

TORRE DE EMERGÊNCIA MÓVEL PARA LINHAS DE TRANSMISSÃO 69 E 138 KV

Petrucio Leal Pereira, petrucio.pereira@fieb.org.br¹
Ana Tereza Andrade Borba, ana.borba@fieb.org.br¹
Frederico Wergne de Castro Araujo Filho, wergne@fieb.org.br¹
Ricardo Cerqueira Medrado, ricardo.medrado@fieb.org.br¹
Emmanuel Jose Guerra Brito da Silva, emmanuel.silva@fieb.org.br¹
João Vitor Souza Queiroz, joaovitor.queiroz@fbest.org.br¹
Rodinelly Alex de Oliveira, raoliveira@neoenergia.com²
Danilo dos Santos Suguri, dsuguri@neoenergia.com²
José Antônio de Souza Brito, jbrito@neoenergia.com²

¹Centro Universitario SENAI CIMATEC

²NEOENERGIA COELBA

Resumo: A busca por novos métodos e tecnologias para otimização dos serviços, tornando-os mais baratos, rápidos e eficientes, é um dos principais objetivos de diversos setores econômicos. No setor elétrico, e, especialmente, nos procedimentos de manutenção e expansão das redes de distribuição este objetivo mostra-se extremamente relevante. Estes serviços encontram nos métodos atuais dificuldades como: longo tempo de execução, grande dimensão dos equipamentos necessários, dificuldade de acesso aos locais das ocorrências e demanda por equipes numerosas e altamente qualificadas. Este artigo apresenta os resultados do projeto de P&D ANEEL nº PD-00047-0085/2019, intitulado “Torre de Emergência Móvel para Linhas de Subtransmissão em 69 e 138kV”, proposto pelo Grupo Neoenergia e executado pelo SENAI CIMATEC. O projeto teve como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de uma Torre de Emergência Móvel treliçada, modular e rebocada por uma plataforma veicular, com elevação da estrutura da torre realizada de forma remota por um sistema controlado por operador em solo e que pode ser utilizada em serviços de manutenção e construção das novas linhas de transmissão de 69 a 138 kV. O protótipo desenvolvido e patenteado no projeto permitiu uma maior mobilidade e agilidade em relação à operação convencional, por usar liga de alumínio 6061-T6, ser transportado por um veículo 4x4 para facilitar a aproximação às linhas de transmissão, além da sua montagem e elevação ocorrerem através de sistema de basculamento controlado por operador em solo. Desta forma, o tempo de serviço foi otimizado, o sistema proporcionou maior segurança aos operadores e o número de envolvidos na equipe de trabalho foi reduzido. Quando o equipamento for integrado às rotinas de manutenção da distribuidora, espera-se observar a diminuição dos custos operacionais e o restabelecimento mais rápido de eletricidade. Para critério de validação do funcionamento do protótipo, o mesmo foi submetido a diversas simulações de resistência e testes físicos, como de flexão e tracionamento da estrutura, mobilidade em locais de difícil acesso, acionamento do sistema de basculamento remoto e montagem da Torre em diferentes configurações, circuitos simples, duplos e de ancoragem para linhas de 69 a 138kV. Diante dos resultados obtidos, foi possível concluir que o protótipo da Torre de Emergência Móvel atendeu aos requisitos mecânicos, estruturais e de aplicação para as ocorrências de manutenção em linhas de transmissão, que exigem a implantação rápida de uma estrutura para reestabelecimento do fornecimento elétrico.

Palavras-chave: Torre de Emergência, Distribuição, Mobilidade, Redes, Transmissão.

1. INTRODUÇÃO

As redes de transmissão de energia elétrica são responsáveis por transportar a energia entre as usinas geradores e os consumidores. Usualmente, tais redes de transmissão utilizam-se de estruturas de concreto ou torres metálicas para sustentação dos cabos que conduzem a eletricidade da geração ao consumo. Estas estruturas podem ser mais ou menos complexas, a depender do nível de tensão da rede elétrica. Maiores níveis de tensão elétrica exigem estruturas de maior porte.

Em casos de avarias às linhas de transmissão, se faz necessário instalar uma nova estrutura, o que demanda uma grande equipe para execução, a mobilização de recursos como equipamentos para escavação, novos postes e equipamentos para compactação do solo. Muitas vezes esses recursos não estão disponíveis para atender as necessidades emergenciais e essas atividades possuem um tempo de reestabelecimento alto, o que pode resultar em atrasos no fornecimento de energia, assim como multas, baixo nível de satisfação dos consumidores e riscos de acidentes aos operadores.

Para tornar o processo mais rápido foram criadas estruturas provisórias para atender as demandas emergenciais das equipes de manutenção, visto que, algumas distribuidoras fazem uso dessas soluções no reparo das linhas. Essas soluções são denominadas “Torres de Emergência”, entre as quais destacam-se a Torre de Emergência Triangular (TET), Torre de Emergência de Fibra e a Estrutura ERS Lindsey.

A Torre de Emergência Triangular (TET) é composta por módulos em uma estrutura em aço patinável e galvanizado de coluna única permitindo a utilização em linhas de até 500 kV. Os módulos são montados em solo e são içados para montagem vertical da torre. Os equipamentos utilizados na montagem são habituais e atendem diferentes tipos de configuração em suspensão e ancoragem. As dificuldades atreladas a utilização dessa torre provêm da necessidade de um caminhão para transportar os materiais, elevada mão de obra para montagem e um prazo para montagem de mais de 12 horas (Seccional, 2011).

Já a Torre de Emergência de Fibra consiste em uma torre seccionável em até 3 módulos podendo ser utilizada em coluna única ou dupla. Essa torre é aplicável em linhas de 69 a 138 kV, sendo transportada através de caminhões e, quando no local, cada seção da estrutura pode ser transportada manualmente por 6 pessoas. O material utilizado na fabricação da torre é resistente à corrosão e considerado um isolante natural, mais leve que os postes de concreto e com maior vida útil também. Como pontos negativos: a) a torre precisa de um processo de escavação para instalação; b) em alguns casos é necessário lixar os módulos para permitir o encaixe; c) atende apenas a configuração de suspensão e; d) Os custos são mais elevados que os outros tipos de poste (Centro de Excelência Elektro, 2016).

Quanto às estruturas do Sistema de Restauração de Emergência, o modelo 600L ERS da empresa americana Lindsey tem aplicabilidade para linhas de até 500kV, atendendo diferentes configurações de suspensão e ancoragem. Essa torre é composta por liga de alumínio de alta resistência, com resistência a corrosão e vida útil elevada possuindo peças soldadas que evita o manuseio de peças pequenas e parafusadas, facilitando sua montagem local. Por outro lado, esse modelo de torre precisa de um caminhão para transporte e tem a necessidade de uma elevada quantidade de mão de obra para montagem da torre (Lindsey Manufacturing, 2014).

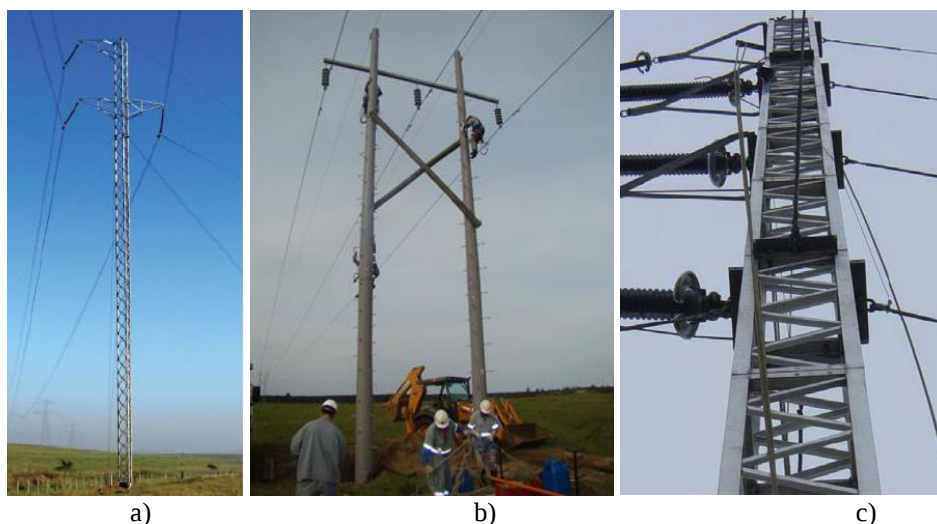


Figura 1. a) Modelo de TET; b) Exemplo da utilização da Torre de fibra em coluna dupla; c) Modelo 600L ERS montada.

Tendo em vista os procedimentos atuais e as limitações das estruturas provisórias, é possível notar que há necessidade em redução da equipe disponível devido ao elevado tempo de execução, redução dos custos de manutenção, menor tempo de reestabelecimento nas linhas e melhora na satisfação do cliente.

Neste artigo, é apresentado o desenvolvimento de um projeto pelo SENAI CIMATEC que envolveu a execução de dois protótipos de Torre Emergencial Móvel. Este projeto visou desenvolver uma torre emergencial móvel junto com uma plataforma veicular que viabiliza elevar a estrutura até a posição de trabalho, permitindo uma otimização na mobilidade e agilidade para o restabelecimento das redes de transmissão elétrica.

2. METODOLOGIA

Após estudar o estado da arte do produto, parte-se para o processo da engenharia onde foram executados estudos sobre os materiais e suas aplicações, cálculos e simulações para viabilização da estrutura e ensaios para validação dos protótipos. A seleção dos materiais a serem usados na estrutura da torre focou em permitir que o protótipo possuísse baixo peso e tivesse mobilidade.

Com isso, o time de engenheiros propôs trabalhar com ligas de alumínio, no qual foram analisados os alumínio da família 3000, 5000 e 6000, sendo a liga com melhor desempenho o 6061-T6. Dessa forma, a maior parte da estrutura da torre foi fabricada com essa liga. No entanto, alguns componentes da base e dos suportes para os cabos da linha de transmissão foram fabricados em liga de aço ASTM A572, por necessitar de maior resistência mecânica. O estudo

realizado para selecionar a liga de alumínio permitiu identificar que a liga 6061-T6 possui baixo peso (densidade próximo a 2700 kg/m³), um limite de escoamento de 294 MPa, próxima a do aço ASTM 1020 (300 MPa), limite de resistência à tração de 3000 MPa e maior tolerância a ambientes corrosivos, portanto, permitindo que a torre pudesse ser leve, com resistência suficiente para suportar as cargas máximas de projeto e maior tempo de vida útil ao serem instaladas em ambiente marítimo com alta concentração de spray de sal. Para validar o material escolhido para estrutura da torre, foi utilizado o *Software Granta Selector*, no qual foi destacado o Alumínio 6061-T6, por possuir alta resistência mecânica e baixo peso, como pode ser visto pela Figura 2., em que o eixo X representa a densidade do material e o eixo Y o parâmetro de elasticidade do material.

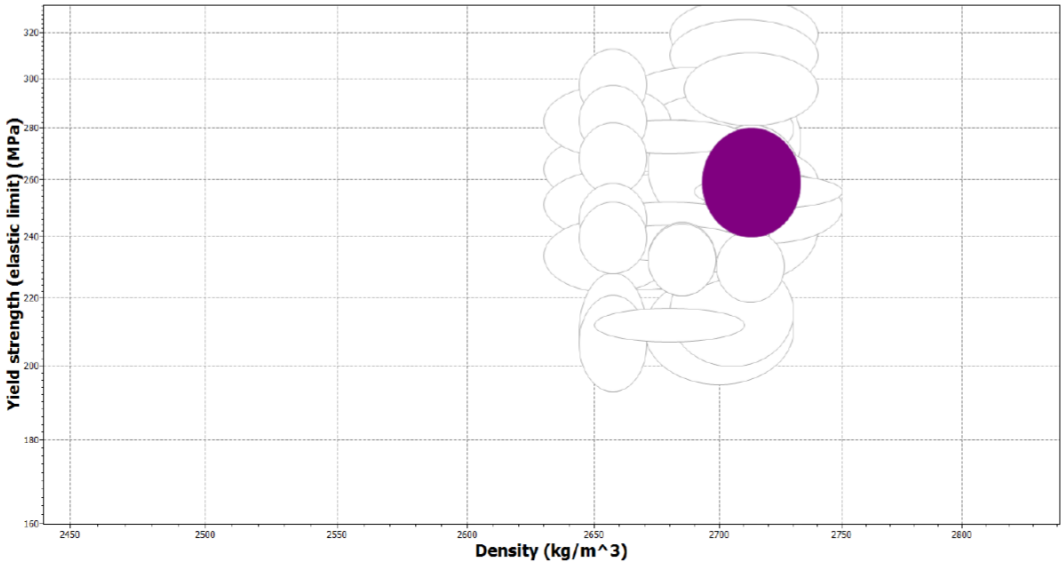


Figura 2. Material selecionado pelo Software Granta Selector.

Por se tratar de uma liga com tratamento térmico foi adotada uma estratégia para união das peças através de parafusos com tratamento superficial do tipo zinco trivalente, permitindo minimizar o efeito de oxidação galvânica, visto que, a solda iria comprometer a resistência do material utilizado na estrutura. Todas as peças fabricadas em aço receberam também pintura para reduzir o efeito de oxidação galvânica gerada pelo contato com as peças em alumínio e a corrosão com a atmosfera.

Após a definição do material, avaliou-se o formato da estrutura da torre, sendo desenvolvido um estudo para avaliar o momento de inércia variando as formas geométricas. Diante desse estudo, o modelo definido que atendeu aos requisitos foi o com geometria quadrada e modulável. A partir dos cálculos e simulações realizadas foi possível concluir que o modelo quadrado com comprimento reduzido possui um maior momento de inércia quando comparado com o formato triangular, como pode ser visto na Figura 3. Além disso, o formato quadrado permite localizar com facilidade perfis comerciais para a fabricação da estrutura da torre.

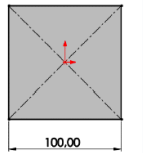
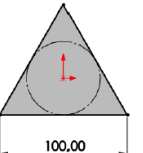
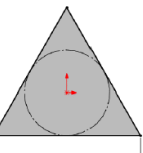
PERFIL	LADO	MOMENTO DE INÉRCIA
	100 mm	8.333.333,33 mm ⁴
	100 mm	1.804.219,59 mm ⁴
	146,60 mm	8.333.458,47 mm ⁴

Figura 3. Comparativo entre os perfis geométricos.

A etapa de simulação CAE, foi criada a partir da definição dos casos de carga pensando nos principais objetivos do protótipo, resultando num total de 38 casos de carga avaliados e discutidos, dos quais 7 casos, apresentados na Tabela 1, foram simulados através de software de elementos finitos. Dessa análise foi possível verificar que as tensões críticas desenvolvidas tanto na estrutura da torre quanto da base apresentaram valores inferiores aos das tensões de projeto (250 MPa). As tensões de projeto foram determinadas pelo método dos estados limites, conforme apresentado na norma NBR8800.

Tabela 1. Casos de cargas avaliados

Caso	Descrição da condição	Ilustração
1	Carga aplicada no topo da torre (1500 kgf) mais a resultante da carga dos estais.	
2	Apenas o lado direito carregado (3 cargas de 7,8 kN) mais a resultante da carga dos estais.	
3	Ambos os lados carregados com 3 cargas de 7,8 kN em cada lado (simulando o peso do cabo) mais a resultante da carga dos estais.	
4	Carga aplicada no topo da torre (1500 kgf) mais a resultante da carga dos estais 3 estais contrapostos.	
5	Apenas um dos lados carregados com 3 cargas de 4,1 kN (simulando o peso do cabo), 3 cargas de tração de 19,6 kN cada e mais a resultante da carga dos estais contrapostos	
6	Apenas um dos lados carregados com 3 cargas de 2,3 kN (simulando o peso do cabo), 3 cargas de tração de 19,6 kN cada, mais a resultante da carga dos estais contrapostos e o carregamento do vento horizontais (32 m/s)	
7	Apenas um dos lados carregados com 3 cargas de 2,3 kN (simulando o peso do cabo), 3 cargas de tração de 19,6 kN cada, mais a resultante da carga dos estais contrapostos e o carregamento do vento transversais (32 m/s)	

As características construtivas desse protótipo foram adotadas respeitando normas da NBR 5422, recomendações do guia IEEE 1074-2006 e resoluções do CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito). A norma NBR 5422 refere-se a projeto de linhas aéreas para transmissão de energia elétrica, sendo importante para servir de base para os cálculos de carga de vento; o guia do IEEE 1074-2006 atuou como referência para escolha do material utilizado e as resoluções do CONTRAN para definir as características do reboque para transporte da torre e dos seus equipamentos auxiliares para montagem e instalação.

Outro ponto em destaque desse projeto foi a configuração de acionamento que através de um sistema de cabo e polias permite que a torre seja erguida módulo a módulo. Dessa forma, a torre pode ficar configurada para ser compacta para transporte e alta o suficiente para atender a demanda de reestabelecimento da linha de transmissão de 69 a 138kV.

3. TESTES

Para afirmar e validar a aplicação da torre, os protótipos foram submetidos a diversos testes com distintas naturezas. Todos os testes e a fabricação dos protótipos foram realizados no SENAI CIMATEC PARK, complexo tecnológico-industrial localizado no centro industrial de Camaçari, Bahia, parte integrante da infraestrutura do SENAI CIMATEC. Para isso, foi construído no espaço uma rede de circuito duplo de transmissão, denominada rede *mockup*, com vão de 400 metros e uso de cabos 336.



Figura 4. SENAI CIMATEC PARK

A execução desses experimentos avaliou a integridade da torre em variados aspectos, incluindo a montagem, observando o comportamento da estrutura quando submetida a esforços mecânicos. Assim, dos testes realizados, são apresentados no presente artigo o teste de resistência mecânica, teste de montagem para circuito simples, teste de montagem para circuito duplo, teste de ancoragem e teste de rotação em locais de difícil acesso.

3.1. Teste de esforços e resistência mecânica

O teste de Resistência Mecânica a flexão e tracionamento teve como objetivo principal confirmar se a deflexão da estrutura após o esforço era compatível com o que foi simulado no CAE e observar se surgiam zonas plastificadas e trincas na estrutura. Este teste foi de suma importância, pois possibilitou observar o comportamento das treliças e reforços instalados.

Para execução deste teste, os protótipos foram submetidos a dois procedimentos diferentes. O primeiro, denominado de teste de flexão, no qual aplicou-se apenas uma carga em um único sentido com 1.500 kgf, e o segundo, denominado de teste de tração, em que uma carga resultante por tração em direção opostas com 2.000 kgf foi aplicada. A Figura 5 mostra acima o esquema para realização do primeiro procedimento e abaixo para o segundo procedimento.

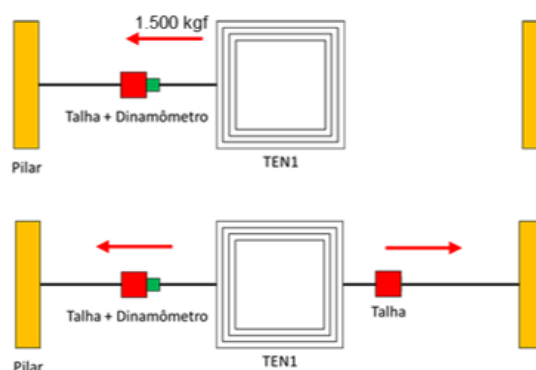


Figura 5. Esquema ilustrativo dos testes de esforço mecânico.

Na primeira etapa do teste os módulos foram fixados ao solo afim de simular a condição de estaiamento, com toda estrutura montada, como mostra na Figura 6. Uma talha mecânica foi instalada ao sistema para imprimir três cargas diferentes de 500 kgf, 1000 kgf e 1500 kgf, mantendo por 2 minutos nas duas primeiras cargas e 5 minutos na última carga. Deste modo avaliou-se o deslocamento da torre ao ser submetida aos esforços, observando a flexão e se houve plastificação no material. Esse teste foi adaptado da NBR 8451-1:2020 que trata sobre testes em postes de concreto para redes de distribuição e transmissão.



Figura 6. Execução do teste de Flexão.

Na segunda etapa instalou-se a torre ao mesmo sistema da etapa anterior, mas com outra talha mecânica instalada do lado oposto para realizar força nos dois sentidos, mostrado na Figura 7. As duas talhas aplicam uma carga de 1.000 kgf para cada sentido e assim pode-se verificar o comportamento do material ao ser aplicado uma força de tração em sentidos opostos sobre a estrutura.



Figura 7. Execução do teste de Tração.

Os resultados obtidos com o teste foram bastante significativos para comprovar e validar os dados extraídos das simulações com auxílio de software. Ao finalizar os processos e analisar os resultados foi possível notar que o deslocamento ocorrido quando aplicadas as cargas na estrutura da torre estavam dentro dos parâmetros simulados, observando que na condição de carga máxima (1500 kgf) o deslocamento obtido foi de apenas 204 mm, sendo que o máximo simulado para essa condição era de 235 mm. Desse modo, concluiu-se que não houve plastificação do material.

3.2. Suspensão em Circuito Simples (Tipo Canadense)

O teste de suspensão em circuito simples consistiu na instalação e montagem da torre na configuração de um circuito tipo canadense, com duas mísulas de suspensão para o lado direito e uma mísula de suspensão para o lado esquerdo. Este procedimento teve como objetivo avaliar a resistência da estrutura quando submetida aos esforços de montagem nessa configuração de cabos, bem como avaliar o tempo de execução da montagem e instalação da Torre. O teste foi realizado conforme o esquema na mostrado na Figura 8.

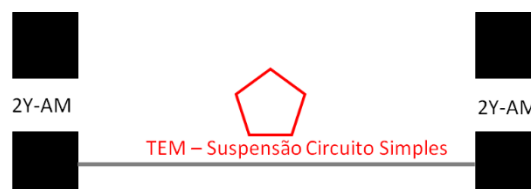


Figura 8. Esquema para teste de Suspensão em Circuito Simples.

A estrutura da torre foi montada no centro do vão de 400 metros onde se encontra a rede mockup, dessa forma a mesma foi instalada por 4 operadores a fim de erguer por completo os três módulos e travar as mísulas. Após realizado este procedimento e com os operadores em solo, os estais foram montados aplicando uma força de tração de 1500kg sobre a torre, instalando posteriormente os três cabos 336. Este procedimento é indicado pela Figura 9.



Figura 9. Montagem e instalação da Torre em configuração tipo Canadense

O resultado do teste foi satisfatório, observando que a estrutura resistiu bem aos esforços submetidos, validando a sua aplicação em ocorrências que demandam esse tipo de configuração. Outro ponto avaliado foi o tempo de montagem e instalação da torre, que obteve um resultado relevante, tendo todo o processo concluído em menos de três horas, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Tempo medido para montagem e instalação da Torre na configuração tipo Canadense.

OPERAÇÃO	TEMPO
Basculamento da torre até 45°	0:02
Fixação dos piquetes na base	0:05
Basculamento de 45° até 90°	0:02
Instalação dos estais provisórios	0:10
Remoção do pino e instalação da plataforma de trabalho	0:07
Instalação da mísula superior	0:29
Instalação da mísula superior e inferior em lados opostos	0:22
Instalação das manilhas dos estais permanentes	0:17
Içamento e travamento do módulo 2	0:09
Içamento e travamento do módulo 3	0:07
Tracionamento dos estais permanentes	0:21
Fixação dos cabos nas mísulas e travamento na posição final	0:31
TOTAL	2:42

3.3. Suspensão em Circuito Duplo

Outro teste realizado foi o de suspensão em circuito duplo, com esquema mostrado através da Figura 10, semelhante ao procedimento de circuito simples. Dessa vez para configuração de circuito duplo foram utilizadas duas mísulas superiores fixadas no topo do módulo 1, duas mísulas inferiores na base do módulo 1 e duas mísulas inferiores na base do módulo 2. Assim, o objetivo deste teste foi avaliar a resistência da estrutura da torre aos esforços submetidos a partir de uma nova configuração de cabos, bem como demonstrar a versatilidade da torre para suprir diferentes ocorrências.

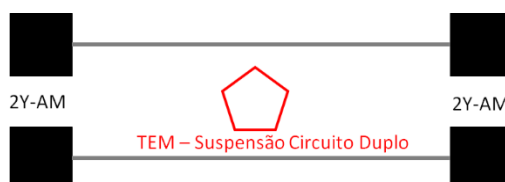


Figura 10. Esquema para teste de Suspensão em Circuito Duplo.

A torre foi montada e instalada ao meio do vão da rede *mockup*, mas dessa vez com um circuito duplo. Primeiro conectou-se os cabos 336 nas mísulas de forma que 3 fases paralelas fiquem suspensas pela torre e, em seguida, foram instaladas as mísulas do lado oposto configurando a suspensão em circuito duplo, em detalhe na Figura 11.

Este teste foi bem-sucedido, uma vez que o objetivo principal era demonstrar a versatilidade da torre, atendendo também o circuito duplo e uma nova configuração com fases paralelas.

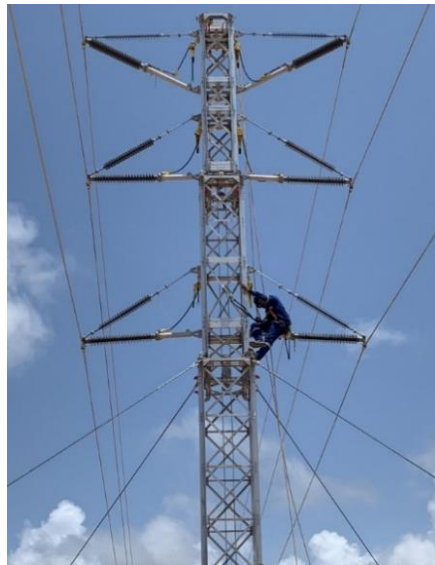


Figura 11. Torre na configuração de suspensão dupla.

3.4. Ancoragem em ângulo

O teste de ancoragem em ângulo foi realizado afim de trazer um aspecto de maior complexidade para a torre e, com isso, validar a aplicação da estrutura para suporte na construção de nova linhas de transmissão, substituindo as estruturas provisórias. Neste teste é demandado um maior esforço mecânico da estrutura da torre e, conseqüentemente, um aumento no número de estais utilizados. Para essa configuração, a torre foi instalada de modo que os cabos elétricos estivessem conectados a uma angulação de 10° do centro do protótipo, como mostrado na Figura 12.

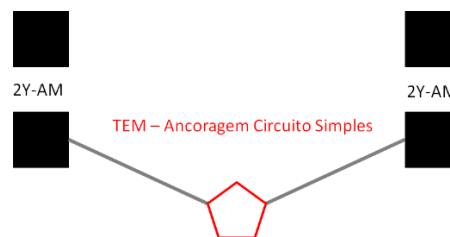


Figura 12. Esquema de ancoragem em ângulo.

Para essa configuração foi necessária a utilização de ferragens auxiliares para realizar a instalação, como suportes de ancoragem para o isolador. Em função da complexidade da configuração, utilizou-se a capacidade máxima de estaiamento da torre, contando com 9 estais de ancoragem, 4 estais provisórios e 4 permanentes.

Após a instalação de todos os estais, os cabos elétricos foram grampeados gerando uma força de tração sobre a estrutura. O comportamento estrutural da torre foi dentro do esperado, tendo um resultado positivo nessa fase de teste e validando a aplicação da torre, inclusive para substituir estruturas provisórias na construção de novas linhas, como pode ser visto na Figura 13.



Figura 13. Torre de Emergência na configuração de ancoragem em angulo

3.5. Rodagem em locais de difícil acesso

Como foi atribuído a torre uma característica móvel, foi preciso validar também esse aspecto, em que se realizou um teste de rodagem em locais de difícil acesso. Dessa forma, a torre foi rebocada por um veículo do tipo *Pick-up*, transitando em vias pavimentadas com obstáculos como aclives, declives, curvas, lombadas, manobras de estacionamento e desvios de obstáculos, e em vias não pavimentadas como situações de terrenos lamacentos e buracos, como pode ser visto na Figura 14.



Figura 14. Situação de rodagem em vias não pavimentadas.

Os resultados do teste foram obtidos a partir de um questionário respondido pelos condutores dos veículos e observadores, cujos registros podem ser analisados na Figura 15. O resultado mostrou-se bem conclusivo para validar a operação da Torre de Emergência Móvel em locais de difícil acesso.

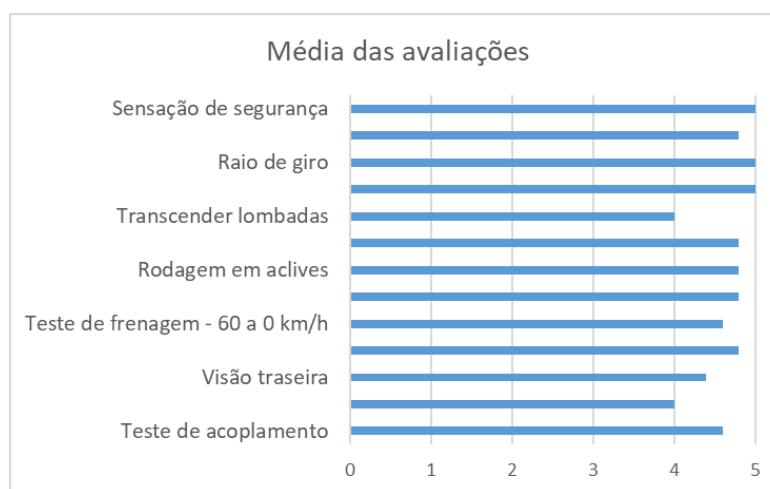


Figura 15. Resultado do teste de rodagem em locais de difícil acesso.

4. CONCLUSÃO

Após a realização dos testes e validada a resistência estrutural para atender as variadas configurações de esforços, pode-se concluir que a Torre de Emergência Móvel desenvolvida possui maior agilidade e mobilidade comparados aos sistemas atuais. Construída a partir de estrutura treliçada e modular em liga de alumínio 6061-T6, acionada através de um sistema de cabos e polias, transportada sobre plataforma veicular basculante, o equipamento pode ser instalado com total segurança em menos de três horas, por apenas 4 operadores.

A facilidade de acesso às redes avariadas também é um aspecto de destaque da nova solução, uma vez que não se fazem necessários tratores, caminhões ou equipamentos de guindar. A torre móvel e todos seus acessórios são transportados por meio de reboques especialmente desenvolvidos para a aplicação, tracionados por veículos *pick-up*.

Diante dos resultados obtidos pelo protótipo para Torre de Emergência Móvel, o projeto demonstra sua relevância para as aplicações que demandam por uma estrutura robusta, leve e confiável. Toda a metodologia de seleção dos materiais, definição da geometria, forma de acionamento, segurança da equipe de trabalho, simulação e validação com os

testes físicos demonstram que o processo de desenvolvimento dessa inovação concentrou esforços em atender os principais requisitos. O cumprimento desses requisitos permite satisfazer as necessidades da área de transmissão elétrica que demanda um reestabelecimento da energia ágil, seguro e com soluções de grande mobilidade.

Concluído o primeiro projeto de pesquisa, estão em andamento os trâmites para a elevação da maturidade tecnológica dos protótipos, para otimizar suas características construtivas como na redução da robustez estrutural, tornar o protótipo mais leve e favorecer sua inserção no mercado e a integração às rotinas dos times de manutenção e expansão de redes.

5. REFERÊNCIAS

- Seccional, 2011. “Informativo Técnico 19 - Torres de Emergência Triangulares”. [Online]. Acesso em: 27/01/2022. Disponível em: <<https://seccional.com.br/informativos-tecnicos/>>.
- Centro de Excelência Elektro, 2016. “Torres de Emergência do Tipo TET. Elektro”, São Paulo, Brasil.
- Coelba, 2019. “Montagem Poste de Fibra 18/400 Seccionável”. Coelba, Unidade de Manutenção da Subtransmissão - Norte, Brasil.
- Lindsey Manufacturing, 2014. “Brochure 600L - Serie ERS”. [Online]. Acesso em: 01/02/2022. Disponível em: <<http://lindsey-usa.com/wp-content/uploads/2015/10/ERS-600L.pdf>>.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

MOBILE EMERGENCY TOWER FOR SUBTRANSMISSION NETWORKS

Petrucio Leal Pereira, petrucio.pereira@fieb.org.br¹
Ana Tereza Andrade Borba, ana.borba@fieb.org.br¹
Frederico Wergne de Castro Araujo Filho, wergne@fieb.org.br¹
Ricardo Cerqueira Medrado, ricardo.medrado@fieb.org.br¹
Emmanuel Jose Guerra Brito da Silva, emmanuel.silva@fieb.org.br¹
João Vitor Souza Queiroz, joaovitor.queiroz@fbest.org.br¹
Rodinelly Alex de Oliveira, raoliveira@neoenergia.com²
Danilo dos Santos Suguri, dsuguri@neoenergia.com²
José Antônio de Souza Brito, jbrito@neoenergia.com²

¹Centro Universitario SENAI CIMATEC

²NEOENERGIA COELBA

Abstract. The search for new methods and technologies to optimize services, making them cheaper, faster, and more efficient, is one of the main objectives of several economic sectors. In the electricity sector, and especially in the maintenance and expansion of distribution networks, this objective is extremely pertinent. These services find difficulties in current methods such as long execution time, large dimensions of the necessary equipment, difficulty in accessing the places of occurrences, and demand for numerous and highly qualified teams. This article presents the results of the ANEEL R&D project nº PD-00047-0085/2019, entitled “Mobile Emergency Tower for 69 and 138kV transmission lines”, proposed by Neoenergia and executed by SENAI CIMATEC. The project aimed to develop a prototype of a Mobile Emergency Tower, trellised, modular, and towed by a vehicular platform, with an elevation of the tower structure carried out remotely by a system controlled by an operator on the ground and that can be used in maintenance and construction services for the new 69 to 138 kV transmission lines. The prototype developed and patented in the project allowed greater mobility and agility concerning conventional operation, as it uses 6061-T6 aluminum alloy, being transported by a 4x4 vehicle to facilitate the approach to the transmission lines, in addition to its assembly and elevation taking place through a tilting system controlled by an operator on the ground. In this way, service time was optimized, the system provided greater safety to operators and the number of people involved in the work team was reduced. When the equipment is integrated into the distributor's maintenance routines, it is expected to see a decrease in operating costs and a faster restoration of electricity. To validate the functioning of the prototype, it was submitted to several resistance simulations and physical tests, such as bending and traction of the structure, mobility in places of difficult access, activation of the remote tilting system, and assembly of the Tower in different configurations, single, double, and anchor circuits for lines from 69 to 138kV. Because of the results obtained, it was possible to conclude that the prototype of the Mobile Emergency Tower met the mechanical, structural, and application requirements for maintenance occurrences in transmission lines, which require the fast implementation of a structure to restore the electrical supply.

Keywords: Emergency Tower, Distribution, Mobility, Network, transmission.