

**NATUREZA DO TRABALHO:
TRABALHO DE AVALIAÇÃO**

RESUMO

Através de inferência estatística objetiva-se obter uma equação com as diferentes variáveis consideradas no cálculo que expliquem um percentual de servidão. Adicionalmente, objetiva-se introduzir no ordenamento da engenharia de avaliações, metodologia de cálculo de percentual de servidão sobre a área remanescente, quando ou como couber. Tudo isto de acordo com os procedimentos gerais previstos nas seguintes Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): i) NBR 14653-1: 2001; ii) NBR 14653-2:2004 (Imóveis Urbanos); iii) NBR 14653-3:2004 (Imóveis Rurais).

Palavras chaves; Avaliação, Servidão aérea, Áreas remanescentes, percentual.

1. DESENVOLVIMENTO

Com base nas normas vigentes, bem como no valor do percentual mínimo de 33% estabelecido por PELEGRINO (1974)¹ para imóveis rurais, procurou-se estender os valores dos percentuais até cerca de 100% objetivando dar mais justeza a avaliação a ser feita.

Dos estudos realizados, conseguiu-se alinhar os seguintes fatores que produzem impactos ambientais nos imóveis interferidos por uma servidão de passagem aérea de linha de transmissão de energia elétrica.

- Fatores:
- a) Topografia;
 - b) Região de Localização do Imóvel;
 - c) Tipo de Propriedade;
 - d) Posição do Imóvel Atingido;
 - 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) Estado da Superfície do Imóvel;
 - l) Campo de Arbítrio.

Definições:

Servidao	= Percentual a ser aplicado sobre o valor pleno
Area	= índice correspondente a porção de área atingida
Regiao	= localização do imóvel
Tipo	= categoria da propriedade
Acesso	= padrão do acesso ao imóvel
Torres	= índice de quantidade de torres existentes
Topgraf	= aspectos do relevo
Posic	= posição em que a faixa atinge o imóvel
Uso	= utilização do imóvel
Aptidao	= capacidade do solo
Arbitrio	= intervalo de arbítrio
Benfeit	= tipo de benfeitorias atingidas
Superf	= aspectos da superfície do imóvel

Cada um desses fatores foi subdividido, em características paramétricas próprias e foram enumerados conforme estão apresentados a seguir.

	Fator	Índices
a)	Topografia	1 a 4
b)	Região de Localização do Imóvel	1 a 4
c)	Tipo de Propriedade	1 a 6

¹ PELEGRINO, J. C.; *Engenharia de Avaliações*. São Paulo: Editora Pini; 1974.

d)	Posição do Imóvel Atingido	1 a 10
e)	Número de Torres Instaladas	0 a 10
f)	Área Atingida	1 a 8
g)	Acesso ao Imóvel	1 a 5
h)	Capacidade de Uso do Solo	1 a 8
i)	Aptidão Agrícola	1 a 5
j)	Benfeitorias Atingidas	1 a 10
k)	Estado da Superfície do Imóvel	1 a 4
l)	Campo de Arbítrio	1 a 10

3.1. TABELA DE ÍNDICES

Nas tabelas índices apresentadas a seguir, estão discriminados os valores que as variáveis assumirão na equação que formará o percentual de servidão, de acordo com as características observadas no imóvel serviente.

a. Fator Topografia

Define o aspecto do relevo do imóvel.

TOPOGRAFIA (Topograf)	Índice
Plana	4
Ondulada	3
Acidentada	2
Escarpada	1

b. Fator Região de Localização do Imóvel

Define o imóvel em função de sua localização.

REGIÃO (Região)	Índice
Urbana	4
Expansão Urbana	3
Suburbana	2
Rural	1

c. Fator Tipo de Propriedade

Caracteriza o aproveitamento do imóvel, em função da localização e do tamanho.

TIPO (Tipo)	Índice
Lote	6
Chácara	5
Sítio	4
Fazenda	3
Minifúndio	2
Latifúndio	1

d. Fator Posição do Imóvel Atingido

Define a forma pela qual a faixa de servidão atinge o imóvel.

POSIÇÃO (Posic)	Índice
Frontal	10
Frontal parcial	9
Longitudinal (meio)	8

Transversal (meio)	7
Diagonal	6
Longitudinal	5
Transversal	4
Lateral	3
Canto (frente)	2
Canto (fundo)	1

e. Fator Número de Torres Instaladas

Define o impacto em função da quantidade de torres que são instaladas no imóvel serviente.

<u>TORRES (Torres)</u>	<u>Índice</u>
Mais de trinta e cinco torres	10
De vinte e seis a trinta e cinco torres	9
De dezesseis a vinte e cinco torres	8
De dez a quinze torres	7
Oito ou nove torres	6
Seis ou sete torres	5
Quatro ou cinco torres	3
Duas ou três torres	2
Uma torre	1
Nenhuma torre	0

f. Fator Área Atingida

Define o intervalo no qual está inserido o percentual da área impactada pela faixa de servidão.

<u>ÁREA (Área)</u>	<u>Índice</u>
De 80% a 100% do terreno	8
De 64% a 80% do terreno	7
De 32% a 64% do terreno	6
De 16% a 32% do terreno	5
De 8% a 16% do terreno	4
De 4% a 8% do terreno	3
De 2% a 4% do terreno	2
De 1% a 2% do terreno	1

g. Fator Acesso ao Imóvel

Define o estado e o meio de se acessar o imóvel.

<u>ACESSO (Acesso)</u>	<u>Índice</u>
Ótimo	5
Bom	4
Regular	3
Ruim	2
Péssimo	1

h. Fator Capacidade de Uso do Solo

Define qual a destinação dada ao imóvel.

<u>USO (Uso)</u>	<u>Índice</u>
------------------	---------------

Lazer/Construção	8
Reflorestamento/Cultura de Cana-de-açúcar	7
Fruticultura/Cultura permanente com erradicação total	6
Fruticultura/Cultura permanente com erradicação parcial	5
Floresta nativa	4
Cultura temporária	3
Pasto artificial	2
Pasto nativo	1

i. Fator Aptidão Agrícola

Define qual a característica do solo em relação à capacidade de produção agrícola.

APTIDÃO (Aptidao)	Índice
Ótima	5
Boa	4
Regular	3
Restrita	2
Inapta	1

j. Fator Benfeitorias Atingidas

Define os tipos de benfeitorias atingidas pela faixa.

BENFEITORIAS (Benfeit)	Índice
Comercial/Industrial	10
Industrial/Agropecuária	9
Comercial/Agropecuária	8
Residencial/Industrial	7
Residencial/Comercial	6
Residencial/Agropecuária	5
Industrial	4
Comercial	3
Residencial	2
Agropecuária	1

k. Fator Estado da Superfície do Imóvel

Define o estado hidrológico e de consistência da superfície da área de servidão.

SUPERFICIE (Superf)	Índice
Seca	1
Brejosa	2
Rochosa	3
Alagada	4

l. Fator Campo de Arbítrio (Arbitrio)

Esta variável, com índices entre 1 e 10, assume o valor da subjetividade e do conhecimento técnico do avaliador, sendo o valor estabelecido de inteira competência e sentimento do avaliador, devendo porém, se usada, ser justificada.

3.2. EQUAÇÃO

Consubstanciado em práticas de alguns empreendimentos, extraiu-se uma amostragem de 43 elementos e, elaborou-se um tratamento dos dados através da Inferência Estatística e Análise de seus parâmetros, obtendo-se assim, dentre outras a equação abaixo, cujos estudos da modelagem matemática foi obtida através do software INFER32 e está consignada no ANEXO I, do presente trabalho.

Através da seguinte equação é que se fixará os percentuais para servidão de passagem aérea da linha de transmissão de energia elétrica.

Modelo para a Variável Dependente

$$[\text{Servidao}] = 46,431 + 5,0875 \times [\text{Area}] - 11,500 / [\text{Regiao}] + 6,4932 / [\text{Tipo}] + 1,2112 \times [\text{Acesso}] - 0,3957 \times [\text{Torres}] - 7,9640 \times \text{Ln}([\text{Topgraf}]) + 3,0655 \times [\text{Posic}] + 6,0125 / [\text{Uso}] - 26,210 / [\text{Aptidao}] + 0,5562 \times [\text{Arbitrio}] - 7,8063 / [\text{Benfeit}] - 2,9437 \times [\text{Superf}]$$

3.2.1. ANÁLISE DA MODELAGEM MATEMÁTICA

No **ANEXO 1**, encontramos os estudos da inferência estatística e modelagem da equação.

Há na equação a variável ARBÍTRIO, na qual o técnico tem toda a liberdade de estabelecer valor, dentro do intervalo de 1 a 10. Verificamos então que aí está um grande mérito da equação, vez que assim o técnico deixa de ser apenas usuário de critério preestabelecido, podendo avançar e usar seus conhecimentos tácitos na busca de melhor julgamento para o percentual de servidão de passagem da linha de transmissão.

3.3. PERCENTUAL PARA ÁREA REMANESCENTE

Conforme está previsto na NBR 14.653, o impacto de uma faixa de servidão pode ter desdobramento sobre a área não serviente, o que além de ser intuitivo e ser objeto de pleitos dos impactados.

Para os casos em que couberem considerações sobre a área remanescente, recomenda-se a aplicação de sete níveis de percentuais de servidão/área remanescente abaixo, estimados em função do impacto da linha de transmissão sobre o remanescente, que serão calculados a partir da extração das raízes enésima inversa de percentual de servidão estabelecido para a faixa serviente.

É importante observar que há inter-relacionamento direto entre estes sete índices estabelecidos para a área remanescente e os índices anteriores calculados para a faixa de servidão. Portanto, tem-se como base de cálculo um expoente formado em parte pelas características e pelo percentual de servidão calculado para a faixa de servidão.

Níveis de percentuais de servidão em função do impacto da LT sobre o remanescente

NÍVEL	GRAU	ÍNDICES	FÓRMULA
1	Mínimo	$1/(Perc_serv); (1/6)$	$((Perc_serv)^{1/(Perc_serv)})/6$
2	Baixo	$1/(Perc_serv); 1/4$	$((Perc_serv)^{1/(Perc_serv)})/4$
3	Pequeno	$1/(Perc_serv); 1/2$	$((Perc_serv)^{1/(Perc_serv)})/2$
4	Médio	$1/(Perc_serv)$	$(Perc_serv)^{1/(Perc_serv)}$
5	Grande	6	$(Perc_serv)^{1/6}$
6	Alto	4	$(Perc_serv)^{1/4}$
7	Máximo	2	$(Perc_serv)^{1/2}$

Tal expediente se mostra revestido de robustez pela causa e efeito, vez que os índices de percentuais para remanescente possuem origem nos mesmos fatores da faixa de servidão.

3.4. REFERÊNCIA DOS IMPACTOS

Seguem alguns referenciais orientadores para serem observados por ocasião do enquadramento nos níveis percentuais de servidão em função do impacto da linha de transmissão sobre a área remanescente do imóvel serviente.

NÍVEL	GRAU	CARACTERÍSTICAS
1	Mínimo	→ O impacto fica nas proximidades da faixa de servidão.
2	Baixo	→ O impacto se propaga bem antes da proximidade da metade da extensão da propriedade.
3	Pequeno	→ O impacto se propaga até a proximidade da metade da propriedade.
4	Médio	→ O impacto se propaga por até a metade da extensão da propriedade.
5	Grande	→ O impacto se propaga por grande parte da propriedade além da metade da propriedade, restringindo seu manejo.
6	Alto	→ O impacto se propaga pela maioria da porção da propriedade, interferindo no seu aproveitamento.
7	Máximo	→ O impacto se propaga por toda a propriedade, dificultando o aproveitamento direto da propriedade.

3.5. FORMULÁRIO PARA CÁLCULO DO PERCENTUAL DE SERVIDÃO

No formulário apresentado a seguir serão assinalados os índices observados no campo, os quais serão relacionados com a tabela de índices, parcelas e valores para posterior totalização.

Obra:			
Proprietário do imóvel:			
Imóvel:		Município:	UF:
<i>Fator</i>	<i>Vistoria</i>	<i>Índice</i>	<i>Percentual</i>
a. Topografia			
b. Região de Localização do Imóvel			
c. Tipo de Topografia			
d. Posição do Imóvel Atingido			
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. Estado da Superfície do Imóvel			
l. Campo de Arbítrio			
Justificativa do campo de arbítrio:			
Percentual de servidão:		%	
Percentual para o remanescente do imóvel:		%	
Data:	Avaliador:		

3.6. APLICAÇÃO DO MÉTODO

Após efetuada a vistoria é feita a coleta de dados, os mesmos são enquadrados nas tabelas dos fatores, obtendo-se então o índice correspondente para o imóvel serviente.

Com o índice encontrado de cada fator, entra-se na equação, substituindo as variáveis pelos seus respectivos valores, que após a execução dos cálculos da equação, obtém-se o respectivo valor percentual final de servidão daquele imóvel.

Posteriormente, este percentual obtido para a faixa serviente é aplicado a uma das sete fórmulas do subitem 3.3 de acordo com o enquadramento feito conforme o subitem 3.4, para então se obter o percentual referente a parte remanescente.

Posteriormente, estes percentuais são aplicados sobre os valores plenos das respectivas áreas servientes e remanescentes.

Finalmente, então são somadas as parcelas de valores calculados.

4. CONCLUSÃO

A metodologia aqui apresentada tem por objetivo efetuar cálculos com boa base científica, sendo certo que as variáveis aqui consideradas tendem a ser as mais representativas, porém, a ausência de alguma outra ou ajuste necessário no valor obtido, pode em princípio ser contornado com a utilização da variável ARBITRÁRIO, ressaltando-se que sua aplicabilidade está condicionada a necessária justificativa .

Todavia, além da consistência desta metodologia, a inovação está em poder se obter um percentual a ser aplicado sobre a área remanescente, porção esta da propriedade que fica indiretamente impactada.

BIBLIOGRAFIA

ALVES, C. S. de; *Determinação de Percentual de Servidão*. Porto Alegre/RS: CBAP-AVALIEN;1991.

ALVES, C. S. de; *Determinação de Percentual de Servidão*. Porto Alegre/RS: CBAP-AVALIEN; 2002.

FURNAS Centrais Elétricas S.A.; *Critérios para Cálculos de Percentual de Servidão*, Rio de Janeiro - RJ; 1986.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas; NBR 14653-1: 2001;

NBR 14653-2:2004 (Imóveis Urbanos);

NBR 14653-3:2004 (Imóveis Rurais).

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

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Obs.: os cálculos dos exemplos abaixo, foram executados em planilha eletrônica EXCELL.

Exemplo 1 - Calcular o valor da servidão de passagem aérea de uma linha de transmissão sobre uma fazenda com 12.000 hectares, considerada latifúndio rural, com a faixa ocupando 10% do imóvel e com 30 torres instaladas. A fazenda tem bom acesso, topografia ondulada e área de pastagem nativa em superfície brejosa. A pesquisa de preços de mercado indicou para este imóvel o valor de R\$ 1.000,00 por hectare.

Na tabela apresentada a seguir, estão discriminadas as variáveis que assumirão as características na equação que indicará o percentual de servidão e seus respectivos índices, de acordo com a vistoria feita ao imóvel serviente.

	FATOR	VARIÁVEL	CARACTERÍSTICA	ÍNDICE
a.	Topografia	Topograf	Ondulada	3
b.	Região de localização do imóvel	Regiao	Rural	1
c.	Tipo de propriedade	Tipo	Latifúndio	1
d.	Posição do imóvel atingido	Posic	Lateral	3
e.	Número de torres instaladas	Torres	30 torres	9
f.	Área atingida	Área atingida	10%	4
g.	Acesso ao imóvel	Acesso	Bom	4
h.	Capacidade de uso do solo	Uso	Pasto nativo	1
i.	Aptidão agrícola	Aptidao	Regular	3
j.	Benfeitorias atingidas	Benfeit	Galpão de uso agropecuário	1
k.	Estado da superfície do imóvel	Superfície	Brejosa	2
l.	Campo de arbítrio	Arbitrio	Com justificção	6
	Classificação do impacto sobre a área remanescente		Médio	

I. Cálculo do percentual de servidão para a área serviente (P):

Segundo análise o impacto sobre o remanescente e medio.

Nível	Grau	Índice	Fórmula
4	Medio	$1/(Perc_serv)$	$(Perc_serv)^{1/(Perc_serv)}$

[Servidao] = 46,431 + 5,0875 x [Area] - 11,500 / [Regiao] + 6,4932 / [Tipo] + 1,2112 x [Acesso] - 0,3957 x [Torres] - 7,9640 x Ln([Topgraf]) + 3,0655 x [Posic] + 6,0125

$/[Uso] - 26,210 / [Aptidao] + 0,5562 \times [Arbitrio] - 7,8063 / [Benfeit] - 2,9437 \times [Superf]$

$[Servidao] = 46,431 + 5,0875 \times [4] - 11,500 / [1] + 6,4932 / [1] + 1,2112 \times [4] - 0,3957 \times [9] - 7,9640 \times \ln([3]) + 3,0655 \times [3] + 6,0125 / [1] - 26,210 / [3] + 0,5562 \times [6] - 7,8063 / [1] - 2,9437 \times [2]$

P= 50,42 %

II. Cálculo do percentual de servidão referente ao impacto da linha de transmissão sobre a área remanescente do imóvel (*Pr*):

$$Pr = \text{Perc. servidão}^{1/\text{Perc. de servidão}}$$

$$Pr = 50,42^{1/50,42} = 50,42^{0,083} \therefore Pr = 1,08\%$$

III. Avaliação das servidões:

Quadro de áreas		
Área do imóvel	12.000 hectares	100%
Área da faixa de servidão	1.200 hectares	10%
Área remanescente	10.800 hectares	90%

III.1. Cálculo do valor da servidão de passagem aérea sobre a área serviente da linha de transmissão:

$$V_1 = 1.200 \text{ hectares} \times \text{R\$ } 1.000,00/\text{hectares} \times 50,42\% = \text{R\$ } 605.090,22$$

III.2. Cálculo do valor da servidão de passagem sobre a área remanescente:

$$V_2 = 10.800 \text{ hectares} \times \text{R\$ } 1.000,00/\text{hectares} \times 1,08\% = \text{R\$ } 116.732,04$$

III.3. Valor total das servidões:

$$V_{1,2} = V_1 + V_2 = \text{R\$ } 605.090,22 + \text{R\$ } 116.732,04 = \text{R\$ } 721.822,26$$

III.4. Tabelas práticas:

A seguir estão apresentadas as tabelas práticas, em Excel, para os cálculos da servidão de passagem aérea sobre a faixa serviente da linha de transmissão de energia elétrica (*P*) e sobre a área remanescente do imóvel (*Pr*) referente ao exemplo acima.

PARÂMETROS	ÍNDICES	PARCELAS	CÁLCULOS
Topografia	3	$-(7,9640 \cdot \ln(C13))$	-8,75
Região	1	$-(11,5/(C9))$	-11,50
Tipo	1	$(6,4932/C10)$	6,49
Posição	3	$(3,0655 \cdot C14)$	9,20
Torres	9	$(0,3957 \cdot C12)$	-3,56

XVI COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/AM - 2011

Área	4	(5,0875*C8)	20,35
Acesso	4	(1,2112*(C11))	4,84
Uso	1	(6,0125/C15)	6,01
Aptidão	3	-(26,210/C16)	-8,74
Benfeitoria	1	-(7,8063/C18)	-7,81
Superfície	2	-(2,9437*C19)	-5,89
Arbitrio	6	(0,5562*C17)	3,34
Justificativa do arbitrio			
Percentual servidão(%)	(46,431+SOMA(D8:D19))		50,42
$[\text{Servidao}\%] = 46,431 + 5,0875 \times [\text{Area}] - 11,500 / [\text{Regiao}] + 6,4932 / [\text{Tipo}] + 1,2112 \times [\text{Acesso}] - 0,3957 \times [\text{Torres}] - 7,9640 \times \text{Ln}([\text{Topgraf}]) + 3,0655 \times [\text{Posic}] + 6,0125 / [\text{Uso}] - 26,210 / [\text{Aptidao}] + 0,5562 \times [\text{Arbitrio}] - 7,8063 / [\text{Benfeit}] - 2,9437 \times [\text{Superf}]$			
CÁLCULO DO IMPACTO SOBRE O REMANESCENTE			
NÍVEL	GRAU	FÓRMULA	PERCENTUAIS (%)
1	Mínimo	$((\text{Perc_serv})^{1/(\text{Perc_serv})})/6$	0,18
2	Baixo	$((\text{Perc_serv})^{1/(\text{Perc_serv})})/4$	0,27
3	Pequeno	$((\text{Perc_serv})^{1/(\text{Perc_serv})})/2$	0,54
4	Médio	$(\text{Perc_serv})^{1/(\text{Perc_serv})}$	1,08
5	Grande	$(\text{Perc_serv})^{1/6}$	1,93
6	Alto	$(\text{Perc_serv})^{1/4}$	2,68
7	Máximo	$(\text{Perc_serv})^{1/2}$	7,20
Perc_reman. adotado:	médio	1,08	%

Exemplo 2 - Calcular o valor da servidão de passagem aérea de uma linha de transmissão sobre um lote urbano de uso residencial com 720 metros quadrados. O lote é atingido em 50% de sua área total, com uma torre implantada no lote, ótimo acesso, topografia plana e superfície seca. A faixa de servidão atinge o imóvel frontalmente. A pesquisa de preços de mercado indicou para este imóvel o valor de R\$ 100,00 por metro quadrado.

Nas tabelas apresentadas a seguir estão discriminadas as variáveis que assumirão na equação que indicará o percentual de servidão e seus respectivos índices, de acordo com as características observadas no imóvel serviente.

I. Cálculo do percentual de servidão para a área serviente (P):

Fator		Característica	Índice
a.	Topografia	Plana	4
b.	Região de localização do imóvel	Urbana	4
c.	Tipo de propriedade	Lote	6
d.	Posição do imóvel atingido	Frontal	10
e.	Número de torres instaladas	Uma torre	1
f.	Área atingida	50%	6
g.	Acesso ao imóvel	Ótimo	5
h.	Capacidade de uso do solo	Construção	8
i.	Aptidão agrícola	Inapta	1
j.	Benfeitorias atingidas	Uso residencial	2
k.	Estado da superfície do imóvel	Seca	1
l.	Campo de arbítrio	Com justificativa	4

PARÂMETROS		ÍNDICES	PARCELAS	CÁLCULOS
Topografia	Plana	4	-(7,9640*Ln(C13))	-11,04
Região	Urbana	4	-(11,5/(C9))	-2,88
Tipo	Lote	6	(6,4932/C10)	1,08
Posição	Frontal	10	(3,0655*C14)	30,66
Torres	Uma	1	(0,3957*C12)	-0,40
Área	50%	6	(5,0875*C8)	30,53
Acesso	Ótimo	5	(1,2112*(C11))	6,06
Uso	Construção	8	(6,0125/C15)	0,75
Aptidão	Inapta	1	-(26,210/C16)	-26,21
Benfeitoria	Uso Residencial	2	-(7,8063/C18)	-3,90
Superfície	Seca	1	-(2,9437*C19)	-2,94
Arbítrio	4	4	(0,5562*C17)	2,22
Justificativa do arbítrio				
Percentual servidão(%)			(46,431+SOMA(D8:D19))	70,36

II. Cálculo do percentual de servidão referente ao impacto da linha de transmissão sobre a área remanescente do imóvel (Pr):

Nível	Grau	Índice	Fórmula
7	Máximo	2	<i>Percentual de servidão^{1/2}</i>

$$Pr = \text{Percentual de servidão}^{1/2}$$

$$Pr = 70,36^{1/2} = 70,36^{0,5} \therefore Pr = 8,39\%$$

III. Avaliação das servidões:

Quadro de áreas		
Área do imóvel	720,00 m ²	100%
Área da faixa de servidão	360,00 m ²	50%
Área remanescente	360,00 m ²	50%

III.1. Cálculo do valor da servidão de passagem aérea sobre a área serviente da linha de transmissão:

$$V_1 = 360,00 \text{ m}^2 \times \text{R\$ } 100,00/\text{ m}^2 \times 70,36\% = \text{R\$ } 25.328,72$$

III.2. Cálculo do valor da servidão de passagem sobre a área remanescente:

$$V_2 = 360,00 \text{ m}^2 \times \text{R\$ } 100,00/\text{ m}^2 \times 8,39\% = \text{R\$ } 3.019,66$$

III.3. Valor total das servidões:

$$V_{1+2} = \text{R\$ } 25.328,72 + \text{R\$ } 3.019,66 = \text{R\$ } 28.348,38$$

Exemplo 3 - Calcular o valor da servidão de passagem aérea de uma linha de transmissão de energia elétrica sobre um lote urbano com 360,00 metros quadrados, superfície seca, de uso comercial, totalmente atingido e com uma torre instalada. A pesquisa de preços de mercado indicou para este imóvel o valor de R\$ 100,00 por metro quadrado.

I. Cálculo do percentual de servidão para a área serviente (P):

PARÂMETROS		ÍNDICES	PARCELAS	CÁLCULOS
Topografia	Plana	4	$-(7,9640 \cdot \ln(C13))$	-11,04
Região	Urbana	4	$-(11,5/(C9))$	-2,88
Tipo	Lote	6	$(6,4932/C10)$	1,08
Posição	Frontal	10	$(3,0655 \cdot C14)$	30,66
Torres	0	0	$(0,3957 \cdot C12)$	0,00
Área	100%	8	$(5,0875 \cdot C8)$	40,70
Acesso	Ótimo	5	$(1,2112 \cdot (C11))$	6,06
Uso	Construção	8	$(6,0125/C15)$	0,75
Aptidão	Inapta	1	$-(26,210/C16)$	-26,21
Benfeitoria	Residencial	2	$-(7,8063/C18)$	-3,90
Superfície	Seca	1	$-(2,9437 \cdot C19)$	-2,94
Arbitrio	10	10	$(0,5562 \cdot C17)$	5,56
Justificativa do arbitrio	Lote fica inviabilizado			
Percentual de servidão(%)			$(46,431 + \text{SOMA}(D8:D19))$	84,27

I.1. Cálculo do valor da servidão de passagem aérea sobre a área serviente da linha de transmissão:

$$V_1 = 360,00 \text{ m}^2 \times \text{R\$ } 100,00/\text{ m}^2 \times 84,27\% = \text{R\$ } 30.335,57$$

Neste exemplo observa-se que apesar do lote ser totalmente atingido o percentual de servidão de passagem aérea da linha de transmissão só atingiu 84,27%. Na prática, duas alternativas resultam para a solução do caso: o proprietário manifesta o interesse de receber a indenização de R\$ 30.335,57 e fica com a propriedade do lote para atividades permitidas ou, caso contrário, o lote pode

ser totalmente adquirido por R\$ 36.000,00, ou seja, $360,00 \text{ m}^2 \times \text{R\$ } 100,00/\text{m}^2 = \text{R\$ } 36.000,00$ de acordo com a vontade das partes.

Exemplo 4 - Calcular o valor da servidão de passagem aérea de uma linha de transmissão sobre um sítio localizado na área rural, com 60.000,00 metros quadrados, atingido em 20% de sua área e com uma torre instalada no imóvel. A pesquisa de preços de mercado indicou para este imóvel o valor de R\$ 12,00 por metro quadrado.

I. Cálculo do percentual de servidão para a área serviente (P):

PARÂMETROS		ÍNDICES	PARCELAS	CÁLCULOS
Topografia	Ondulada	3	$-(7,9640 \cdot \text{Ln}(C13))$	-11,04
Região	Rural	1	$-(11,5/(C9))$	-2,88
Tipo	Sítio	4	$(6,4932/C10)$	1,08
Posição	Transversal	4	$(3,0655 \cdot C14)$	30,66
Torres	Uma	1	$(0,3957 \cdot C12)$	-0,40
Área	20%	5	$(5,0875 \cdot C8)$	40,70
Acesso	Regular	3	$(1,2112 \cdot (C11))$	6,06
Uso	Cultura Temporária	3	$(6,0125/C15)$	0,75
Aptidão	Regular	3	$-(26,210/C16)$	-26,21
Benfeitoria	Galpão Resid./ Agríc	5	$-(7,8063/C18)$	-3,90
Superfície	Seca	1	$-(2,9437 \cdot C19)$	-2,94
Arbitrio	4	4	$(0,5562 \cdot C17)$	5,56
Justificativa do arbitrio				
Percentual servidão(%)			$(46,431 + \text{SOMA}(D8:D19))$	83,87

I.1. Cálculo do valor da servidão de passagem aérea sobre a área serviente da linha de transmissão:

Quadro de áreas		
Área do imóvel	60.000,00 m ²	100%
Área da faixa de servidão	12.000,00 m ²	20%
Área remanescente	48.000,00 m ²	80%

$$V_1 = 12.000,00 \text{ m}^2 \times \text{R\$ } 12,00/\text{m}^2 \times 83,87\% = \text{R\$ } 120.772,46$$

II. Cálculo do percentual de servidão referente ao impacto da linha de transmissão sobre a área remanescente do imóvel (Pr):

Nível	Grau	Índice	Fórmula
4	Médio	$1/\text{Perc. servidão}$	$Pr = \text{Perc. servidão}^{1/\text{Perc. servidão}}$

$$Pr = \text{Percentual Servidão}^{1/(\text{Perc. serv})}$$

$$Pr = 83,87^{1/(83,87)} = 83,87^{0,0168}$$

$$Pr = 1,05 \%$$

II.1. Cálculo do valor da servidão de passagem sobre a área remanescente:

$$V_2 = 48.000,00 \text{ m}^2 \times \text{R\$ } 12,00/ \text{ m}^2 \times 1,05\% = \text{R\$ } 6.072,37$$

III. Valor total da servidão:

$$V_{1;2} = V_1 + V_2 = \text{R\$ } 120.772,46 + 6.070,37 = \text{R\$ } 126.844,83$$

Exemplo 5 – Calcular o valor da servidão de passagem aérea de uma linha de transmissão sobre um latifúndio rural com área total de 17.000 hectares, atingido em 1% de sua área total, com 45 torres instaladas. A pesquisa de preços de mercado indicou para este imóvel o valor de R\$ 950,00 por hectare.

Quadro de áreas		
Área total do imóvel	17.000,00 ha	100%
Área da faixa de servidão da LT	170,00 ha	1%
Área remanescente	16.830,00 ha	99%

I. Cálculo do percentual de servidão para a área serviente (P):

PARÂMETROS		ÍNDICES	PARCELAS	CÁLCULOS
Topografia	Escarpada	1	$-(7,9640 * \text{Ln}(C13))$	0,00
Região	Rural	1	$-(11,5/(C9))$	-11,50
Tipo	Latifúndio	1	$(6,4932/C10)$	6,49
Posição	Canto/fundo	1	$(3,0655 * C14)$	3,07
Torres	45	10	$(0,3957 * C12)$	-3,96
Área	1%	1	$(5,0875 * C8)$	5,09
Acesso	Péssimo	1	$(1,2112 * (C11))$	1,21
Uso	Pasto Nativo	1	$(6,0125/C15)$	6,01
Aptidão	Inapta	1	$-(26,210/C16)$	-26,21
Benfeitoria	Agropecuária	1	$-(7,8063/C18)$	-7,81
Superfície	Seca	1	$-(2,9437 * C19)$	-2,94
Arbitrio	Com Justificativa	1	$(0,5562 * C17)$	0,56
Justificativa do arbitrio				
Percentual servidão(%)			$(46,431 + \text{SOMA}(D8:D19))$	16,44

I.1. Cálculo do valor da servidão de passagem aérea sobre a área serviente da linha de transmissão:

$$V_1 = 170,00 \text{ hectares} \times \text{R\$ } 950,00/ \text{ hectares} \times 16,44\% = \text{R\$ } 26.550,76$$

II. Cálculo do percentual de servidão referente ao impacto da linha de transmissão sobre a área remanescente do imóvel (Pr):

Nível	Grau	Índices	Fórmula
I			

1	Mínimo	$\frac{1}{\text{Perc. servidão}} \approx \frac{1}{6}$	$P_r = \frac{\text{Perc. servidão}^{\frac{1}{6}}}{\text{Perc. de servidão} / 6}$
---	--------	---	--

$$P_r = \frac{\text{Percentual de servidão}^{\frac{1}{6}}}{\text{Percentual de servidão} / 6}$$

$$P_r = \frac{((16,44)^{\frac{1}{6}})}{((16,44)^{0,0388})} = 0,19\%$$

II.1. Cálculo do valor da servidão de passagem sobre a área remanescente:
 $V_2 = 16.830,00 \text{ hectares} \times \text{R\$ } 950,00 / \text{ hectares} \times 0,19\% = \text{R\$ } 31.594,84$

III. Valor total das servidões:

$$V_1 + V_2 = \text{R\$ } 26.559,74 + \text{R\$ } 31.594,84 = \text{R\$ } 58.145,78$$

Neste exemplo buscou-se exercitar a metodologia para o caso do menor percentual de servidão de passagem aérea de uma linha de transmissão. Nota-se que no presente caso o valor da servidão de passagem referente ao remanescente é próximo ao valor da faixa de servidão da LT, o que é perfeitamente coerente, pois, a linha de transmissão impacta grande área da propriedade, tendo o seu manejo enormemente comprometido nas atividades agrícolas de pulverização, pivô central, silvicultura etc.

Exemplo 6 – Calcular o valor da servidão de passagem aérea de uma linha de transmissão de energia elétrica sobre um imóvel rural com 150,00 hectares. A LT atinge 10% da área total da fazenda, onde foram instaladas duas torres com base de **12 m x 12 m**. A pesquisa de preços de mercado indicou para este imóvel o valor de R\$ 2.850,00 por hectare.

Quadro de áreas		
Área total do imóvel	150,00 hectares	100%
Área da faixa de servidão da LT	15,00 hectares	10%
Área remanescente	135,00 hectares	90%

I. Cálculo do percentual de servidão para a área serviente (P):

PARÂMETROS	ÍNDICES	PARCELAS	CÁLCULOS
Topografia	3	$-(7,9640 \cdot \ln(C13))$	-8,75
Região	2	$-(11,5 / (C9))$	-5,75
Tipo	3	$(6,4932 / C10)$	2,16
Posição	3	$(3,0655 \cdot C14)$	9,20
Torres	2	$(0,3957 \cdot C12)$	-0,79
Área	4	$(5,0875 \cdot C8)$	20,35
Acesso	4	$(1,2112 \cdot (C11))$	4,84
Uso	3	$(6,0125 / C15)$	2,00
Aptidão	4	$-(26,210 / C16)$	-6,55
Benfeitoria	3	$-(7,8063 / C18)$	-2,60
Superfície	1	$-(2,9437 \cdot C19)$	-2,94
Arbitrio	4	$(0,5562 \cdot C17)$	2,22
justicativa do arbítrio			

Percentual servidão(%)	(46,431+SOMA(D8:D19))	59,83
------------------------	-----------------------	-------

I.1. Cálculo do valor da servidão de passagem aérea sobre a área serviente da linha de transmissão:

$$V_1 = 15,00 \text{ hectares} \times R\$ 2.850,00/\text{ hectares} \times 59,83\% = R\$ 25.575,88$$

II. Cálculo do percentual de servidão referente ao impacto da linha de transmissão sobre a área remanescente do imóvel (Pr):

Nível	Grau	Índice	Fórmula
5	Grande	6	$Pr = \text{Percentual de servidão}^{1/6}$

$$Pr = \text{Percentual de servidão}^{1/6}$$

$$Pr = ((59,83)^{1/6}) = ((59,83)^{0,1667}) = 1,96\%$$

II.1. Cálculo do valor da servidão de passagem sobre a área remanescente:

$$V_2 = 135,00 \text{ hectares} \times R\$ 2.850,00/\text{ hectares} \times 1,96\% = R\$ 7.609,00$$

III. Valor total das servidões:

$$V_1 + V_2 = R\$ 25.575,88 + R\$ 7.609,00 = R\$ 33.184,88$$

Exemplo 7 – Calcular o valor da servidão de passagem aérea de uma linha de transmissão sobre um imóvel rural com 266,00 hectares, atingido em 7,42% de sua área, com oito torres instaladas no imóvel serviente. A pesquisa de preços de mercado indicou para este imóvel o valor de R\$ 2.500,00 por hectare.

Quadro de áreas		
Área total do imóvel	266,00 hectares	100,00%
Área da faixa de servidão da LT	19,74 hectares	7,42%
Área remanescente	246,26 hectares	92,58%

I. Cálculo do percentual de servidão para a área serviente (P):

PARÂMETROS	ÍNDICES	PARCELAS	CÁLCULOS
Topografia	3	$-(7,9640 \cdot \ln(C13))$	-8,75
Região	1	$-(11,5/(C9))$	-11,50
Tipo	3	$(6,4932/C10)$	2,16
Posição	5	$(3,0655 \cdot C14)$	15,33
Torres	6	$(0,3957 \cdot C12)$	-2,37
Área	3	$(5,0875 \cdot C8)$	15,26
Acesso	5	$(1,2112 \cdot (C11))$	6,06
Uso	5	$(6,0125/C15)$	1,20
Aptidão	3	$-(26,210/C16)$	-8,74
Benfeitoria	1	$-(7,8063/C18)$	-7,81
Superfície	1	$-(2,9437 \cdot C19)$	-2,94
Arbitrio	6	$(0,5562 \cdot C17)$	3,34

Justificativa do arbítrio		
Percentual Servidão(%)	(46,431+SOMA(D8:D19))	47,67

I.1. Cálculo do valor da servidão de passagem aérea sobre a área serviente da linha de transmissão:

$$V_1 = 19,74 \text{ hectares} \times \text{R\$ } 2.500,00/\text{ hectares} \times 47,67\% = \text{R\$ } 23.525,58$$

II. Cálculo do percentual de servidão referente ao impacto da linha de transmissão sobre a área remanescente do imóvel (Pr):

Nível	Grau	Índice	Fórmula
3	Pequeno	$\frac{1}{\text{Perc. servidão} + \frac{1}{2}}$	$Pr = \frac{\text{Perc. servidão}^{\frac{1}{\text{Perc. de servidão} + \frac{1}{2}}}}{2}$

$$Pr = \frac{\text{Percentual de servidão}^{\frac{1}{\text{Percentual de servidão} + \frac{1}{2}}}}{2}$$

$$Pr = \frac{((47,67)^{\frac{1}{(47,67)}})}{2} = \frac{((47,67)^{0,0209})}{2} = \underline{\underline{0,54\%}}$$

II.1. Cálculo do valor da servidão de passagem sobre a área remanescente:

$$V_2 = 246,26 \text{ hectares} \times \text{R\$ } 2.500,00/\text{ hectares} \times 0,54\% = \text{R\$ } 3.338,17$$

III. Valor total das servidões:

$$V_1 + V_2 = \text{R\$ } 23.525,58 + \text{R\$ } 3.338,17 = \text{R\$ } 26.863,76$$

///

ANEXO I

Síntese da

Inferência Estatística e

Estudos da Modelagem Matemática

-Software INFER32-

XVI COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E
PERÍCIAS – IBAPE/AM - 2011

7. Infer 32 - Modo de Estatística Inferencial.

Data : 30/Mai/2011

Nome do Arquivo : C:\Infer32\Servidao.IW3

Amostra

Nº Am.	Servidao	Area	Regiao	Tipo	Acesso	Torres	Topgraf	Posic	Uso	Aptidao
1	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	33	2	1	1	3	4	1	1	2	2
3	34	3	1	2	2	3	1	2	2	2
4	35	4	1	2	2	4	2	2	2	2
5	34	2	2	2	2	5	2	2	3	2
6	36	2	2	3	2	4	2	2	2	2
7	35	2	2	3	2	3	2	3	3	2
8	34	2	1	1	2	5	2	3	2	2
9	35	2	3	2	2	6	2	2	2	2
10	36	2	1	1	2	8	2	2	2	2
11	38	2	2	2	4	6	3	4	3	3
12	39	2	3	2	2	4	2	2	2	2
13	40	2	3	2	4	7	3	3	4	4
14	38	3	3	2	2	6	2	2	3	2
15	40	3	1	4	4	3	2	3	2	2
16	41	3	1	1	2	8	3	3	2	3
17	42	3	1	1	2	8	3	3	3	5
18	43	3	3	4	4	4	2	3	2	2
19	45	3	1	1	4	9	2	3	2	2
20	47	4	1	1	4	10	3	4	1	4
21	48	4	3	3	3	6	3	3	5	2
22	49	4	3	3	3	4	2	4	6	2
23	50	4	3	3	2	6	2	3	7	2
24	53	4	3	5	2	4	3	3	6	4
25	55	5	3	4	3	5	3	4	7	2
26	56	5	3	4	3	3	3	4	5	3
27	58	5	3	4	4	4	3	3	3	3
28	60	5	4	5	3	6	3	4	8	3
29	65	6	3	4	4	5	3	4	2	3
30	68	6	3	4	4	2	3	5	3	3
31	70	7	3	5	3	2	3	5	8	3
32	75	7	3	4	3	3	3	6	5	3
33	70	7	3	4	2	4	3	6	6	3
34	83	8	3	5	2	5	2	7	7	2
35	85	8	3	4	3	3	3	7	8	3
36	87	8	4	5	4	4	4	8	9	4
37	92	9	4	5	4	1	4	8	8	4
38	95	8	4	5	5	2	4	9	9	4
39	97	9	4	6	5	1	4	10	9	5
40	98	9	4	6	4	2	4	10	9	4
41	56	1	1	3	5	1	3	9	2	4

XVI COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/AM - 2011

42	38	2	1	3	4	2	3	4	2	4
43	51	3	1	4	5	3	3	5	2	4

Nº Am.	Arbitrio	Benfeit	Superf
1	1	1	1
2	2	1	3
3	1	1	3
4	2	2	3
5	1	4	3
6	2	2	3
7	2	3	3
8	3	3	3
9	3	2	3
10	1	5	2
11	2	2	3
12	2	2	3
13	3	4	4
14	3	3	3
15	2	3	3
16	2	3	3
17	5	7	4
18	2	9	3
19	2	8	3
20	3	1	4
21	5	3	3
22	2	3	3
23	2	5	3
24	2	4	3
25	6	4	3
26	2	3	4
27	3	3	3
28	7	4	3
29	2	4	4
30	5	3	4
31	7	3	4
32	3	5	3
33	4	3	4
34	7	3	2
35	3	5	3
36	8	4	4
37	3	4	3
38	9	4	4
39	5	2	4
40	10	2	4
41	2	1	1
42	1	1	1
43	2	1	1

Modelos Pesquisados

MODELOS

(4) : [Servidao] = b0 + b1*[Area] + b2*1/[Regiao] + b3*1/[Tipo] + b4*[Acesso] + b5*[Torres] + b6*Ln([Topgraf]) + b7*[Posic] + b8*1/[Uso] + b9*1/[Aptidao] + b10*[Arbitrio] + b11*1/[Benfeit] + b12*[Superf]

Observações :

(a) Regressores testados a um nível de significância de 5,00%

(b) Critério de identificação de outlier :

Intervalo de +/- 2,00 desvios padrões em torno da média.

(c) Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, a um nível de significância de 20%

(d) Teste de auto-correlação de Durbin-Watson, a um nível de significância de 5,0%

(e) Intervalos de confiança de 80,0% para os valores estimados.

Descrição das Variáveis

Variável Dependente :

- Servidao = Percentual de servidão

Variáveis Independentes :

Servidao	=	Percentual a ser aplicado sobre o valor pleno
Area	=	Índice correspondente a porção de área atingida
Regiao	=	Localização do imóvel
Tipo	=	Categoria da propriedade
Acesso	=	Padrão do acesso ao imóvel
Torres	=	Índice de quantidade de torres existentes
Topgraf	=	Aspectos do relevo
Posic	=	Posição em que a faixa atinge o imóvel
Uso	=	Utilização do imóvel
Aptidao	=	Capacidade do solo
Arbitrio	=	intervalo de arbitrio
Benfeit	=	tipo de benfeitorias atingidas
Superf	=	aspectos da superfície do imóvel

Estatísticas Básicas

Nº de elementos da amostra	: 43
Nº de variáveis independentes	: 12
Nº de graus de liberdade	: 30
Desvio padrão da regressão	: 2,3250x10 ⁰

Variável	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação
Servidao	54	2,0522x10 ¹	38,30%
Area	4	2,4135x10 ⁰	56,40%
1/Regiao	0,5542	0,3190	57,57%
1/Tipo	0,4375	0,2914	66,59%
Acesso	3	1,0778x10 ⁰	35,11%
Torres	4	2,2116x10 ⁰	51,13%
Ln(Topgraf)	0,9139	0,3462	37,88%

Posic	4	2,4059x10 ⁰	57,16%
1/Uso	0,3501	0,2151	61,46%
1/Aptidao	0,3968	0,1466	36,95%
Arbitrio	3	2,2665x10 ⁰	67,68%
1/Benfeit	0,4247	0,2764	65,09%
Superf	3	0,8438	27,70%

Número mínimo de amostragens para 12 variáveis independentes : 17.

Modelo da Regressão

$$[\text{Servidao}] = 46,431 + 5,0875 \times [\text{Area}] - 11,500 / [\text{Regiao}] + 6,4932 / [\text{Tipo}] + 1,2112 \times [\text{Acesso}] - 0,3957 \times [\text{Torres}] - 7,9640 \times \text{Ln}([\text{Topgraf}]) + 3,0655 \times [\text{Posic}] + 6,0125 / [\text{Uso}] - 26,210 / [\text{Aptidao}] + 0,5562 \times [\text{Arbitrio}] - 7,8063 / [\text{Benfeit}] - 2,9437 \times [\text{Superf}]$$

Modelo para a Variável Dependente

$$[\text{Servidao}] = 46,431 + 5,0875 \times [\text{Area}] - 11,500 / [\text{Regiao}] + 6,4932 / [\text{Tipo}] + 1,2112 \times [\text{Acesso}] - 0,3957 \times [\text{Torres}] - 7,9640 \times \text{Ln}([\text{Topgraf}]) + 3,0655 \times [\text{Posic}] + 6,0125 / [\text{Uso}] - 26,210 / [\text{Aptidao}] + 0,5562 \times [\text{Arbitrio}] - 7,8063 / [\text{Benfeit}] - 2,9437 \times [\text{Superf}]$$

Correlação do Modelo

Coeficiente de correlação (r) : 0,9954
 Valor t calculado : 56,94
 Valor t tabelado (t crítico) : 1,310 (para o nível de significância de 20,0 %)
 Coeficiente de determinação (r²) ... : 0,9908
 Coeficiente r² ajustado : 0,9872

Classificação : Correlação Fortíssima

Análise da Variância

Fonte de erro	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	F calculado
Regressão	1,7526x10 ⁴	12	1,4605x10 ³	270,2
Residual	1,6217x10 ²	30	5,4058x10 ⁰	
Total	1,7688x10⁴	42	4,2115x10²	

F Calculado : 270,2
 F Tabelado : 2,092 (para o nível de significância de 5,000 %)

Significância do modelo igual a 4,0x10⁻²⁵%

Aceita-se a hipótese de existência da regressão.
Nível de significância se enquadra em NBR 14653.

Significância dos Regressores (bicaudal)

(Teste bicaudal - significância 5,00%)

Coefficiente t de Student : $t(\text{crítico}) = 2,0423$

Variável	Coefficiente	t Calculado	Significância	Aceito
Area	B1	34,23	$-2,2 \times 10^{-14}\%$	Sim
Regiao	B2	-10,23	$2,7 \times 10^{-9}\%$	Sim
Tipo	B3	5,274	$1,1 \times 10^{-3}\%$	Sim
Acesso	B4	3,639	0,10%	Sim
Torres	B5	-2,439	2,1%	Sim
Topgraf	B6	-7,686	$1,4 \times 10^{-6}\%$	Sim
Posic	B7	20,56	$1,1 \times 10^{-14}\%$	Sim
Uso	B8	3,606	0,11%	Sim
Aptidao	B9	-10,71	$8,9 \times 10^{-10}\%$	Sim
Arbitrio	b10	3,514	0,14%	Sim
Benfeit	b11	-6,015	$1,3 \times 10^{-4}\%$	Sim
Superf	b12	-6,924	$1,1 \times 10^{-5}\%$	Sim

Os coeficientes são importantes na formação do modelo.

Aceita-se a hipótese de β diferente de zero.

Nível de significância se enquadra em NB 502/89 Nível Rigoroso.

Significância dos Regressores (unicaudal)

(Teste unicaudal - significância 5,00%)

Coefficiente t de Student : $t(\text{crítico}) = 1,6973$

Variável	Coefficiente	t Calculado	Significância
Area	b1	15,62	$1,1 \times 10^{-14}\%$
Regiao	b2	-4,629	$3,3 \times 10^{-3}\%$
Tipo	b3	2,293	1,5%
Acesso	b4	2,298	1,4%
Torres	b5	-1,390	8,7%
Topgraf	b6	-2,898	0,3%
Posic	b7	7,812	$5,1 \times 10^{-7}\%$
Uso	b8	1,526	6,9%
Aptidao	b9	-3,950	$2,2 \times 10^{-2}\%$
Arbitrio	b10	2,047	2,5%
Benfeit	b11	-3,049	0,24%
Superf	b12	-3,924	$2,4 \times 10^{-2}\%$

Estatística dos Resíduos

Número de elementos : 43
 Graus de liberdade : 42
 Valor médio : $-8,1795 \times 10^{-15}$
 Variância : $3,7715 \times 10^0$
 Desvio padrão : $1,9420 \times 10^0$
 Desvio médio : $1,5840 \times 10^0$
 Variância (não tendenciosa) : $5,4058 \times 10^0$

Desvio padrão (não tend.): $2,3250 \times 10^0$
 Valor mínimo : $-4,7371 \times 10^0$
 Valor máximo : $3,2508 \times 10^0$
 Amplitude : $7,9879 \times 10^0$
 Número de classes : 6
 Intervalo de classes : $1,3313 \times 10^0$

Presença de Outliers

Critério de identificação de outlier :

Intervalo de +/- 2,00 desvios padrões em torno da média.

Foi encontrada 1 amostragem fora do intervalo.

Nº Am.	Servidao	Erro/Desvio Padrão
18	$4,3000 \times 10^1$	$-2,0374 \times 10^0$

Efeitos de cada Observação na Regressão

F tabelado : 3,907 (para o nível de significância de 0,10 %)

Nº Am.	Distância de Cook(*)	Hii(**)	Aceito
1	$5,0115 \times 10^{-7}$	0,7424	Sim
2	0,2471	0,6351	Sim
3	0,0104	0,4883	Sim
4	0,0773	0,2716	Sim
5	$5,3490 \times 10^{-5}$	0,1044	Sim
6	0,0310	0,1496	Sim
7	$7,7800 \times 10^{-3}$	0,1664	Sim
8	0,0193	0,2321	Sim
9	$1,0620 \times 10^{-3}$	0,1868	Sim
10	0,0153	0,2564	Sim
11	0,0639	0,2042	Sim
12	0,0418	0,1849	Sim
13	0,0128	0,2486	Sim
14	0,0158	0,1055	Sim
15	0,0414	0,4834	Sim
16	$2,7579 \times 10^{-3}$	0,2500	Sim
17	0,0220	0,4424	Sim
18	0,3561	0,4006	Sim
19	0,0821	0,4205	Sim
20	0,0768	0,7337	Sim
21	0,0301	0,3227	Sim
22	0,0222	0,1737	Sim
23	0,0298	0,1903	Sim
24	0,0438	0,2439	Sim
25	$1,2227 \times 10^{-4}$	0,2588	Sim

26	5,5603x10 ⁻³	0,1857	Sim
27	6,4116x10 ⁻³	0,2167	Sim
28	2,1598x10 ⁻⁴	0,2415	Sim
29	0,0341	0,2641	Sim
30	3,1112x10 ⁻³	0,1676	Sim
31	9,6382x10 ⁻⁴	0,2026	Sim
32	1,1240x10 ⁻³	0,1336	Sim
33	9,9357x10 ⁻⁴	0,2258	Sim
34	0,0526	0,5584	Sim
35	0,0111	0,1926	Sim
36	4,9373x10 ⁻⁵	0,1338	Sim
37	0,0294	0,3337	Sim
38	0,0360	0,2700	Sim
39	0,0128	0,2956	Sim
40	7,4181x10 ⁻⁵	0,2946	Sim
41	0,4344	0,6384	Sim
42	0,1276	0,3706	Sim
43	0,0116	0,3765	Sim

(*) A distância de Cook corresponde à variação máxima sofrida pelos coeficientes do modelo quando se retira o elemento da amostra. Não deve ser maior que F tabelado.
Todos os elementos da amostragem passaram pelo teste de consistência.

(**) Hii são os elementos da diagonal da matriz de previsão. São equivalentes à distância de Mahalanobis e medem a distância da observação para o conjunto das demais observações.

Distribuição dos Resíduos Normalizados

Intervalo	Distribuição de Gauss	% de Resíduos no Intervalo
-1; +1	68,3 %	74,42 %
-1,64; +1,64	89,9 %	97,67 %
-1,96; +1,96	95,0 %	97,67 %

Teste de Kolmogorov-Smirnov

Maior diferença obtida : 0,0810

Valor crítico : 0,1744 (para o nível de significância de 20 %)

Aceita-se a hipótese alternativa de que há normalidade.

Observação:

O teste de Kolmogorov-Smirnov tem valor aproximado quando é realizado sobre uma população cuja distribuição é desconhecida, como é o caso das avaliações pelo método comparativo.

Teste de Sequências/Sinais

Número de elementos positivos .. : 19

Número de elementos negativos . : 24

Número de seqüências : 28
Média da distribuição de sinais : 21,5
Desvio padrão : 3,279

Teste de Sequências

(desvios em torno da média) :

Limite inferior : 1,9692
Limite superior .: 1,6561
Intervalo para a normalidade : [-0,8415 , 0,8415] (para o nível de significância de 20%)

Pelo teste de seqüências, rejeita-se a hipótese da aleatoriedade dos sinais dos resíduos.

Teste de Sinais

(desvios em torno da média)

Valor z (calculado) : 0,7625
Valor z (crítico) : 0,8415 (para o nível de significância de 20%)

Pelo teste de sinais, aceita-se a hipótese nula, podendo ser afirmado que a distribuição dos desvios em torno da média segue a curva normal (curva de Gauss).

Autocorrelação

Estatística de Durbin-Watson (DW) : 2,6215
(nível de significância de 5,0%)

Autocorrelação positiva (DW < DL) : DL = 1,34
Autocorrelação negativa (DW > 4-DL) : 4-DL = 2,66

Intervalo para ausência de autocorrelação (DU < DW < 4-DU)
DU = 1,77 4-DU = 2,23

Pelo teste de Durbin-Watson, não existe autocorrelação.

A autocorrelação (ou auto-regressão) só pode ser verificada se as amostragens estiverem ordenadas segundo um critério conhecido. Se os dados estiverem aleatoriamente dispostos, o resultado (positivo ou negativo) não pode ser considerado.

Resíduos x Variáveis Independentes

Verificação de multicolinearidade : Não foi ocorrida.

Resíduos x Variáveis Omitidas

Não existem informações neste item do relatório.

Estimativa x Amostra

Nome da Variável	Valor Mínimo	Valor Máximo	Imóvel Avaliando
Area	1	9	1
Regiao	1	4	1
Tipo	1	6	1
Acesso	1	5	1
Torres	1	10	1

Topgraf	1	4	1
Posic	1	10	1
Uso	1	9	1
Aptidao	1	5	1
Arbitrio	1	10	1
Benfeit	1	9	1
Superf	1	4	1

Nenhuma característica do Imóvel sob avaliação encontra-se fora do intervalo da amostra.

Formação dos Valores

Variáveis independentes :

- Acesso = 1
- Aptidao = 1
- Arbitrio = 1
- Area = 1
- Benfeit = 1
- Posic = 1
- Regiao = 1
- Superf = 1
- Tipo = 1
- Topgraf = 1
- Torres = 1
- Uso = 1

Estima-se Servidao do Imóvel = 20

O modelo utilizado foi :

$$[Servidao] = 46,431 + 5,0875 \times [Area] - 11,500 / [Regiao] + 6,4932 / [Tipo] + 1,2112 \times [Acesso] - 0,3957 \times [Torres] - 7,9640 \times \ln([Topgraf]) + 3,0655 \times [Posic] + 6,0125 / [Uso] - 26,210 / [Aptidao] + 0,5562 \times [Arbitrio] - 7,8063 / [Benfeit] - 2,94 \times [Superf]$$

Intervalo de confiança de 80,0 % para o valor estimado :

Mínimo : 17
Máximo : 23

Obs.: Este cálculo é pouco provável que na prática tal situação ocorra, ou seja um latifúndio sem nenhuma torre instalada, valendo o mesmo com objetivo de se buscar um valor extremo.