



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GTL - 23
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

GRUPO XVI

Grupo de Estudo de Sistemas de Informação e Telecomunicação para Sistemas de Elétricos – GTL

LANÇAMENTOS DE OPGW COM CIRCUITOS ENERGIZADOS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO – METODOLOGIA CONSAGRADA –

Fumitaka Nishimura* Lilliane Dias Cicarelli Milton Saito Ruby Rudy Arellano Maurício R. Soares
PROCABLE ENERGIA E TELECOMUNICAÇÕES Ltda.

RESUMO

A substituição do cabo pára-raio pelo cabo OPGW têm sido muito freqüente no Brasil devido à necessidade de digitalização da rede de comunicações das concessionárias de energia elétrica e devido à impossibilidade de desligar as linhas de transmissão, a única modalidade é a instalação do cabo OPGW com a linha energizada.

A ProCable, em parceria com diversas Concessionárias do sistema elétrico, efetuou o lançamento com a linha energizada de mais de 2.600 km de cabos OPGW em linhas de transmissão. A ProCable utiliza o Método "Carrier" para substituição dos cabos pára-raios por OPGW e é considerado o método totalmente consagrado e seguro amplamente aceito pelos clientes. Este trabalho técnico irá descrever a experiência desses serviços nos diversos clientes e nas diversas classes de tensão, as vantagens do Método "Carrier" e os resultados obtidos. Apresentará ainda como são feitos os treinamentos das várias equipes e as medidas de segurança adotadas.

PALAVRAS-CHAVE

Cabos OPGW. Instalação cabos OPGW com linha energizada. Cabos pára-raios. Linhas aéreas de transmissão.

1.0 - INTRODUÇÃO

As Concessionárias do sistema elétrico Brasileiro vêm utilizando as linhas de transmissão de energia elétrica para instalação de cabos óticos tipo OPGW – Optical Ground Wire. Os cabos óticos são utilizados para fins de comunicação, transmissão de dados, vídeo, operação e controle dos sistemas elétricos, como também, para formação de grandes backbones de comunicação, usados pelas Operadoras de sistemas de comunicação.

Existe uma série de restrições imposta pelo ONS – Operador Nacional do Sistema para o desligamento das linhas existentes para possibilitar o lançamento dos cabos OPGW. Em vista disso, as Concessionárias vêm utilizando o Método "Carrier" como a única opção viável para o lançamento do cabo OPGW com a linha energizada.

A ProCable Energia e Telecomunicações Ltda, pioneira neste tipo de serviço, em parceria com diversas Concessionárias de Transmissão do Brasil efetuou, nos últimos quatro anos, o fornecimento e o lançamento com os circuitos energizados de aproximadamente 2.600 km de cabos OPGW em linhas de transmissão, de 138 kV até 750 kV. Somente na tensão de 500 kV foram 1.000 km de cabos instalados.

A ProCable vem utilizando, com muito sucesso, o Método "Carrier" para substituição do cabo pára-raios existente (P.R.) por um cabo OPGW. O Método "Carrier", que trabalha com os circuitos totalmente energizados, foi desenvolvido pela Fujikura Ltd, do Japão, aperfeiçoado pela Procable e adaptado às condições brasileiras. A Fujikura, parceira da Procable, é um dos maiores fabricantes de cabos do Japão e um dos principais fabricantes de OPGW do mundo. Este método é um dos mais seguros e produtivos, para todas as classes de tensão. (138 kV a 750 kV)

* Avenida Casa Grande, 1960 – CEP 09.961-350 – Diadema, SP – BRASIL
Tel: (11) 4061-9101 – Fax: (11) 4061-9111 – E-mail: fnishimura@procable.com.br

O domínio da metodologia de lançamento com linha viva (circuitos energizados) é fundamental para os fabricantes e fornecedores de cabos OPGW para continuar fornecendo cabo OPGW no mercado nacional devido à impossibilidade de desligamento das linhas de transmissão. Além disso, o método de lançamento utilizado deve atender às condições e exigências de trabalho de cada cliente e as condições de carregamento mecânico das estruturas. O Brasil tem uma rede básica do sistema elétrico bastante extensa que futuramente poderá ser instalado cabos OPGW sem quaisquer restrições de operação do sistema elétrico. O desligamento das linhas de transmissão está ficando cada vez mais restritivo e a instalação de cabos OPGW dependerá ainda mais de metodologias de instalação que mantenham as linhas energizadas e executem as tarefas com segurança e com uma produtividade adequada.

Este trabalho técnico irá descrever a experiência de instalação do cabo OPGW efetuada pela Procable para vários clientes, nas várias classes de tensão (138 kV a 750 kV), apresentando as características dos lançamentos, as linhas de transmissão, os cabos OPGW, adequações, vantagens do Método "Carrier" e os resultados alcançados e apresentará como foram feitos os treinamentos das várias turmas, os recursos e equipamentos utilizados e as medidas de segurança consideradas.

Estima-se que 80% das substituições futuras de cabos pára-raios por OPGW serão sem desligamento das LT's. Isso representa cerca de 1.200 km/ano. O percentual de substituição deverá ser de 100% para linhas de 500 kV, considerando as restrições para desligamento e preços atuais mais competitivos para os serviços com linha viva.

2.0 - MÉTODO "CARRIER"

2.1 Descrição do método

O Método "Carrier", que trabalha com os circuitos totalmente energizados, consiste da utilização de um carrinho autopropulsionado (carrier), que desliza sobre o cabo pára-raios a ser substituído da linha de transmissão. O carrinho puxa uma corda isolante especial de alta resistência ao trilhamento elétrico e posiciona várias polias (1).

Após tracionada a corda em um tramo (lance de uma bobina com média de 5 km, para 10 a 15 torres) e posicionadas as polias, o cabo pára-raios é afrouxado e tracionando-se a corda as polias giram de 180°, invertendo-se a posição da corda e do cabo pára-raios existente, ficando então, a corda por cima do cabo pára-raios.

A seguir, conecta-se o cabo OPGW no cabo pára-raios, instala-se dispositivo antitorção, se necessário, no OPGW e puxa o cabo pára-raios com o puller. Durante o puxamento são feitos reforços nas emendas do cabo pára-raios com emendas preformadas de reparo. Esse puxamento tem duração de cerca de 2 horas. Para o puxamento, são posicionados eletricitistas nas torres da extremidade do tramo e em cerca de três torres intermediárias.

Finalmente, procede-se com a regulagem e grampeamento do cabo OPGW.

O método mantém o "clearance" entre os condutores e os cabos pára-raios e OPGW, dentro das distâncias mínimas de segurança (1). Uma das vantagens deste método são as baixas trações no cabo OPGW durante a instalação, evitando-se danos no cabo durante a instalação, sendo a força típica de puxamento igual a 300 kgf.

Este método é o mais seguro e produtivo, particularmente para linhas de EHV, por exemplo, 500 kV e 750 kV.

2.2 Ferramentas

As ferramentas especiais apresentadas a seguir são utilizadas no Método "Carrier". Estas ferramentas foram desenvolvidas pela Fujikura e aperfeiçoadas pela Procable, no Brasil. Todas elas estão nacionalizadas, exceto a corda, que é importada da Fujikura, do Japão, por ser uma corda especial de alta tecnologia de altíssima resistência ao trilhamento elétrico, própria para trabalhos até 750 kV. Outras ferramentas, comuns na construção de linhas de transmissão, são também utilizadas, que, porém, não são descritas neste trabalho técnico.

- Carrinho autopropulsionado ("Carrier") – utilizado para lançar a corda de aramida é movido por um motor a diesel. Peso de 35 - 40 kg e velocidade de 15 - 30 m/min sobre o cabo pára-raios. O carrinho pode ter comando remoto por rádio e utilizar uma câmara de vídeo para inspecionar o estado do cabo existente (Figura 1)
- Corda isolante – componente fundamental no método. Deve ser isolante, com baixo teor de absorção de umidade, baixo módulo de elasticidade e alta resistência mecânica e ao trilhamento elétrico. O Método "Carrier" utiliza uma corda de aramida revestida de polietileno, com diâmetro nominal de 14 mm, peso de 0,160 kg/m e resistência mecânica de 9.000 daN.
- Polia dupla-vertical – polia para lançamento da corda de aramida e OPGW, instalada ao longo do cabo pára-raios e fabricada em alumínio, com roldanas de nylon e peso de 2 kg (Figura 2).
- Polia para ângulo – instalada nas torres, para ângulos de 90°, armação articulada em aço com 5 ou 6 roldanas de alumínio, e peso de 45 kg.
- Polias de apoio – instaladas nas torres, fabricadas em liga de alumínio, são de dois tipos: 1.000 mm (40 kg), para as estruturas da extremidade do tramo e 650 mm (23 kg), para as estruturas intermediárias. Essas

roldanas são equipadas com dispositivo deslizante (roldana de alumínio), para o aterramento contínuo dos cabos P.R. e OPGW (Figura 3).

- Dispositivo antitorção – contra-peso de aço tipo pendulo, flexível, de 1.000 mm (8 kg) ou 1.300 mm (11 kg); é instalado no OPGW.
- Cabo de aço antitorção – cabo guia do pára-raios, com 12 tranças cruzadas, com Ø9 mm, resistência mecânica de 5.390 daN e peso 0,295 kg/m.

2.3 Equipamentos

Os equipamentos de tração, lançamento e regulação dos cabos são o puller, que faz o puxamento e o freio, que recebe a bobina do OPGW, e apresentam as seguintes características (Figuras 4 e 5):

- carga de tração de 2.000 daN;
- velocidade variável de 0 a 4,2 km/h;
- dinamômetro e medidor de comprimento cabo;
- dois tambores com 5 ranhuras, Ø1.500 mm ou Ø660 mm;
- motor diesel de 24 ou 35 HP, refrigerado ar ou água;
- peso de 1.700 ou 1.400 kg.

Obs.: Apesar de funções diferentes, o puller e o freio podem apresentar as mesmas características.



FIGURA 1 – CARRINHO AUTOPROPULSIONADO

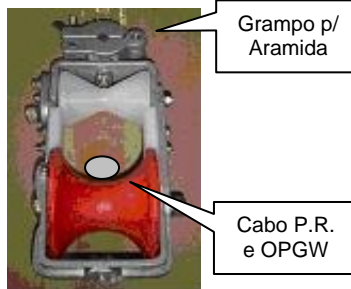


FIGURA 2 – POLIA DUPLA-VERTICAL



FIGURA 3 – POLIA DE APOIO



FIGURA 4 – PULLER



FIGURA 5 – FREIO

3.0 - TURMA DE LANÇAMENTO DO OPGW

3.1 Formação das Turmas

3.1.1 Qualificação dos eletricitistas

O pré-requisito básico para pertencer a uma das equipes de lançamento é a experiência prévia do eletricitista. É condição necessária que ele já tenha trabalhado em circuitos energizados de linhas de transmissão. Aptidões como habilidade, atenção, agilidade são também fundamentais e eletricitistas que demonstram pouca atenção são afastados das tarefas de risco.

3.1.2 Equipes

Uma turma para obras de lançamento de cabo OPGW tem no máximo 60 pessoas e é constituída de várias equipes de trabalho, conforme descrito a seguir. A configuração básica das equipes é apresentada na Tabela 1.

- Equipes de lançamento: normalmente são três as equipes de lançamento, por turma. A 1ª equipe faz o lançamento da corda de aramida, a 2ª o puxamento e lançamento do OPGW e a 3ª retira a corda de aramida e carretilhas, enquanto a 1ª turma vai para o tramo seguinte, e assim sucessivamente.

- Equipe de nivelamento e grampeamento: tem a função de efetuar o esticamento do OPGW, fazer a ancoragem e as fixações do OPGW nas torres.
- Equipe de emenda: faz as emendas das fibras óticas nas caixas de emenda em cada tramo de bobina.
- Equipe de operadores de equipamentos: operam as máquinas: puller, freio, guindauto e trator para abertura de acessos e picadas.
- Equipe de supervisão / apoio: cabe ao supervisor o planejamento da turma e das atividades, bem como a coordenação de todos os serviços, ao encarregado geral a orientação e acompanhamento dos serviços de lançamento e ao técnico de segurança a fiscalização constante das tarefas.

3.1.3 Composição das equipes

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO MÉDIA DAS EQUIPES DE LANÇAMENTO DE OPGW (TOTAL 56 PESSOAS)

Equipes	Lançamento	Nivelamento	Puller e Freio	Emenda	Supervisão e Apoio
Composição	1 Encarregado 4 Montadores 3 Ajudantes 1 Motorista	1 Encarregado 2 Montadores 2 Niveladores 6 Ajudantes 2 Motoristas	2 Operadores 2 Ajudantes 1 Motorista/Munck 1 Tratorista	1 Emenda 1 Ajudante	1 Supervisor 1 Encarregado Geral 1 Técnico Segurança 1 Administração 1 Almoxarife 1 Vigia Canteiro 2 Vigias Campo
Nº pessoas	3x9	13	6	2	8

3.2 Quantidade de Ferramentas e Equipamentos

As quantidades de ferramentas e equipamentos especiais para compor uma turma completa de lançamento de cabo OPGW com linha energizada é apresentada na Tabela 2.

TABELA 2 – QUANTIDADE DE FERRAMENTAS PARA UMA TURMA DE LANÇAMENTO DE OPGW

Item	Ferramenta / Equipamentos	Und.	Qtd.
1	Carrinho autopropulsionado	cj	3 ¹
2	Corda isolante – Aramida	m	2x6.000
3	Polia dupla vertical	pç	2x250
4	Polia para ângulo (banana)	pç	2x6
5	Polia de apoio (bandolas de 650 e 1.000 mm)	pç	2x(14+4)
6	Dispositivo antitorção	pç	2x2
7	Cabo de aço antitorção guia do P.R.	m	4x1.000
8	Puller	cj	1 ²
9	Freio	cj	1 ²

Obs: 1 – Um carrinho é de reserva.

2 – Quando o acesso às torres é difícil, podem ser utilizados dois conjuntos de puller / freio.

3.3 Medidas de Segurança

A segurança é fundamental no Método “Carrier” e em toda tarefa é efetuada uma análise previa dos riscos. As seguintes medidas de segurança são tomadas:

- aterramento de todos os equipamentos: o puller e freio devem ser posicionados sobre uma malha metálica de aterramento para equalização do potencial.
- aterramentos deslizantes são instalados nos cabos pára-raios e OPGW, tanto no puller, como no freio e nas polias de apoio (Figura 3 e 5).
- utilização de ferramental de qualidade comprovada. Não se admite imitações e ferramentas experimentais.

Um fator que afeta enormemente a segurança é a chuva. Quando ocorre chuva fina ou quando a umidade relativa do ar é muito alta não se faz lançamento.

Cuidados especiais são para os EPI’s. Basicamente são usados os seguintes: luvas e mangas isolantes, capacetes e óculos. Roupas e botas condutivas são utilizadas em estruturas com alta indução eletromagnética, particularmente nas tensões de 440, 500 e 750 kV.

O Método “Carrier” segue as Normas Regulamentadoras de Medicina e Segurança do Trabalho (aprovadas pela portaria nº 3214/77 do Ministério do Trabalho), particularmente as NR-02 (inspeção prévia e ordens de serviço), NR-04 (roteiro e programação dos serviços existentes na região: hospitais, corpo de bombeiro, postos policiais,

serviços florestais), NR-05 (CIPA), NR-06 (EPI,s), NR-07 (exames médicos), NR-09 (riscos ambientais), NR-10 (serviços em eletricidade) e NR-11 (transporte e movimentação de carga).

3.4 Treinamento

O treinamento é uma das principais partes do Método "Carrier". Toda turma de instalação de cabos OPGW recebe um treinamento prévio para capacitação no Método "Carrier". Periodicamente, são feitas reciclagens no treinamento e ainda, executadas auditorias técnicas durante a execução das tarefas, por um especialista independente, para avaliação dos vícios e riscos cometidos.

O treinamento é efetuado em duas fases:

- Treinamento teórico – apresentação de primeiros socorros, seqüência das tarefas, procedimentos para escalada e movimentação em torres, metodologias de içamento de materiais, confecção de nós em cordas, tarefas em altura, distancias de segurança, puxamento e velocidade das máquinas, etc.
- Treinamento prático – simulação com linha desenergizada e aplicação real (linha energizada), executada em baixa velocidade.

Uma das maiores preocupações do método é com a segurança humana e o treinamento enfatiza constantemente este aspecto. Um destaque do método é a escalada das torres, devida às tensões induzidas, particularmente em tensões de 345 kV e acima. A escalada é feita em locais pré-determinados das torres. Deve ser enfatizado que 80% dos serviços são executados no alto das torres, onde os condutores estão energizados. Não se admite queda de ferramentas do alto das estruturas.

Um fator importante é a integração com os métodos e práticas dos Clientes. É feita uma avaliação antecipada das características regionais, mapas dos acessos, tipos das torres e seu carregamento mecânico e, então, a metodologia é adaptada para cada caso e tipo de linha.

4.0 - INSTALAÇÃO DOS CABOS OPGW

4.1 Linhas de Transmissão

Entre 2001 e 2005, a PROCABLE efetuou a instalação de aproximadamente 2.600 km de cabos OPGW em linhas de transmissão existentes de 138 kV até 750 kV, com os circuitos energizados e utilizando o Método "Carrier". Os cabos OPGW foram 2.603 km nestes últimos cinco anos (lançamento de 569 bobinas).

A Tabela 3 apresenta um resumo dos clientes e cabos OPGW fornecidos e instalados pela ProCable. A Tabela A, em Anexo, apresenta mais detalhes destas instalações e de outros cabos lançados com linhas energizadas.

TABELA 3 – INSTALAÇÃO DE CABOS OPGW COM LINHA ENERGIZADA (TOTAL 2.603 km e 569 BOBINAS)

Ano	Cliente	Tensão das LT's	Quant. km	OPGW Nº de Fibras	Ano	Cliente	Tensão das LT's	Quant. km	OPGW Nº de Fibras
2001 2002	CHESF	230 kV 500 kV	294	24	2004 2005	ELETRONORTE	500 kV 230 kV	1.264	36 72
2002 2005	CEEE	230 kV	283	24 36	2004 2005	CTEEP	138 kV 230 kV	728	12
2003	COPEL	230 kV	34	36			345 kV 440 kV		

As Figuras 6 a 10 ilustram algumas LT's onde foram lançados cabos OPGW pelo Método "Carrier".



FIGURA 6 – LT-440 kV (Bauru-Embu), da CTEEP



FIGURA 7 – LT-500 kV (P. Afonso-Xingo), da CHESF



FIGURA 8 – LT-230 kV (V. Conde-Sta Maria), da ELETRONORTE



FIGURA 9 – LT-500 kV (Tucuruí-V. Conde), da ELETRONORTE



FIGURA 10 – LT-500 kV (Imperatriz-Tucuruí), da ELETRONORTE

4.2 Características de Cabos OPGW

As principais características de cabos OPGW instalados pela Procable estão apresentadas na Tabela 4. O cabo OPGW mais adequado para a instalação em linha energizada pelo Método Carrier é o cabo de dupla camada (Figura 11) já que não apresenta necessidade da utilização do dispositivo anti-torção durante a instalação, mantendo-se assim a distância original entre o cabo pára-raio e os cabos fase. Este dispositivo anti-torção tem extensão de aproximadamente 1,30m o que restringe a distância de trabalho entre o cabo pára-raios e os cabos fase. A Figura 11 apresenta o corte transversal de um cabo OPGW de dupla camada com 12 FO fornecido e instalado em várias linhas da CTEEP e fabricado pela Fujikura.

TABELA 4 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE CABOS OPGW INSTALADOS

Característica	Cliente							
	CHESF	CEEE		COPEL	ELETRONORTE		CTEEP	
Seção transversal - (mm ²)	110	111	111	119	105	122	115	150
Nº de fibras óticas	24	24	36	36	36	76	12	12
Diâmetro externo (mm)	13,8	14,4	14,4	15,4	14,1	15,7	14,3	16,3
Material do tubo e fios	1 tub.inox ACSW ¹	1 tub.Al ² AçoZn ³	1 tub.Al ² AçoZn ³	1 tub.Al ² AY ^{3,4}	1 tub.Al ² AçoZn ³	1 tub.Al ² AçoZn ³	Int.: AY ⁴ Ext.: AW ¹	Int.: AY ⁴ Ext.: AW ¹
Formação Nº fios x mm	8 x 3,75	11 x 3,09	11 x 3,09	15 x 2,59	13 x 2,67	16 x 2,50	6 x 2,55 10 x 3,30	6 x 2,90 10 x 3,80
Tubo alumínio - (mm)	1 x 6,30	1 x 8,2	1 x 8,2	1 x 2,0	1 x 8,80	1 x 10,70	1 x 2,55	1 x 2,90
Tração de ruptura - (kgf)	10.594	10.387	10.387	11.973	9.209	9.982	9.689	12.900
Peso - kgf/km	623	756	761	677	696	782	680	896
Taxa curto-circuito kA ² x s (50/180 °C)	25	30,8	49,5	87	32,8	15	63,5	116,0

Obs.: 1 – ACSW ou AW = Aluminium Clad Steel Wire (aço revestido de alumínio).

2 – Tubo de alumínio central, com a unidade ótica.

3 – Coroa externa do OPGW.

4 – AY = Alumínio-liga, da coroa interna.

4.3 Particularidades das LT's e dos Lançamentos

O lançamento do OPGW com a linha energizada pode ser efetuado em qualquer tensão e tipo de torre de transmissão. As principais torres das linhas onde foram lançados os cabos OPGW e suas características básicas são apresentadas a seguir:

- **Torre delta** – exemplos são as LT's 500 kV Paulo Afonso a Xingo da CHESF, com 55 km de OPGW (Figura 7) e Tucuruí a Vila do Conde da ELETRONORTE, com 273 km de OPGW (Figura 9) e algumas LT's 440 kV da CTEEP, como Bauru a Embu Guaçu, com 85 km de OPGW.

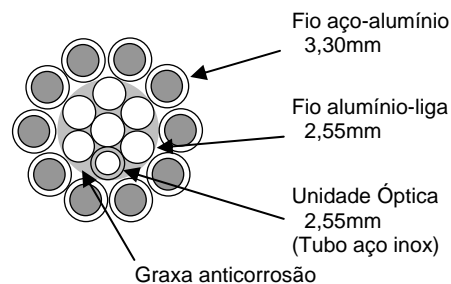


FIGURA 11 – Seção transversal cabo OPGW, 12 FO, da Fujikura, de 115 mm²

(CTEEP)

- Torre raquete – exemplo é a LT 500kV Imperatriz a Tucuruí, da ELETRONORTE, com 413 km de OPGW. Neste tipo de estrutura não foi substituição do cabo pára-raios e sim a instalação do cabo OPGW na lateral da estrutura, conforme mostra a Figura 10 (lado esquerdo), efetuada com as fases energizada.
- Torre piramidal - circuito duplo – um exemplo é a LT 230 kV Vila do Conde a Sta Maria, da ELETRONORTE, com 167 km de extensão (Figura 12). A substituição do cabo pára-raios pelo OPGW deve ser efetuada com muito mais cuidado devido ao cabo ficar sobre as fases e no mesmo alinhamento. O Método “Carrier” tem a grande vantagem do menor “clearance” entre os cabos. Outro exemplo de torre piramidal é a de LT 440 kV Cabreuva a Embu, da CTCEP, com 77 km de extensão (Figura 6). Essas torres de 440 kV da CTCEP têm uma configuração de projeto diferente das demais e houve necessidade de se tomar certas precauções para evitar danos mecânicos nas mísulas das torres (extensão na estrutura para a fixação do cabo pára-raios).



FIGURA. 12 – LT-230kV (V.Conde-Sta.Maria), da ELETRONORTE

4.4 Produtividade

Clearance dos condutores, tipo de torre, ângulos da linha, condições e estado geral das torres e cabo pára-raios, topografia do terreno, acessos, sistema de comunicação, treinamento, experiência dos eletricitistas e particularmente o método utilizado são fatores que influenciam na produtividade.

O clearance entre o cabo pára-raios e as fases é reduzido substancialmente no Método “Carrier”, facilitando as tarefas de substituição do cabo pára-raios, aumentando a segurança e obtendo-se melhor produtividade.

Antes de se iniciar o lançamento do cabo OPGW é feita uma análise previa da linha, observando-se os fatores que influenciam na produtividade. A partir daí é feito um planejamento de lançamento do cabo nos tramos.

Utilizando-se o Método “Carrier” e um planejamento otimizado das turmas e tarefas, a Procable conseguiu aumentar a produtividade dos lançamentos, igualando-se a produção, com este método, com a de um método convencional em linha desenergizada.

A produtividade média nos lançamentos de OPGW por métodos convencionais, com linhas desenergizadas é de 60 - 70 km/mês. Para linhas energizadas, obtinha-se produtividade de 25 - 30 km/mês. Atualmente, a produtividade média obtida pela Procable utilizando-se o Método “Carrier” é de 60 km/mês-turma ou lançamento de 3 bobinas de cerca de 5 km por semana, com uma equipe padrão de trabalho igual a 60 pessoas. Quando os fatores são favoráveis chega-se a lançar até 5 bobinas por semana (90 km/mês), como foi o caso de trechos de LT's da ELETRONORTE.

Com a prática e a experiência adquiridas nos diversos lançamentos, verificou-se que produtividade varia por tipo de torre, tensão, comprimento de linha e por região (acesso, acidente geográfico) e das condições de carregamento das estruturas e da distância do cabo para raio ao cabo condutor. Dessa forma, definiram-se os custos dos serviços para cada tipo de torre e tensão da linha.

5.0 - CONCLUSÕES

O Método “Carrier”, desenvolvido pela Fujikura do Japão, aperfeiçoado e adaptado às condições das linhas de transmissão do Brasil pela Procable, vem sendo utilizado com muito sucesso nos lançamentos de cabos OPGW. Este método foi utilizado não só nos lançamentos de OPGW, como de outros cabos, por exemplo, troca de cabo pára-raios convencional em linhas de 750 kV (Furnas) e do tipo ADSS, em diversas configurações de torres de linhas de transmissão do sistema elétrico nacional, desde 138 kV até 750 kV.

Além de se conseguir uma produtividade adequada (instalação média de 60 km/mês, com uma equipe de 60 pessoas), outra vantagem deste método é de ser absolutamente seguro, conforme verificados nos trabalhos de lançamento, verificadas em todas as classes de tensão (230 a 750 kV).

O Método “Carrier” já está consagrado junto aos clientes e, após quatro anos de uso em mais de 2.600 km de LT's energizadas já está totalmente consolidado. Neste período, não ocorreu nenhum acidente devido ao processo de lançamento em si. Essa experiência bem sucedida consagra este método para utilização não só no Brasil como na América Latina. A PROCABLE tem sido solicitada para executar esse tipo de serviço também nas Concessionárias de América Latina.

O Método “Carrier” pode ser ainda utilizado para inspeção de cabos pára-raios de LT's existentes, para substituição ou manutenção de trechos danificados. Isso foi feito em linha de 750 kV de FURNAS.

6.0 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

(1) "Instalação de Cabo OPGW com Linha-Viva - Método Carrier", XVII SNPTEE, Uberlândia, MG, Out.2003.

7.0 - BIBLIOGRAFIA

- (1) **Fumitaka Nishimura** é membro do IEEE. Formou em Engenharia Elétrica (1973) e recebeu o título de MSEE (1977) pela USP. Obteve grau de PhD em Sistemas de Potencia (1988), pela USP. Foi professor da USP de 1976 a 2003. Trabalhou na Pirelli, Alcoa e Wirex, do Brasil. Atualmente, é Diretor Geral da ProCable Energia e Telecomunicações. Publicou e apresentou vários papers em seminários (IEEE, CIRED e SNPTEE) e revistas.
- (2) **Liliane D. Cicarelli** é membro do IEEE. Formou em Engenharia Elétrica (1986) e recebeu o título de MSEE (1992) pela USP - Universidade de Paulo. Trabalhou na Pirelli e Alcoa Alumínio do Brasil, foi Gerente de Vendas da Wirex Cable e atualmente é Diretora Financeira da ProCable Energia e Telecomunicações. Publicou e apresentou vários papers em seminários (IEEE, CIRED e SNPTEE) e revistas.
- (3) **Milton Saito é Tecnólogo de Projetos pela Universidade Estadual Júlio Mesquita (1979). Em 1990 recebeu o título de Bacharel em Administração de Empresas pela Faculdade de Ciências Econômicas e Administrativas de Osasco. Foi Coordenador de Manutenção da ABB Ltda, supervisor de instalação da Wirex Cable S.A. Atualmente trabalha na Procable como responsável técnico da instalação de cabos OPGW em linha energizada até 750 kV.**
- (4) **Ruby Rudy Arellano** é Engenheira Elétrica pela Universidade Católica de Petrópolis (1991) e recebeu o título de MSEE pela Escola Politécnica, USP (1998). Prestou consultoria na Alcoa Alumínio do Brasil e CELELEC Eng^a. Trabalhou nas Empresas de Transmissão de Energia do Panamá e de Distribuição de Energia EDEMET -EDECHI- Unión Fenosa, Panamá e na Wirex Cable S.A. Atualmente é Engenheira de Aplicação da ProCable.
- (5) **Maurício R. Soares** é membro do IEEE. Formou em Engenharia Elétrica pela UFMG (1973) e tem pós-graduação em Sistemas de Potencia (1978 - UFMG) e Engenharia de Distribuição (Univ. de Mackenzie, SP - 1980). Ingressou na CEMIG em 1974 e foi Gerente do Depto de Engenharia de Distribuição. Aposentou-se da CEMIG em 1998 e atualmente é Engenheiro Consultor em sistemas de potência de distribuição de energia elétrica. Publicou e apresentou vários papers em seminários (IEEE CIRED, SENDI e SNPTEE) e em revistas.

-----<<<<>>>>-----

TAB. A – INSTALAÇÃO CABOS EM LINHAS TRANSMISSÃO ENERGIZADAS (TOTAL 2.739 km e 619 BOBINAS)

Ano	Cliente	Linhas de Transmissão	Tensão (kV)	Qtd. (km)	Nº Bobs.	Seção (mm ²)	Nº de Fibras	Descrição dos Serviços
2001	CHESF	LT Paulo Afonso IV - Xingo LT Pituaçu - Matatu	230 500	55 9	10 2	110	24	Projeto, fornecimento e instalação.
2001 2002	CHESF	LT Xingó - Messias	500	230	40	110	24	Projeto, fornecimento e instalação.
2002	CEEE	LT Caxias Esul - Taquara	230	67	17	111	36	Projeto, fornecimento e instalação.
2003	COPEL	LT Curitiba - Ponta Grossa	500	34	7	119	36	Fornecimento e Instalação.
2003 2004	CEEE	4 LT's	230 230 230	81	21	-	36	Projeto, fornecimento e instalação (cabo ADSS) ¹ .
2004	ELETRO-NORTE	LT Imperatriz - Marabá - - Tucuruí	500	353 60	77 13	105 122	36 72	Fornecimento e Instalação ² .
2004	ELETRO-NORTE	LT Tucuruí - Vila do Conde	500	273	64	105	36	Fornecimento e Instalação.
2004	ELETRO-NORTE	LT Vila do Conde - Guamá LT Guamá - Utinga LT Utinga - Santa Maria	230 230 230	51 20 96	11 4 21	105	36	Projeto, fornecimento e instalação.
2004	FURNAS	LT Itaberá - Tijuco Preto	750	55	29	88,9	-	Instalação ³ .
2004 2005	CTEEP	Diversas LT's (total de 24 linhas)	138 230 345 440	728	179	115 e 150	12	Projeto, fornecimento e instalação.
2005	CEEE	6 LT's	230	216	44	111	24	Fornecimento e instalação.
2005	ELETRO-NORTE	LT Coxito – Rondonópolis LT Rondonópolis - Barra Peixe	230	189 222	37 43	105	36	Projeto, fornecimento e instalação.

Obs.: 1 – Lançamento do cabo ADSS com linha energizada (Método "Carrier"), sem substituição do cabo pára-raios.

2 – Lançamento do cabo OPGW no lado da torre piramidal (Figura 10), sem substituição do cabo pára-raios.

3 – Só substituição de cabo pára-raios com linha energizada (Método "Carrier"), sem instalação de OPGW.