



## XIX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2010 – 22 a 26 de novembro

São Paulo - SP - Brasil

### **Estrutura Modular de Emergência Extra-Leve, para Regiões de Difícil Acesso de 69 e 138 kV.**

<b>Euler Ferreira Martins</b>	<b>Ricardo Alves Ribeiro</b>	<b>Bruno Borborema Campos</b>
<b>Enersul</b>	<b>Enersul</b>	<b>Enersul</b>
euler.martinas@enersul.com.br	Ricardo.ribeiro@enersul.com.br	linhas.centronorte@enersul.com.br

#### **Palavras-chave**

Linhas de Subtransmissão  
Estrutura de Emergência  
Estrutura Modular Extra leve

#### **RESUMO**

Atualmente, o sistema elétrico da empresa Enersul possui 3.763 km de linhas de subtransmissão, portanto este trabalho visa melhorar a prática da manutenção de emergência nas linhas gerenciadas pela Enersul, para substituir estruturas de sub-transmissão danificada que estejam comprometendo o fornecimento de energia elétrica aos clientes. A estrutura de emergência foi projetada para atender as dificuldades em recuperar a transmissão em regiões alagadas de difícil acesso, característica nas localidades do pantanal, com eficiência e rapidez. Portanto a Estrutura de Resina poliuretana visa melhorar o índice DEC da empresa, isto é, diminuir a duração de interrupção de fornecimento de energia elétrica no caso aonde o sistema não possui alternativas de fornecimento. O objetivo deste trabalho é proporcionar uma ferramenta que possa restabelecer em condições de emergência e num pequeno período de tempo e com mão de obra mínima, o fornecimento de energia de forma provisória, restabelecendo a transmissão de energia elétrica. Este poste de emergência, deve ter dimensões suficientes para ser transportado numa camionete ou até mesmo em um barco e ser implantado com o número estimado de quatro eletricitistas. O poste deve ser montado e desmontado no local de sua aplicação.

## **1. INTRODUÇÃO**

O poste de emergência foi fruto de uma necessidade da empresa em atender em um menor período de tempo possível uma ocorrência de emergência, aonde ocorra a interrupção do fornecimento de energia elétrica. O poste de emergência é fabricado em dois módulos de Resina poliuretana para facilitar o transporte à regiões de difícil acesso. O conjunto do poste foi dimensionado tendo em vista a tensão de operação de 138kV e instalação de equipe mínima de 4 técnicos. Foram efetuados ensaios com carga mecânica, e experiência de montagem, alcançando tempo de 15 minutos para instalação completa do conjunto por 8 técnicos em evento festivo.

O material usado na composição do poste de fibra é mais resistente e apresenta diversas vantagens em relação a todos os materiais atualmente utilizados, segundo fabricante e a eficácia na rapidez da instalação da estrutura é comprovada por experiências práticas, mas não se sabe sobre a vida operacional uma vez que, é uma inovação técnica para o serviço de manutenção de linha de transmissão da empresa Enersul.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### ***2.1 OBJETIVO***

Melhorar a prática da manutenção de emergência nas linhas gerenciadas pela Enersul no estado de Mato Grosso do Sul para substituir estruturas de sub-transmissão danificada que estejam comprometendo o fornecimento de energia elétrica aos clientes. O poste de emergência foi projeto para atender as dificuldades em recuperar a transmissão em regiões alagadas de difícil acesso, característica nas localidades do pantanal, com eficiência e rapidez. Portanto o poste de Resina poliuretana visa melhorar o índice DEC da empresa, isto é, diminuir a duração de interrupção de fornecimento de energia elétrica no caso aonde o sistema não possui alternativas de fornecimento.

### 2.1.1 APLICAÇÃO

**Problema a Solucionar:** Restabelecer num mínimo período de tempo, a transmissão de energia, interrompido por queda de estrutura de transmissão em área de difícil acesso, com a utilização de um estrutura de emergência provisório, que possa ser instalado por uma equipe composta por três eletricitas e uma pick-up.

**Estrutura de emergência:** A idéia da estrutura modular de Resina poliuretana foi um aprimoramento da utilização de torres modulares de emergências, utilizadas para substituição de torres autoportantes nas linhas de transmissão, no entanto essas torres leva em média 4 horas de trabalho com equipe de 8 técnicos bem capacitados para ser implantados. Já os postes de emergência modular de Resina poliuretana é facilmente implantado em 40 minutos por 4 técnicos. Para viabilidade técnica e operacional o poste possui 2 módulos de fibra de vidro com altura 5,1 e 5,6 metros, respectivamente, o modulo da parte superior e da parte inferior, logo o poste montado apresenta altura de 9,15 metros, devido ao engastamento ao encaixar as peças modulares. A base é metálica e articulada, dimensionada para encaixar a parte inferior do poste com engastamento de 1 metro na base e encaixar perpendicularmente a haste de 6 metros que auxilia o levantamento da estrutura com 3 cadeias de isoladores polimérico em sua extremidade superior, conhecida como “palhaço”.

**Estrutura do poste:** O poste foi projetado de forma a não precisar de buraco para o engastamento nem de grande esforço para a implantação. O conjunto é composto por 2 módulos e uma base articulada, para que a montagem das peças seja executada no solo. O material dos módulos foi confeccionado de Resina poliuretana com encaixe fixados por parafuso facilitando a montagem e desmontagem. A base foi feita de ferro galvanizado para fixação no solo por 4 agulha de um metro cada, enterrados por

Para a desmontagem do poste, deve-se seguir o procedimento inverso da montagem.

As dimensões e pesos de cada parte são:

### 2.1.1.1 CARACTERÍSTICA CONSTRUTIVA DA ESTRUTURA DE EMERGÊNCIA



**Figura 01:** Estrutura de emergência, possui dois módulos composto de Resina poliuretana.

#### ESTRUTURA DE RESINA POLIURETANA

##### Características físicas:

Peso Módulo	1	2	Total
<b>Kg</b>	<b>49,3</b>	<b>77</b>	<b>126</b>

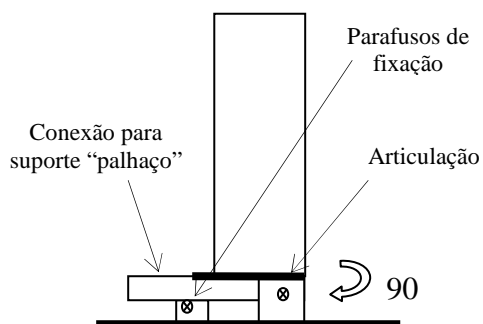
Estrutura de emergência	Comprimento [m]	Φ Superior [mm]	Φ Inferior [mm]	Φ Engastamento [m]
<b>Tuiuiú 2010</b>	<b>9,144</b>	<b>205</b>	<b>318</b>	<b>1,524</b>

Modulo 1	Comprimento [m]	Φ Superior [mm]	Φ Inferior [mm]
	<b>5,10</b>	<b>205</b>	<b>250</b>

Modulo 2	Comprimento [m]	Φ Superior [mm]	Φ Inferior [mm]
	<b>5,56</b>	<b>230</b>	<b>318</b>

## BASE METÁLICA ARTICULADA

### Características físicas:



A base articulada foi projetada para encaixar o poste de emergência e assim auxiliar os técnicos no levantamento do conjunto com o menor esforço possível, uma vez que, todo poste e suas estruturas são montados em terra.

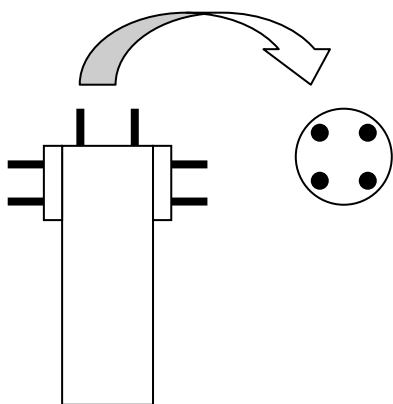
**Figura 02:** Base articulada metálica

Peso	Base Metálica	Palhaço	Total
<b>Kg</b>	<b>55</b>	<b>15</b>	<b>70</b>

Base [m <sup>2</sup> ]	Suporte [mm]	Φ Superior [mm]	Φ Inferior [mm]	Comprimento [m]
<b>1</b>	<b>220</b>	<b>293</b>	<b>318</b>	<b>1,5</b>

## CONEXÃO DE ISOLADORES POLIMÉRICOS

### Características físicas:



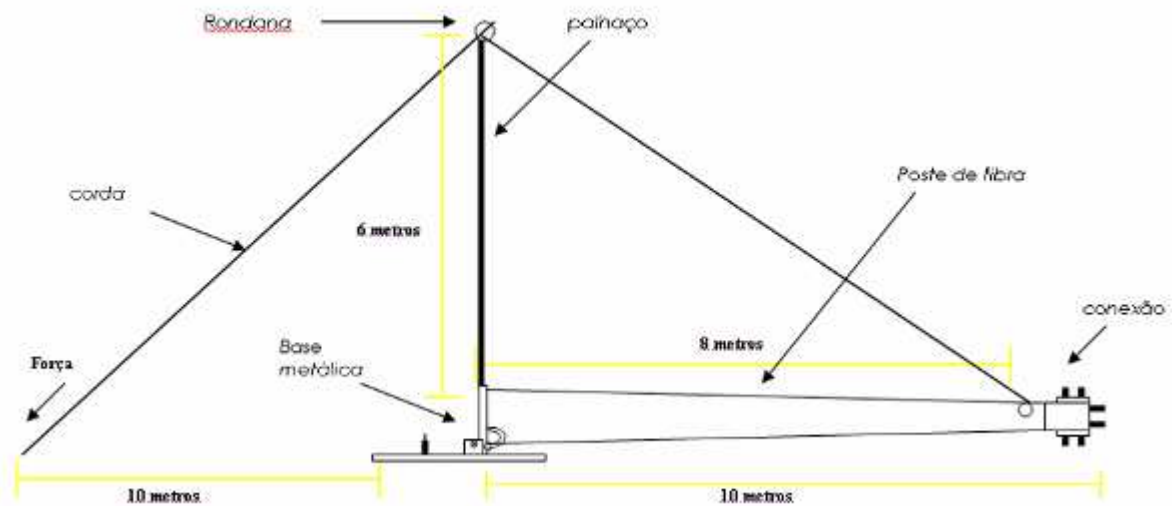
A conexão de isoladores é uma peça feita de fibra de vidro com 4 parafusos de bitola 1 mm<sup>2</sup>, utilizada para conectar os isoladores do tipo polimérico.

**Figura 03:** Cabeçote de fibra de vidro para conexão dos isoladores

Parafuso [mm]	Suporte [mm]	$\Phi$ Superior [mm]	$\Phi$ Inferior [mm]	Comprimento [m]
1	220	293	318	1,5

Como se trata de um estrutura de emergência para áreas alagadas aonde veiculo não tem acesso, foi feito cálculos para utilizar a menor força possível para levantar a estrutura respeitando os seguintes critérios:

- Espaçamento de no máximo 10 metros de distancia do poste para puxar a corda para levantar estrutura com três isoladores;
- Palhaço tem 6 metros;
- O palhaço é fixado na base metálica do poste;
- A corda para levantamento é conectada no parafuso fixo à 8 metros da base da estrutura.



**Figura 04:** Esquema de montagem com critérios adotados para o dimensionamento.

FOTOS:

**Estrutura desmontada**



**Foto 01:** Base metálica articulada, poste de resina poliuretana e suporte de conexão para isoladores.

**Base Articulada Metálica**



**Foto 02:** A base é fixada ao solo com quatro agulhas de 1 metro de comprimento.

**Suporte para conexão de isoladores poliméricos**



**Foto 03 :** Suporte para conexão com três isoladores polimérico de 138 kV.

### 2.1.1.2 HISTÓRICO

#### **Estrutura tipo tubular 138 kV**

No início utilizava-se estrutura tipo tubular de aço galvanizado, disposição de fases: triangular; 6 a 8 estais de âncora; peso: 2.300kg

#### **Desvantagens da estrutura tipo tubular**

- Custo elevado;
- Dificuldade de transporte;
- Requer treinamento freqüente;
- Elevado tempo de montagem.

#### **Estrutura tipo Tuiuiú para 138 kV**

Idealizada em meados dos anos de 1.990 a 1.994 e aplicada em 1.995. A composição do poste era eucalipto tratado tipo médio com 11 metros de comprimento e peso 350 kg. Carga nominal suportada aproximada de 250 kgf, empregando 03 isoladores poliméricos (Line Post), fixado a sua extremidade 02 estais de contra-poste por estrutura, em alinhamento.

#### **Objetivos:**

- Restabelecer num menor espaço de tempo, o fornecimento de energia, interrompido por queda de poste em área de difícil acesso.
- Utilizar estrutura provisória de emergência, que possa ser instalado por uma equipe de emergência composta por três eletricitas e uma camionete.
- Vão médio 175 m

#### **Vantagens**

- Baixo custo (tuiuiú R\$ 5.000,00/estrutura);
- Facilidade de transporte (peso reduzido);
- Requer treinamento especializado apenas para supervisores;
- Agilidade na montagem:
- HU: 1,5 h com 4 eletricitas;
- Tuiuiú: 1h com 4 eletricitas;
- Tuiuiú 2010: 15 minutos com 7 eletricitas no 1º rodeio dos eletricitas em outubro de 2009.
- Melhoria contínua → versão 2010 do Tuiuiú

#### **Estrutura tipo Tuiuiú – versão 2010**

- Para locais de difícil acesso, como terras aradas, pantanal, etc.
- Estrutura de Resina poliuretana (peso reduzido);
- Dois módulos montados alcançando 9,13 metros de comprimento;
- Peso do poste → 126 kg;



- Peso dos três isoladores → 84 kg;
- Peso da conexão → 20 kg;
- Peso total → 230 kg;

### 2.1.1.3 EXPERIÊNCIA REALIZADAS

Tipo de estruturas: Base articulada metálica, estrutura composta por dois módulos de Resina poliuretana e suporte para conexão de isoladores poliméricos (rede 138 kV).

- Data da 1ª montagem: Campo Grande 16/07/09.

Com a estrutura elevada e devidamente estaiada foi realizado testes de sustentação do suporte de isoladores em três etapas:

1ª etapa – foi fixado barril de 250kg no isolador do lado direito;

2ª etapa – foi fixado barril de 250 kg no isolador do lado esquerdo;

3ª etapa – foi fixado dois barris de 250 kg em ambos isoladores das extremidades.

4ª etapa – foi fixado uma haste no isolador do meio e neste dois barris de 250 kg cada em suas extremidades, totalizando quatro barris nos respectivos isoladores.



**Foto 04:** Experiência para testar a resistência mecânica da estrutura.

- Data da 2ª montagem: Campo Grande 10/08/09.

Com a estrutura montada com três isoladores polimérico instalados foi elevada por 4 técnicos: 2 içando e 2 auxiliando. Com o poste devidamente estaiado foi realizado novamente testes de sustentação do suporte de isoladores em três etapas:

1ª etapa – foi fixado barril de 250kg no isolador do lado direito por 7 dias;

2ª etapa – foi fixado barril de 250 kg no isolador do lado esquerdo por 7 dias;

3ª etapa – foi fixado dois barris de 250 kg em ambos isoladores das extremidades por 14 dias.

No fim de 28 dias foi efetuada inspeção detalhada em toda a estrutura do poste e principalmente na conexão dos isoladores, no qual não houve qualquer dano.

Todos os testes realizados foram concluídos com sucesso.

- Data da 3ª montagem: Campo Grande 17/10/09.

No Evento : 1º rodeio dos eletricitas do grupo Redes Energia.

O Tuiuiú 2010 foi montado e levantado em 15 minutos por 7 eletricitas.



**Foto 5:** montagem da estrutura no evento 1º rodeio dos eletricitas do grupo rede

### 3. CONCLUSÕES

A estrutura de Resina poliuretana é de fácil montagem em período pequeno de tempo, podendo ser transportado em caminhoneta ou barco colaborando assim para a diminuição dos índices DEC das regiões de difícil acesso, além das vantagens construtivas mencionadas abaixo:

- **Maior taxa de resistência / peso, comparado a qualquer poste do mercado**

- Cada poste ultrapassa com garantia a classe de carga requerida;
- Comportamento e desempenho previsível sob praticamente todas as condições de carga;
- A resistência não deteriora ao longo da vida útil.

- **Vida operacional esperada de 50 a 80 anos, segundo fabricante.**

- Menor custo geral de ciclo de vida comparado a postes de madeira, aço ou concreto;
- Reposição significativamente reduzida de postes, economizando assim importantes custos com mão de obra;
- Mínima manutenção necessária.

- **Inerte do ponto de vista ecológico devido ao uso de resina atóxica**

- Sem VOCs (compostos orgânicos voláteis);
- Sem HAPs (poluentes atmosféricos perigosos);
- Sem lixiviação de produtos químicos tóxicos no meio ambiente;
- Sem remediação do solo, necessária quando os postes são removidos de operação;
- Sem responsabilidades ambientais futuras para concessionária de utilidades.

- **Menor peso geral para um determinado comprimento e classe de poste**

- 1/3 do peso do poste de madeira, 2/3 do poste de aço, 1/8 do peso do poste de concreto;
- Peso reduzido significa mais postes por carga de caminhão, menor custo de transporte;
- Podem ser utilizados equipamentos menores e mais leves para instalar os postes.

- **Produto não condutor**

- Maior segurança para as equipes das empresas de utilidade e para o público.

#### **4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E/OU BIBLIOGRAFIA**

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos. Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 2: Métodos de envelhecimento térmico: norma, NBR NM-IEC 60811-1-2, Rio de Janeiro, 2001.

Petrofisa & OCV Reinforcements. Catálogo do Produto, Postes em Compósito. Owens Corning 2008.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM D 790: Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials USA, 1996.