

## Dissertação - Modelo matemático para determinação de fatores de homogeneização das terras na avaliação de imóveis rurais no Estado de São Paulo, Brasil

Resumo - O presente estudo busca identificar as variáveis que determinam a variação dos preços das terras de imóveis rurais no Estado de São Paulo, Brasil, apresentando as recomendações a serem seguidas pelos profissionais avaliadores rurais. O estudo está baseado na premissa: o valor dos bens é proporcional a sua capacidade de gerar renda. Foram consideradas as principais atividades agropecuárias distribuídas por regiões, o valor de suas rendas líquidas e as capacidades de uso das terras agriculturáveis, atendidas as exigências ambientais e legais. O estudo busca fornecer informações para atender ao item 7.7.2.1 da ABNT NBR 14653-3:2004, Norma Brasileira para Avaliação de Imóveis Rurais da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

### Objetivo

Uma das variáveis mais citadas em livros e publicações na formação do valor dos imóveis rurais são as terras. Uma das maneiras de se comparar diversos tipos de terras, quando a finalidade é produção agrícola ou pecuária, é fazendo uso do sistema de classificação por capacidade de uso ou do sistema de aptidão agrícola.

Para o primeiro existem inúmeros estudos já publicados, inclusive várias críticas também. Para o segundo, até onde conheço, existem estudos mais restritos e seu uso é menos difundido no meio da engenharia de avaliações.

Tanto é assim que todas as versões já publicadas das normas brasileiras para avaliação de imóveis rurais da Associação Brasileira de Normas Técnicas citam apenas o sistema de capacidade de uso, mas não impedem o uso de outros sistemas. Ocorre que, como o primeiro foi mais divulgado, alguns acham que só existe este.

A teoria em engenharia de avaliações de fazendas nos ensina que o valor das terras é diretamente proporcional a sua capacidade econômica de gerar renda. Daí a ligação natural com o sistema de capacidade de uso das terras.

No entanto, precisamos lembrar que, em regiões homogêneas, segundo Lepsh, 1983, "agrupamentos de terras para a finalidade exclusiva de uso com pastagens ou com reflorestamento podem incluir várias classes de capacidade de uso. Nesses casos específicos, a classificação da capacidade de uso pode não apresentar vantagens, já que a separação das terras em tantas classes e subclasses é desnecessária. Também para a exploração exclusiva com cultivos anuais ou perenes (monoculturas), tal classificação pode não ser a mais indicada. Ela é de aplicação mais recomendável para explorações diversas, sob

várias intensidades de uso, ou explorações mistas (que incluam culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamento)”.  
O propósito deste trabalho é apresentar um “modus operandi” de forma a permitir o cálculo do modelo matemático relacionando a classificação das terras com a formação do valor dos imóveis rurais, e no final, fatores de ajustamento ou de homogeneização.

## Metodologia

Já em 1961 o Eng. Agr. Afrânio de Avellar Marques Ferreira, no trabalho “Avaliação das terras inundadas pela barragem de Três Marias” em Três Lagoas, MG, citando o Dr. João Quintiliano de Avellar Marques, apresentava como sugestão a análise da correlação em “renda líquida” e “capacidade de uso das terras”, critério que veio a ser adotado por inúmeros outros profissionais, dentre os quais podemos citar: Kozma, Mendes Sobrinho, França, etc.

Basicamente o critério consiste nas seguintes etapas:

- a) Estabelecimento das bases gerais;
- b) Fixação da fórmula aplicável e seleção da taxa de juros;
- c) Cálculo da renda das terras ou do valor das terras em relação aos diversos tipos de exploração agropecuárias praticadas;
- d) Determinação da frequência regional das explorações agropecuárias;
- e) Cálculo dos valores médios ponderados das terras em relação a sua utilização regional;
- f) Cálculo final do valor relativo das terras através da regressão linear dos valores médios ponderados.

Considerando que a taxa de juros é um fator comum a todos, entendo que os cálculos podem ser realizados, também, utilizando-se apenas das rendas e não dos valores. A escolha do critério melhor cabe a cada profissional fazer.

- a) Base geral - devem-se adotar os valores e explorações agropecuários tradicionais da região, quando o objetivo é encontrar valores com significado regional, relativos aos usos e costumes comuns da região, e não o característico absoluto das explorações ideais, que se poderia implantar e que são muitas vezes desconhecidos e impraticáveis, dentro dos recursos naturais de determinado ambiente, já nos dizia Ferreira em 1961;
- b) Fixação da fórmula aplicável e seleção da taxa de juros - o cálculo da renda líquida da terra pode ser expresso como:

$$R = P - C - D$$

Onde

P = valor da produção, resultado da venda aos preços de mercados dos produtos da exploração

C = custos diretos ou custeio da exploração, inclusive das perdas verificadas

D = despesas gerais, como gastos anuais de conservação e manutenção do imóvel, estradas, cercas, custo de oportunidade do capital movimentado na exploração, administração e outros.

No caso de se trabalhar com juros, deve-se determiná-lo com base nos custos de oportunidade reais da atividade, lembrando os fundamentos econômicos para tanto.

Em nosso exemplo, iremos adotar as rendas relativas e não os valores das terras, como explicaremos a seguir.

- c) Cálculo da renda líquida das terras em relação às explorações agropecuárias praticadas.

Nesta etapa devem-se selecionar as principais atividades existentes na região. Neste exemplo utilizaremos as seguintes atividades (os números apresentados a seguir são meramente ilustrativos para efeito didático apenas), seguindo o mesmo critério proposto por Ferreira.

A unidade adotada será R\$/ha/ano. Os resultados de renda são as médias dos últimos cinco anos, deflacionados para a data deste trabalho.

	Classes de Uso	Renda líquida R\$/ha/ano
A - Cultura de cana de açúcar (na classe I)	I	763
A <sub>II</sub> - Cultura de milho consorciada com feijão das secas (na classe II)	II	545
B - Cultura de milho isolada (na classe I)	I	330
B <sub>II</sub> Cultura de milho isolada (na classe II)	II	213
C - Cultura de algodão em terra boa (na classe I)	I	667
D - Cultura de algodão (em terras das classes II e III)	II – III	303
E - Cultura de mandioca (nas classes III e IV)	III – IV	370
F - Cultura de arroz (nas classes II e IIa)	II – IIa	460
G - Exploração de lenha e pasto (nas classes III e IV)	III – IV	350
H - Gado de corte em pastagem boa (nas classes I, II, III e V)	I – II – III – V	350
I - Gado de criar em pastagem boa (nas classes I, II, III e V)	I – II – III – V	320
J - Aluguel de pastagens médias (classes V e VI)	IV – IV – VII	120
K - Aluguel de pastagem inferior de campo (classes V, VI e VII)	V – VI – VII	63
L - Terras imprestáveis para agropecuária (classe VIII)	VIII	?

- d) Determinação da frequência regional das explorações agropecuárias – esta etapa consiste em levantar junto aos órgãos de pesquisa quanto cada tipo de atividade ocupa de área cultivada, permitindo assim uma melhor exatidão nos cálculos. Novamente, os dados a seguir são meramente ilustrativos:

Tipo de exploração	Área cultivada em hectares	% sobre o total ou Frequência
A	3.500	8,028%
A <sub>II</sub>	8.700	19,954%
B	2.000	4,587%
B <sub>II</sub>	4.500	10,321%
C	1.500	3,440%
D	700	1,606%
E	900	2,064%
F	1.000	2,294%
G	8.000	18,349%
H	1.500	3,440%
I	800	1,835%
J	1.500	3,440%
K	2.000	4,587%
L	7.000	16,055%
TOTAL	43.600	100,00%

- e) Cálculo dos valores médios ponderados das terras em relação a sua utilização regional – consiste no valor médio ponderado entre a renda líquida e a respectiva frequência, do que resulta:

	a	b	c (a*b)	d (c÷b)
CLASSE I	RL	% área	RL x %	Valor Médio Ponderado
A	763,00	8,028%	61,25	
B	330,00	4,587%	15,14	
C	667,00	3,440%	22,94	
H	350,00	3,440%	12,04	
I	320,00	1,835%	5,87	
	TOTAL	21,330%	117,24	549,65

	a	b	c (a*b)	d (c÷b)
CLASSE II	RL	% área	RL x %	Valor Médio Ponderado
A <sub>II</sub>	545,00	19,954%	108,75	
B <sub>II</sub>	213,00	10,321%	21,98	
D	303,00	1,606%	4,87	
F	460,00	2,294%	10,55	
H	350,00	3,440%	12,04	
I	320,00	1,835%	5,87	
		39,450%	164,06	415,87

	a	b	c (a*b)	d (c÷b)
CLASSE III	RL	% área	RL x %	Valor Médio Ponderado
E	370,00	2,064%	7,64	
G	350,00	18,349%	64,22	
H	350,00	3,440%	12,04	
I	320,00	1,835%	5,87	
D	303,00	1,606%	4,87	
		27,294%	94,64	346,74

	a	b	c (a*b)	d (c÷b)
CLASSE IV	RL	% área	RL x %	Valor Médio Ponderado
E	370,00	2,064%	7,64	
G	350,00	18,349%	64,22	
J	120,00	3,440%	4,13	
		23,853%	75,99	

	a	b	c (a*b)	d (c÷b)
CLASSE V	RL	% área	RL x %	Valor Médio Ponderado
H	350,00	3,440%	12,04	
I	320,00	1,835%	5,87	
J	120,00	3,440%	4,13	
K	63,00	4,587%	2,89	
		13,302%	24,93	

	a	b	c (a*b)	d (c÷b)
CLASSE VI	RL	% área	RL x %	Valor Médio Ponderado
J	120,00	3,440%	4,13	
K	63,00	4,587%	2,89	
		8,027%	7,02	

	a	b	c (a*b)	d (c÷b)
CLASSE VII	RL	% área	RL x %	Valor Médio Ponderado
K	63,00	4,587%	2,89	63,00

- f) Cálculo final do valor relativo das terras através da regressão linear dos valores médios ponderados – de posse dos valores médios ponderados o engenheiro pode produzir uma curva de fatores relacionados com a capacidade de uso das terras, assim como fizeram inúmeros colegas no passado.

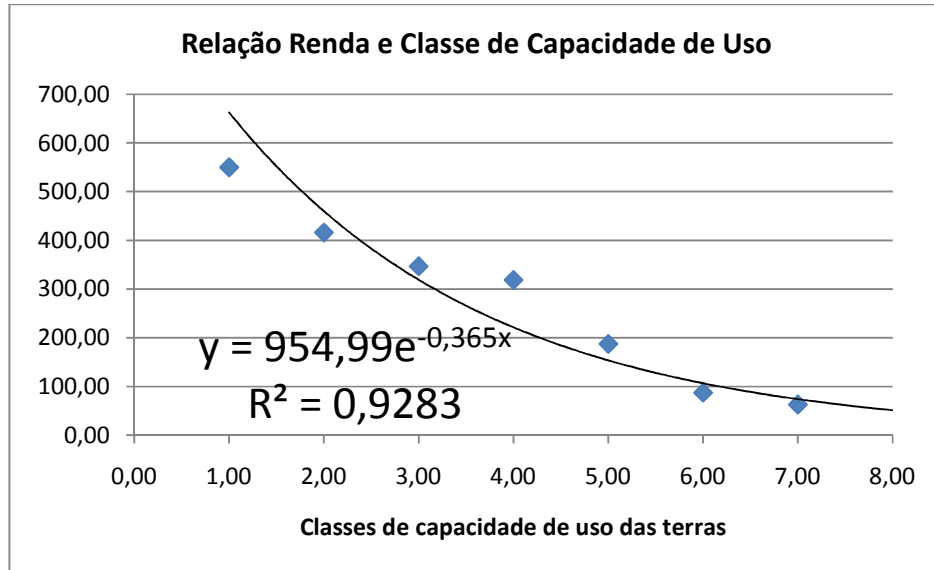
Para isto, basta deduzir a equação de melhor ajuste que explica a relação classes de capacidade de uso com rendimento líquido. Admitindo como hipótese verdadeira o conceito de que o valor dos imóveis está diretamente relacionado com a sua capacidade de produzir renda líquida, pode-se utilizar esta mesma relação com os valores das terras.

Uma das maneiras de se deduzir esta equação é através da propriedade dos mínimos quadrados, que será visto com mais detalhes mais adiante. Nesta etapa apenas apresentaremos a equação deduzida.

Na tabela a seguir temos as classes de capacidade de uso, a gradação utilizada e os valores médios ponderados.

Classe de capacidade de uso	Gradação utilizada	Valor médio ponderado
I	1,00	549,65
II	2,00	415,87
III	3,00	346,74
IV	4,00	318,58
V	5,00	187,42
VI	6,00	87,45
VII	7,00	63,00
VIII	8,00	-

Deduzindo a equação de melhor ajuste entre a renda líquida e as respectivas classes de capacidade de uso das terras, temos:



Substituindo a gradação utilizada na equação acima, onde x é a classe de capacidade de uso das terras, encontramos os valores médios de renda para cada classe de capacidade. Como neste exemplo não encontramos renda líquida para as áreas em Classe VIII, iremos extrapolar o seu respectivo valor.

Para a classe I, temos:  $y = 954,99 \text{EXP}^{-0,365x} = 954,99 * \text{EXP}^{-0,365*1} = 954,99 * 0,6942 = 662,95$

Disto resultam os seguintes coeficientes para as demais classes:

Classes	x	Media ponderada	Valor calculado	Fator de ajuste
I	1,00	549,65	662,95	1,000
II	2,00	415,87	460,22	0,694
III	3,00	346,74	319,48	0,482
IV	4,00	318,58	221,78	0,335
V	5,00	187,42	153,96	0,232
VI	6,00	87,45	106,88	0,161
VII	7,00	63,00	74,20	0,112
VIII	8,00		51,51	0,078

O fator de ajuste foi calculado dividindo o valor calculado de cada classe pelo valor calculado para a Classe I, mas poderia ter sido feito também de outra maneira, como apresentamos a seguir.

Classes	x	Media ponderada	Valor calculado	Fator de ajuste
I	1,00	549,65	662,95	2,075
II	2,00	415,87	460,22	1,441
III	3,00	346,74	319,48	1,000
IV	4,00	318,58	221,78	0,694

Classes	x	Media ponderada	Valor calculado	Fator de ajuste
V	5,00	187,42	153,96	0,482
VI	6,00	87,45	106,88	0,335
VII	7,00	63,00	74,20	0,232
VIII	8,00		51,51	0,161

Ambas as tabelas nos fornecem coeficientes de ajuste para o valor das terras em função das diversas classes de capacidade de uso, sendo a única diferença a “base” adotada: na primeira a Classe I e na segunda a Classe III. Cabe ao engenheiro utilizar aquela que ele quiser, porque ambas preservam a mesma relação entre as classes.

Neste procedimento não classificamos as áreas localizadas sob Reserva Legal (RL) e de Preservação Permanente (APP) na classe VIII. Verificamos através de amostras de mercado que o valor destas áreas sob restrições ambientais legais (áreas para compensação ambiental) possuem valor equivalente a 50% do valor das terras agriculturáveis mais comuns, que entendemos serem as terras em Classe III de Capacidade de Uso:

A título de informação, há cinco anos este percentual era de 30% em relação às terras na mesma Classe III.

Desta forma, como sugestão, acrescento uma nova faixa de terras na escala determinada, como segue:

Classes	x	Media ponderada	Valor calculado	Fator de ajuste
I	1,00	549,65	662,95	2,075
II	2,00	415,87	460,22	1,441
III	3,00	346,74	319,48	1,000
IV	4,00	318,58	221,78	0,694
APP e RL				0,500
V	5,00	187,42	153,96	0,482
VI	6,00	87,45	106,88	0,335
VII	7,00	63,00	74,20	0,232
VIII	8,00		51,51	0,161



## Conclusão

As normas brasileiras para avaliação de imóveis rurais da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 14653-3:2004), no item 7.7.2.1 determina que “Os fatores a serem utilizados neste tratamento devem ser indicados periodicamente pelas entidades técnicas regionais reconhecidas, revisados periodicamente e devem especificar claramente a região para a qual são aplicáveis. Alternativamente, podem ser adotados fatores de homogeneização medidos no mercado, desde que o estudo de mercado específico que lhes deu origem seja anexado ao laudo de avaliação.”

O procedimento apresentado nesta dissertação foi utilizado por outros profissionais nas décadas de 60, 70 e 80, dentre eles Ferreira, Kozma, Mendes Sobrinho e França, portanto, já foi testado e vem sendo utilizado. No entanto, nosso trabalho buscou apresentar o “faça você mesmo” de forma que os membros das entidades técnicas mencionadas no item 7.7.2.1 das normas da ABNT NBR 14653-3:2004 podem utilizá-lo para produzir novos modelos matemáticos atuais para atender ao determinado pelo texto normativo.

Este procedimento irá trazer mais acurácia aos trabalhos de avaliação de imóveis rurais, permitindo preencher uma lacuna, uma vez que nas últimas duas décadas foram produzidas poucas curvas que deram origem a fatores de homogeneização que atendam as exigências atuais de fundamentação.