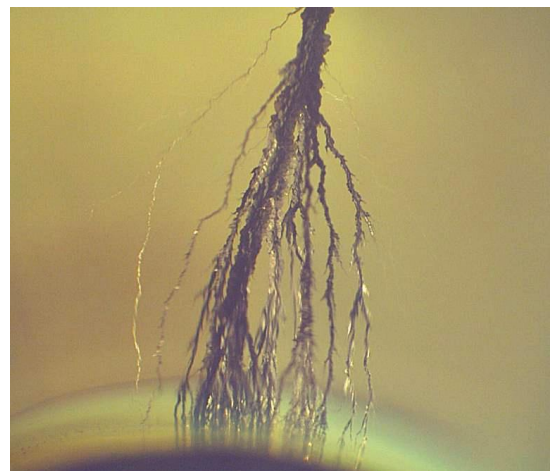
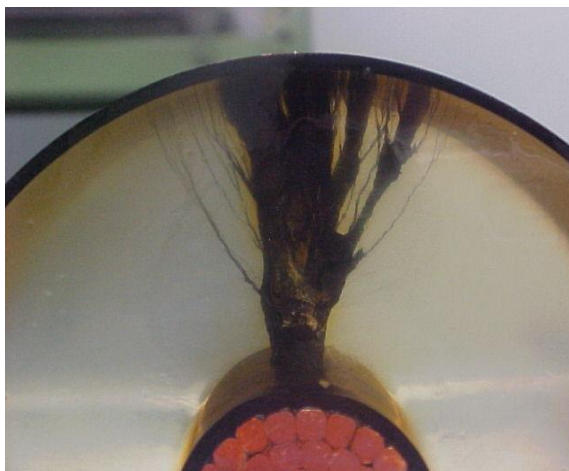
2.1.2 – Classificação das descargas

As descargas parciais podem ser classificadas em três categorias de acordo com a sua origem: descarga superficial, descarga corona e descarga interna:

Descargas superficiais: ocorrem em gases ou líquidos na superfície de um material dielétrico, normalmente partindo do eletrodo para a superfície. Quando a componente de campo elétrico que tangencia a superfície excede um certo valor crítico o processo de descarga superficial é iniciado. Descargas superficiais ocasionam alterações na superfície do dielétrico, iniciando caminhos condutores que se propagam ao longo da direção do campo elétrico. Este fenômeno, conhecido como trilhamento, pode levar à ruptura completa da isolamento. Este tipo de descarga normalmente ocorre em cabos protegidos e terminações de cabos isolados, em saias de isoladores.

Descargas corona: ocorrem em gases a partir de pontas agudas em eletrodos metálicos. Estes pontos concentradores de estresse, ou seja, partes com pequenos raios de curvatura, formam regiões nas vizinhanças do condutor com campo elétrico elevado, o qual ultrapassa o valor de ruptura do gás, dando origem a ocorrência de descargas parciais. Descargas corona no ar geram ozônio, o qual pode causar o fissuramento da isolação polimérica. Óxidos de nitrogênio combinados com vapor de água podem corroer metais e formar depósitos condutores na isolação promovendo o trilhamento do material.

Descargas internas: ocorrem em inclusões de baixa rigidez dielétrica, geralmente vazios preenchidos com gás, presentes em materiais dielétricos sólidos utilizados em sistemas de isolação de média e alta tensão. A formação de vazios na estrutura de materiais poliméricos pode ser devida a causas distintas, dependendo da natureza do material e do processo de fabricação. No caso de materiais termoplásticos como, por exemplo, o polietileno, a falha pode ocorrer durante o processo de injeção do polímero devido à infiltração do ar atmosférico. Para polímeros termofixos, tais como as resinas epóxi, a formação dos vazios pode ocorrer durante o processo de cura do material, podendo ser devido à infiltração do ar atmosférico ou a formação de gases residuais provenientes de reações químicas. Além dos fatores relativos ao processo de fabricação, os diversos estresses a que a isolação é submetida ao longo de sua vida também podem causar o aparecimento de vazios. Descargas internas podem ocorrer numa região do material dielétrico onde o vazio está totalmente circundado pelo dielétrico ou na interface entre o dielétrico e um dos eletrodos. Um tipo particular de descargas internas são as descargas que ocorrem em arborescências elétricas. A arborescência elétrica é um fenômeno de pré-ruptura que ocorre no interior da isolação de equipamentos elétricos, tais como cabos de potência isolados, tendo sua origem devido à ocorrência contínua de descargas parciais internas em vazios ou a partir de uma falha no eletrodo. As fotos III e IV a seguir ilustram as descargas internas e arborescência elétrica:



Fotos III e IV: Descargas internas e arborescência elétrica no condutor isolante

As descargas internas são basicamente a que tratamos como efetivamente de “Descargas Parciais (PD)” nos cabos isolados de média e alta tensão.

2.2 – A metodologia de medição das descargas parciais

A metodologia de medição das descargas parciais se efetiva através da separação e rejeição de ruídos, permitindo o estabelecimento de parâmetros que indiquem ao gestor de ativos uma segura tomada de decisão para intervenção no sistema (manutenção preventiva). Para uma rede subterrânea de cabos de média tensão, a medição das descargas parciais é feita através do adequado posicionamento de sensores indutivos (HFCT) no aterramento dos terminais do cabo, ou na sua ausência, por meio de sensores tipo manta (FMC) que recobrem o diretamente uma porção do cabo sob teste. Fotos V e VI:

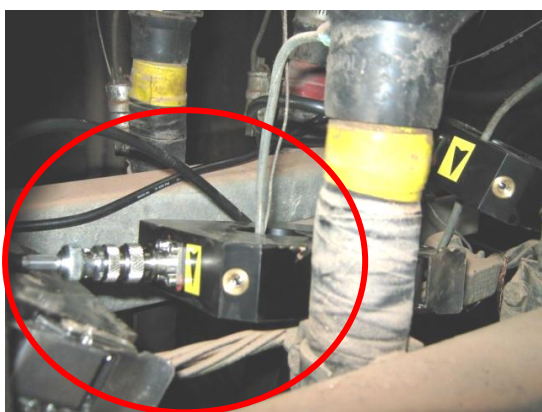


Foto V : Sensor indutivo HFCT



Foto VI : Sensor tipo manta FMC

Os sinais de Descargas Parciais (PD) são conduzidos por cabos coaxiais que interligam os sensores até o equipamento de detecção (PDCheck) que por sua vez é conectado a um notebook e assim, permite a leitura dos resultados já isentos de ruídos e distúrbios. A sensibilidade dos sensores consente a identificação de sinais de descargas originadas em pontos bastante distantes dos mesmos, e a sua adequada localização pode ser feita através do reposicionamento desses sensores ao longo da linha (caixas de emendas).



Foto VII e VIII : PDCheck conectado ao notebook permitindo a leitura dos resultados in-loco

O equipamento de detecção (PDCheck) possui no seu software critérios de seleção da gravidade das Descargas Parciais através de um ‘semáforo’, conforme tabela I.

- A luz verde indica níveis normais não sendo requerida nenhuma ação corretiva;
- A luz amarela requer medições mais frequentes para avaliação de tendências;
- A luz vermelha sugere imediata intervenção naquele trecho de cabo de onde foram originadas as descargas.

Luzes		Diagnóstico / Ação
Verde	●	Sem presença de descargas parciais ativas
Amarela	●	Descargas parciais detectadas / Repetir as medições em até 6 meses
Vermelha	●	Descargas parciais ativas / Substituir imediatamente o condutor

Tabela I : Resultados das medições e ações a serem tomadas

Existe também a possibilidade de se manter o equipamento de detecção (PDCheck) permanentemente conectado à rede de cabos, passando-se assim de medições pontuais ao monitoramento permanente. Quando na condição de monitoramento, os sinais detectados podem também ser transmitidos através de cabos ópticos a uma Sala de Controle para uma avaliação remota.

3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO DE DIAGNÓSTICO DOS CABOS SUBTERRÂNEOS EM MÉDIA TENSÃO (15 KV) NA AREA CENTRAL DE BELO HORIZONTE

3.1 – Histórico

As redes subterrâneas principais de Belo Horizonte encontram-se na região central, atendendo cerca de 70.000 consumidores e 113 MVA de demanda. Alguns clientes são de grande importância, tais como: Palácio do Governo do Estado, Shopping Centers, área hospitalar, centros comerciais e outros. As redes estão em operação no sistema elétrico da CEMIG a cerca de 40 anos, com sinais claros de problemas estruturais graves de isolamento em alguns circuitos, verificados em manutenções corretivas. Fotos IX e X.



Fotos IX e X : Terminais e conexões de cabos subterrâneos com falhas estruturais de isolamento

Esta situação tem-se evidenciando nos últimos anos em inúmeras ocorrências, levando à necessidade de investimentos elevados em manutenções corretivas e a uma situação de risco técnico estrutural importante. Nos últimos 03 anos os números de falhas aumentaram, ocorrendo, em alguns casos, reincidências de ocorrências (desligamentos por falhas de isolamentos) em alguns alimentadores, conforme tabela a seguir:

Alimentador	Nº de falhas			Total
	Ano			
	2007	2008	2009	
BHBP- 08		2	2	4
BHCN-07		1	1	2
BHCN-33		1	1	2
BHBP-14			1	1
BHBP-17			1	1
BHBP-19			1	1
BHCN-16			1	1
BHCN-05	1			1
BHBP-23	1			1
BHBP-04	1			1
TOTAL POR ANO	3	4	8	15

Tabela II: Periodicidade de falhas em circuitos subterrâneos na região central de Belo Horizonte

Normalmente a periodicidade de falha esperada para cada circuito com rede isolada subterrânea é, em média, uma a cada 25 anos. Somente no ano de 2009, 03 ocorrências com bloqueios em alimentadores totalizaram aproximadamente R\$ 380.000,00 em custos com manutenção corretiva. Em 2010 já ocorreram bloqueios nos alimentadores BHCN 06, 22 e 26. Fotos IX e X.



Fotos XI e XII : Cabos retirados em manutenção corretiva nos alimentadores BHCN 06, 22 e 26

3.2 – Evidências conclusivas para o diagnóstico

Com este histórico de ocorrências, estava evidenciada a necessidade urgente de realização de um diagnóstico em todos os alimentadores da região central de Belo Horizonte, bem como outros fatores:

- Maioria dos cabos dos alimentadores já em fim de vida útil;
- É mais factível uma manutenção preditiva do que uma corretiva, a qual onera investimentos mais elevados e a uma situação de risco técnico estrutural importante;
- Utilização de unicamente da técnica de termovisão como ferramenta de diagnóstico interno em cabos, emendas, conexões e equipamentos;
- A utilização de técnicas de diagnóstico em cabos subterrâneos energizados, sem desligar circuitos estratégicos, torna-se essencial nos dias de hoje.

3.3 – Especificação técnica para realização dos serviços de medição de descargas parciais em cabos isolados com tensão até 15 KV

Para estabelecer: basicamente os critérios de medição e prazos de entrega do relatório conclusivo, tornou-se necessária a elaboração de uma especificação técnica interna que também define:

- Número de pontos de medição;
- Características e especificação do sistema de monitoramento e diagnóstico de Descargas Parciais (PD);
- Descrição dos serviços;
- Especificação do equipamento de monitoramento e diagnóstico de descargas parciais (PD);
- Prazo para execução dos serviços;
- Relatório oficial dos ensaios.

3.4 – Realização das medições

A rede subterrânea de média tensão (13,8 KV) da área central de Belo Horizonte possui aproximadamente 170 km de cabos distribuídos em 31 alimentadores saindo de duas subestações de energia (Barro Preto e Centro) exclusivas. Os condutores destes circuitos são de alumínio com bitola 400 mm² compostos de isolamentos em EPR/XLPE com capa externa de polietileno (PE). De acordo com os diversos fabricantes, a vida útil média destes condutores, trabalhando em condições normais de operação, é de 25 anos. A grande maioria dos circuitos destes alimentadores está em operação a mais de 35 anos, evidenciando-se assim a início de depreciação dos mesmos.

Após vários estudos para definição da prioridade de intervenções preventivas nestes circuitos, decidiu-se por realizar o diagnóstico em todos os troncos destes alimentadores logo na saída das 2 subestações, em duas fases:

3.4.1 – 1ª fase: realizada no período de 07 a 09/06/2010

Na primeira fase foi priorizado o diagnóstico nos alimentadores que apresentaram maior taxa de falhas nos últimos 3 anos. As medições concentraram nas utilidades mais próximas da saída das subestações, ou seja, no tronco dos alimentadores. Fotos XIII, XIV, XV e XVI :



Fotos XIII, XIV, XV e XVI : Medições nas utilidades próximas a saída da subestação centro

Foram realizadas medições nos troncos de 15 alimentadores nas saídas das duas subestações. Os pontos de medição concentraram-se basicamente antes da 1ª derivação do alimentador de modo que a maior corrente concentrada no condutor pudesse ser presenciada. Todos os alimentadores analisados estão mostrados na tabela III :

O resultado conclusivo das medições da 1ª fase está mostrado da tabela IV.

Alimentadores diagnosticados com DP - 1ª fase				
S.E.	Rede	Distância até à S.E.	Alimentador	Data
Barro Preto	Raul Soares	0,300	BHBP 19	9/6/10
		0,300	BHBP 23	9/6/10
	Rio Branco	0,450	BHBP 04	7/6/10
		0,550	BHBP 08	7/6/10
		0,450	BHBP 14	7/6/10
		0,450	BHBP 17	7/6/10
	Centro	Afonso Arinos	0,070	BHCN 18
Alfredo Balena		0,070	BHCN 05	8/6/10
		0,070	BHCN 16	8/6/10
		0,070	BHCN 23	8/6/10
Praça Sete		0,050	BHCN 02	9/6/10
		0,800	BHCN 07	8/6/10
		0,850	BHCN 17	7/6/10
		0,050	BHCN 21	9/6/10
		0,800	BHCN 26	8/6/10

Tabela III: Alimentadores na região central de Belo Horizonte analisados na 1ª fase

Alimentadores medidos da SE Barro Preto (BP)			
	Fase A	Fase B	Fase C
BH-BP 04	●	●	●
BH-BP 08	●	●	●
BH-BP 14	●	●	●
BH-BP 17	●	●	●
BH-BP 19	●	●	●
BH-BP 23	●	●	●
Alimentadores medidos da SE Centro (CN)			
	Fase A	Fase B	Fase C
BH-CN 02	●	●	●
BH-CN 05	●	●	●
BH-CN 07	●	●	●
BH-CN 16	●	●	●
BH-CN 17	●	●	●
BH-CN 18	●	●	●
BH-CN 21	●	●	●
BH-CN 23	●	●	●
BH-CN 26	●	●	●

Tabela IV: Resultado das medições nos 15 alimentadores na região central de Belo Horizonte

De acordo com o software de critérios de seleção da gravidade das Descargas Parciais (DP) do equipamento de detecção (PDCheck) e dados da tabela I mostradas anteriormente, verificou-se então a presença de descargas parciais em 7 alimentadores dos 15 analisados. Após análise do relatório conclusivo, a gerência de manutenção optou por preparar o planejamento físico financeiro para substituição dos troncos destes 7 alimentadores, bem como repetir o

diagnóstico dos mesmos na 2ª fase. Os custos totais das medições, análise dos dados e relatório dos serviços nesta 1ª fase ficaram em **R\$ 57.298,70**.

3.4.2 – 2ª fase: realizada no período de 10 a 14/01/2011

Também concentradas as medições de DP nos condutores imediatamente após as saídas das 2 subestações (Centro e Barro Preto), a 2ª fase priorizou a medição nos 7 alimentadores que apresentaram presença de descargas parciais na 1ª fase (BHP 04, 08, 14, 17, 19, 23 e BHCN 05, 07 e 16), e posteriormente, nos 16 restantes não analisados na 1ª fase totalizando 25, conforme tabela V:

O resultado conclusivo das medições da 1ª fase está mostrado da tabela VI.

Alimentadores diagnosticados com DP - 2ª fase				
S.E.	Rede	Distância até à S.E.	Alimentador	Data
Barro Preto	Raul Soares	0,300	BHP 19	10/1/11
		0,300	BH BP 10	14/1/11
		0,300	BH BP 12	14/1/11
		0,300	BH BP 28	14/1/11
		0,300	BHP 23	10/1/11
	Rio Branco	0,450	BHP 04	10/1/11
		0,55	BHP 08	10/1/11
		0,450	BHP 14	11/1/11
		0,450	BHP 26	11/1/11
		0,450	BHP 17	11/1/11
Centro	Afonso Arinos	0,300	BHCN 22	11/1/11
		0,300	BHCN 13	12/1/11
		0,300	BHCN 01	12/1/11
		0,300	BHCN 27	12/1/11
		0,300	BHCN 06	11/1/11
	Alfredo Balena	0,070	BHCN 05	10/1/11
		0,070	BHCN 16	10/1/11
	Praça sete	0,800	BHCN 07	11/1/11
		0,850	BHCN 12	14/1/11
	Savassi	0,050	BHCN 33	13/1/11
		0,800	BHCN 38	13/1/11
		0,850	BHCN 39	13/1/11
		0,070	BHCN 32	12/1/11
		0,050	BHCN 40	13/1/11
			0,070	BHCN 31

Tabela V: Alimentadores na região central de Belo Horizonte analisados na 2ª fase

Alimentadores medidos da SE Barro Preto (BP) – 2ª FASE			
	Fase A	Fase B	Fase C
BH-BP 04	●	●	●
BH-BP 08	●	●	●
BH-BP 14	●	●	●
BH-BP 17	●	●	●
BH-BP 19	●	●	●
BH-BP 23	●	●	●
BH BP 10	●	●	●
BH BP 12	●	●	●
BH BP 28	●	●	●
BH BP 26	●	●	●
Alimentadores medidos da SE Centro (CN) - 2ª FASE			
	Fase A	Fase B	Fase C
BH-CN 01	●	●	●
BH-CN 05	●	●	●
BH-CN 07	●	●	●
BH-CN 16	●	●	●
BH-CN 12	●	●	●
BH-CN 13	●	●	●
BH-CN 22	●	●	●
BH-CN 27	●	●	●
BH-CN 31	●	●	●
BH-CN 32	●	●	●
BH CN 33	●	●	●
BH CN 38	●	●	●
BH CN 39	●	●	●
BH CN 40	●	●	●

Tabela IV: Resultado das medições em 25 alimentadores na região central de Belo Horizonte - 2ª fase

Dos 7 alimentadores que apresentaram presença de descargas parciais na 1ª fase (BHBP 04, 08, 14, 17, 19, 23 e BHCN 05, 07 e 16), 6 evoluíram para descargas parciais ativas após os 6 meses da última medição, de acordo com o software de critérios de seleção da gravidade das descargas parciais (tabela I). Após análise do relatório conclusivo da 2ª fase, a gerência de manutenção ratificou o planejamento físico financeiro para substituição imediata dos troncos destes 6 alimentadores críticos, bem como elaborar o plano de manutenção preventiva de substituição plurianual dos demais que apresentam presença de DP. Os custos totais das medições, análise dos dados e relatório dos serviços na 2ª fase ficaram em **R\$ 115.000,00**.

3.5 – Avaliação Técnica e Econômica

3.5.1 – Uma pequena análise

Considerando apenas 3 ocorrências com desligamentos durante o ano de 2009 nos alimentadores BHP 08 e 19, os custos com manutenção corretiva totalizaram aproximadamente **R\$ 380.000,00**, desconsiderando todas as despesas com homem hora (846 HH) das equipes.

Os custos totais das 2 fases do diagnóstico de todos os alimentadores através do método de descargas parciais somaram **R\$ 173.000**, ou seja, apenas **45 %** apenas dos custos totais de somente 3 ocorrências em 2009.

3.5.2 - Conclusão

Esta pequena análise evidencia o ótimo investimento deste projeto considerando a viabilidade técnica econômica verificada acima e com a consolidação do diagnóstico de todos os troncos dos alimentadores, o que servirá de referência para todo o plano de manutenção preventiva. Fica evidenciada assim, a eficácia do projeto gerando lucros e evitando perdas de receita para a concessionária de energia elétrica.

4. CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Antes do desenvolvimento do projeto de diagnóstico dos cabos subterrâneos em média tensão (13,8 KV) através do método de presença de descargas parciais na região central de Belo Horizonte, a única referência que a gerência de manutenção dispunha, para priorização do orçamento financeiro em preventiva, era o histórico de ocorrência nos alimentadores e alguns casos pontuais de falhas registradas em atendimentos emergenciais. Para qualquer gerência de manutenção, quanto menor o investimento em manutenção corretiva maior será a eficiência e retorno de seus ativos para a empresa. O investimento preciso e eficiente em manutenção preventiva minimiza o risco de falhas em ativos, os quais oneram os custos na corretiva. No caso do diagnóstico realizado nos alimentadores utilizando o método de DP, podemos concluir que o seu custo final somando as 2 fases é irrelevante se comparado a um custo com uma manutenção corretiva em qualquer algum alimentador.

Todos os alimentadores que possuem histórico de falhas nos últimos 3 anos (ver tabela I) foram diagnosticados com presença de descargas parciais neste projeto, o que comprova a eficácia do método realizado.

O planejamento financeiro de substituição dos condutores dos troncos dos alimentadores em situação crítica diagnosticados na faixa vermelha, de acordo com o relatório final, foi finalizado e proposto conforme mostrado a seguir. Tabela V:

Centro	Barro Preto	Alimentador	Troca de cabos 400 mm2 (Km)	Valores da Substituição Cabos (R\$)
Afonso Arinos	Raul Soares	CN 01	0,00	574.511,50
		BP 19	1,61	
		CN 06	0,00	510.023,70
		BP 23	1,43	
		CN 13	0,00	0,00
		BP 12	0,00	
		CN 18	0,00	0,00
		BP 28	0,00	
		CN 05	1,63	1.235.956,83
		CN 16	1,84	
Praça Sete	Rio Branco	CN 02	0,00	530.510,15
		BP 04	1,49	
		CN 07	2,45	872.544,90
		BP 26	0,00	
		CN 12	0,00	570.770,49
		BP 14	1,60	
		CN 17	0,00	497.375,54
		BP 08	1,40	
		CN 21	0,00	515.189,85
		BP 17	1,45	
TOTAL			R\$	5.306.882,95

Tabela V: Custos das substituições dos alimentadores diagnosticados com descargas parciais ativas

Os custos acima estão empenhados em investimentos de manutenção preventiva. Estão incluídos neste levantamento os custos de mão-de-obra e materiais. Os materiais estão em processo de licitação e as obras previstas para iniciarem no final deste ano.

Com relação aos troncos dos alimentadores restantes que não apresentaram presença de descargas nas duas fases deste projeto, os mesmos estarão incluídos no programa de investimentos Copa 2014 da CEMIG, com previsão de término de substituição de todos os condutores para Junho de 2014.

Expectativas de ganhos para o processo manutenção nos próximos anos com este projeto:

- Renovação eficiente dos ativos;
- Maior confiabilidade no desempenho do sistema elétrico;
- Maior disponibilidade de outras equipes para outros tipos de manutenção corretivas;
- Elevada moral das equipes de inspeção com os ativos renovados;
- Redução dos custos de manutenção.
- Redução do DEC/FEC com a redução de desligamentos não programados por falhas de cabos das redes subterrâneas;
- Maior satisfação dos clientes;
- Melhora da imagem da concessionária perante consumidores e acionistas.

Providências futuras imediatas:

- Expansão do projeto para todas as derivações dos circuitos subterrâneos de média tensão (13,8 KV) da CEMIG;
- Levantamento geral de outros ativos (transformadores, chaves submersíveis, terminações, isoladores, protetores de reticulados etc) que necessitam de diagnóstico de presença de outras modalidades de descargas parciais, como corona e superficiais;
- Estudar e avaliar a aplicação do projeto para ativos da rede aérea de distribuição de energia elétrica;
- Elaboração e emissão de um procedimento operacional padrão (POP) para as próximas medições;
- Determinação da quantidade de unidade de serviços para este tipo de modalidade de serviço;
- Realizar o acompanhamento e avaliação contínua do projeto, conforme requisitos de qualidade padronizada em Normas específica internacionais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CEMIG: Manual de Distribuição: Instalações Básicas de Redes de Distribuição Sbtterrânea. ND-2.3 . Belo Horizonte/ MG, novembro/2006.
2. CEMIG: Tecnologia de Materiais de RDS. 01000 RH/FA 0246a. Sete Lagoas, março/2010.
3. AGORIS, D. P; HATZIARGYRIOU, N. D. Approach to Partial Discharge Development in Closely Coupled Cavities Embedded in Solid Dielectrics by the Lumped Capacitance Model. IEE Proceedings-A, v. 140, n. 2, p. 131-134, March 1993.
4. AHMED, N.H.; SRINIVAS, N.N. On-line Partial Discharge Detection in Cables. IEEE TDEI, v. 5, n. 2, p. 181-187, April 1998.