

# TORRES DE TRANSMISSÃO NO BRASIL

Histórico de caso: fundações helicoidais  
e tirantes



# 10.000 TORRES

## Projeto Rio Madeira no Brasil

Uma das maiores linhas de transmissão no mundo está sendo construída no Brasil e as fundações helicoidais da Chance® e os tirantes fabricados pela Hubbell Power Systems, Inc. (HPS) estão ajudando a suportar as torres em condições variadas de relevo e solo.

A demanda por eletricidade do Brasil está aumentando aproximadamente 4,5% ao ano. Isso significa que em 2021, a demanda total crescerá da carga atual de 472.000 GWh para 736.000 GWh — um crescimento de 56%.

Para atender essa demanda, o governo Brasileiro planeja construir cerca de 48 novas usinas hidroelétricas, que somadas terão uma capacidade total instalada de 42.157MW de potência. A maior parte desse potencial está localizada na bacia do Rio Amazonas, no norte do país.

Duas dessas usinas já estão construídas, as usinas do complexo do Rio Madeira, Jirau e Santo Antonio, ambas situadas no estado de Rondônia e com capacidade total instalada de 12,8GW.

Entretanto, há apenas um problema.

No Brasil, as regiões leste e sudeste estão separadas das grandiosas usinas geradoras no nordeste por 2.375 km de terreno acidentado e pequenos rios. Desse modo, Além da construção de novas usinas de energia, o Brasil também está intensamente empenhado na construção de linhas de transmissão. Um dos maiores empreendimentos, o projeto Rio Madeira, está atualmente em construção.

# A maior linha de transmissão de energia construída no Brasil

O projeto Rio Madeira é composto por duas linhas de transmissão em 600 KV CC.

Quando estiver concluída, será a maior linha de transmissão no Brasil e uma das maiores do mundo.

O projeto que cruzará cinco estados brasileiros será suportado por 10.000 torres e terá aproximadamente 76.000 km de condutores (ACSR 40/25 mm). As duas linhas transmitirão 12,8 GW de energia ao longo das 2.375 km de Porto Velho a Araraquara.

O trabalho na primeira linha começou em 2011 e está quase completo. O trabalho na segunda linha, paralela, começou em meados de 2012 e deverá estar concluído em 2013. Esta linha necessitará de 6.500 trabalhadores para finalizada seu custo será de 1,8 bilhões de dólares (cerca de R\$ 3,5 bilhões).

A primeira linha pertence a três empresas: IE Madeira – formada por CTEEP (51%), Furnas (24,5%), Chesf (24,5%). A segunda pertencerá a: NBTE – formada por Abengoa (51%), Eletrosul (24,5%) e Eletronorte (24,5%).

As três empresas que estão construindo as linhas são: Alta Energia (33%), Schahin (34%) e Toshiba (33%).



## O desafio das distâncias e a variação do terreno

As condições de terreno e de solo variam muito ao longo da rota da linha, como consequência, os projetos das torres variam bastante cerca de 80% são torres com eixo único, tirantes, suportadas por âncoras helicoidais. Os outros 20% são torres fixas (auto portante). O tipo de torre escolhido para cada local depende da geografia (condições do solo) e da rota da linha (curvas).

Algumas condições estão em locais muito remotos, tornando difícil o acesso para a construção. Onde foi possível, foram usadas torres com tirante, eixo central, que praticamente serviram para o uso de âncoras helicoidais.

Em fevereiro de 2011, os representantes da HPS Delmar, no Brasil reuniram-se com a Alta Energia e a Schahin.

A Delmar é uma fábrica da HPS e distribuidora de produtos como pára-raios, comutadores e chaves para subestação. A fábrica está localizada em Tatuí, Estado de São Paulo. A Delmar está no setor há mais de 40 anos e foi adquirida pela HPS em 2005.

A HPS sugeriu aos empreiteiros de fundação da torre que considerassem as fundações helicoidais da Chance® como uma opção e forneceram amostras para testes, juntamente com os relatórios de qualidade e os resultados de teste (inclusive cargas de torção). Os empreiteiros instalaram essas amostras de fundações e executaram testes de compressão e de tração. Eles também entraram em contato com outras empresas que usam fundações helicoidais da Chance, para obter referências.

Os testes de tração (haste de seção quadrada SS200) e a compressão (haste redonda RS3500 para torre auto portante com mastro central) foram executados no Brasil pela Schahin Engenharia e Alta Energia, sob a supervisão dos engenheiros da HPS.



Algumas torres estavam localizadas em áreas muito remotas e o acesso a elas foi um enorme desafio.

Totalmente satisfeitos, os empreiteiros fizeram o seu pedido em agosto de 2011. Das fundações helicoidais utilizadas na primeira linha, 50% são da marca Chance®. A primeira linha do projeto Rio Madeira tem 4.300 torres. Dessas, 3.440 são torres estaiadas, com 1.800 suportadas por fundações helicoidais SS200 da Chance. Das 860 torres autoportantes, 250 são suportadas por fundações helicoidais RS3500 da Chance.

## Vantagens em utilizar a fundações helicoidal

As empresas concessionárias brasileiras e os empreiteiros têm usado fundações de concreto, tubulão e pré-moldados para torres, durante anos. Embora tecnicamente eficientes essa abordagens apresentam algumas desvantagens.

# Comparação dos tipos de fundação

## CONCRETO/PRÉ-MOLDADO/TUBULÃO

- Requer muito concreto
- Requer muita água
- Requer equipamento grande para movimentação de terra
- Requer muita equipe de trabalho
- Vibração considerável (Tubulão)
- Grande impacto ambiental
- Difícil de instalar em algumas condições climáticas

## FUNDAÇÃO HELICOIDAL

- Não requer concreto
- Não requer água
- Requer um trator ou retroescavadeira com motor hidráulico
- Requer poucos operários
- Sem vibração
- Impacto ambiental muito reduzido
- Pode ser instalado em quaisquer condições climáticas.

Como a maioria das torres se encontra em locais remotos, as fundações helicoidais funcionam muito bem e podem ser usadas em várias condições de solo. O solo muito arenoso, em algumas áreas ao longo da rota, impede a instalação de fundações de concreto. Buracos escavados em solo arenoso tendem a desmoronar e requerem não somente escoras, mas quantidade maior de material. Obstáculos ao transporte para outras áreas teriam prejudicado a entrega de concreto e todos os equipamentos necessários. Esses problemas foram solucionados pelas fundações helicoidais, que exigem a instalação de uma máquina relativamente pequena e alguns trabalhadores. Isso resultou em custos de mão de obra significativamente menores para instalar fundações helicoidais, em comparação ao de uma enorme fundação de concreto necessária para uma única torre.



As hastes de extensão permitem que a seção guia penetre profundamente no solo até que o torque adequado seja alcançado.



As fundações helicoidais são mais fáceis e rápidas de instalar do que as fundações de concreto tradicionais. Elas também requerem menor material e muito menos trabalhadores.

## Teste e segurança

Após a instalação, os empreiteiros testaram a maioria das fundações helicoidais. Nas torres autoportantes, que se apoiam nas fundações helicoidais, foram testadas uma de cada apoio. Nas torres estaiadas, os empreiteiros testaram todos os tirantes.

O teste foi necessário por dois motivos. Primeiro, o governo brasileiro o exigiu como parte do contrato de construção. Segundo, foi a primeira vez que os empreiteiros trabalharam com este tipo de sistema de fundação e eles precisavam confirmar se a solução funcionaria nas diversas condições de solo.

O teste revelou alguns problemas que ilustram a importância de ter informações precisas sobre o solo. Em algumas áreas, as condições de solo eram enganosas. Em uma dessas áreas, um tirante foi instalado com a resistência de torque correta, mas durante o teste ocorreu falha. Para solucionar o problema, o empreiteiro simplesmente instalou o tirante mais fundo. Em outra área, as cavidades subterrâneas forçaram os engenheiros a abandonar o projeto de uma torre estaiada e instalar uma torre autoportante devido às condições adversas de solo.

Todos os problemas foram solucionados com a correção dos procedimentos de teste, alteração do projeto da torre ou com o reajuste das profundidades de instalação (torque).



Teste de tração.

## Rota de entrega

A HPS fabrica as fundações helicoidais Chance em Centralia, no estado de Missouri, nos EUA, mas o produto precisava ser entregue em regiões agrestes do Brasil. Isso exigiu um planejamento diferenciado.

Primeiramente, embalado em engredados no Missouri, o material foi transportado para um porto nos EUA, e por mar, até Santos, o maior porto do Brasil. A partir daí, os embarques foram entregues por caminhões (240 km) nas instalações da HPS Delmar. Desse local, o material foi transportado para as áreas de preparação e locais de construção pelo Brasil, inclusive para alguns destinos a 3.000 km de distância.

Não ocorreu nenhum problema de embarque ou entrega. Tudo chegou no tempo previsto. Os pedidos foram feitos com bastante antecedência, portanto, a HPS pôde planejar a fabricação e o transporte. No início, os fornecedores no Brasil fizeram as entregas mais cedo do que a HPS. No final do projeto, o material da Chance® foi entregue mais rápido do que o dos concorrentes locais.

Esse alto nível de serviço e desempenho do produto são um bom indicador para projetos futuros, para empregar fundações helicoidais e âncoras com tirantes da Chance®. Seu valor como uma solução para áreas e condições de solo difíceis foi bem recebido.



Teste de compressão.

A experiência internacional e interpessoal adquirida com essa tarefa modelo, estabeleceu laços fortes entre todos os envolvidos. Esses relacionamentos formaram uma base de trabalho sólida para continuar a construir de comum acordo com os próximos empreendimentos de linhas de transmissão do Brasil.

### Capacidade de carga até 75 Toneladas. Capacidades de torque até 20.000 pés-lb.

Cinco tamanhos de desempenho adaptam-se a uma ampla variedade de condições de solo.

Os tirantes e fundações da Chance trabalham em conjunto para fornecer suporte e resistência adequados em carga de tração.

- 100 anos de liderança em ancoragem no setor
- Suporte especializado em aplicações de engenharia de ancoragem
- Software proprietário de projeto de capacidade helicoidal, HeliCAP®
- Alta capacidade de estoque manufatura, especialização e estoque a pronta entrega



### Estaca Helicoidal de seção quadrada (SS) CHANCE®

Série do produto	Classificação de torque pés-lbs. (Nm)	Força máxima de tensão* kip (kN)	Limite de capacidade de elevação/compressão** kip (kN)
SS5	5.500 (7 500)	70 (312)	55 (245)
SS150	7.000 (9 500)	70 (312)	70 (312)
SS175	10.500 (14 200)	100 (445)	110 (489)
SS200	16.000 (21 700)	150 (668)	150 (668) ***
SS225	23.000 (31 200)	200 (890)	200 (890) ***

\* Baseado na força mecânica do acoplamento

\*\* Baseado na classificação de torque - Limite de capacidade de elevação/compressão = Classificação de torque x Kt.  
Kt "padrão" para tipo SS = 10 pés-1 (33 m-1)

\*\*\* Baseado na força mecânica do parafuso do acoplamento,  
maiores capacidades de compressão disponíveis com o Helical Pulldown® Micropile

# CHANCE®

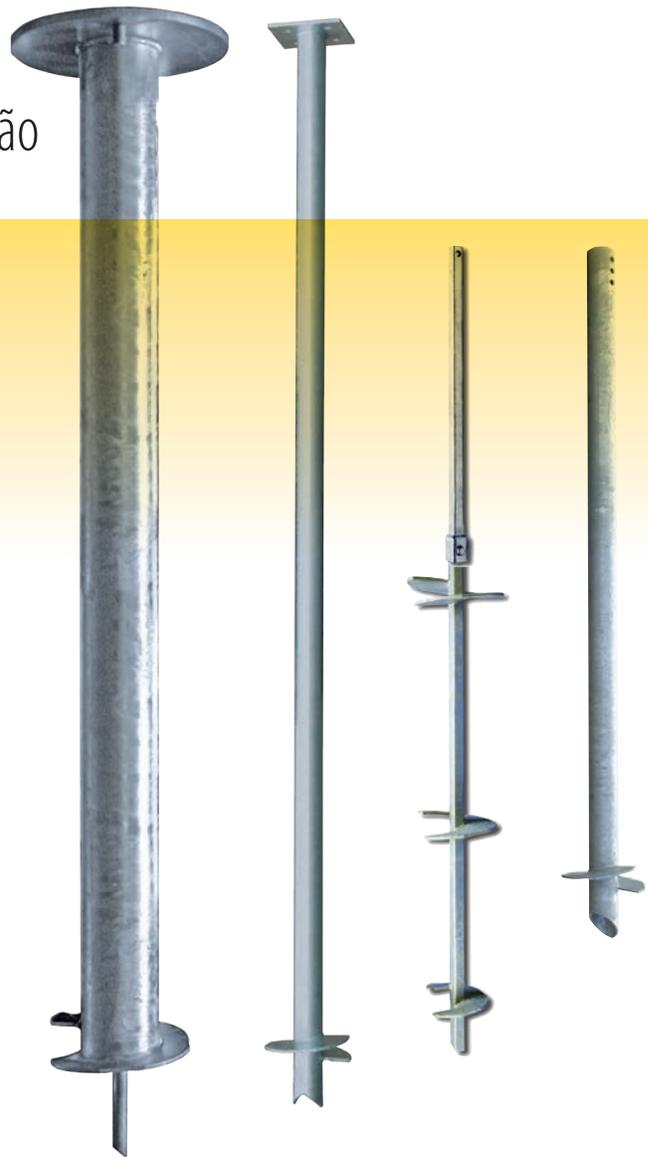
As fundações helicoidais Instant Foundation® chegam a locais onde não Chegam as fundações de concreto

## Capacidade para a combinação de solo e carga: Qualquer carga. Em qualquer lugar.

Para suportar altas cargas e diversas composições de solo, as estacas com perfil tubular Chance fornece uma grande variedade de opções. Em Aço Carbono Galvanizado, o perfil tubular atende cargas de tração e compressão. Devidamente dimensionado, a solução de fundação em Estacas Helicoidais pode ser aplicada em praticamente todos os tipos de solo e sob qualquer carga.

## Capacidades de torque até 20.000 pés-lb.

Cinco tamanhos de desempenho adaptam-se a uma ampla variedade de condições de solo.



### Estaca de produto Helicoidal de redonda (RS) CHANCE®

Série do produto	Classificação de torque pés-lbs. (Nm)	Força máxima de tensão* kip (kN)	Limite de capacidade de elevação/compressão** kip (kN)
RS2875.203	5.500 (7 500)	60 (267)	49,5 (220)
RS2875.276	8.000 (10 846)	90 (400)	72 (320)
RS3500.300	13.000 (17 600)	120 (534)	91 (405)
RS4500.337	23.000 (31 200)	140 (623)	138 (614)
RS6625.280	40.000 (54 233)	200 (890)	200 (890)
RS8625.250	60.000 (81 349)	300 (1 334)	300 (1 334)

\* Baseado na força mecânica do acoplamento

\*\* Baseado na classificação de torque - Limite de capacidade de elevação/compressão = Classificação de torque x  $K_t$

$K_t$ : "padrão" para Série RS2875 = 9 pés<sup>-1</sup> (30 m<sup>-1</sup>); para tipo RS3500.300 = 7 pés<sup>-1</sup> (23 m<sup>-1</sup>);

para tipo RS4500.337 = 6 pés<sup>-1</sup> (20 m<sup>-1</sup>);

para tipo RS6625.280 = 5 pés<sup>-1</sup> (13 m<sup>-1</sup>);

para tipo RS8624.250 = 4 pés<sup>-1</sup> (13 m<sup>-1</sup>);

## nossa empresa

A Hubbell Power Systems (HPS) produz uma variedade de produtos utilizados na transmissão, distribuição, subestação e telecomunicações. Os produtos da Hubbell também são utilizados na construção civil, transportes e indústria. Nossa linha de produtos inclui ferragens, seccionadoras, ferramentas, isoladores, para-raios, acessórios para cabos, equipamentos de teste, buchas para transformador e caixas pré-moldadas. A Chance é uma marca do grupo Hubbell Power Systems

A Hubbell mantém uma política de desenvolvimento contínuo de produtos. Nos reservamos no direito de alterar projetos e especificações sem prévia notificação.

©Copyright 2013 Hubbell Incorporated  
Printed in U.S.A.

CH06004P

[www.hubbellpowersystems.com](http://www.hubbellpowersystems.com)

