

FATORES ECONÔMICOS RELACIONADOS À INTERVENÇÃO NA VEGETAÇÃO PARA A IMPLANTAÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO NO ESTADO DE RONDÔNIA

ECONOMIC FACTORS RELATED TO THE SUPPRESSION OF VEGETATION IN ELECTRIC TRANSMISSION LINE IN THE STATE OF RONDONIA

Allan Ribeiro Abreu¹ Nilton Cesar Fiedler² Cláudio B. Valladares Pádua² Gilson F.Silva²

RESUMO

A pesquisa foi realizada em uma linha de transmissão de energia elétrica entre as cidades de Ji-Paraná e Pimenta Bueno, no estado de Rondônia. O objetivo foi quantificar os fatores econômicos relacionados à supressão da vegetação pelos métodos tradicional e seletivo. O custo do método seletivo foi estimado com base no número de indivíduos por hectare, da área de intervenção e do custo por árvore abatida. O custo total do método tradicional foi determinado pela área de intervenção e pelo custo do hectare desflorestado. A transposição de um fragmento com uso de sete torres de 55 m, sem-intervenção na vegetação, gera um acréscimo de apenas 2,8% no custo total, se comparado ao custo do uso de 7 torres de 35m somado aos custos de intervenção seletiva na vegetação. No método seletivo, o número de indivíduos, por hectare, é a variável mais importante, pois indica diretamente o valor a ser gasto com abate de árvores. O método tradicional deve entrar em desuso por não oferecer grandes vantagens em termos técnicos, ambientais e econômicos.

Palavras-chave: corte seletivo, linhas de transmissão, fragmentos florestais.

ABSTRACT

The study was made on an electric energy transmission line between the cities of Ji-Paraná and Pimenta Bueno, in the State of Rondônia. The objective was to quantify the economic factors related to the suppression of vegetation by traditional and selective methods. The selective method cost was estimated according to the number of individuals per hectare, the area of intervention and the cost of felled trees. The total cost of the traditional method was determined by the area of intervention and by the cost of deforested hectares. The transposal of a fragment with the use of seven 55m towers, with no intervention in the vegetation, generates an increase of only 2,8% on the total cost, if compared to the cost of employing seven 35m towers plus the costs of a selective intervention in the vegetation. In the selective method, the number of individuals per hectare is the most important variable because it indicates directly the value to be wasted with the felling of trees. The traditional method will grow out of use because it does not offer big advantages in technical, environmental and economic terms.

Key words: selective cut, transmission lines, forest fragments.

INTRODUÇÃO

A forma com a qual vêm sendo construídas as linhas de transmissão de energia elétrica está sendo questionada com relação à largura da faixa de servidão³ e ao grau de intervenção na vegetação. Esse fato contribuiu para adoção de medidas relacionadas à proteção dos recursos naturais as quais culminaram com a criação do método de supressão seletiva da vegetação em substituição ao método tradicional. No método tradicional, efetua-se o corte raso da vegetação, utilizando tratores de esteiras. No método seletivo, a supressão é feita com o uso de motosserras e são retiradas apenas as árvores que poderão causar danos às instalações, tendo em vista a distância de segurança entre a copa destas e o campo elétrico formado em torno dos cabos condutores.

1. Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Caixa Postal 04357, CEP 70910-970, Brasília (DF).
2. Engenheiro Florestal, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Caixa Postal 04357, CEP 70910-970, Brasília (DF).
3. Entende-se como faixa de servidão o desflorestamento necessário à instalação de torres e à passagem dos cabos condutores, bem como à segurança destes.

Os custos adicionais, para as empresas mitigarem os danos ambientais oriundos da construção de linhas de transmissão, são significativos. No entanto, se não forem realizados na sua totalidade, poderão acarretar danos ambientais irreversíveis no futuro, às vezes, de custos incalculáveis. Em se tratando de parâmetros ambientais, existem diversos levantamentos científicos que mostram que é melhor adaptar-se à natureza do que, simplesmente ignorá-la (Abreu, 2001).

De acordo com Fuchs (1977), as condições locais para o aproveitamento hidroelétrico de forma econômica, ocorrem aleatoriamente na natureza e, muitas vezes, distantes dos grandes centros de consumo, fazendo surgir a necessidade de transporte de energia elétrica de locais cada vez mais distantes e inexplorados, implicando em maiores custos e impactos. Esses custos aumentam com a distância a ser vencida e diminuem com a quantidade de energia transportada. Os estudos de viabilidade econômica no setor deverão equacionar o custo de produção e o custo de transporte dessa energia.

De acordo com a Gerência de Engenharia Rondônia/Acre da Eletronorte - ERA (1999), o alteamento de torres, para transposição de fragmentos florestais, constitui outro fator que aumenta consideravelmente os custos de construção das linhas de transmissão. O valor do quilograma das estruturas pode chegar a R\$3,00 e uma estrutura de médio porte para uma linha de 230kV chega a pesar mais de 3 toneladas. Nas linhas de 230 kV, o quilômetro construído pode chegar a um preço final de R\$150.000,00. No estado de Rondônia, uma linha de transmissão de 138 kV e 110 km de extensão foi construída ao custo total de R\$5.544.000,00, perfazendo um valor médio de R\$50.400,00 por quilômetro construído.

Considerando o exposto, esta pesquisa teve como objetivo quantificar os fatores econômicos relacionados à supressão da vegetação pelos métodos tradicional e seletivo, determinando parâmetros quali-quantitativos para subsidiar a tomada de decisão quanto a alternativas para minimização do grau de intervenção na vegetação e propor especificações econômicas relacionadas ao corte da vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi executada em uma linha de transmissão em construção pela Empresa Centrais Elétricas do Norte do Brasil – ELETRONORTE S/A, entre os municípios de Ji-Paraná e Pimenta Bueno no estado de Rondônia.

Os custos de transposição foram calculados utilizando-se torres de 35 m, consideradas as mais altas para a linha em estudo, e torres de 55 m, como proposta para a manutenção do estrato emergente da floresta. Para os dois tamanhos de torres foram utilizadas as mesmas características de construção.

A pesquisa foi baseada em cinco fragmentos florestais que se rão interceptados pela linha em estudo, e o custo total de transposição dos fragmentos foi calculado com base na altura das torres e no número necessário de torres para transpor cada um deles. Foram analisadas três formas de transposição: a primeira usando torres de 35 m, efetuando cortes seletivos; a segunda usando torres de 55m, sem intervenção na floresta; e a terceira usando torres de 35 m, efetuando o corte raso. Foi escolhido o fragmento de n. 2 para efetuar as comparações entre as três formas de transposição.

Partindo do número médio de indivíduos por hectare e classe de altura; da área total da intervenção; e do custo médio por árvore abatida foi possível estimar o custo total com cortes seletivos. O custo total com desmatamento, no caso do método tradicional, foi determinado com base na área total da intervenção; e do custo médio por hectare desmatado e limpo.

O custo de implantação de torres de 55 m foi comparado ao custo de implantação de torres de 35 m somado ao custo de intervenção na vegetação.

Os dados necessários aos cálculos dos custos foram cedidos pela Gerência de Projeto de Linhas de Transmissão da Eletronorte – PTTL (2000) o que possibilitou determinar o acréscimo percentual no custo total, caso sejam usadas torres de 55 m de altura. As fórmulas e as variáveis utilizadas foram os seguintes:

- a) Altura da torre (m);
- b) peso médio por metro construído;
- c) preço do quilograma de aço (R\$);

- d) extensão do fragmento (km);
 e) extensão do vão (m);
 f) $CTr = PMC * AT * PA$ (R\$); e
 g) $CT = CTr * NT$.

Em que: CTr = custo por torre (R\$); PMC = peso médio por metro construído (kg); AT = altura da torre (m); PA = preço do quilograma de aço (R\$/kg); CT = custo total (R\$); NTr = número de torres.

Os cálculos não levaram em consideração os custos com plantios de gramíneas, fase do método tradicional posterior ao desmatamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados econômicos para a construção de linhas de transmissão estão na análise dos custos adicionais gerados pelos fatores ambientais na transposição de fragmentos. Quando a análise entra no critério econômico, a situação agrava-se, pois na maioria das vezes não há um estudo referente ao custo e ao benefício da preservação de ambientes naturais. A Tabela 1 mostra um exemplo de estimativa dos custos para transpor cinco fragmentos, utilizando-se torres de 35 e 55 m de altura. O custo da torre é fixo independente da extensão dos fragmentos.

TABELA 1: Estimativa dos custos com torres de 35 e 55 m de altura para a transposição da linha estudada em cinco fragmentos selecionados entre os municípios de Ji-Paraná e Pimenta Bueno.

Fragmento	Extensão (km)	N. torres	Custo total (R\$) Torres		Custo total (R\$/km)	
			35m	55m	35m	55m
1	1,5	6	55.125,00	55.125,00	36.750,00	57.750,00
2	2	7	64.312,50	64.312,50	32.156,25	50.531,23
3	1,8	7	64.312,50	64.312,50	35.729,16	56.145,83
4	0,8	4	36.750,00	36.750,00	45.937,50	72.187,50
5	1,7	6	55.125,00	86.625,00	32.426,47	50.955,88

Os resultados revelaram que o custo das torres de 35 m é menor, porém o custo de manutenção da linha será maior, tendo em vista que a vegetação mantida crescerá rapidamente e atingirá alturas que comprometerão a segurança da linha, em consequência da proximidade de seu campo elétrico. Então, a utilização de torres de 35 m, nos fragmentos estudados, sempre implicará em cortes seletivos, de acordo com a altura dos estratos constantes na Tabela 2. De acordo com a Tabela 1, a utilização de torres de 55 m de altura, gera um acréscimo considerável com as estruturas. Por outro lado, essas torres, adaptadas à altura do estrato emergente, praticamente desprezam a intervenção na vegetação, não só na época da construção, como também, nas manutenções anuais, visto que o incremento, em altura para uma floresta em estado de “clímax”, é praticamente nulo.

Ao contrário, o uso de torres de 35 m obriga a intervenção na vegetação, na época da construção da linha e posteriormente nas manutenções anuais. Ao serem efetuados cortes seletivos nos estratos acima de 20 m de altura, os custos com intervenção na floresta, efetivamente, aumentariam. Além disso, os estratos remanescentes iriam atingir rapidamente altos níveis de incremento em altura, aumentando substancialmente os custos com as manutenções anuais. A Tabela 2 mostra o número médio estimado de indivíduos por hectare por classe de altura. Com base nele, pôde-se determinar os custos com cortes seletivos, nos estratos acima de 20 m de altura. O abate seletivo de árvores não gera receita para a empresa, pois o material retirado é de domínio do proprietário da terra.

De acordo com a Tabela 1, tomando como exemplo o fragmento n. 2, com 2 km de extensão, juntamente com os dados do inventário florestal (Tabela 2), tem-se a estimativa dos custos totais para implantação da linha, para ambos os tamanhos de torres. Os valores considerados foram: vão de 350 m; faixa de servidão de 40 m; e custo médio por árvore abatida igual a R\$40,00 (PPTL, 2000).

Para torres de 35 m, tem-se:

$$CT = (CTr \times NT) + CCs \quad e \quad CCs = 40,00 \times N. \text{ ind.} \times AT$$

Em que: CT = custo total; CTr = custo da torre; NT = número de torres; CCs = custo com corte seletivo; N. ind. = número de indivíduos; AT = área total.

TABELA 2: Número médio de indivíduos por hectare e classe de altura, para os fragmentos selecionados no traçado da linha estudada entre os municípios de Ji-Paraná e Pimenta Bueno.

Tipo de estrato	Classes de altura (m)	N. de árvores/ha
Sub-bosque	10 – 15	175
Estrato inferior	15 – 20	98
Estrato inferior	20 – 25	47
Estrato superior	25 – 30	35
Estrato superior	30 – 35	16
Estrato emergente	35 – 40	8

Então:

$$CT_{35} = (9.187,5 \times 7) + [40,00 \times (47+35+16+8) \times 8]$$

$$CT_{35} = 64.312,5 + 33.920,0$$

$$CT_{35} = R\$ 98.232,5 \quad (1)$$

Para torres de 55 m, como não há necessidade de efetuar cortes seletivos e excetuando os custos de intervenção na vegetação para abertura de acessos e locação das torres no fragmento tem-se:

$$CT_{55} = 14.437,5 \times 7$$

$$CT_{55} = R\$ 101.062,5 \quad (2)$$

Efetuando-se a diferença, entre a situação (2) e (1), tem-se:

$$CT_{55} - CT_{35} = R\$ 2.830,00$$

Na opção do uso de torres de 55 m, ao final da análise de custos, tem-se apenas um acréscimo de R\$2.830,00, o que equivale a um aumento de 2,8% no custo total de construção da linha, no citado fragmento. Observa-se que, quanto maior o número de indivíduos a serem extraídos pelo corte seletivo, maior será o custo total da intervenção na vegetação. Isso apenas na construção, não incluindo aí os custos de manutenções periódicas.

A análise econômica mostra que há meios de obter melhores resultados com relação aos efeitos ambientais da transposição de linhas de transmissão de energia elétrica em fragmentos florestais. A saída está no fato de que a floresta trará muito mais custos, para qualquer linha de transmissão, se houverem intervenções drásticas nos estratos, do que se optarem por uma adequação da altura das torres em função destes.

Considerando o método tradicional e utilizando o mesmo fragmento da análise anterior, pode-se comparar os custos entre um método e outro.

Com base no valor de R\$700,00 por hectare de faixa de servidão desmatada e sua largura igual a 40 m, assim divulgados pela Gerência de Projetos de Linhas de Transmissão – PPTL (2000), e ainda, considerando a extensão de 2.000 m do fragmento n. 2 e torres de 35 m, tem-se:

$$CT_{mt} = (CTr \times NT) + CC_{mt} \quad e \quad CC_{mt} = \{[(EF \times LF)/10.000] \times 700,00\}$$

Onde: CT_{mt} = custo total com o método tradicional; CTr = custo da torre; NT = número de torres; CC_{mt} = custo com método tradicional; EF = extensão do fragmento; LF = largura da faixa.

Então:

$$CT_{mt} = (9.187,5 \times 7) + \{[(2000 \times 40)/10.000] \times 700,00\}$$

$$CT_{mt} = 64.312,5 + 5.600$$

$$CT_{mt} = R\$ 69.912,50 \quad (3)$$

Efetuada a diferença entre as situações (1) e (3) e as situações (2) e (3), tem-se respectivamente:

$$CT_{35} - CT_{mt} = 98.232,50 - 69.912,50 = R\$ 28.320,00$$

$$CT_{55} - CT_{mt} = 101.062,50 - 69.912,50 = R\$ 31.150,00$$

Na Figura 1, é mostrado o custo de implantação de torres de 35 e 55 m, para transpor um fragmento de 2.000 m de extensão, pelos métodos seletivo e tradicional.

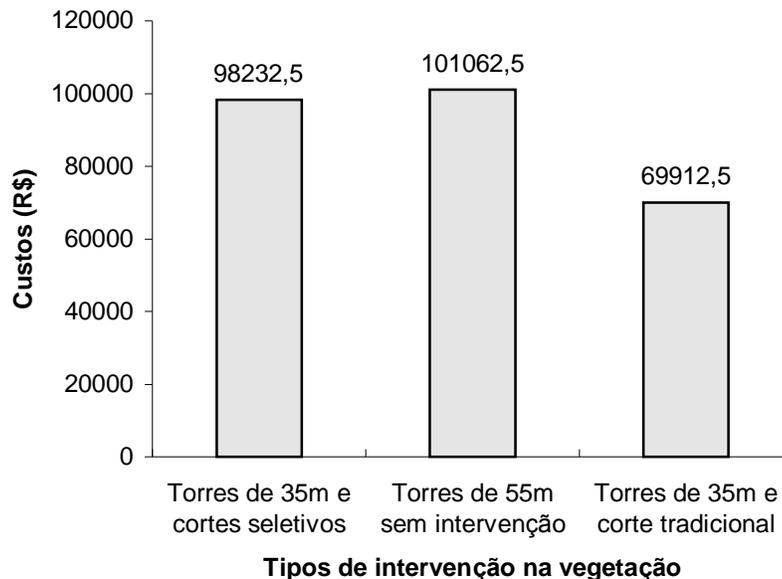


FIGURA 1: Custo de implantação de torres de 35 e 55 m, para transpor um fragmento de 2.000 m de extensão, entre municípios de Ji-Paraná e Pimenta Bueno, pelos métodos seletivo e tradicional.

Os valores revelam que o método tradicional é 28,82% menos oneroso que o método seletivo, e 30,82% se comparado ao uso de torres de 55 m, isto é, a diferença entre o uso de torres de 35 e 55 m é realmente mínima, tendo em vista a necessidade ou não de intervenção na floresta. As três situações estão plotadas na Figura 1 e mostram claramente que o método tradicional, excetuando os custos com manutenções anuais e o plantio de gramíneas, é o mais vantajoso do ponto de vista econômico, porém esse método é, sem dúvida, o mais danoso ao meio ambiente, tendo em vista a aplicação de corte raso, constituindo total destruição de habitat. Não se estimou o custo ambiental do corte raso, uma vez que este não foi o objeto do presente estudo. Para determinar esse custo, haveria necessidade de conhecer os valores ecológicos do ecossistema a ser suprimido.

Além disso, o acúmulo de material lenhoso após corte raso e a facilidade de propagação do fogo em gramíneas fazem com que tais áreas fiquem bastante suscetíveis à ocorrência de incêndios florestais, fato este que gera mais custos de manutenção e segurança da linha. Este fato é mais uma prova de que o método tradicional deve entrar em desuso não só pelas pressões ambientais, como também pelo fato de não oferecer grandes vantagens em termos econômicos.

CONCLUSÕES

A transposição de um fragmento com uso de sete torres de 55 m, sem-intervenção na vegetação, gera um acréscimo médio de apenas 2,8% no custo total, se comparado ao custo do uso de sete torres de 35 m somado aos custos de intervenção seletiva na vegetação.

Desconsiderando o custo com plantio de gramíneas e manutenções periódicas, o método tradicional representa uma economia de 28,2% se comparado ao método seletivo.

No método seletivo, o número médio de indivíduos por hectare é a variável mais importante na

tomada de decisão, pois indica diretamente o valor a ser gasto.

Pela análise dos dois métodos concluiu-se que o melhor é não intervir na vegetação. O método tradicional por não oferecer grandes vantagens em termos técnicos, ambientais e econômicos, e o método seletivo pelo fato de acarretar um número maior de intervenções futuras e, conseqüentemente, maiores custos de manutenção da linha, em razão do rápido crescimento da vegetação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. R. **Análise técnica, econômica e ambiental da transposição de linhas de transmissão de energia elétrica em fragmentos florestais no Estado de Rondônia.** 2001. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília.

FUCHS, R. D. **Transmissão de energia elétrica:** linhas aéreas; teoria das linhas em regime permanente. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 1977. 2 v.

GERÊNCIA DE ENGENHARIA RONDÔNIA / ACRE – ERA. **Tomada de Preço:** ERA 2.007. Porto Velho: ELETRONORTE, 1999. 120 p.

PTTL. GERÊNCIA DE PROJETOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO – **Consulta via Fax.** Brasília: ELETRONORTE, 2000. 3 p.