



GRUPO III
GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - GLT

ANÁLISE DOS CUSTOS DE MEDIDAS DE REDUÇÃO DE IMPACTO DE LINHAS AÉREAS DE
TRANSMISSÃO SOBRE VEGETAÇÃO NATIVA

Sadi Roni Matzenbacher*
ENGETRAN
PUCRS

David Hernando Baldo
ENGETRAN

Giovani Vieira Lunes
ENGETRAN

Vagner Martins
ENGETRAN

RESUMO

O aumento do controle sobre impactos no meio ambiente tendem a dificultar cada vez mais a liberação de passagem de LT's em áreas com vegetação nativa. Sob esse enfoque, este trabalho mostra caminhos possíveis e viáveis, apresentando as análises e ações realizadas, envolvendo simulações, otimizações e aplicações práticas para o equacionamento do problema.

PALAVRAS-CHAVE

Impacto ambiental. Otimização da plotação. Manejo florestal. Redução de custos.

1.0 INTRODUÇÃO

O projeto de linhas de transmissão em sua evolução passou de um período em que considerações de impacto ambiental eram irrelevantes, a uma crescente preocupação com o meio ambiente, primeiramente com ações de projetistas e empresas, depois com o crescente aparato legal, criação de órgãos de controle e exigências que vem aumentando, por cobranças, que vem desde os agentes financiadores, órgãos ambientais, até as comunidades atingidas.

O maior controle e evolução tecnológica na redução do impacto ambiental ocorreu na etapa de estudos de traçado, onde já há procedimentos e exigências consagrados.

Entretanto o processo de aprimoramento continua e as exigências dos órgãos ambientais estão aumentando, com cada vez mais áreas e espécies protegidas, fazendo com que projetistas e construtores sejam desafiados em busca de novos caminhos.

Neste trabalho serão apresentados novos procedimentos e metodologias a serem adotados, para a redução de impactos sobre a vegetação nativa.

2.0 PLOTAÇÃO DOS SUPORTES – MÉTODO CONVENCIONAL

Para que possa ser mostrada a evolução do processo de otimização desenvolvido, inicia-se o trabalho por um estudo comparativo de dois procedimentos de plotação, com o perfil da LT 138kV Lagoa Vermelha 2 – Tapejara 2 da RGE – Rio Grande de Energia S.A. com uma extensão de 54,02km, em suportes metálicos da série – 138kV, cabo condutor CAA 477 kcmil – HAWK e cabo pára-raios aço - HS 3/8", empregando o software PLS-CADD, objetivando desmistificar o indicador peso de Torre/km, foi elaborado da seguinte forma:

- A.** Plotação com otimização apenas pelo peso das Torres.
- B.** Plotação com otimização levando em conta os custos totais das torres, ou seja, fundações, ferragens, isoladores, aterramento, etc, além do peso das Torres.

O resultado é mostrado na tabela abaixo:

	Nº de Torres	Torres/ km	Hm (m)	Vm (m)	Peso/km (kg)	Custo/ km
A.	150	2,78	16,25	362,2	6962,3	100%
B.	139	2,57	17,83	391,1	7099,4	98,8%

Tabela I – Comparação dos procedimentos

Onde, Vm = vão médio e Hm = altura média das torres.

* ENGETRAN – Engenharia de Sistemas de Transmissão Ltda / Avenida Taquara, 383 cj.502 - CEP 90460-210
Porto Alegre - RS – BRASIL / Tel./Fax: (051) 3330-4255 - E-MAIL: engetran@terra.com.br

No estudo comparativo entre os procedimentos acima (A e B) temos um custo percentual de implantação levemente inferior (B) além de um menor custo de manutenção pela utilização de uma quantidade menor de Torres, embora as mesmas sejam mais altas e seu peso/km maior.

Como benefícios marginais, temos uma alternativa que atende melhor aos anseios dos órgãos ambientais, uma vez que preserva mais a vegetação nativa pela maior altura das torres, atende melhor os aspectos de economicidade da construção, e reduz prazo de licenciamento junto aos órgãos ambientais.

A partir dessas considerações, e conseqüentemente, a necessidade de tomar uma atitude ecologicamente adequada, desenvolveu-se um trabalho de ampliações das alturas dos suportes e maior redução no corte de vegetação nativa, o que é mostrado na análise comparativa de custos entre projetos realizados de forma convencional e de forma a minimizar os impactos sobre a vegetação nativa e espécies vegetais protegidas, além de uma opção por técnica construtiva sem corte de vegetação.

3.0 IMPACTO AMBIENTAL

O impacto ambiental de que versa este trabalho, é o de corte de vegetação nativa.

De acordo com o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), resolução nº 033 de 07 de dezembro de 1994 e do Código Florestal Estadual (RS) Lei nº 9519/92, para cada árvore com diâmetro superior a 8cm a reposição florestal deve ser de 15 mudas para cada árvore suprimida e para vegetação até 8cm de diâmetro a reposição florestal deve ser de 10 mudas por cada metro estéreo (m^3) de vegetação suprimida, considerando-se uma média de 30 estéreo (m^3) por hectare. Após a implantação a manutenção deverá ocorrer durante 04 anos, com replantio na ordem de 10% da reposição para cada ano.

Esse aumento de exigências legais, de espécies protegidas, e até o fato da recomposição da cobertura vegetal nativa do estado do Rio Grande do Sul, que passou de 5.62% da área do estado em 1983, para 17.53% em 2001 (dados da Secretária do Meio Ambiente do Estado do RS), associados ao elevado custo do replantio das espécies abatidas, levou ao estudo de outras formas de consideração de custos nos projetos de linhas de transmissão, o que será desenvolvido no item a seguir.

4.0 ETAPAS DE REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL

A metodologia adotada para essa análise comparativa foi através de 3 etapas.

Etapa 1: adequação do traçado durante a fase de implantação (maior número de vértices e contorno de áreas de maior densidade de matas nativas);

Etapa 2: utilização de torres mais altas na plotação visando a passagem dos condutores sobre a vegetação sem necessidade de corte;

Etapa 3: aplicação de técnicas construtivas que não impliquem em corte de vegetação, como o lançamento

de cabos com auxílio de helicóptero, em nosso exemplo.

4.1 Descrição da Etapa 1

O elevado custo das LT's impõe a básica orientação de minimizar as extensões dos trechos entre as SE's por traçados tão diretos quanto possíveis.

No entanto, na busca dessa solução idealizada, teremos que considerar, os obstáculos configurados pela natureza e pela exploração humana das regiões, tanto no que se refere às instalações existentes ou em construção, quanto naqueles que se prevê realizar no futuro.

Na procura de soluções para superar tais obstáculos, diversos fatores têm que ser considerados e, entre eles, os mais importantes são os técnicos, os econômicos e os ambientais.

Por exemplo: a topografia, tipo de solo, utilização de torres mais altas, tem influência direta na técnica e no custo; a sua passagem sobre áreas de onerosa desapropriação influi sobremaneira no custo da LT e a existência de matas nativas e espécies vegetais protegidas, não são apenas questões de meio ambiente, mas também de custos da LT.

O procedimento convencional de projeto inicia pela implantação do traçado, com o auxílio de fotos, imagens, mapas geográficos para determinar o eixo da LT e caracterizar a região por onde será implantada. Com estas imagens filtradas, de modo a representar somente a vegetação nativa, consegue-se dinamizar um trabalho direto na redução dos impactos na vegetação nativa, facilitando a liberação ambiental e construção de LT's.

Uma vez implantado um traçado, as ações do projetista ainda são, na maioria dos casos, por tratamento do impacto sobre a vegetação nativa pelo método do corte seletivo proposto na NBR 5422, para passagem nos locais onde não houver possibilidade de desvio da mata nativa e a plotação dos suportes realizadas pelo procedimento B, descrito no item 2.0.

4.2 Descrição da Etapa 2

Após a etapa 1, para a otimização da plotação dos suportes, propõe-se uma elevação maior das torres (necessidade de novos projetos de torres para adequação aos novos parâmetros de projeto) obedecendo às distâncias mínimas de norma cabo/solo, cabo/obstáculo e principalmente considerando-se a preservação de mata nativa, ocasionando redução dos custos de compensação dos impactos ambientais, além de um menor prazo para o licenciamento ambiental e menor tempo de execução. O menor custo da compensação desses impactos ocorre em itens como: aquisição da área para replantio, implantação, acompanhamento, manutenção do replantio de mudas, com redução no custo da LT.

4.3 Descrição da Etapa 3

O procedimento padrão de menor impacto sobre a vegetação nativa, para o lançamento de cabos é a abertura de caminhos estreitos na faixa da LT (picadas), de 3m até no máximo 5m de largura.

Nesta etapa propõe-se utilizar a aplicação de técnicas construtivas que não impliquem em corte de

vegetação, como o lançamento de cabos com auxílio de helicóptero, que tem com principal ganho a eliminação da necessidade de corte de vegetação.

Nessa operação o helicóptero é preparado de forma a acomodar bobinas de cordas. Deposita-se (sem tração) uma corda de nylon ou preferencialmente de kevlar, sobre a vegetação, que serve de guia para puxamento do cabo piloto.

Desta forma evita-se a abertura de picadas para passagens de cabos piloto e/ou condutores e pára-raios, preservando a vegetação nativa e espécies vegetais preservadas.

Esta técnica foi empregada no município de Pouso Novo, no Vale do Taquari / RS, uma Cooperativa Regional de Eletrificação (CERTEL), que usando este método diminuiu consideravelmente os custos de instalação dos cabos, conforme resumo abaixo.

O resumo dos custos comparativos entre o sistema de lançamento de cabos convencional e o uso de lançamento aéreo do cabo guia na LT 69kV Canudos do Vale – PCH Salto Forqueta (trecho de 8,8km), segundo os dados fornecidos pela própria CERTEL são:

a) Sistema de lançamento manual:

Supressão de 4.450 árvores e reposição florestal obrigatória de 66.750 mudas, com um custo de R\$ 149.500,00, incluindo custos de operações de desmatamento, áreas para replantio (40,05 ha) e custos operacionais relativos a produção das mudas, transporte, plantio e manejo por 48 meses após o plantio.

b) Sistema com lançamento aéreo de cordas:

Operações com helicóptero e cordas, com um custo de R\$ 13.000,00.

O lançamento do cabo guia com helicóptero, foi realizado em 12 vãos, totalizando 8,8km.

c) Economia gerada de R\$ 136.500,00.

5.0 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DA ETAPA 2

Com o auxílio do software PLS-CADD realizou-se plotações segundo os métodos já vistos anteriormente, visando comparações para os casos de aplicação da etapa 2. Foi mantida a Linha de Transmissão estudada (LT 138 kV Lagoa Vermelha 2 – Tapejara 2) e acrescido o estudo da LT 69kV PCH Furnas do Segredo – Jaguari.

5.1 Análise das Otimizações

5.1.1 Análise da Otimização 1

Esta descrição refere-se ao procedimento B, do item 2.0. No trecho da LT mostrado na figura 1, entre o km 22,63 e km 24,15, com um comprimento de 1517,66m, a otimização foi não priorizando a preservação de mata nativa e levando-se em consideração os custos totais das torres, onde conseguiu-se uma configuração da plotação dos suportes com supressão parcial da vegetação, ou seja, 38,6% da vegetação nativa, do trecho analisado, é proibido o corte, 23,7% se faz necessário corte seletivo e 37,6% é necessário corte da vegetação. A altura média dos suportes é de 20m (4

suportes com peso total de 10.576 kg) e vão médio de 414,75m.

5.1.2 Análise da Otimização 2

Buscamos a solução idealizada, por traçados tão diretos quanto possíveis, com a superação dos obstáculos, no caso em estudo, de vegetação nativa e espécies protegidas.

O mesmo trecho mostrado anteriormente é apresentado figura 2, com a plotação alterada, onde conseguiu-se uma configuração dos suportes com a superação em altura de praticamente todos os obstáculos (vegetação nativa com araucárias), ou seja, 72,5% da vegetação nativa, do trecho analisado, é proibido o corte, 25,8% se faz necessário corte seletivo e apenas 1,7% é necessário corte da vegetação. A altura média dos suportes é de 26,5m (4 suportes com peso total de 16.683 kg) e vão médio de 471,25m.

É apresentada na figura 3, a plotação obtida no procedimento A do item 2.0, para o mesmo trecho da LT.

6.0 COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE AS OTIMIZAÇÕES DE PROJETO

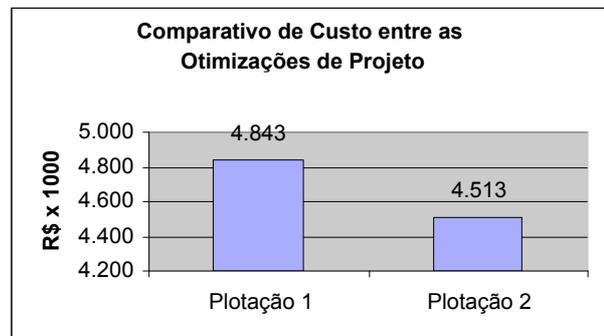
6.1 Comparativo entre as otimizações 1 e 2, da LT 138kV, para redução do impacto ambiental:

	Descrição	Otim. 1	Otim. 2
1	Proj./Mat./Serv.		
1.1	Qt. suportes	139	136
1.2	Peso (kg)	383511	418200
1.3	Altura média torres (m)	17,83	20
1.4	Vão médio (m)	391,1	399,82
1.5	Materiais (R\$ x 10 ³)	2908,55	3002,08
1.6	Serviços (R\$ x 10 ³)	967,97	995,87
2	Lic. Ambiental		
2.1	Rep. Florestal (mudas)	126558	60830
2.2	Percentual corte total	78,35%	40%
2.3	Área replantio (ha)	78,35	37,6
2.4	Rec. solo/enleiv. (m ²)	5560	5440
2.5	Lic. Ambiental(R\$ x 10 ³)	966,82	514,97

Tabela II – Comparativo das otimizações

A otimização 2, solução de menor impacto sobre a vegetação nativa, apesar de possuir valores mais altos com relação a materiais e serviços, constata-se que no valor global, incluindo os custos referentes às exigências ambientais, é inferior, conforme tabela e gráfico a seguir.

Gráfico I - Comparativo das otimizações



6.2 Comparativo entre otimizações 1 e 2 da LT 69kV PCH Furnas do Segredo – Jaguari.

A LT 69kV acima tem 23,96km de extensão, com estruturas mistas, madeira e metálica, cabo condutor CAA 4/0 AWG – Penguin e pára-raios aço HS 5/16”.

O resultado é mostrado na tabela abaixo:

Descrição	Otim. 1	Otim. 2
1 Estruturas/km	3,42	4,0
2 Altura média (m)	16,0	17,0
3 Vão médio (m)	312,0	299,3
4 Custo Mat./Const. (R\$ x 10 ³)	1328	1424
5 Custo Ambiental (R\$ x 10 ³)	330	214
6 Custo total (%)	100	98,7

Tabela III - Comparativo das otimizações

O resultado é o mesmo que o da LT 138kV.

7.0 FIGURAS

Trechos dos Perfis com as otimizações.

7.1 LEGENDA PARA O MANEJO DA VEGETAÇÃO:



Proibido cortar vegetação: durante a construção pode ser aberto caminho estreito (picada) de até no máximo 3m de largura, de forma que a mata possa se recompor rapidamente;

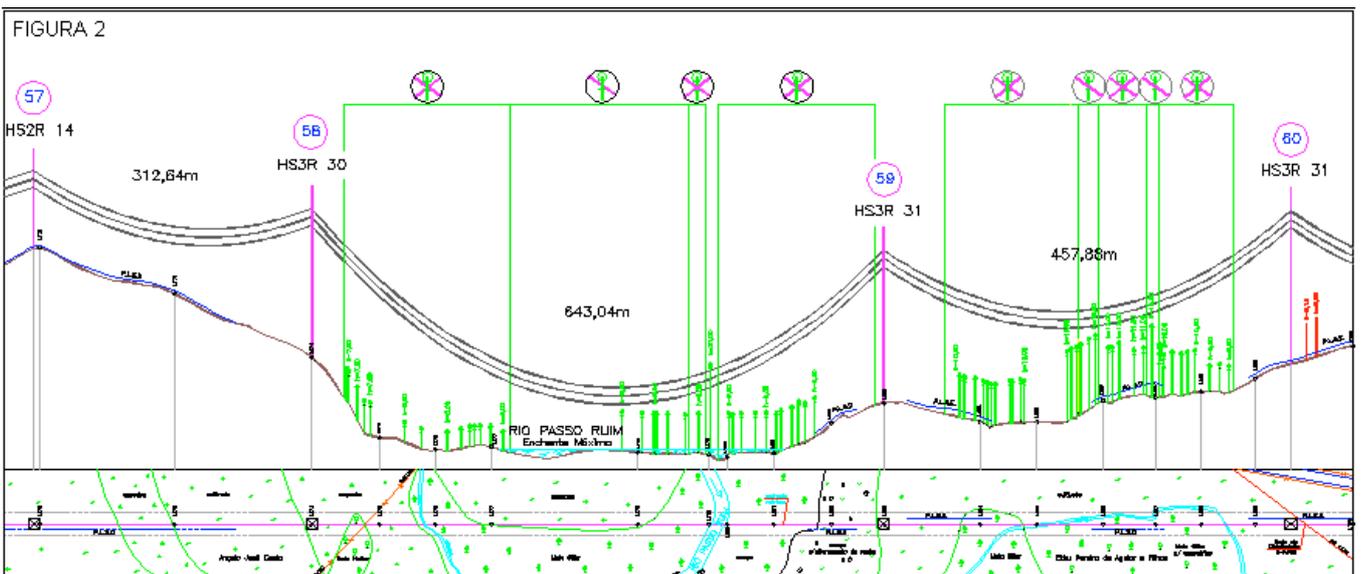
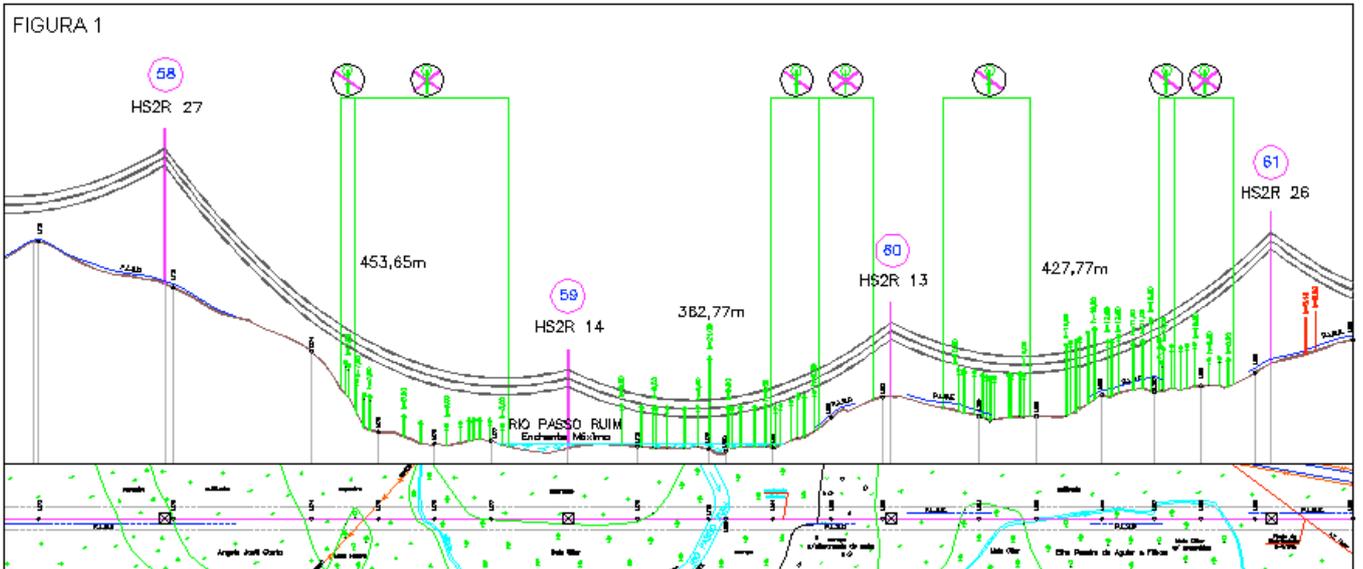


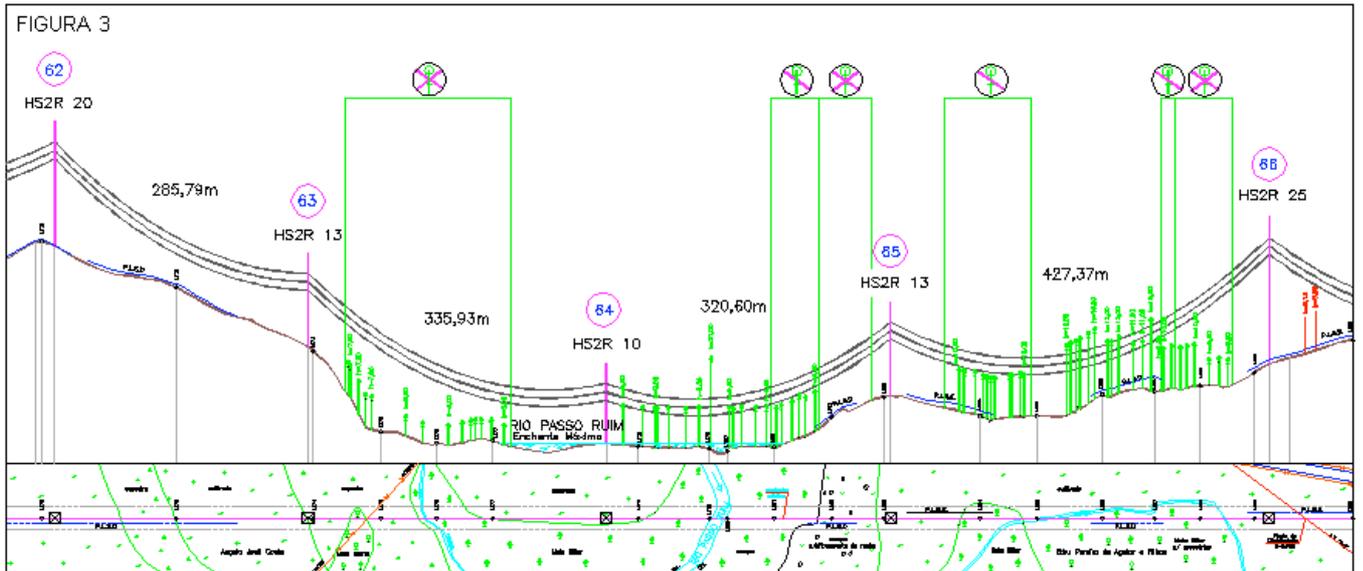
Corte seletivo da vegetação: para vegetação mais alta, conforme NBR-5422 e para vegetação não atingida pela LT, conforme descrito anteriormente.

A figura 1 mostra o trecho do perfil com a plotação do procedimento B do item 2.0 (igual à otimização 1).

A figura 2, com o procedimento de otimização 2.

A figura 3, com o procedimento A do item 2.0.





8.0 CONCLUSÃO

Fundamentado nos resultados das análises realizadas, a conclusão mostra que as soluções de redução de impacto levam a custos, em alguns casos, até inferiores aos do projeto tradicional, além de uma maior rapidez na obtenção do Licenciamento Ambiental e menor custo de manutenção.

Aos parâmetros normalmente utilizados para orçamento de LT's, deve-se acrescentar obrigatoriamente os custos de mitigação dos impactos ambientais, ou seja, peso de torre/km, custo de materiais, serviços e indenização de faixa não são suficientes como parâmetro para otimização da LT.

9.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ABNT, NBR 5422 – Projeto Eletromecânico de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 1985.
- (2) LEI No 9.519, DE 21 DE JANEIRO DE 1992 Institui o Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul e de outras providências.
- (3) CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), resolução nº 033 de 07 de dezembro de 1994.