



**XXIII SNPTTE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GMI/26  
18 a 21 de Outubro de 2015  
Foz do Iguaçu - PR

**GRUPO – XII**

**GRUPO ESTUDO DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DA MANUTENÇÃO - GMI**

**PROJETO MOVIMENTO - PADRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS E OTIMIZAÇÃO DOS TEMPOS DE  
MANUTENÇÃO DE SUBESTAÇÕES**

**Taciana N. L. Filgueiras(\*)**  
**CELPE**

**Carlos Eduardo F. Soares**  
**CELPE**

**Sérgio M. O. Moreira**  
**CELPE**

**RESUMO**

Os Núcleos Polivalentes Locais ao longo do estado de Pernambuco executam outras diversas atividades além das manutenções planejadas e o atendimento a ocorrências. Verificou-se para uma mesma atividade, algumas divergências quanto tempo de execução, organização, ferramentas e número de mantenedores por equipe. O Projeto Movimento surge da necessidade de padronização dos processos de manutenção de subestações e otimização dos tempos de manutenção, cujo objetivo é o aumento da produtividade das equipes e a disseminação das melhores práticas.

**PALAVRAS-CHAVE**

Manutenção, Subestações, Homem x hora, Produtividade, SAP.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

As empresas do setor elétrico, devido à forte regulação e exigências cada vez maiores por parte dos clientes de um modo geral, têm buscado constantemente a evolução tecnológica, através do aumento de produtividade alinhado as estratégias da empresa e a priorização em face de restrições orçamentárias de modo a atender as expectativas destes. No entanto, boas ferramentas de gestão só levam aos resultados desejados se houver uma aplicação fundamentada nos conceitos básicos da manutenção, visando uma gestão estratégica e não simplesmente a sua utilização.

“O recurso mais valioso da manutenção é a mão-de-obra” e de acordo com a Abraman representa entre 60 e 90% de seu custo. Por isso, é necessário aumentar o índice de produtividade das equipes, atuando no tempo produtivo real. O benchmark mundial de tempo produtivo real é 65%, enquanto a maioria das empresas (nacionais e estrangeiras) apresenta valores entre 28% e 35% (NASCIF, 2009). Com essa premissa, a Celpe desenvolveu o Projeto Movimento com o objetivo de relizar do mapeamento dos diversos processos da macro-cadeia de manutenção, sua padronização e a otimização de recursos na manutenção de subestações de energia elétrica.

**2.0 - ESTRUTURA ATUAL**

Na Celpe, os Núcleos Polivalentes Locais de Operação e Manutenção – NPL's – estão ligados a unidades de execução de manutenção e têm como principal atividade a realização das manutenções preventivas planejadas no sistema elétrico, pela unidade de planejamento. Os 10 NPL's distribuídos ao longo do estado de Pernambuco são responsáveis por um grupo de subestações, apoiados por seus respectivos coordenadores. Cada equipe de mantenedores foi treinada e equipada para realizarem manutenção em equipamentos e inspeções, além de realizar ou dar suporte à realização de manutenções corretivas ou não programadas.

As unidades de execução de manutenção têm quantidades de instalações equivalentes, mas cada uma possui sua peculiaridade quanto ao número de clientes atendidos, carregamento, clima, distância entre instalações e quantidade de mantenedores, de modo a atender às necessidades de cada região.

**Metropolitano Norte:**

- Área: 6.769 km<sup>2</sup>
- Municípios: 45
- Instalações: 35 (30 SE's, 4 SE's + SEC e 1 SEC)
- 986 MVA disponível
- 3 NPL's: Carpina, Cruz de Rebouças e São Benedito (29 mantenedores)
- Distância média entre SE's e NPL: 57,5 km

**Metropolitano Sul:**

- Área: 6.365 km<sup>2</sup>
- Municípios: 27
- Instalações: 34 (25 SE's, 8 SE's + SEC e 1 SEC)
- 1.160 MVA disponível
- 3 NPL's: Ilha do Retiro, Rio Jordão e Pirapama I (30 mantenedores)
- Distância média entre SE's e NPL: 54 km

**Agreste:**

- Área em km<sup>2</sup> - 28.815
- Municípios – 64
- Instalações: 33 (29 SE's, 3 SE's + SEC e 1 SEC)
- 504 MVA disponível
- 2 NPL's: Caruaru e Garanhuns (16 mantenedores)
- Distância média (SE's e NPL) – 94 km

**Sertão:**

- Área em km<sup>2</sup> - 57.392
- Municípios – 51
- Instalações: 34 (27 SE's, 6 SE's + SEC e 1 SEC)
- 542 MVA disponível
- 2 NPL's: Serra Talhada e Petrolina (14 mantenedores)
- Distância média (SE's e NPL) – 127,33 Km

O NPL's executam também diversas outras atividades, que envolvem desde o atendimento a ocorrências no sistema elétrico, correção de defeitos provenientes de inspeções, fiscalização de serviços de terceiros, pintura de equipamentos em oficina, manutenção predial das subestações à logística de veículos. Com o passar dos tempos, novas atividades foram sendo absorvidas pelos NPL's muitas vezes não são aderentes ao processo de gestão e manutenção de ativos. Verificou-se ainda que para uma mesma atividade, algumas equipes levavam bem menos tempo de execução do que outras, além de divergências quanto ao atendimento aos procedimentos de segurança, organização, número de mantenedores por equipe, conhecimento técnico, análise de problemas, ideias e soluções.

### 3.0 - O PROJETO MOVIMENTO

Diante da necessidade de padronização dos processos e otimização dos tempos de manutenção, foi concebido o Projeto Movimento, cujo princípio é que pessoas com compromisso e informação adequada, agregam valor às atividades. De acordo com Falconi (1998), pessoas se sentem motivadas, quando são atendidas as suas necessidades básicas: fisiológicas (sobrevivência, alimentação, remuneração), segurança (proteção sai de sua família, estabilidade no lar e no emprego), sociais (amizade, associação), estima (autoconfiança, reconhecimento, independência) e auto realização (crescimento contínuo e criatividade).

Por isso, o projeto, visa a sedimentação de conhecimentos, levando a manutenção de subestação da empresa a novos patamares, através da engrenagem de ações, integração e inovação, objetivando o aumento da produtividade das equipes de manutenção.

As etapas do Projeto Movimento consistem na (1) Revisão das atividades dos roteiros de manutenção e estimativa de Homem x hora através de conhecimento a priori; (2) Revisão das árvores de equipamentos por família, identificando suas ações corretivas; (3) Medição em campo dos tempos de execução das atividades planejadas, identificando os tempos de deslocamento, de execução efetiva dos serviços, de parada e o tempo ocioso; (4) Padronização das demais atividades nos NPL's, eliminando aquelas fora de questão; (5) Equalização dos tempos entre NPL's e definição dos quantitativos por equipe, respeitando as características de cada região; (6) Definição e medição de indicadores de produtividade. As etapas se interligam como num ciclo PDCA. Ver Figura 1

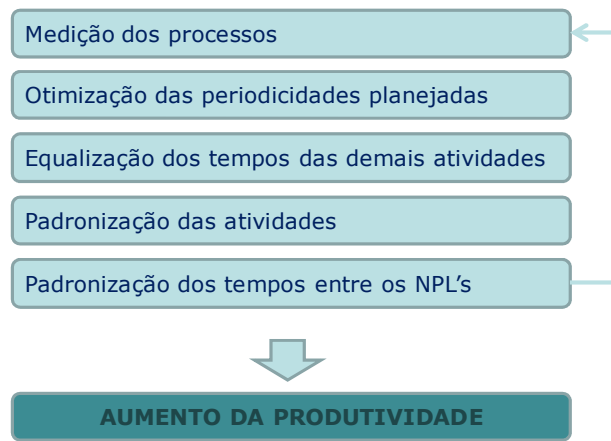


FIGURA 1 – Ciclo PDCA para aumento da produtividade

O dimensionamento de equipes leva em conta os termos dispostos na Norma Regulamentadora NR-10, inclusive no que se refere o item 10.7.3 no qual trabalhos em alta tensão não podem ser realizados individualmente.

A premissa desse trabalho é que pessoas com compromisso, possuindo informações adequadas, agregam valor a suas atividades. O Projeto Movimento está em fase de implantação na Celpe, atualmente na etapa 3, com previsão de conclusão em julho de 2015, quando teremos um comparativo de custos de mão-de-obra em cada NPL e o percentual de aumento de produtividade, contudo, já podemos evidenciar alguns resultados.

### 3.1 Padronização de Atividades

O *kickoff* do projeto foi dado a partir de um workshop que reuniu a unidade planejamento e controle da manutenção, com as unidades executoras e contou com a presença dos 10 coordenadores de NPL da Celpe. Nele foi abordado de maneira motivacional os temas padronização e produtividade.

A partir de dinâmicas de grupo, foram relacionadas todas as atividades ora realizadas pelos NPL's. Além das atividades de manutenção preventiva programada e o atendimento a emergências, foi verificado que existem uma série de atividades que de fato devem fazer parte da rotina dos coordenadores e mantenedores. Através de uma matriz importância x frequência, destacaram-se:

- Controle de almoxarifado;
- Acompanhamento a turma de linha viva (TLE);
- Registro das atividades no ERP da SAP;
- Solicitação de desligamento;
- Manutenção preventiva não-programada;
- Diálogo diário de segurança (DDS);
- Serviços diversos em oficina própria.

Para a mesma análise, as atividades de menor relevância para o processo de manutenção de subestações e maior frequência, foram:

- Controle de frota de veículos através da digitação de relatórios de utilização (cujo registro deveria ser automatizado);
- Acompanhamento nas subestações de atividades de outros setores da empresa;
- Transporte de materiais, com distâncias de até 700 km;
- Manutenção de veículos, que deve ser feito pelo setor responsável da empresa;
- Pequenas compras de materiais e ferramentas.

### 3.2 Catálogo de defeitos

Na Celpe é utilizado o módulo PM do ERP da SAP como ferramenta de gestão da informação da manutenção. Mas é sabido que qualquer ferramenta por si só não agrega valor ao processo mas sim a qualidade das informações. Por isso é importante a formação de um histórico representativo de manutenção com a criação de um banco de dados confiável, de forma a manter registrada e acessível a memória técnica e fornecer subsídios para análise de falhas e auxiliar na análise crítica dos planejamentos da manutenção (NASCIF, 2009).

Segundo Almeida (2001), através da metodologia da manutenção centrada na confiabilidade (MCC), define-se defeito como o estado em que um equipamento está disponível, mas com uma falha em potencial. O defeito põe o equipamento em um estado de degradação parcial do funcionamento de modo que apenas uma manutenção preventiva poderá corrigi-la.

Durante o primeiro *workshop* do Projeto Movimento foi feita também a revisão das árvores de equipamentos por família, identificando os possíveis defeitos para em seus componentes. O catálogo de defeitos existente não estava condizente com o dia-a-dia da manutenção e com esta revisão foi possível identificar os principais componentes de cada família de equipamento e seus defeitos mais frequentes, relacionando as ações corretivas necessárias (manutenção programada para corrigir falha em potencial), de forma trivial para o mantenedor. Ver Tabela 1.

Tabela 1 – Catálogos de defeitos em transformador e regulador e em banco de capacitores (trechos)

TRAFO E REGULADOR	BANCO CAPACITOR
<b>ACIONAMENTO DO COMUTADOR SEM CARGA</b> CORROSÃO/ OXIDAÇÃO Recuperar chaparia / tratamento anti-ferrugem e pintura	<b>ATERRAMENTO DA ESTRUTURA</b> INADEQUADO REFAZER ATERRAMENTO INEXISTENTE FAZER ATERRAMENTO
<b>BOLSA DE SELAGEM TANQUE PRINCIPAL</b> ROMPIDA Substituir bolsa de selagem	<b>CARTUCHO</b> AVARIADO SUBSTITUIR CARTUCHO ELO FUSÍVEL ROMPIDO SUBSTITUIR ELO FUSIVEL
<b>BUCHA PRIMÁRIA</b> TAP CAPACITIVO COM VAZAMENTO Substituir bucha VAZAMENTO DE OMI DA BUCHA Substituir a bucha VAZAMENTO DE OMI DO TRAFO PELA BUCHA Substituir vedação	<b>CÉLULA</b> ABELHA/ CUPIM/ MARIBONDO REMOVER OBJETO AVARIADA SUBSTITUIR CELULA NINHO DE PÁSSARO REMOVER OBJETO OBJETO ESTRANHO REMOVER OBJETO PINTURA DESGASTADA PINTAR CELULA VAZAMENTO SUBSTITUIR CELULA
<b>BUCHA SECUNDÁRIA</b> CHAMUSCADA Recuperar bucha / Substituir	<b>CODIFICAÇÃO</b> ERRADA CORRIGIR CODIFICAÇÃO ILEGIVEL/ FALTANDO REFAZER CODIFICAÇÃO
<b>BUCHA TERCIÁRIA</b> TRINCADA Substituir	<b>CONDUTOR/ PULO</b> PARTIDO SUBSTITUIR PULO
<b>CABO LÍDER</b> PONTO QUENTE Refazer conexão	<b>CONECTOR</b> FOLGADO SUBSTITUIR CONECTOR MAL DIMENSIONADO SUBSTITUIR CONECTOR
<b>COMUTADOR</b> REGISTRO INFERIOR VAZAMENTO Substituir junta de vedação SENSOR TEMPERATURA DANIFICADO Substituir sensor VÁLVULA DE ALIVIO PRESSÃO VAZAMENTO Substituir junta de vedação	
<b>COMUTADOR DE DERIVAÇÃO SEM CARGA</b> FALTA DE SINCRONISMO ACIONAMENTO Sicronizar mecanismo TRAVADO Verificar mecanimo de acionamento VAZAMENTO Substituir vedação	

Com o catálogo de defeitos padronizado no SAP, é possível efetuar o registro de notas de manutenção através de listas de objetos (componentes), defeitos e ações codificadas e padronizadas, para a geração de ordens de serviço.

### 3.3 Roteiros de Manutenção

Os roteiros de manutenção da Celpe tem por objetivo relacionar de forma sucinta as diversas etapas (operações) da execução da manutenção de um equipamento. Um roteiro é parte integrante de uma ordem de serviço e é ferramenta imprescindível na padronização de processos. Através dos roteiros de manutenção é possível indicar também o trabalho em Homem x hora previsto para cada atividade prevista no plano de manutenção de subestações.

Com o projeto Movimento, foi feita a revisão das atividades dos roteiros de manutenção e estimativa de Homem x hora através de conhecimento *a priori* do especialista e em seguida carregado no SAP para geração de ordens de serviço. Ver Figura 2.

**Exibir LTA geral: síntese de operações**

GrpLisTar. RL-CAA RELIGADOR VÁCUO TIPO B NumGrpRot 21

O...	S...	CenTrab	C...	Ctrl	Descrição operação	T	Trab.	U.	E.	Dur.	U.	P..	DstPro...	F..	Tp...	ChvM...
0010	NPL-CAA	1000	ZM01		Manut. Prev. Religador a Vácuo Trifásico		12,0	H	2	6,0	H	0		1	MO_S01	
0020	NPL-CAA	1000	ZM04		Deslocamento de Pessoal		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	
0030	NPL-CAA	1000	ZM03		Ensaio elét. inspeções unid. interrupt		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	
0040	NPL-CAA	1000	ZM03		Inspeção mecanismo de acionam. e transm.		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	
0050	NPL-CAA	1000	ZM03		Lubrificação Mec. Acionamento/transm.		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	
0060	NPL-CAA	1000	ZM03		Inspeção armário, estrut suporte		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	
0070	NPL-CAA	1000	ZM03		Lubrificação trincos e disp. içamento		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	
0080	NPL-CAA	1000	ZM03		Testes elét. (abert/fech/loc/rem)		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	
0090	NPL-CAA	1000	ZM03		Testes mec. (abert/fech/loc/rem)		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	
0100	NPL-CAA	1000	ZM03		Testes de sinalização		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	
0110	NPL-CAA	1000	ZM03		Teste indicador de posição (molas)		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	
0120	NPL-CAA	1000	ZM03		Contador de operações		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	
0130	NPL-CAA	1000	ZM03		Teste bloqueio do equipamento		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	
0140	NPL-CAA	1000	ZM03		Teste de Antibombeamento		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	
0150	NPL-CAA	1000	ZM03		Tempo de carregamento mola de fech.		0,0		0	0,0		0		1	MO_S01	

Entrada 1 / 15

FIGURA 2 – Roteiro de manutenção preventiva de religador a vácuo trifásico no módulo PM do SAP

Após a realização da manutenção, é feito o registro da realização do trabalho pelos NPL's, onde existe a confirmação das datas e horas de execução e deslocamento da equipe. Uma vez registrados os trabalhos previsto e realizado por ordem de manutenção preventiva, pode-se fazer um comparativo entre as expectativas do planejamento e a indicação da realidade, observando as peculiaridades de cada instalação e equipe.

### 3.4 Tempos e Movimentos

A auditoria técnica da manutenção tem a finalidade de avaliar os procedimentos e operações adotados pelas equipes de manutenção dos NPL's, durante a execução das manutenções programadas, seguindo o cronograma definido pelo planejamento, para realização de suas atividades através de ordens de serviço.

Como produtos principais dessa atividade podem ser destacados, entre outros, o melhor aproveitamento dos recursos humanos e materiais, a adoção das melhores práticas e técnicas de manutenção, identificação das necessidades de treinamento e capacitação das equipes, aquisição de novos recursos e o acompanhamento e emprego das normas de segurança no trabalho e preservação do meio ambiente.

Foram oportunizadas para contabilização dos tempos de cada atividade, as auditorias periódicas de manutenção. As medições em campo dos tempos de execução das atividades planejadas visam identificar os tempos de deslocamento, de execução efetiva dos serviços, de parada e o tempo ocioso. Foi elaborado um formulário para auditoria dos tempos e movimentos das manutenções em subestação (ver Tabela 2) para geração de um banco de dados amostral, para consolidar as informações obtidas no nosso sistema de informação, através do registro do trabalho de cada ordem de serviço.

Os registros de trabalho feitos pelos NPL's são importantes para identificar os tempos médios de execução e deslocamento para cada tipo de manutenção programada, contudo, não é possível através deles segregar o tempo produtivo do tempo perdido, uma vez que desvios ou ociosidade podem acontecer no aguardo de material, falta de informação, liberação do equipamento pela operação, falhas de comunicação, desorganização de ferramentas ou trânsito no deslocamento. Para isso, é importante realizar as auditorias para coletar amostras em campo da forma mais pulverizada possível, gerando uma amostra representativa de cada um dos 10NPL's.

De acordo com o cronograma, o Projeto Movimento se encontra na fase de coleta de tempos e movimentos, mas já foi possível extrair algumas informações interessantes através do estudo dos bancos de dados obtidos. Esta é uma fase delicada do estudo, pois dados errôneos ou de má qualidade inseridos não traduzirão a realidade dos resultados. Por isso é importante fazer a identificação dos *outliers* e os devidos expurgos evitando distorções.

Foram analisados os registros de data e hora de início e fim, trabalho e deslocamentos da realização do plano de manutenção preventiva entre os anos de 2011 a 2015, além de uma pequena amostra de auditorias já realizadas. Um dos resultados obtidos é a possibilidade de redução, em média, de 25% nos valores de trabalho previstos para as atividades planejadas. Outro fato interessante é que os NPL's que possuem subestações com maiores distâncias, possuem um tempo de deslocamento menor, traçam um programa de viagem para atender às subestações do trajeto e também não estão sujeitos a congestionamentos no trânsito.

A realização do plano de manutenção preventiva varia entre 10% e 30% do total de trabalho disponível num NPL. Acrescido do tempo de deslocamento e preparação prévia de veículo e ferramentas, esses valores aumentam para 24% a 47% da disponibilidade de pessoal no NPL.

Foram identificados 2 NPL's com um desempenho bastante inferior aos demais. Faz-se necessária uma análise mais aprofundada a respeito dos motivos que levaram a essa distorção, mas de antemão é possível identificar questões culturais envolvidas. Foi observado também que na maioria dos casos, o tempo de execução de uma atividade foi menor durante a auditoria do que o normalmente registrado para cada tipo de manutenção.

### 3.5 Melhores Práticas

Através do projeto, foi inculcida uma filosofia de disseminação das melhores práticas, partindo do princípio que o que é melhor para todos não é necessariamente complexo. Simples ações do dia-a-dia podem fazer a diferença quando se trata de produtividade. Assim, cada inovação na melhoria de uma atividade é recebida pelo órgão de planejamento e replicada para todos, o que provoca também um clima de motivação, já que afeta positivamente a estima das pessoas.

Alguns exemplos de melhores práticas difundidas nesse período:

- Confecção de um gabarito para manutenção em religador a vácuo;
- Facilidade de transporte entre sistemas das correntes de monitoramento de neutro flutuante utilizando ferramentas do Excel;
- Pintura da carcaça das chaves a óleo aproveitando a manutenção tipo C;
- Utilização de talabarte tipo Y para manutenção de banco capacitor.

A validação do projeto culminará com um workshop de melhores práticas.

## 4.0 - CONCLUSÃO

O Projeto Movimento foi desenvolvido de forma simples, porém estruturada, sem utilização de recursos externos, mas com o intuito de sedimentar valores ao processo de manutenção de subestações da Celpe e deixá-la sustentável.

Os próximos passos são:

- Reavaliação das atividades dos NPL's, eliminando aquelas não aderentes ao processo de manutenção de subestações e identificação das médias de trabalho das atividades remanescentes;
- Equalização dos tempos entre NPL's e definição dos quantitativos por equipe, respeitando as características de cada região;
- Definição de medição de indicadores de produtividade.

Como resultado, teremos a adequação do sistema de informação utilizado para atendimento às necessidades mapeadas e o redesenho do modelo dos Núcleos Polivalentes Locais de Operação e Manutenção, de modo a gerar um aumento de produtividade esperado e a consequente disponibilização do Homem x hora para projetar inclusive a primeirização de atividades importantes ao negócio da empresa.

## 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) NASCIF, Júlio; DORIGO, Luiz Carlos – Manutenção Orientada para Resultados. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- (2) FALCONI, Vicente – Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-dia. Belo Horizonte: Editora DG, 1998.
- (3) BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2004.
- (4) ALMEIDA, T. A.; SOUZA, F. M. C. (organizadores) - Gestão da Manutenção – Na direção da competitividade. Pernambuco: UFPE, 2001.
- (5) FONSECA, C. J. C.; LOURENÇO, J. T. V.; ALLEN, J. D. T. – TAO – Terminologia do Aprimoramento Organizacional. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

## 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Taciana Nascimento Lima Filgueiras

Recife, 25/03/1979

Engenheira de Manutenção do Sistema Elétrico PI

Pós Graduação *Latu Sensu* em Gestão da Manutenção

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco – 2004

Graduação em Engenharia Civil

UPE – Escola Politécnica de Pernambuco - 2002

### Trabalhos Técnicos:

Sistema Inteligente de Manutenção Preditiva de Transformadores de Potência

- 25º Congresso Brasileiro de Manutenção – ABRAMAN – 2010

Auditorias Técnicas Aplicadas a Manutenção Preventiva e Preditiva de Equipamentos e Instalações do Sistema Elétrico

- 23º Congresso Brasileiro de Manutenção – ABRAMAN - 2008

Uso de Sistemas Inteligentes na Priorização da Manutenção de Linhas de Transmissão

- XVIII SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica - 2005

- 2º Congresso Mundial de Manutenção – ABRAMAN - 2004

Recuperação de Postes de Concreto Armado do Sistema de Linhas de Transmissão e Subestações

- Cidel Argentina - Congreso Internacional de Distribución Eléctrica – 2006

- III International Conference on High-Performance Concrete - 2002