

# ESTIMATIVA DO COEFICIENTE DE SERVIDÃO COM REGRESSÃO MÚLTIPLA: APLICAÇÃO DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

Trabalho de Avaliação

JULIANO GONÇALVES DOS SANTOS  
KAROLINA RIBEIRO DA ROCHA

João Pessoa - PB  
2025

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



## ESTIMATIVA DO COEFICIENTE DE SERVIDÃO COM REGRESSÃO MÚLTIPLA: APLICAÇÃO DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

### RESUMO

O trabalho apresentado propõe um modelo estatístico baseado em regressão multilinear para estimar o Coeficiente de Servidão (CS) — um percentual aplicado sobre o valor da terra nua para fins de indenização por servidão de passagem de linhas de transmissão ou distribuição de energia elétrica. Modelo estatístico proposto:  $CS = 26,263 + \sum (\text{coeficientes variáveis})$ , o modelo utiliza 11 variáveis, todas codificadas com pesos numéricos, resultando em valores entre 35,48% e 97,58% de CS. O modelo apresentou: Coeficiente de correlação (R): 0,9997, ajuste quase perfeito, erro padrão: 0,31, significância estatística: Aceita em nível de 5%, sem outliers nem autocorrelação, segundo testes de Kolmogorov-Smirnov e Durbin-Watson.

**Palavras-chave:** *Avaliação, Coeficiente de Servidão (CS), Inferência Estatística, Indenização Fundiária.*

#### REALIZAÇÃO:



#### PATROCÍNIO:



## SUMÁRIO

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                         | 3  |
| 2. METODOLOGIA DO TRABALHO .....                                            | 3  |
| 3. DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA .....                                     | 3  |
| 4. VARIÁVEIS UTILIZADAS NO MODELO DE REGRESSÃO MULTILINEAR .....            | 4  |
| 5. DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE SERVIDÃO POR INFERÊNCIA ESTATÍSTICA ..... | 7  |
| 6. CONCLUSÃO .....                                                          | 8  |
| REFERÊNCIAS .....                                                           | 9  |
| ANEXOS .....                                                                | 10 |

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



## **1. INTRODUÇÃO**

A implantação de obras públicas de transmissão e distribuição de energia elétrica exige, frequentemente, a instituição de servidão administrativa sobre propriedades particulares ou públicas, sejam elas localizadas em áreas rurais ou urbanas. Como essas obras são declaradas de utilidade pública, os(as) proprietários(as) afetados(as) têm direito à indenização, sendo a principal discussão restrita ao montante a ser compensado.

De forma geral, as concessionárias do setor elétrico elaboram cadernos de preços com valores de referência para as regiões por onde passarão as Linhas de Transmissão (LT) ou Distribuição (LD). As propriedades impactadas são então identificadas, cadastradas e avaliadas, normalmente por meio de laudos unilaterais elaborados pelas próprias empresas.

A seguir, é iniciado um processo de negociação extrajudicial entre os representantes da concessionária e os(as) proprietários(as) ou seus procuradores legais. Na ausência de acordo, a empresa reúne os documentos do imóvel e do(a) proprietário(a) e ajuíza ação com o objetivo de definir o valor da indenização por meio de perícia judicial, considerando a área atingida pela servidão de passagem.

Para as obras públicas de transmissão e distribuição de energia elétrica é necessário a instituição de servidão administrativa na propriedade, seja pública ou privada, seja rural ou urbana.

## **2. METODOLOGIA DO TRABALHO**

Ao analisar o trabalho desenvolvido por Alves (2011, op. cit.), identificaram-se algumas fragilidades metodológicas. Considerando que o Coeficiente de Servidão deve refletir a soma ponderada de diversos fatores que impactam o valor da terra nua, observou-se que, no modelo apresentado pelo autor, a equação de regressão multilinear resultava, em alguns casos, em valores negativos no somatório das variáveis, o que compromete a coerência dos resultados e sua aplicabilidade prática.

Com o objetivo de corrigir essa distorção e contribuir de forma mais eficaz para a construção de um Coeficiente de Servidão robusto e representativo das restrições impostas à propriedade rural ou urbana, este trabalho propõe uma reformulação do modelo com base na metodologia de Alves (2011, op. cit.). Para isso, foram reorganizados os dados e selecionadas as variáveis relevantes, que foram inseridas em um programa de inferência estatística. As variáveis independentes adotadas foram: a) topografia; b) Região de localização do imóvel; c) Tipo de propriedade; d) Posição da faixa no imóvel; e) Número de torres instaladas; f) Área atingida; g) Acesso ao imóvel; h) Capacidade de uso do solo; i) Aptidão agrícola; j) Benfeitorias atingidas; k) Superfície do imóvel. A variável dependente foi o próprio Coeficiente de Servidão.

## **3. DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA**

À luz das normas técnicas vigentes e considerando como parâmetro o valor mínimo de indenização por servidão estipulado por Pelegriño (1974) — 33% para imóveis rurais —, estabeleceu-se um conjunto de critérios que assegurasse a coerência e aplicabilidade do modelo proposto. Assim, definiu-se que o Coeficiente de

Servidão (CS) estimado pela equação de regressão multilinear não poderia assumir valores inferiores ao limite mínimo legalmente aceito, tampouco ultrapassar o patamar máximo de 100%, o que caracterizaria uma incongruência metodológica.

Com base na metodologia adaptada de Alves (2011, op. cit.), procedeu-se ao somatório das variáveis independentes representativas das restrições impostas ao imóvel pela faixa de servidão, resultando em um valor médio de aproximadamente 74%. Para adequar o modelo aos parâmetros estabelecidos por Pelegrino (1974), optou-se por incluir uma constante de 26%, garantindo que o resultado final permanecesse dentro do intervalo admissível de compensação.

Adicionalmente, optou-se por excluir a variável “campo de arbúrio”, por sua natureza eminentemente subjetiva, que tende a comprometer a padronização dos resultados, dada a ampla variação entre os critérios adotados por diferentes avaliadores.

Destaca-se, ainda, que as escalas de pesos atribuídas às variáveis se encontram tecnicamente corretas. No entanto, identificou-se uma inconsistência no modelo matemático, a qual resultava na interpretação inversa desses pesos. Nessa toada, a título de exemplo, solos secos apresentavam coeficiente de servidão inferior ao atribuído a solos alagados — distorção que se estendia às demais variáveis. Tal atribuição foi corrigida nesta proposta, de forma a refletir de maneira mais adequada o impacto real sobre a propriedade atingida.

#### **4. VARIÁVEIS UTILIZADAS NO MODELO DE REGRESSÃO MULTILINEAR**

Para melhor compreensão do modelo proposto, apresentam-se a seguir as variáveis independentes utilizadas na equação de regressão, acompanhadas de suas características e respectivos pesos. As variáveis foram definidas com base em atributos que impactam diretamente o valor da propriedade no contexto da servidão de passagem: Topografia: refere-se ao relevo do imóvel (escarpada, acidentada, ondulada ou plana); Região de localização: classifica a área onde se situa o imóvel (zona rural, suburbana, de expansão urbana ou urbana); Tipo de propriedade: abrange categorias como latifúndio, minifúndio, fazenda, sítio, chácara e lote; Posição da faixa no imóvel: indica a localização da servidão em relação à geometria do terreno (ex.: frontal, lateral, transversal, diagonal); Número de torres: quantidade de estruturas instaladas na faixa de servidão; Área atingida: percentual da área do imóvel impactada pela faixa; Acesso ao imóvel: condição de acesso à propriedade (asfalto, estrada de terra, vicinal etc.); Capacidade de uso do solo: relacionada às atividades desenvolvidas no imóvel (lazer, culturas temporárias, pastagem, entre outros); Aptidão agrícola: nível de adequação do solo para fins produtivos (inapta a ótima); Benfeitorias atingidas: tipo e natureza das benfeitorias localizadas na área impactada; Superfície do imóvel: condição física do terreno (rochoso, alagado, brejoso, seco).

Cada variável foi subdividida em faixas ou categorias, às quais foram atribuídos pesos numéricos. Esses valores são utilizados como insumos para a formação do Coeficiente de Servidão, conforme será detalhado nas tabelas a seguir, com base nas características observadas no imóvel serviente.

| Variável: Topografia | Peso |
|----------------------|------|
| Escarpada            | 1    |
| Acidentada           | 2    |
| Ondulada             | 3    |
| Plana                | 4    |

| Variável: Região de Localização do Imóvel | Peso |
|-------------------------------------------|------|
| Rural                                     | 1    |
| Suburbana                                 | 2    |
| Expansão Urbana                           | 3    |
| Urbana                                    | 4    |

| Variável: Tipo de Propriedade | Peso |
|-------------------------------|------|
| latifúndio                    | 1    |
| Minifúndio                    | 2    |
| Fazenda                       | 3    |
| Sítio                         | 4    |
| Chácara                       | 5    |
| Lote                          | 6    |

| Variável: Região de Localização | Peso |
|---------------------------------|------|
| Rural                           | 1    |
| Suburbana                       | 2    |
| Expansão Urbana                 | 3    |
| Urbana                          | 4    |

| Variável: Posição da Faixa no Imóvel | Peso |
|--------------------------------------|------|
| Canto (fundo)                        | 1    |
| Canto (frente)                       | 2    |
| Lateral                              | 3    |
| Transversal                          | 4    |
| Longitudinal                         | 5    |
| Diagonal                             | 6    |
| Transversal (meio)                   | 7    |
| Longitudinal (meio)                  | 8    |
| Frontal Parcial                      | 9    |
| Frontal                              | 10   |

| Variável: N° Torres | Peso |
|---------------------|------|
| Nenhuma             | 0    |
| 1                   | 1    |
| 2 ou 3              | 3    |
| 4 ou 5              | 4    |
| 6 ou 7              | 5    |
| 8 ou 9              | 6    |
| 10 a 15             | 7    |
| 16 a 25             | 8    |
| 26 a 35             | 9    |
| ≥ 35                | 10   |

| Variável: Área Atingida (%) | Peso |
|-----------------------------|------|
| ≤ 2% do imóvel              | 1    |
| De 2,01 a 4% do imóvel      | 2    |
| De 4,01 a 8% do imóvel      | 3    |
| De 8,01 a 16% do imóvel     | 4    |
| De 16,01 a 32% do imóvel    | 5    |
| De 32,01 a 64% do imóvel    | 6    |
| De 64,01 a 80% do imóvel    | 7    |
| De 80,01 a 100% do imóvel   | 8    |

| Variável: Acesso ao Imóvel | Peso |
|----------------------------|------|
| Má                         | 1    |
| Desfavorável               | 2    |
| Boa                        | 3    |
| Muito Boa                  | 4    |
| Ótima                      | 5    |

| Variável: Capacidade de Uso do Imóvel        | Peso |
|----------------------------------------------|------|
| Pasto Nativo                                 | 1    |
| Pasto Artificial                             | 2    |
| Culturas Temporárias                         | 3    |
| Floresta Nativa                              | 4    |
| Cultura Permanente C/ Errad. Parcial         | 5    |
| Cultura Permanente C/ Errad. Total           | 6    |
| Reflorestamento ou Cultura de Cana de Açúcar | 7    |
| Lazer                                        | 8    |

| Variável: Aptidão Agrícola | Peso |
|----------------------------|------|
| Inapta                     | 1    |
| Restrita                   | 2    |
| Regular                    | 3    |
| Boa                        | 4    |
| Ótima                      | 5    |

| Variável: Benfeitorias Atingidas | Peso |
|----------------------------------|------|
| Agropecuária                     | 1    |
| Residencial                      | 2    |
| Comercial                        | 3    |
| Industrial                       | 4    |
| Residencial/Agropecuária         | 5    |
| Residencial/Comercial            | 6    |
| Residencial/Industrial           | 7    |
| Comercial/Agropecuária           | 8    |
| Industrial/Agropecuária          | 9    |
| Comercial/Industrial             | 10   |

| Variável: Superfície do Imóvel | Peso |
|--------------------------------|------|
| Alagada                        | 1    |
| Rochosa                        | 2    |
| Brejosa                        | 3    |
| Seca                           | 4    |

## 5. DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE SERVIDÃO POR INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

Nos cálculos realizados com base em inferência estatística, foram utilizadas as variáveis anteriormente descritas, conforme detalhado nos anexos correspondentes (vide Anexo). Para garantir a coerência do modelo e compatibilidade com o parâmetro mínimo de servidão estabelecido por Pelegrino (1974), adotou-se uma constante de 26%, denominada neste trabalho como constante de Pelegrino.

Com isso, chegou-se à seguinte equação representativa do Coeficiente de Servidão Estimado:  $\text{Servidão Estimada} = 26,00 + [\text{Topografia}] + [\text{Região de Localização do Imóvel}] + [\text{Tipo de Propriedade}] + [\text{Posição da Faixa no Imóvel}] + [\text{Torres}] + [\text{Área Atingida}] + [\text{Acesso ao Imóvel}] + [\text{Capacidade de Uso do Solo}] + [\text{Aptidão Agrícola}] + [\text{Benfeitorias Atingidas}] + [\text{Superfície do Imóvel}]$ .

Essa equação reflete a contribuição de cada variável no percentual final aplicado sobre o valor da terra nua, representando, de forma objetiva, os impactos decorrentes da implantação da faixa de servidão.

## 6. CONCLUSÃO

A partir da aplicação da inferência estatística para a determinação do Coeficiente de Servidão, o modelo apresentou um coeficiente de correlação de 99,97% e um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 99,93%, evidenciando um elevado grau de ajuste entre as variáveis independentes e a variável dependente. Todas as variáveis propostas demonstraram-se estatisticamente relevantes no modelo final.

A análise dos extremos do modelo revelou que, nas condições mais restritivas para o imóvel serviente, o coeficiente estimado foi de 35,48%, enquanto nas condições mais favoráveis (sob o ponto de vista do impacto da servidão), o valor máximo obtido foi de 97,58%, ambos situados dentro de um intervalo tecnicamente aceitável.

Dessa forma, conclui-se que a equação de regressão proposta constitui uma ferramenta técnica robusta e complementar para a Engenharia de Avaliações e Perícias, especialmente na quantificação de indenizações em propriedades afetadas por faixas de servidão de Linhas de Transmissão ou Distribuição de Energia Elétrica. Seu uso contribui para maior objetividade, transparência e fundamentação técnica nas análises periciais e nos processos de negociação ou judicialização.

## REFERÊNCIAS

ALVES, C. S. de; **Metodologia para determinação de percentual de servidão aérea para faixa e áreas remanescentes**. IBAPE - XVI COBREAP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, 2011.

Arantes, Carlos Augusto, **Avaliação de indenização por instituição de servidão de passagens em glebas rurais** -IBAPE - XII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-1 – Norma brasileira para avaliação de bens – Parte 1: procedimentos gerais**. São Paulo: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-3 – Avaliação de bens - Parte 3: Imóveis rurais**. São Paulo: ABNT, 2019.

FURNAS Centrais Elétricas S.A.; **Critérios para cálculos de percentual de servidão**. Rio de Janeiro - RJ; 1986.

LIMA, Marcelo Rossi de Camargo. **Engenharia de Avaliações aplicada em propriedade rurais: tratamento científico e por fatores: perícias em desapropriações e servidões / Marcelo Rossi de Camargo Lima**. 1. ed. – São Paulo: Editora Leud, 2021, 328p.

MATOS, J. G. R.; **Metodologia para Avaliação das Faixas de Servidão de Passagem das Linhas de Transmissão e das Áreas das Subestações**. Rio de Janeiro: outubro de 2010.

PELEGRINO, J. C.; **Engenharia de Avaliações**. São Paulo: Editora Pini; 1974.

## ANEXOS

O QR Code abaixo direciona para o anexo digital contendo o relatório completo do modelo estatístico desenvolvido para a presente análise.

