



28º Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008- 06 a 10 de Outubro

Olinda – Pernambuco - Brasil

Redução do Custo de Vida dos Postes das Concessionárias, utilizando Postes Compósitos

Shawn van Hoek-Patterson, P. Eng.

RS Technologies Inc.

shawnv@grouprsi.com

Eng. Miguel Sarmento

RS Technologies Inc.

miguel.sarmiento@alfa33.eng.br

Compósito
Custos
Poste
Vida
Concessionária

Sumário

O custo de vida de um poste de uma concessionária envolve muitos mais fatores além do custo de compra inicial do poste. Este trabalho define os vários tipos de custos de vida e como os postes compósitos podem reduzir estes custos comparando com os postes tradicionais de madeira, aço e concreto. Os muitos benefícios técnicos dos postes compósitos são mostrados como uma alternativa eficaz para baixar os custos de vida dos postes para as concessionárias.

1. Introdução

O custo de um poste para uma concessionária envolve muito mais do que o custo inicial de compra do poste. Este trabalho discute como os postes compósitos podem reduzir os custos incorridos durante a vida do poste e aumentar a receita da concessionária. Muitas concessionárias dos EUA e no mundo afora já descobriram os benefícios dos postes compósitos através da redução do custo de vida comparado como outros postes feitos com outros materiais como madeira, aço e concreto¹.

A redução do custo de vida é possível, devido às muitas vantagens técnicas que os postes compósitos oferecem:

- Pouco peso
- Alta relação esforço por peso²
- Resistência à corrosão e decomposição⁹
- Projeto modular³
- Alta capacidade de elasticidade ao tensionamento⁸
- Alta isolamento elétrica (não condutividade)⁴
- Resistência a animais e insetos⁹
- Longa vida útil⁵
- Aumento da segurança para os trabalhadores da Concessionária e do público
- Mínimo impacto ambiental durante a sua produção e vida

O restante deste trabalho discute como os benefícios dos postes compósitos podem melhorar e reduzir os custos para as concessionárias nas seguintes áreas:

- Redução dos custos de logística
- Redução da responsabilidade
- Extensão da vida útil

2. Redução dos Custos de Logística

O custos de logística começa quando o poste é comprador e continua acumulando até à instalação do poste. O baixo peso e a modularidade dos postes compósitos permitem uma redução do custo de logística em 4 áreas principais:

- Custo de Transporte
- Custo de Armazenagem
- Custo de Estoque
- Custo da Instalação

2.1 Custos de Transporte

O transporte de postes grandes e pesados é difícil e representa um custo significativo para as concessionárias.

Os postes compósitos são muito mais leves que os postes de madeira, aço ou concreto e podem reduzir o custo do transporte.

Postes de fibra de vidro pesam 15% ou menos do peso de um poste de concreto, 30% ou menos de um de madeira e 60% menos que o peso de um de aço ⁶.

Os custos de transporte são diminuídos devido à possibilidade de transportar mais postes compósitos num caminhão, carregar mais postes num container e devido à possibilidade de usar equipamentos menores para o carregamento dos postes no caminhão ou no container.

O longo comprimento de um poste típico necessita de um caminhão maior e este comprimento pode restringir o acesso da concessionária a alguns lugares ou de difícil acesso. Devido ao projeto inteligente dos postes compósitos, estes podem ser modulares permitindo um fácil transporte devido a que um módulo pode ser encaixado dentro do módulo base ³. Um poste modular cujos módulos estão encaixados uns nos outros resultam num módulo final muito menor do que um poste numa peça única, permitindo assim que mais postes possam ser enviados num caminhão ou permitindo que o reboque de transporte seja menor permitindo assim chegar a lugares de difícil acesso. Um fabricante de postes compósitos pode transportar um poste de 22,8 m num tamanho de somente de 5.79 m ³. A Figura 1 mostra como 48 postes compósitos da RStandardTM de 18,29 m podem ser transportados num simples caminhão comparado a 27 postes de aço, 19 de madeira ou a somente 6 postes de concreto.

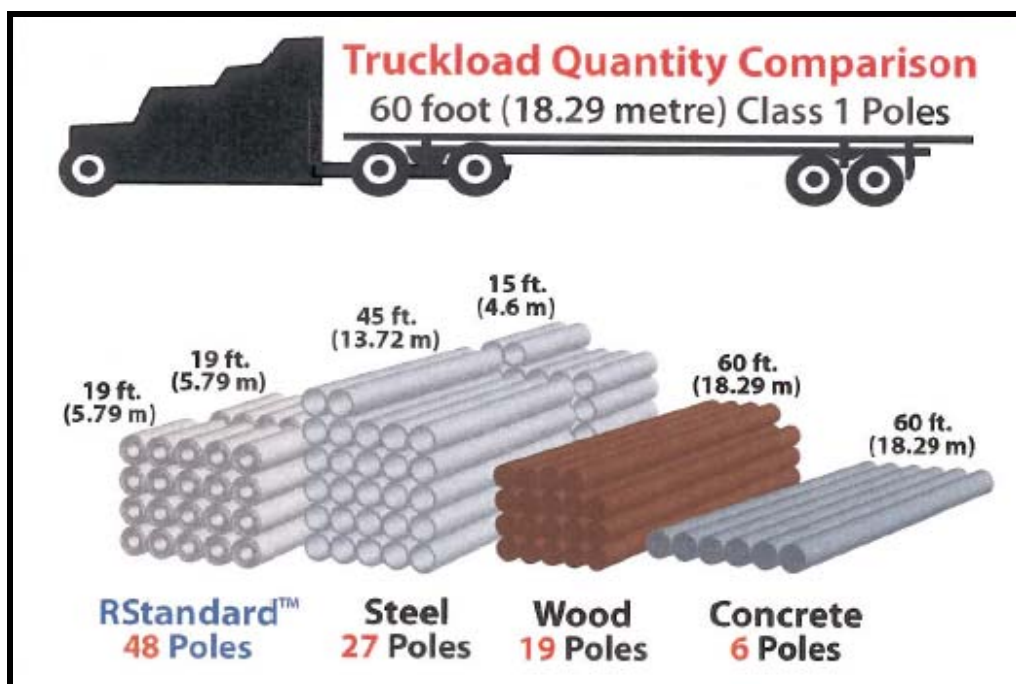


Figura 1: Comparação de como postes de 18,29 m podem ser transportados num caminhão por tipo de material ³.

O pouco peso de um poste compósito pode até ser transportado por um pequeno helicóptero para locais de difícil acesso em que não haja acesso por outras vias.

O pouco peso e o projeto modular permitem que os postes compósitos possam ser mais facilmente transportados permitindo assim uma redução do custo de transporte para a concessionária.

2.2 Custos de Armazenagem

Devido há grande área necessária para o estoque dos postes convencionais e à utilização de equipamentos especiais para o seu manuseio, os custos de armazenagem das concessionárias são altos. Como os postes compósitos são mais leves e podem ser armazenados encaixando os seus módulos uns dentro dos outros, a concessionária vai obter uma boa economia nos seus custos de armazenagem devido há redução do espaço alocado para os postes. O pouco peso permite também a utilização de equipamentos menores para o manuseio. Devido a esta possibilidade do encaixe dos módulos é possível para uma mesma área armazenarem um número muito maior de postes, ou então usar uma área muito menor mantendo a mesma quantidade de postes convencionais.

2.3 Custo de Estoque

Como uma concessionária necessita de uma grande quantidade de diferentes comprimentos e esforços de postes para atender à sua rede elétrica, o custo de estoque é incrementado. Com os postes compósitos modulares, a concessionária com apenas alguns módulos em estoque pode atender a toda a gama de postes com os mais diferentes comprimentos e esforços ⁹. Escolhendo corretamente os módulos a concessionária pode criar um poste a qualquer momento com o comprimento e esforço que é necessário. Esta capacidade de se conseguir postes nos mais diversos comprimentos e esforços permite que a concessionária reduza o seu custo de estoque mantendo a sua rede com a utilização dos postes compósitos.

2.4 Custos de Instalação

A instalação de postes como uma peça só, pode ser um grande desafio se estes forem colocados em locais de difícil acesso e também se o problema tempo for crucial. Postes compósitos podem reduzir o custo da instalação em locais de difícil acesso reduzindo também o tempo de instalação permitindo uma maior flexibilidade dos serviços.

Um poste compósito modular é muito mais facilmente transportado para locais de difícil acesso e o baixo peso dos seus módulos permitem que o poste seja instalado num espaço menor, com menos mão-de-obra e com equipamentos menores.

O baixo peso dos seus módulos permite uma montagem bem rápida do poste na horizontal no chão, ou também montar o poste na vertical colocando um módulo após o outro. O poste depois de montado na horizontal pode ser levantado como qualquer outro tipo de poste de uma peça única. Para a instalação de um poste na vertical é necessário primeiro colocar o módulo da base e depois os módulos seguintes devem ser baixados sobre o topo do módulo já montado. Utilizando qualquer uma das maneiras de montagem, os leves postes modulares compósitos podem ser rapidamente montados mesmo em áreas de difícil acesso, reduzindo os custos de instalação comparando com outros postes formados por uma peça única.

O fato do poste compósito ser modular leva a que a sua instalação possa ser reduzida em metade ou um terço do tempo da instalação comparando com outros postes é uma tremenda vantagem ⁷.

LADWP (Dep. de Água e Força de Los Angeles) calculou que o custo de instalação de um poste da RStandard foi aproximadamente 50% menor que com outros postes ⁷.

A flexibilidade na instalação utilizando os postes modulares compósitos é possível devido a que a concessionária pode alterar a seqüência de montagem de acordo à sua necessidade. A utilização dos postes compósitos pode reduzir o custo da instalação permitindo uma flexibilidade maior na seqüência de montagem assim como permitir alterações do projeto conforme:

- Instalar primeiro o modulo base e posteriormente completar o poste montando os módulos superiores.
- Aumentar a altura do postes posteriormente acrescentando um módulo acima para um futuro circuito adicional.
- Mudanças de última hora do projeto para compensar o terreno ou aumentar o esforço necessário enquanto a linha está sendo construída.

A facilidade de furar os postes manualmente, também permite que a utilização dos postes compósitos reduzam o custo da instalação quando alguma alteração no campo é necessária.

3. Redução de Responsabilidade

O custo da responsabilidade de uma concessionária inclui qualquer coisa relacionada às obrigações e responsabilidades para a garantia da segurança, confiabilidade, impacto ambiental e reparos de acidentes na rede elétrica. Os postes compósitos reduzem a responsabilidade de uma concessionária devido aos seguintes benefícios:

- Aumento da segurança.
- Aumento da confiabilidade dos serviços elétricos
- Redução do impacto ambiental
- Aumento da satisfação dos seus Clientes

3.1 Aumento da Segurança

Linhas de Alta Tensão e postes pesados colocam em risco a segurança das pessoas e dos trabalhadores da concessionária. O pouco peso e as excelentes propriedades isolantes dos postes compósitos reduzem os custos da responsabilidade através do aumento da segurança.

O pouco peso dos postes compósitos reduzem o risco de um trabalhador se machucar e reduzem o desgaste do equipamento durante o manuseio e a instalação do poste.

As propriedades isolantes dos postes compósitos reduzem o risco de eletrocussão dos trabalhadores das concessionárias e do público em geral.

Através de testes em laboratórios independentes a RS Technologies, provou que a sua resina poliuretana usada para fabricar os postes compósitos RStandard são excelentes isoladores com uma tensão média desruptível de 340 kV e uma tensão suportável à frequência industrial de 330kV⁴. A corrente de fuga em 240 kV foi somente de 54µA num comprimento de 1,21m⁴.

3.2 Aumento da Confiabilidade dos Serviços Elétricos

Uma rede elétrica confiável é importante tanto para a concessionárias como para os clientes. A concessionária confia na rede para manter um fluxo constante de receitas e os consumidores confiam na rede para terem energia elétrica. Os postes compósitos aumentam a confiabilidade dos serviços elétricos e aumentam as receitas devido à diminuição dos estragos causados por tempestades acidentais naturais.

Como os postes compósitos das concessionárias são especificados para certos limites na deflexão, a grande capacidade de elasticidade dos postes compósitos fazem com que estes resistam mais a tempestades e desastres naturais permitindo que eles absorvam a energia, flexionem e não se quebrem.

O comportamento dos postes GFRP (Polímeros reforçados com fibra de vidro) foi de que são realmente elásticos mesmo para grandes deflexões⁸.

Devido à cadeia longa do poliéster, poliuretanos termofixos são mais resistentes e resistem melhor a fadigas do que poliés-teres base estireno, além de terem também têm uma capacidade superior a impacto e a defeitos de grandes deflexões¹⁰.

Avanços recentes na tecnologia das resinas, permitiram o desenvolvimento de postes compósitos com resistências e durezas ainda maiores assim como resistência ao fogo⁹. A Figura 2 mostra as melhoras das resinas poliuretanas comparadas com resinas poliéster¹².

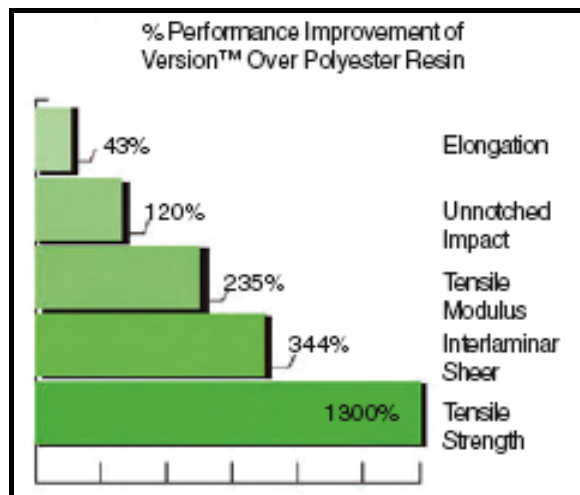


Figura 2: Melhora das características das resinas poliuretanas comparadas às resinas poliéster ¹².

Os postes compósitos podem ser feitos para resistirem a fogo de passagem. Um fabricante de postes compósitos desenvolveu uma avançada resina poliuretana que resiste a fogo de passagem e passou no teste do Departamento de Reflorestamento e Proteção ao Incêndio da Califórnia (DFFP) conforme pode ser visto na Figura 3 ⁹.

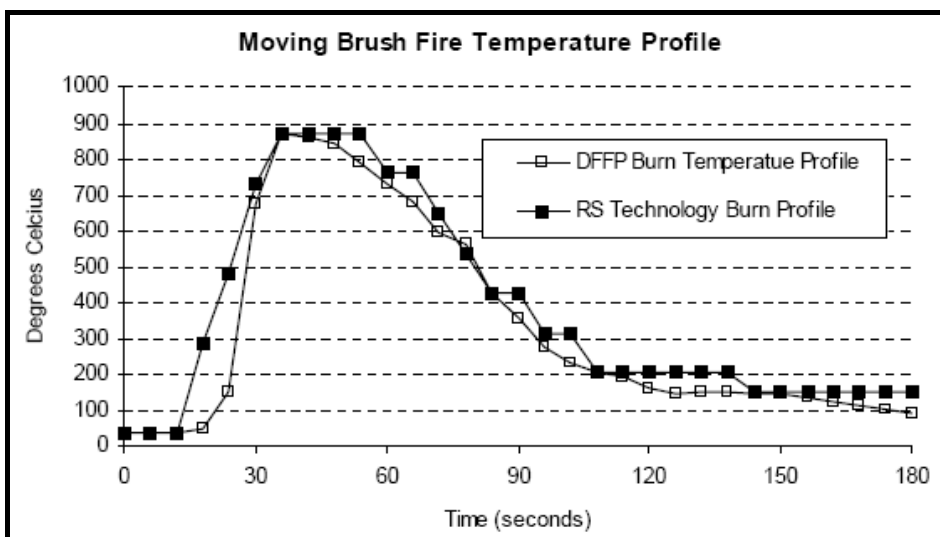


Figura 3: Postes compósitos feitos com resina poliuretana foram aprovados no teste de fogo

Resistência ao fogo combinado com um aumento de esforços e rigidez das resinas poliuretanas, permitem que os postes compósitos reduzam a responsabilidade das concessionárias e aumentem a confiabilidade dos serviços elétricos da rede.

3.3 Proteção Ambiental

Uma concessionária pode ser considerada responsável pelos custos de impacto ambientais que os seus postes possam causar ao ambiente. Estes custos podem ocorrer devido ao estragos causados durante o processo de fabricação ou a vazamentos de produtos químicos no solo e no lençol freático perto de onde estão instalados os postes. Postes compósitos são feitos com resinas que não vazam produtos químicos no solo nem no lençol freático. Um fabricante de postes compósitos desenvolveu uma avançada resina poliuretana que não libera produtos químicos perigosos para o ambiente mesmo durante o seu processo de fabricação⁹.

As resinas poliuretanas têm outra vantagem: Elas não têm estireno e não geram grandes quantidades de componentes orgânicos voláteis (VOCs)¹¹.

As concessionárias podem reduzir a sua responsabilidade e proteger o meio ambiente utilizando postes compósitos feitos com resinas avançadas de poliuretano.

3.4 Aumento da Satisfação dos Consumidores

Falta de aceitação dos consumidores nos postes da concessionária pode levar a um aumento do custos da responsabilidade desta. Os postes compósitos podem aumentar a aceitação dos consumidores porque são produtos de alta tecnologia com uma boa superfície de acabamento e ainda permitem uma gama de cores a escolher⁹.

Como já discutido os postes compósitos modulares podem ser instalados muito mais longe do que postes numa peça única permitindo assim que o restabelecimento da energia seja feito antes. Isto limita o tempo de desligamento e aumenta a satisfação dos consumidores para com os postes compósitos.

4. Tempo de vida

O tempo de vida é uma consideração importante no custo do ciclo de vida de um poste. Os postes compósitos oferecem um tempo de vida maior comparados a postes tradicionais de aço, concreto ou madeira devido aos seguintes benefícios:

- Resistência a Intempéries e raios ultravioleta (UV)
- Resistência à corrosão e podridão
- Resistência a animais e insetos

4.1 Resistência a Intempéries e Raios Ultravioleta (UV)

Resistência a intempéries e a raios ultravioleta são muito importantes para poderem estender a vida útil do poste. Os postes compósitos usam uma variedade de resinas e inibidores de raios UV para garantirem uma vida útil maior. Um fabricante de postes compósitos desenvolveu uma resina poliuretana avançada que é incorporada dentro da estrutura do postes que não é afetada por umidade, é resistente a raios UV e tem uma vida útil esperada de pelo menos 65 anos até 125 anos⁵.

4.2 Resistência à Corrosão e Podridão

A corrosão reduz a vida útil de postes de concreto e aço. A vida útil dos postes de madeira é reduzida devido à podridão. Os postes compósitos não são afetados nem pela corrosão nem pela podridão.

4.3 Resistência a Animais e Insetos

Os animais e insetos são conhecidos por reduzirem a vida útil dos postes de madeira. Os postes compósitos não são afetados nem por animais nem por insetos.

5. Conclusões

O custo do ciclo de vida de um poste está provado que inclui mais do que o custo inicial de compra de um poste. Os postes compósitos que estão sendo utilizados no mundo todo tem comprovados registros dos benefícios que levam a uma redução do custo de vida comparado com postes tradicionais feitos de madeira, aço ou concreto.

As reduções do custos de vida são possíveis devido aos muitos benefícios técnicos que os postes compósitos oferecem:

- Pouco peso
- Alta relação esforço por peso ²
- Resistência a corrosão e decomposição ⁹
- Desenho modular ³
- Alta capacidade de elasticidade ⁸
- Alta isolamento elétrica (Não condutividade) ⁴
- Resistência a animais e insetos ⁹
- Grande tempo de vida ⁵
- Aumento da segurança dos trabalhadores e do público
- Mínimo impacto ambiental durante a produção e tempo de vida

Os postes compósitos são uma alternativa efetiva para as concessionárias diminuírem os custos das suas redes.

6. Referências

1 Western Poles Company (2006), PO Box 1450, Canning Vale D.C., Western Australia, 6970, Brochure, disponível em <http://www.westernpoles.com.au/pdf/westernPolesBrochure.pdf> & <http://www.westernpoles.com.au/polesFuture.shtml> , (Access on 22/03/2008)

2 Sherif Mohamed Ibrahim (2000), *Performance of Fiber –Reinforced Polymer Poles for Transmission Lines*. PhD thesis, The University of Manitoba, Winnipeg, Canada, Capítulo 1, página 1

3 Laurien Abel (2006), *Rethinking Utility Poles*, Utility Products.com, November 2006, disponível em <http://www.utilityproducts.com/issue/toc.html?issueNumber=11&volumeNumber=3> (Access on 22/03/2008)

4 Dr. Z. Li (2005), *Kinectrics Report No.: K-012416-000-RC-0001-R00, Selected Electrical Tests on FRP Poles Manufactured by RS Technologies*, Kinectrics Inc., 800 Kipling Avenue, Toronto, Ontario, Canada M8Z 6C4

5 Mualla Berksoy (2008), *Designing fiberglass composite poles with 80 years and beyond*, RS Technologies Inc., , Internal Report, MB-08-008, March 2008RS Mualla.

6 Alan R. Westfall (2000), *Composites – Are They the Answer to Your Maintenance Problems?* Westfall Company Inc., disponível em: <http://www.westfallcompany.com/AW-MOMunicipalReviewArticle.pdf> (Access on 03/22/2008)

7 Kevin Garrity (2006), *Tight Spaces? Consider Alternative-Material Poles*, Los Angeles Department of Water and Power (LADWP), Transmission and Distribution World, May 2006, disponível em: http://tdworld.com/overhead_distribution/power_tight_spaces_consider/index.html (Access on 22/03/2008)

8 Sherif Mohamed Ibrahim (2000), *Performance of Fiber –Reinforced Polymer Poles for Transmission Lines*. PhD thesis, The University of Manitoba, Winnipeg, Canada, Section 2.2: Experimental investigations of GFRP poles, page 18

9 RS Technologies (2006), 400-2421 – 37th Avenue NE, Calgary, Alberta, Canada T2E 6Y7, Brochure, RSB -11/07/06-04, disponível em <https://web.grouprsi.com/NR/rdonlyres/6C5FCB1C-3EFC-476A-ABD2-A91DCD8126B2/0/RStandardBrochureRSB11070604.pdf> (Access on 22/03/2008)

10 Sara Black, Technical Editor , June 2004, *New and novel resin formulations facilitate composites market expansion*, disponível em: <http://www.compositesworld.com/ct/issues/2004/June/485> (Access on 22/03/2008)

11 The Free Library(online), *Polyurethane composites: new alternative to polyester & vinyl ester: high toughness, fast cure, and no styrene fumes are taking urethane composites beyond SRIM into pultrusion, filament winding, vacuum infusion, and spray-up*, disponível em: <http://www.thefreelibrary.com/Polyurethane+composites:+new+alternative+to+polyester+&+vinyl+ester:...-a0143774064> (Access on 22/03/2008)

12 Ray Blotteaux & Wayne Pattern (2006), *Polyurethane Thermoset Resin and Filament Winding in Modular Composite Utility Structures*, Society for the Advancement of Material and Process Engineering (SAMPE) Journal, Vol 42, March/April 2006

***Nota:** O texto original foi escrito em inglês e a versão original está disponível se solicitada.