

Valoração ambiental da terra para o Estado do Paraná considerando o atributo reserva legal: uma abordagem hedônica com econometria espacial

RESUMO

A valoração ambiental busca estimar um valor econômico ao meio ambiente baseada em atributos ecossistêmicos como a reserva legal. O objetivo deste estudo foi determinar o valor ambiental da terra considerando o efeito do atributo reserva legal nos municípios do Estado do Paraná, de acordo com a Norma Brasileira (NBR) 14.653. Utilizou-se o método dos preços hedônicos e a econometria espacial, com dados do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB) do Paraná. Verificou-se a existência de autocorrelação global espacial positiva para alguns tipos de terra sobre áreas de reserva legal, assim como clusters Alto-Alto em municípios das microrregiões Oeste, Centro Ocidental e Norte Central. O modelo SLX mostrou os transbordamentos dos atributos e captou a relação positiva para o tipo de terra AIII, AIV e CVIII e a área de reserva legal dos municípios.

PALAVRAS-CHAVE: Valoração ambiental. Método de preços hedônicos. Econometria espacial. Norma Técnica Brasileira (NBR).

Patricia Estanislau

Doutoranda em Desenvolvimento Regional e Agronegócio pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Toledo-PR. Bolsista da CAPES.

patiestanislau@yahoo.com.br

Márcio Alberto Goebel

Prof. Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Toledo-PR.

ma.goebel@hotmail.com

Alain Hernández Santoyo

Prof. Visitante Estrangeiro PPGEconomia. Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), Varginha-MG.

santoyocuba@gmail.com

Carlos Alberto Piacenti

Prof. Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Toledo-PR.

piacenti8@yahoo.com.br

Weimar Freire da Rocha Jr

Prof. Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Toledo-PR.

wrochajr2000@gmail.com

INTRODUÇÃO

O debate em torno da biodiversidade tem pautado as discussões sobre o papel e a necessidade da reserva legal nas propriedades rurais. Estes espaços, ambientalmente protegidos são regulamentados e amparados pela Lei brasileira nº 12.651, de 25 de maio de 2012, a qual normatiza aspectos relativos a avaliação de bens atinentes à recursos naturais e ambientais. A mesma Lei preconiza que as propriedades da zona rural devem ter um espaço reservado para proteção de espécies nativas, sendo permitido conforme regulamentações específicas a sua exploração econômica, especialmente nas pequenas propriedades, limitada à determinadas condições.

Tais explorações necessitam de projeto de manejo florestal conforme aprovação dos órgãos estaduais. No caso do Paraná, 20% da propriedade deve ser destinada à área de reserva legal, além das exigências para Áreas de Preservação Permanente (APP), o que interfere diminutamente na disponibilidade da área explorável nas pequenas propriedades. Questionamentos sobre o impacto do valor da terra nas áreas destinadas à reserva legal para os municípios do Paraná são relevantes.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da Norma Brasileira (NBR) 14653 institucionalizada em 2001 e acrescida posteriormente de sete¹ partes até o ano de 2009 estabelece as metodologias aplicáveis para determinar o valor de um bem (ABNT, 2001). A NBR 14653-6 estabelece os procedimentos metodológicos apresentando o método dos preços hedônicos como um dos modelos indiretos para determinação do valor dos recursos naturais e ambientais.

O método dos preços hedônicos tem sido amplamente aplicado para diversos fins, desde a estimativa do valor do sistema ambiental ecológico relacionado ao entretenimento, à paisagem, ao biogênio e à biodiversidade, a avaliação do valor do aproveitamento da vista, da qualidade dos ativos do solo e exposição à poluição do ar (DAN & JUNGIE, 2016). Entre as suas potencialidades, destaca-se a inclusão de variáveis ambientais para medir a qualidade ambiental, previsão com precisão do valor de uma propriedade ou ativo ambiental e a possibilidade de estimar o valor das amenidades visuais e outras qualidades da paisagem natural que possam estar presentes no ambiente (CELESTINE & EDMOND, 2018).

Portanto, este estudo pretende determinar o valor ambiental da terra considerando o efeito do atributo reserva legal nos municípios do Estado do Paraná (Brasil), levando-se em consideração a tipificação atribuída à terra rural pela Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). Recorreu-se também à econometria espacial no intuito de incorporar o espaço na valoração da reserva legal.

O presente estudo encontra-se dividido em cinco seções, incluindo esta introdução. A segunda seção apresenta uma breve abordagem bibliográfica sobre reserva legal e valoração ambiental. Na terceira seção expõe-se o método dos preços hedônicos, os procedimentos metodológicos e a base de dados utilizada. A quarta seção foi destinada aos resultados e discussões e na quinta apresentam-se as considerações finais.

RESERVA LEGAL E VALORAÇÃO AMBIENTAL

Nas últimas décadas, a valoração ambiental tem sido parte de diversos estudos dentro da área econômica, sendo considerada uma importante ferramenta que permite estimar um valor econômico ao meio ambiente natural em função dos seus atributos e serviços ecossistêmicos. Neste sentido, destacam-se um amplo conjunto de estudos empíricos, tais como: Bateman (1993); Freeman (1993); Campos (1994); Garrod & Willis (1999); Linares & Romero (2002); Morancho (2003); Aznar & Estruch (2007); Babulo et al. (2010); Hernández et al. (2014); Wüstemann (2014); Mohammadi et al. (2016); De Macedo et al. (2017); e Stylla et al. (2019).

No contexto da exploração agrícola, legislações pertinentes têm imputado a necessidade de preservação de parte das propriedades rurais para áreas de proteção ambiental e áreas de reserva legal, sendo que tais áreas possuem diferenças institucionalizadas quanto a sua formação e exploração.

A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, a qual alterou e revogou leis e medidas provisórias anteriores e deu outras providências, estabelece em seu artigo 2º, Inciso III, que reserva legal é uma fração da área rural, a qual é destinada à manutenção, restauração e proteção do sistema ecológico e da biodiversidade, podendo ser explorada economicamente (BRASIL, 2012).

A reserva legal enquanto parte regular de uma determinada propriedade, deixa em muitos casos de ser rentável, e seu valor passa a ser estritamente de cunho ambiental. Porém para a mesma pode ser atribuída um valor por meio de avaliação baseada em normas técnicas nomeadas de NBR padronizadas pela ABNT. No caso de procedimento para avaliação de bens, a NBR 14.653-6 estabelece normas para o procedimento de valoração ambiental (ABNT, 2008).

A referida norma estabelece também alguns procedimentos para a avaliação de recursos naturais e ambientais instituindo algumas diretrizes para cálculo de preço e valores dos bens avaliados. “A escolha do método depende do objetivo da valoração, das hipóteses assumidas, da disponibilidade de dados e do conhecimento da dinâmica ecológica do bem a valorar” (ABNT, 2008, p. 5). Dentre os métodos disponibilizados pela normativa tem-se o hedônico que utiliza os preços ou custos de mercado para obter as particularidades do valor ambiental e com isto estimar a compensação financeira a partir de determinados atributos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os preços hedônicos constituem um método de valoração de preferências reveladas, baseado na suposição de que os indivíduos percebem um determinado produto ou bem como um conjunto de suas características, e que várias combinações de atributos podem proporcionar-lhes diferentes níveis de utilidade (LANCASTER, 1966; GRILICHES, 1971; ROSEN, 1974; MOGAS, 2004; GIBBONS et al., 2013; STYLLA et al., 2019).

De acordo com Motta (1998), Azqueta et al. (2007) e Cristeche & Penna (2008), o método dos preços hedônicos prevê a atenção aos atributos de bens e serviços, podendo ser tais atributos complementares a esses bens ou serviços. Prontamente vista a complementariedade do bem, possibilita-se calcular o preço implícito do atributo ambiental. Normalmente se usa o método para cálculo de valores de propriedades (ROSATO et al., 2017; JAYASEKARE et al., 2019).

A NBR 14.653-6 diz que o método utiliza o preço de bens/serviços de mercado, a fim de verificar o valor das diferenças de nível de atributos ambientais que consolidam a formação da compensação financeira do bem ambiental. Considera os atributos que estimam indiretamente a predisposição a pagar ou receber de um recurso ambiental expresso pelo preço do bem (P_i). Logo, a função de preços hedônicos P_i relacionado às áreas destinadas as reservas legais nos municípios do Estado do Paraná (i) relacionam-se as suas características:

$$P_i = P (R_i, A_i, SE_i) \quad (1)$$

Em que:

P : preço;

i : municípios do Estado do Paraná;

R_i : atributos estruturais do bem como área, padrão etc.;

A_i : particularidades ambientais onde o bem i está inserido como poluição, proximidade de parques ambientais, ou reservas ambientais e demais características ambientais;

SE_i : particularidades socioeconômicas da região do bem i , tais como nível econômico, nível de criminalidade, etnia, etc.

A função estimada nos atributos de P_i , é chamada de função hedônica de preço ou preço implícito (MOTTA,1998). Conforme a aplicação do conceito da NBR 14.653-6, o valor da área de reserva ambiental dos municípios do Paraná, A_k será obtida isolando os demais atributos do modelo através da derivada parcial do valor do bem P_i em relação à variável A_k , ou seja:

$$\partial P_i / \partial A_k = \partial P (R_i, A_i, SE_i) / \partial A_k \quad (2)$$

Em que:

∂A_k : derivada do valor da área de reserva legal dos municípios do Paraná (BR);

∂P_i : derivada do preço do bem i ;

Conforme a NBR 14.653-6, o método de preços hedônicos permite o cálculo de valores diretos, indiretos e de opção.

Procedimentos metodológicos

Anselin (2018) explica que a econometria espacial tem facilitado a economia ambiental, na integração de diferentes tipos de dados e a análise de diferentes escalas. Abildtrup et al. (2013) utilizaram a econometria espacial para verificar o uso do solo da floresta associado com a proteção dos recursos hídricos reduzindo custos de abastecimento de água potável.

A Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) provê indicações sobre a existência de padrões de associação espacial (globais ou locais). O primeiro passo testa se os dados têm distribuição aleatória espacial, a partir do coeficiente de correlação espacial I de Moran (1948):

$$I = \frac{n}{\sum \sum w_{ij}} \times \frac{\sum \sum w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (3)$$

Em que:

n : número de unidades espaciais;
 y_i : variável de interesse;
 w_{ij} : peso espacial para o par de unidades espaciais i ;
 j : medida do grau de interação entre elas.

Para identificar a ocorrência de autocorrelação local, tem-se a decomposição em categorias do indicador I de Moran, dado por:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2 / n} = z_i \sum_j w_{ij} z_j \quad (4)$$

Em que:

z_i e z_j : variáveis padronizadas;

A : somatória sobre j é tal que somente os valores dos vizinhos $j \in J_i$ são incluídos;

J_i : abrange os vizinhos da observação i .

O modelo regressivo cruzado espacial (SLX) pode ser usado como hedônico, por considerar as características próprias da variável estudada, mas também as características do envoltório da localidade (ALMEIDA, 2012). O modelo *SLX*, segundo Afonso (2017, p. 88) “sugere que as variáveis explicativas (x) de uma região i , possuem um efeito transbordamento para a variável dependente (y) nas regiões vizinhas j ($j= 1, 2, 3...n$) e vice-versa”. A fim de calcular o efeito local, visto que o modelo inclui a defasagem espacial dos segmentos $R\tau$, $A\tau$ e $SE\tau$ pela matriz de peso espacial, do lado direito da equação (τ):

$$P_t = R_i\beta + A_i\beta + SE_i\beta + WR_\tau\beta + WA_{i\tau}\beta + WSE_\tau\beta + \varepsilon \quad (5)$$

Em que:

P_t : vetor $N \times 1$ de observações do valor da terra (a qual a cada tipo de terra será estimado isoladamente);

R_i , A_i , e SE_i : integrantes da matriz $N \times K$ contendo os segmentos que condensam os atributos da terra, com um vetor associado $K \times 1$ de coeficientes de regressão β ;

ε : vetor $N \times 1$ de termos de erro aleatório com distribuição normal, média zero e variância constante.

WR_τ , WA_τ e WSE_τ são consideradas transbordamentos locais, tendo efeito direto e indireto sobre a vizinhança.

Prefácio dos dados

A tabela 1 traz as variáveis utilizadas por segmentos, descrição e fonte de dados, para o Estado do Paraná que é composto de 399 municípios

Tabela 1 - Variáveis independentes utilizadas, por segmentos, descrição e fonte de dados.

Segmentos	Variáveis	Descrição	Fonte
<i>Ri</i>	Latitude	Medidas de Latitude para o município	IBGE
	Longitude	Medidas de Longitude para o município	IBGE
	Área Lav Temporária	Áreas dos estabelecimentos agropecuários com Lavouras Temporárias	CA 2017
	Área Lav Permanente	Áreas dos estabelecimentos agropecuários com Lavouras Permanente	CA 2017
	Estabelecimentos	Número de estabelecimentos agropecuários	CA 2017
	Área Estabelecimentos	Área dos estabelecimentos agropecuários	CA 2017
	Área Total	Área Territorial do município	IPARDES
<i>SEi</i>	Nascentes c/ proteção	Existência de nascentes no estabelecimento - sim, protegida por mata	CA 2017
	Nascentes s/ proteção	Existência de nascentes no estabelecimento - mas não protegida por mata	CA 2017
	Agrotóxicos	Número de estabelecimentos agropecuários que faziam uso de agrotóxicos	CA 2017
	Aubos	Número de estabelecimentos agropecuários que faziam uso de adubos químicos	CA 2017
	Areal Reserva Legal	Área de das florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal	CA 2017
<i>SEi</i>	Est Energia	Estabelecimentos agropecuários com acesso a Energia Elétrica	CA 2017
	Est Telefone	Estabelecimentos Agropecuários com telefone	CA 2017
	Est Internet	Estabelecimentos Agropecuários com acesso a Internet	CA 2017
	Dens Demográfica	Densidade Demográfica municipal	IPARDES

Nota: CA = Censo Agropecuário.

Fonte: IBGE (2017) e IPARDES (2018).

A variável dependente utilizada é o valor da terra, que segundo a Secretaria de Estado Agricultura e Abastecimento (SEAB) é calculado desde 1998, tendo em vista o valor médio por município contemplando as características próprias de cada propriedade rural, dividida em grupos e classes conforme apresentado na tabela 2.

Tabela 2 - Grupos, classes e características das propriedades rurais para o Estado do Paraná, conforme SEAB.

Grupo	Classe	Características
Grupo A	Classe I	Terras cultiváveis, aparentemente sem problemas especiais de conservação. Ocupação mais comum no Paraná: Grãos, com altas produtividades.
Grupo A	Classe II	Terras cultiváveis com problemas simples de conservação. Ocupação mais comum no Paraná: Grãos, com produtividades ainda acima da média.
Grupo A	Classe III	Terras cultiváveis com problemas complexos de conservação. Ocupação mais comum no Paraná: Grãos, com produtividades médias.
Grupo A	Classe IV	Terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação. Ocupação mais comum no Paraná: Grãos, com produtividades médias e pastagens para a criação de gado de leite
Grupo B	Classe VI	Terras adaptadas em geral para pastagens e/ou reflorestamento com problemas simples de conservação, cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes protetoras do solo. Ocupação mais comum: Pastagens para bovino de corte, especialmente em áreas planas a suave onduladas, porém frágeis devido a textura arenosa ou a baixa fertilidade.
Grupo B	Classe VII	Terras adaptadas em geral somente para pastagens ou reflorestamento, com problemas complexos de conservação: Ocupação mais comum no Paraná: Pastagens degradadas, Pastagens em áreas declivosas e reflorestamentos.
Grupo C	Classe VIII	Terras impróprias para cultura, pastagem ou reflorestamento, podendo servir apenas como abrigo e proteção da fauna e flora silvestre, como ambiente para recreação, ou para fins de armazenamento de água. Ocupação mais comum no Paraná: Vegetação natural

Fonte: Adaptado de SEAB (2018, p. 1).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para esta seção foi utilizado o coeficiente I de Moran, o qual indica o grau de dependência espacial. A tabela 3 mostra a existência de autocorrelação positiva e significativa, para todos os tipos de terra apresentados e também a área de reserva legal, ou seja, tenderam a estar cercados por municípios com as mesmas características. Esses elementos sinalizam o efeito espacial dessas variáveis.

Tabela 3 - Estatística I de Moran univariado para os valores da terra e área de reserva legal dos municípios do Paraná.

Tipo	I de Moran	P-valor	Tipo	I de Moran	P-valor
Terra AI	0.6350	0.0010	Terra BVI	0.6368	0.0010
Terra AII	0.5378	0.0010	Terra BVII	0.5379	0.0010
Terra AIII	0.5904	0.0010	Terra CVIII	0.6494	0.0010
Terra AIV	0.6100	0.0010	Área Reserva Legal	0.3465	0.0010

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos resultados da pesquisa.

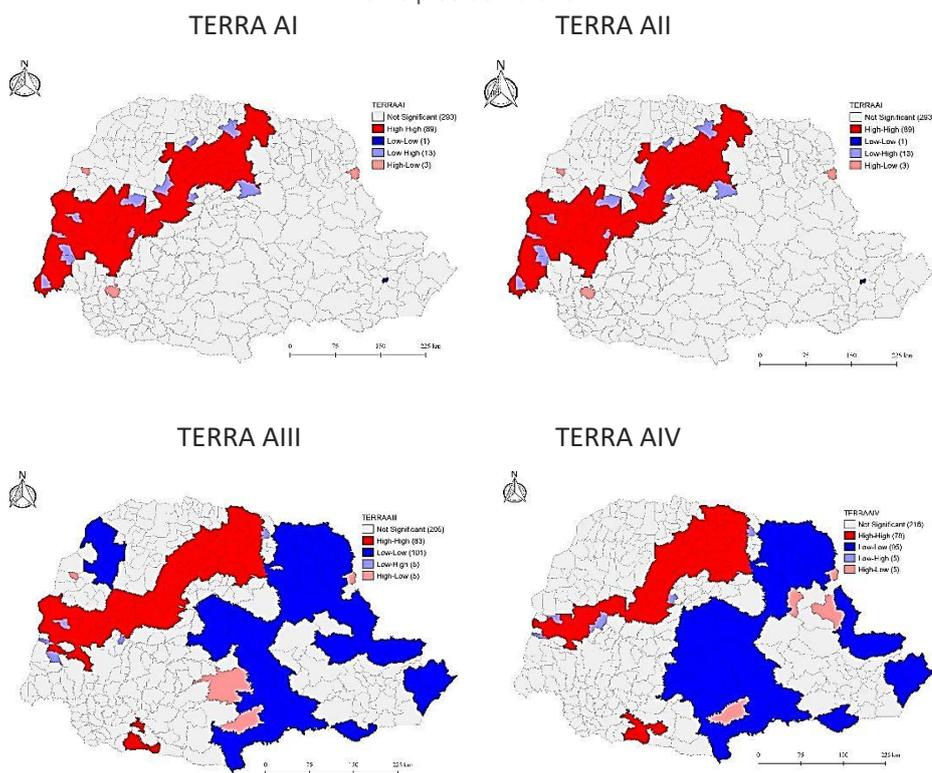
Nota: A pseudo-significância empírica é baseada em 999 permutações aleatórias e E (I) é -0,0025. A matriz de peso espacial usada foi a convenção K8 vizinhos.

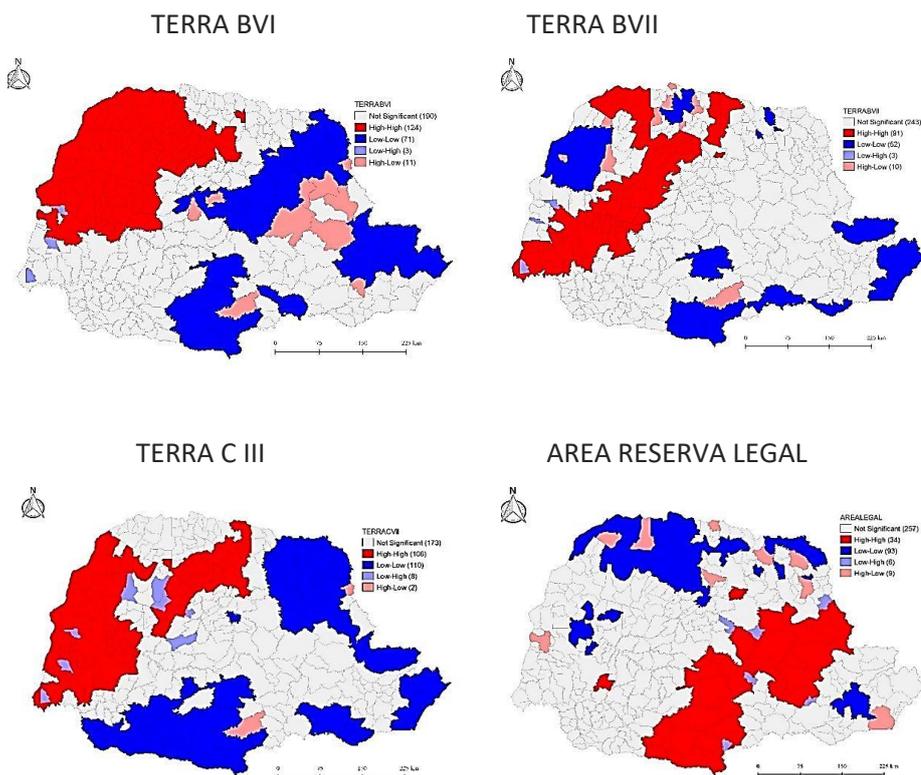
Os padrões locais podem ser observados na figura 1. Para a terra AI, AII e AIII o cluster Alto-Alto (quando o valor da terra do município é alto e do seu envoltório também é alto) é formado pelo corredor das melhores terras paranaenses, que é formado por municípios da mesorregião Norte Central, Norte Ocidental e Oeste Paranaense, abrangendo também alguns municípios da mesorregião Noroeste Paranaense e os municípios de Nova Prata do Iguaçu e Santana de Itararé no Tipo AI e no tipo AII adiciona-se os municípios de Guarapuava e Pato Branco. O mesmo formato de cluster é visualizado para os valores de terras de tipo AIII e AIV.

Para os valores para as terras do tipo BVI o cluster tipo Alto-Alto localiza-se em municípios da mesorregião Oeste, Noroeste e Centro Ocidental Paranaense em uma contiguidade maior em relação a mesma formação para as terras do tipo BVII e CVIII. Para estas três classes de terra o valor é alto nas localidades onde o valor das melhores terras também é elevado.

Para a área de reserva legal a formação do tipo Alto-Alto se fez em municípios da mesorregião Centro Sul, Sudeste e Centro Oriental Paranaense, perfazendo um corredor diverso do apresentado para as terras do tipo AI, AII, AIII e AIV, centrado-se em localidades em que terras do tipo AIII, AIV, BVI, BVII e CVIII apresentam clusters Baixo-Baixo.

Figura 1 - Mapas com os clusters dos valores das terras por tipo de terra para os municípios do Paraná.





Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos resultados da pesquisa.

A tabela 4 mostra o I de Moran calculado a partir dos modelos MQO para as matrizes de peso espacial Rainha, K5, K8 vizinhos mais próximos, com o intuito de escolher a matriz de pesos mais adequada à ótica da dependência espacial. Os resultados inferem a convenção mais apropriada à K8 vizinhos mais próximos.

Tabela 4 - I de Moran para os Municípios paranaenses, para as matrizes de peso espacial Rainha, K5, K8 vizinhos mais próximos.

Tipos de Terra	Matrizes					
	Rainha	p-valor	K5	p-valor	K8	p-valor
Terra AI	14.289	(0.0000)	15.407	(0.0000)	18.357	(0.0000)
Terra AII	11.654	(0.0000)	11.455	(0.0000)	13.433	(0.0000)
Terra AIII	13.171	(0.0000)	14.248	(0.0000)	15.869	(0.0000)
Terra AIV	14.474	(0.0000)	15.638	(0.0000)	17.668	(0.0000)
Terra BVI	12.766	(0.0000)	13.720	(0.0000)	15.083	(0.0000)
Terra BVII	16.862	(0.0000)	17.456	(0.0000)	18.542	(0.0000)
Terra CVIII	14.648	(0.0000)	15.817	(0.0000)	17.808	(0.0000)

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos resultados da pesquisa.

A tabela 5 mostra as estimativas para o modelo SLX para os municípios do Estado do Paraná. Conforme Abildtrup et al. (2013) o método de preço hedônico mensura o valor estrutural, econômico e ambiental baseando-se no atributo área de reserva legal. A variável dependente é o valor da terra por vários tipos, sendo possível calcular e/ou auferir a valoração da área de reserva legal, levando em conta sua estimativa, assim como de outros atributos da terra.

Para a área total do município, o coeficiente calculado mostrou-se negativo e significativo a 5% para os valores de terra do tipo AII e AIV, o que indica uma relação inversa com municípios com baixo valor de terra AIII. No entanto quando se observa a área de lavoura temporária para os valores de terra do tipo AI, AII, AIII, AIV e BVI, os coeficientes encontrados foram positivos e significativos, indicando que quando se aumenta o número de estabelecimentos com lavoura temporária, tende a aumentar os valores destes tipos de terra. Assim também se comportou positivamente a densidade demográfica para os valores da terra do tipo AII, AIII, AIV, BVI e CVIII

Tabela 5 - Estimativas para o modelo SLX Espacial para os municípios paranaenses.

Variável	Terra AI	Terra AII	Terra AIII	Terra AIV	Terra BVI	Terra BVII	Terra CVIII
Const	-232025.8 (0.0055)	-212953.3 (0.0000)	-45548.2 (0.0254)	-6800.3 (0.7011)	-14011.9 (0.0000)	1582.1 (0.9355)	-35289.0 (0.0000)
Adubo	-2.3304 (0.8264)	3.4423 (0.5842)	1.1915 (0.6458)	0.9661 (0.6692)	-1.3028 (0.6251)	0.3897 (0.8759)	-0.1888 (0.7996)
Agrot	27.4322 (0.0009)	1.7589 (0.7768)	2.3642 (0.3556)	2.3984 (0.2828)	3.0653 (0.2443)	1.0603 (0.6669)	0.3480 (0.66353)
ATotal	3.8848 (0.5173)	-7.7063 (0.0305)	-2.1039 (0.1511)	-2.6827 (0.0361)	-0.1669 (0.9117)	-1.9605 (0.1647)	-0.0036 (0.9931)
A. Est	-0.2607 (0.0796)	-0.0694 (0.4298)	-0.0508 (0.1610)	-0.0306 (0.3331)	-0.0527 (0.1577)	-0.0081 (0.8173)	-0.0174 (0.0948)
A. Res. L.	0.4871 (0.1194)	0.2793 (0.3097)	0.2334 (0.0399)	0.2274 (0.0218)	0.1320 (0.2574)	0.0903 (0.4076)	0.0732 (0.0247)
A. Lav. P.	0.7240 (0.1194)	-0.2390 (0.7444)	0.1692 (0.5757)	0.1091 (0.6790)	0.2039 (0.5119)	0.1388 (0.6333)	-0.0327 (0.7062)
A. Lav. T.	-0.3511 (0.0002)	0.3468 (0.0000)	0.1354 (0.0000)	0.0896 (0.0015)	0.1032 (0.0020)	0.0465 (0.1354)	0.0142 (0.1254)
Dens. D.	4.5918 (0.2809)	8.3078 (0.0010)	3.8891 (0.0002)	2.8722 (0.0016)	3.2364 (0.0025)	2.2348 (0.0259)	1.6928 (0.0000)
Est Ener.	-28.0509 (0.2235)	7.2804 (0.5932)	-3.0875 (0.5825)	-1.1310 (0.8174)	3.0002 (0.6035)	-3.8564 (0.4760)	-1.8442 (0.2528)
Estabel.	26.0905 (0.2490)	-3.1322 (0.8150)	-0.6288 (0.9092)	-2.4333 (0.6132)	-4.1739 (0.4621)	0.6302 (0.9055)	0.7819 (0.6213)
Est. Telf.	-20.0670 (0.0873)	-15.0629 (0.0303)	-1.7942 (0.5301)	0.8294 (0.7393)	-1.7080 (0.5612)	-0.6865 (0.8030)	0.0112 (0.9890)
Est. Inter.	-4.1862 (0.7219)	6.9924 (0.3156)	2.6752 (0.3515)	0.8656 (0.7295)	1.8451 (0.5320)	1.7707 (0.5219)	1.1731 (0.1548)
Lat.	-18184.7 (0.1063)	-149.8 (0.9820)	-2124.8 (0.4386)	-2335.7 (0.3292)	-1051.2 (0.7094)	489.2 (0.8530)	517.1 (0.5111)
Long.	12693.7 (0.1063)	5.649.8 (0.4258)	4210.0 (0.1503)	2091.9 (0.4121)	4247.7 (0.1581)	573.0 (0.8386)	955.6 (0.2549)
Nasc. s/p.	-9.5411 (0.2897)	3.5575 (0.5730)	1.9226 (0.4626)	0.0317 (0.9889)	0.2896 (0.9142)	2.7677 (0.2724)	0.8196 (0.2752)
Nasc. c/p	77.8540 (0.2206)	60.5270 (0.1079)	22.9935 (0.1382)	11.6181 (0.3901)	0.3647 (0.9817)	15.3592 (0.3035)	-0.1802 (0.9676)
W-Adubo	-28.9776 (0.1572)	-8.3227 (0.5102)	-10.8093 (0.0385)	-12.3415 (0.0068)	5.6989 (0.2877)	0.0018 (0.9997)	4.6313 (0.0020)
W-Agrot	63.331 (0.0059)	36.712 (0.0070)	12.728 (0.0231)	12.843 (0.0087)	2.347 (0.6829)	9.267 (0.0856)	-2.601 (0.1053)
W-A.Total	-3.9276 (0.8043)	20.3815 (0.0304)	-1.1263 (0.7709)	-5.3372 (0.1143)	7.0766 (0.0759)	2.9888 (0.4226)	1.1725 (0.2911)
W-A. Est	-1.2106 (0.0008)	-0.9614 (0.0000)	-0.2589 (0.0032)	-0.1729 (0.0241)	-0.1468 (0.1037)	-0.2241 (0.0081)	-0.0864 (0.0006)
W-A. Lav. P.	5.7168 (0.0854)	1.4707 (0.0366)	0.7217 (0.0129)	0.7407 (0.0035)	0.1887 (0.5259)	0.7280 (0.0092)	0.2875 (0.0005)
W-A. Lav. T.	1.3100 (0.0001)	1.9738 (0.3151)	1.1261 (0.1646)	0.5105 (0.4697)	0.5488 (0.5098)	-0.9042 (0.2464)	0.0688 (0.7670)
W-A. Res. L.	3.7085 (0.0018)	1.1206 (0.0000)	0.4177 (0.0000)	0.3054 (0.0000)	0.1538 (0.0758)	0.1492 (0.0660)	0.0401 (0.0972)
W-Dens. D.	24.5634 (0.0045)	10.5057 (0.0399)	11.1960 (0.00000)	9.7281 (0.0000)	2.5102 (0.2460)	3.7926 (0.0616)	3.5353 (0.00000)

Variável	Terra AI	Terra AII	Terra AIII	Terra AIV	Terra BVI	Terra BVII	Terra CVIII
W-Est Ener.	-239.750 (0.0000)	21.090 (0.4776)	-5.990 (0.6246)	-3.960 (0.7113)	5.110 (0.6847)	-5.960 (0.6132)	-3.999 (0.2550)
W-Estabel.	270.813 (0.0000)	-41.012 (0.1518)	-0.1806 (0.9877)	0.4966 (0.9614)	-5.5451 (0.6471)	-5.3617 (0.6364)	6.2207 (0.0662)
W-Est. Telf.	-55.6669 (0.0803)	9.8427 (0.6007)	4.6948 (0.5446)	6.2015 (0.3592)	7.4416 (0.3507)	-8.4820 (0.2561)	1.3760 (0.5360)
W-Est. Int.	-25.233 (0.3993)	-33.386 (0.0604)	-7.355 (0.3146)	-8.774 (0.1693)	-7.395 (0.3256)	12.736 (0.0710)	-0.204 (0.9223)
W-Lat.	21913.8 (0.0696)	2.388.9 (0.7377)	3841.0 (0.1918)	4188.4 (0.1030)	1897.7 (0.5303)	1887.5 (0.5051)	364.3 (0.6658)
W-Long.	-19157.0 (0.1205)	-11.598.9 (0.1122)	-6493.1 (0.0312)	-3570.2 (0.1737)	-7730.4 (0.0127)	-1888.9 (0.5140)	-2127.7 (0.0139)
W-Nas. s/p.	-45.468 (0.0494)	-0.235 (0.9862)	-0.814 (0.8851)	-2.978 (0.5445)	-13.390 (0.0212)	8.434 (0.1205)	-4.555 (0.0050)
W-Nas. c/p	41.191 (0.7872)	-183.951 (0.0422)	-57.654 (0.1220)	-83.067 (0.0108)	-146.876 (0.0001)	36.199 (0.3129)	-14.339 (0.1799)
R ²	0.5141	0.5190	0.5244	0.4979	0.5478	0.2753	0.5592
R ² ajustado	0.4716	0.4770	0.4829	0.4540	0.5082	0.2119	0.5207
I Moran Resíduos	0,0285	0,1829	0,2721	-0,0779	0,2509	0,0399	0,2919

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos resultados da pesquisa.

Estabelecimentos com uso de agrotóxico tem estimativa positiva e significativa para a terra AI, o que indica que municípios com estabelecimentos com uso de agrotóxicos, tendem relacionar-se com valor de terra AI. Tal que, a área de reserva legal dos estabelecimentos agropecuários foi positiva e significativa a 5% para a terra AIII, AIV e CVIII, o que reflete que municípios com reservas legais tendem a estar em municípios com terras AIII, AIV e CVIII com altos valores.

Quando defasadas percebe-se o transbordamento de algumas variáveis. É o caso da área de reserva legal defasada, sendo positiva e significativa para os valores das terras do tipo AI, AII, AIII e AIV, de modo que o município com áreas de reserva legal tendem a ter envoltório de municípios com valores mais altos nestes tipos de terra. Na tabela 6 são apresentados os impactos diretos e indiretos sobre o valor da terra por seus tipos, dos atributos apresentados para os seguimentos estrutural (lavoura temporária), socioeconômica (densidade demográfica) e ambiental (área de reserva legal).

Tabela 6 - Efeitos diretos, indiretos e totais sobre o valor das terras.

Variável	Terra AI	Terra AII	Terra AIII	Terra AIV	Terra BVI	Terra BVII	Terra CVIII
Área Lavoura Temporária							
Direto	0.4753 (0.000)	0.3213 (0.000)	0.1278 (0.000)	0.0084 (0.002)	0.0960 (0.004)	0.0435 (0.159)	0.0014 (0.120)
Indireto	1.2977 (0.000)	1.1182 (0.000)	0.4040 (0.000)	0.2929 (0.000)	0.1408 (0.094)	0.1712 (0.028)	0.0034 (0.103)
Total	1.7731 (0.000)	1.4395 (0.000)	0.5318 (0.532)	0.3771 (0.000)	0.2368 (0.006)	0.2147 (0.004)	0.0052 (0.020)
Densidade Demográfica							
Direto	2.6993 (0.541)	6.9112 (0.008)	2.7218 (0.010)	1.9036 (0.039)	2.8649 (0.010)	1.9325 (0.061)	1.4014 (0.000)
Indireto	26.9326 (0.004)	14.7925 (0.008)	14.179 (0.000)	11.937 (0.000)	3.3775 (0.157)	4.6811 (0.034)	4.2778 (0.000)
Total	29.6044 (0.001)	21.7037 (0.000)	16.900 (0.000)	13.841 (0.000)	6.2424 (0.006)	6.6236 (0.002)	5.6793 (0.000)

Variável	Terra AI	Terra AII	Terra AIII	Terra AIV	Terra BVI	Terra BVII	Terra CVIII
Área de Reserva Legal							
Direto	0.6993 (0.127)	0.2390 (0.376)	0.2315 (0.037)	0.2252 (0.020)	0.1216 (0.297)	0.0689 (0.523)	0.0693 (0.0307)
Indireto	3.9078 (0.001)	1.6273 (0.023)	0.7748 (0.008)	0.7897 (0.002)	0.1908 (0.535)	0.8174 (0.004)	0.3307 (0.000)
Total	4.6071 (0.000)	1.8663 (0.009)	1.0064 (0.001)	1.0149 (0.000)	0.3124 (0.312)	0.0063 (0.002)	0.4000 (0.000)

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos resultados da pesquisa.

A elevação do valor da terra nos municípios no efeito direto correspondente ao aumento da área dos estabelecimentos de lavoura temporária nas terras do tipo AI, AII, AIV, BVI, BVII e CVIII, sendo o efeito indireto mais intenso. Para a variável densidade demográfica o efeito total sobre o aumento do valor da terra é positivo e significativo em todos tipos de terra, indicando o impacto da variável também no envoltório do município.

A área de reserva legal tem impacto positivo e significativo no valor da terra AI, AII, AIII, AIV, BVII e CVIII, ou seja, um aumento proporcional da área de reserva legal corresponde aos municípios um aumento de R\$0,69 no valor de sua terra AI (valor médio de R\$17.188,22 por hectare). Este aumento da área de reserva legal leva a um aumento de R\$3,90 no valor da terra AI. Isto produz uma elevação de R\$4,61 no valor do hectare da terra AI.

Silveira & Muniz (2014) ao estudarem o reembolso por serviços ambientais relativos ao ressarcimento de reservas legal no Paraná concluíram que a média dos preços das terras no Paraná era bem superiores aos valores atribuídos às áreas de preservação, o que levaria ao uso de terras mais baratas para destinação de reserva legal, não representando o objetivo ecológico da existência da reserva legal junto à propriedade, pois a mesma é instituída em outra região geográfica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi determinar o valor ambiental da terra considerando o efeito do atributo reserva legal nos municípios do Estado do Paraná (Brasil), a partir da tipificação atribuída pela Secretaria da Agricultura e do Abastecimento (SEAB) em AI, AII, AIII, AIV, BVI, BVII e CVIII nos municípios do Estado do Paraná. Para isso fez-se o uso da teoria dos preços hedônicos a fim de verificar os atributos que constituíam o valor da terra e o uso da econometria espacial no intuito de verificar o efeito espacial.

Foi possível verificar a autocorrelação global espacial positiva para os tipos de terra e para a área de reserva ambiental. Na LISA, verificou-se a formação de clusters de formação Alto-Alto, com um corredor de municípios entre as mesorregiões Oeste, Centro Ocidental e Norte Central Paranaense, os quais apresentam valores mais elevados para as terras do tipo AI, AII, AIII e AIV, e que seguem áreas de cultivo temporário. A formação de clusters Alto-Alto para a área de reserva legal é vista em municípios que compunham mesorregião Centro Sul, Sudeste e Centro Oriental Paranaense, centrado em localidades em que terras do tipo AIII, AIV, BVI, BVII e CVIII apresentam clusters Baixo-Baixo.

No modelo SLX percebeu-se o efeito no transbordamento da área de reserva legal dos estabelecimentos agropecuários com relação positiva e significativa a 5%

para a terra AIII, AIV e CVIII. As áreas de reserva legal também têm impacto total positivo e significativo no valor da terra AI, AII, AIII, AIV, BVII e CVIII.

Inferese que, a partir dos resultados encontrados, é possível a aplicação de modelos hedônicos para determinação de valor ambiental para a terra a partir de outras variáveis dentre os quais a reserva legal, podendo ser levado em conta também o seu grau de preservação. Aspectos legais relacionados à legislação ambiental direcionam a apreciação de recursos naturais, ressaltando que a área de reserva legal representa a manutenção de recursos naturais imprescindíveis à sobrevivência humana.

Environmental land assessment for Paraná State considering the legal reserve attribute: a hedonic approach with spatial econometrics

ABSTRACT

Environmental assessment aims to estimate an economic value for the environment, based on attributes such as legal reserve. The objective of this paper was to determinate the environmental land value considering the effect of legal reserve attribute for municipalities of Paraná State, according with Brazilian Technical Norm (NBR) 14.653. A hedonic price method an spatial econometrics were used, with data from Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), and Secretaria do Estado da Agricultura e Abastecimento (SEAB) from the State of Paraná. A positive global spatial autocorrelation was verified for some types of land on legal reserve areas and High-High clusters in municipalities from West, Western-Central, and North-Central microregions. The SLX model has shown attribute overflow and detected a positive relation for the AIII, AIV and CVIII types of land and legal reserve area in municipalities.

KEYWORDS: Environmental assessment. Hedonic price method. Spatial econometrics. Brazilian Technical Norm (NBR).

NOTAS

¹ NBRs: 14653-1: Procedimentos gerais; 14653-2: Imóveis urbanos; 14653-3: Imóveis rurais; 14653-4: Empreendimentos; 14653-5: Máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral; 14653-6: Recursos naturais e ambientais; e 14653-7: Patrimônios históricos.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o suporte financeiro oferecido pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio – PGDRA (Mestrado e Doutorado) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus Toledo à doutoranda Patricia Estanislau, bolsista de doutorado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

ABILDTRUP, J.; GARCIA, S.; STENGER, A. The effect of forest land use on the cost of drinking water supply: A spatial econometric analysis. **Ecological Economics**, 92, 126-136, 2013. doi: 10.1016/j.ecolecon.2013.01.004

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14.653-1. **Avaliação de Bens, Parte 1: Procedimentos Gerais**, 2001. Disponível em: <<http://www.bittarpericias.com.br/wp-content/uploads/2017/02/Avaliacao-Bens-Procedimentos-Gerias-NBR-14653-1.pdf>>. Acesso em: 10/02/2019.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-6: **Avaliação de bens. Parte 6: Recursos Naturais e Ambientais**, 2008. Disponível em: <<http://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/27355/abnt-nbr14653-6-avaliacao-de-bens-parte-6-recursos-naturais-e-ambientais>>. Acesso em: 10/02/2019.

AFONSO, J. F. **Convergência espacial da produtividade total dos fatores da agricultura brasileira: implicações dos investimentos em infraestrutura de armazenamento, pesquisa, capital humano e crédito rural**. 2017. Tese (Doutorado em Economia) – UEM, Maringá, 2017.

ALMEIDA, E. **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas: Editora Alínea, 1. ed., 2012.

ANSELIN, L. Spatial effects in econometric practice in environmental and resource economics. **American Journal of Agricultural Economics**, 83(3), 705-710, 2018. doi: 10.2307/1245103

AZNAR, J.; ESTRUCH, V. Valoración de activos ambientales mediante métodos multicriterio. Aplicación a la valoración del Parque Natural de Alto Tajo. **Economía Agraria y Recursos Naturales**, 7(13), 107–126, 2007.

AZQUETA, D.; ALVIAR, M.; DOMÍNGUEZ, L.; O'RYAN, R. **Introducción a la economía ambiental**. Madrid: Mc Graw Hill/Interamericana de España, S.A.U, 2. ed., 2007.

BABULO, B.; MATHIJS, E.; MUYS, B. Assessing the sustainability of forest management: An application of multi-criteria decision analysis to community forests in northern Ethiopia. **Journal of Environmental Management**, 91(6), 1294-1304, 2010. doi:10.1016/j.jenvman.2010.02.005

BATEMAN, I. **Evaluation of the environment: a survey of revealed preference techniques**. Norwich: CSERGE working paper / GEC, 1993.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Brasília: DOU de 28/5/2012.

CAMPOS, P. Economía de los espacios naturales: El valor económico total de las dehesas ibéricas. **Revista Agricultura y Sociedad**, 73, 103-120, 1994.

CELESTINE, A.; EDMOND, I. An Examination of the Strengths and Weaknesses of Environmental Valuation Methodologies in Nigeria. **Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)**, 12(9), 72-80, 2018.

CRISTECHE, E.; PENNA, J. A. **Métodos de valoración económica de los servicios ambientales**. Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales, 3, 2008. Disponível em: <http://www.inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-metodos_doc_03.pdf>. Acesso em: 06/02/2018.

DAN, S.; JUNGIE, W. Methods and Application of Evaluating the Economic Value of the Ecological Environment. **Chinese Journal of Urban and Environmental Studies**, 4(4), 1-16, 2016. doi: 10.1142/S2345748116500305

DE MACEDO, P. B.; SÁTIEO, I.; DE MELO, C.; VIEIRA, K. Valoração ambiental do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio, Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar (Labomar)**, 50(1), 25-41, 2017.

FREEMAN, A. M. **The measurement of environmental resource values. Theory and methods**. Washington D.C: Resources for the Future, 3. ed., 1993.

GARROD, G.; Willis K. G. **Economic Valuation of the Environment. Method and cases**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Ltd., 1999.

GIBBONS S.; MOURATO S.; RESENDE G. M. The Amenity Value of English Nature: A Hedonic Price Approach. **Environmental and Resource Economics**, 57(2), 175-196, 2013. doi: 10.1007/s10640-013-9664-9.

GRILICHES, Z. **Prices indexes and quality change. Studies in New Methods of Measurement**. Cambridge: Harvard University Press, 1971.

HERNÁNDEZ, A.; CABALLERO, R.; LEÓN, M. A.; CASAS, M.; PÉREZ, V. E.; SILVA, C. L. Multi-Criteria Decision Modeling for Environmental Assessment. An Estimation of Total Economic Value in Protected Natural Areas. **International Journal of Environmental Research**, 8(3), 551-560, 2014. doi: 10.22059/ijer.2014.749

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Censo Agropecuário**, 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23/03/2019.

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Base de Dados do Estado**, 2018. Disponível em: <<http://www.ipardes.pr.gov.br>>. Acesso em: 27/03/2019.

JAYASEKARE, A. S.; HERATH, S.; WICKRAMASURIYA, R.; PEREZ, P. The price of a view: estimating the impact of view on house prices. **Pacific Rim Property Research Journal**, 25(2), 141-158, 2019. doi: 10.1080/14445921.2019.1626543

LANCASTER, K. A new approach to consumer theory. **Journal of Political Economy**, 74(2), 132–157, 1966. doi: 10.1086/259131

LINARES, P.; ROMERO, C. Aggregation of Preferences in an Environmental Economics. **Omega**, 30(2), 89-95, 2002. doi: 10.1016/S0305-0483(01)00059-7

MOGAS, J. Métodos de Preferencias Reveladas y Declaradas en la Valoración de Impactos Ambientales. **Ekonomiaz**, 57, 12-29, 2004.

MOHAMMADI, S.; SAFARI, G.; MOHAMMADI, G. Recreational values of forest park using the contingent valuation method (case study: Saravan Forest Park, north of Iran). **Journal of Forest Science**, 62(10), 452–462, 2016. doi: 10.17221/4/2016-JFS

MORAN, P.A.P. The interpretation of statistical maps. **Journal of Royal Statistical Society**, 10(2), 243-251, 1948. doi: 10.2307/2983777

MORANCHO, A. A hedonic valuation of urban green areas. **Landscape and Urban Planning**, 66(1), 35-41, 2003. doi: 10.1016/S0169-2046(03)00093-8.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1998). Disponível em: <<http://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/manual-para-valoracao-economica-de-recursos-ambientais.pdf>>. Acesso em: 22/01/2018.

ROSATO, P.; BREIL, M.; GIUPPONI, C.; BERTO, R. Assessing the Impact of Urban Improvement on Housing Values: A Hedonic Pricing and Multi-Attribute Analysis Model for the Historic Centre of Venice. **Buildings**, 7(2), 112, 2017. doi: 10.3390/buildings7040112

ROSEN, S. Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition. **Journal of Political Economy**, 82(1), 34–55, 1974. doi: 10.2307/1830899

SEAB – SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Pesquisa Anual de Preços de Terras Agrícolas**. Departamento de Economia Rural, 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br>>. Acesso em: 11/04/2019.

SILVEIRA, G. B.; MÚNIZ, S. T. G. Pagamento por serviços ambientais: o caso da compensação de reserva legal. **Revista de Estudos Ambientais**, 16(1), 16-26, 2014. doi: 10.7867/1983-1501.2014v16n1p16-26

STYLLA, M.; LASOTA, T.; SZEWRANŃSKI, S. Valuing Environmental Amenities in Peri-Urban Areas: Evidence from Poland. **Sustainability**, 11(3), 570, 1-15, 2019. doi: 10.3390/su11030570

WÜSTEMANN, H. Land use and recreation values in rural Germany: a hedonic pricing approach. **Acta Universitatis Lodzianis Folia Oeconomica**, 6(309), 147-165, 2014.

Recebido: 07/09/2020

Aprovado: 09/04/2021

DOI: 10.3895/rts.v17n48.13128

Como citar: ESTANISLAU, P. et al. Valoração ambiental da terra para o Estado do Paraná considerando o atributo reserva legal: uma abordagem hedônica com econometria espacial. **Rev. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 17, n. 48, p. 78-95, jul./set. 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13128>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

