

IBAPE – XXII UPAVI / XIII COBREAP – FORTALEZA/CE – ABRIL/06

**AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS RURAIS POR INFERÊNCIA ESTATÍSTICA E
ANÁLISE DE SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA**

Resener, Martin Carlos^A, Hochheim, Norberto^B

^A Eng. Agrônomo, CREA/SC 28.914-4, IBAPE/SC

R. Dep. Antônio Edu Vieira, 999, Pantanal - Florianópolis/SC - 88040-901 -

Eletrosul/DPM - Telefone (48) 3231-7041 – Fax 3231-7310

e-mail: martinr@eletrosul.gov.br

^B Eng. Civil, CREA 014029-0

Rua Heitor Luz, 44/801 – Centro – Florianópolis/SC -88015-500

Telefone (48) 3228-2846 – e-mail hochheim@ecv.ufsc.br

Curriculum Vitae

A Martin Carlos Resener

- Engenheiro Agrônomo graduado pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC Florianópolis – SC (1990).
- Mestrado em Cadastro Técnico Multifinalitário, área de Engenharia Civil, pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC Florianópolis – SC (2005).
- Pós-graduação em Ecologia, pela Universidade do Oeste Catarinense – UNOESC Chapecó – SC (1998).
- Pós-graduação em Gestão em Mercado de Energia Elétrica, pela Faculdade Estácio de Sá – Florianópolis – SC (Conclusão em 2006).
- Engenheiro de Avaliações da Eletrosul Centrais Elétricas SA, desde julho de 2003, Florianópolis – SC.
- Desenvolvimento de serviços sócio-ambientais e patrimoniais desde 1999, nos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Pará e Maranhão.

B Norberto Hochheim

- Engenheiro Civil graduado pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (1981)
- Mestre em Engenharia de Produção, área de Engenharia Econômica, pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (1986)
- Doutor pela Université de Nancy I, França (1991).
- Professor Titular da UFSC, lotado no Departamento de Engenharia Civil.
- Ministra na Graduação as disciplinas: Engenharia de Avaliações I, Engenharia de Avaliações II, Planejamento Econômico e Financeiro. No Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (onde orienta trabalhos de mestrado e doutorado) ministra as disciplinas: Engenharia de Avaliações, Tópicos Avançados em Engenharia de Avaliações, Elaboração de Plantas de Valores Genéricos, Análise de Investimentos Imobiliários, Cadastro Técnico Urbano. Ministra também, pelo IBAPE/SC, cursos de Engenharia de Avaliações e Engenharia Econômica.
- No X COBREAP (Porto Alegre, 1999) foi agraciado com a medalha Eurico Ribeiro pelo melhor trabalho de avaliações, desenvolvido em co-autoria com Carlos Alberto Peruzzo Trivelloni, intitulado: “Avaliação em massa de imóveis por inferência estatística e análise multivariada.”

Resumo. O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento das variáveis e a viabilidade da regressão linear em avaliações rurais. Os dados utilizados foram extraídos da pesquisa de preços que serviu de base para a definição dos valores indenizatórios da Usina Hidrelétrica de Barra Grande, realizada em março de 2003. A barragem localiza-se no rio Pelotas, na divisa de Santa Catarina e Rio Grande do Sul inundando mais de 8.000ha. As modelagens foram conduzidas considerando variáveis de uso e aptidão dos solos e de localização. Para a seleção do melhor modelo foram considerados os pressupostos básicos da regressão, os parâmetros da NBR 14653-3 e coerência dos resultados. Inicialmente foram estudadas as variáveis de uso e aptidão agrícola dos solos. A partir destas informações foram introduzidas variáveis de localização a partir de um plano cartesiano com as coordenadas x e y iguais a zero no centro da amostra. Houve uma redução no desvio padrão dos resíduos de 1.499,16 a 1.068,00, com a espacialidade através da superfície de tendência. Concluiu-se que: 1) não há diferença significativa entre os valores das terras agricultáveis manualmente e inaptas ao cultivo; 2) apenas acesso pavimentado foi significativo, 3) Áreas com mato e capoeira valem menos.

Palavras chaves: Avaliação de imóveis rurais, Avaliação por regressão, Avaliação em desapropriações.

1 INTRODUÇÃO

Este estudo é uma síntese da dissertação apresentada pelos autores no curso de Pós-graduação de Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O objetivo foi avaliar a viabilidade do uso da regressão linear em avaliação de massa de empreendimentos hidrelétricos. A base de dados foi a pesquisa de preços que definiu os valores indenizatórios da Usina Hidrelétrica de Barra Grande, realizada em março de 2003.

É muito raro o uso da inferência estatística em avaliações rurais. O trivial é o uso da homogeneização clássica, a partir de fatores empíricos, obtidos a partir do *feeling* dos engenheiros de avaliação. Na prática são feitos testes aplicando-se à amostra diferentes escalas de fatores, até encontrar aqueles que a torna mais homogênea com conseqüente redução de resíduos.

A teoria da inferência estatística a partir da regressão linear não é novidade, todavia sua utilização como ferramenta de avaliação ganhou impulso somente a partir da popularização dos microcomputadores. Os modernos *softwares* de regressão linear permitem uma fácil interação com o usuário, possibilitando a realização de inúmeros teste e simulações.

Na Bacia do Rio Uruguai encontram-se em operação as usinas hidrelétricas de Passo Fundo, Itá, Machadinho, Ferradura e Quebra Queixo, além de Barra Grande e Campos Novos, que encontram-se em fase de enchimento do reservatório. A esta relação pode-se acrescentar outros empreendimentos já inventariados e em diferentes fases de projeto: Monjolinho, Foz do Chapecó, Flor do Sertão, Salto das Flores, Ludesa, Pai Querê, Garibaldi, Itapiranga, Garabi, Passo São João e São José.

Segundo pesquisa junto a ELETROSUL Centrais Elétricas SA, Tractebel Energia, Energética Campos Novos (ENERCAM), Barra Grande Energética SA (BAESA), Machadinho Energética SA (MAESA), Monjolinho Energética Ltda (MONEL) e Companhia Energética Chapecó (CEC) e Consórcio Foz do Chapecó, em nenhum dos empreendimentos já implantados, as terras foram avaliadas através de equações de regressão linear. As conclusões obtidas a partir deste estudo, ajudam a entender melhor o comportamento das variáveis que interferem no preço das terras e ampliam os horizontes para o uso desta ferramenta nos empreendimentos a serem implantados, bem como outras demandas por avaliações rurais.

2 LIMITAÇÕES

Barbetta (2003) cita algumas fontes de erros bastante comuns em amostragens estatísticas, algumas delas, presentes neste estudo. A seguir são apresentadas as principais limitações encontradas.

2.1 HETEROGENEIDADE DA REGIÃO

A complexidade da região transcende as características pedológicas. Não podem ser esquecidos outros atributos como infra-estrutura, obstáculos naturais, fatores culturais, climáticos, dentre outros, todos interferindo nos aspectos antrópicos de cada região.

O principal obstáculo natural da região estudada é o próprio rio Pelotas com seus espigões. O relevo e o rio por sua vez, influenciaram os eixos de desenvolvimento paralelo ao rio, sobre os espigões na direção leste – oeste com a BR 285 no Rio Grande do Sul e SC 458 em Santa Catarina. Na direção norte-sul, o eixo de desenvolvimento é a BR 116 que liga Lages/SC e Vacaria/RS, através de uma ponte sobre o Rio Pelotas. As Figuras 1 e 2 mostram o perfil do relevo da área estudada.

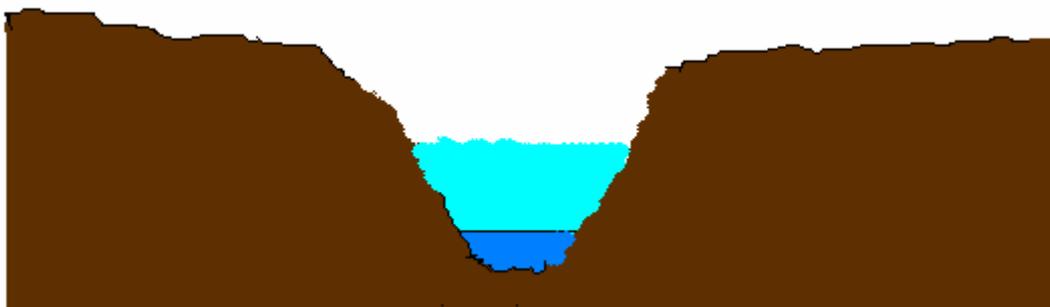


Figura 1– Perfil do relevo

Fonte: Sugestão Prof. Roque Alberto Sanchez Dalotto



Figura 2 – Calha do Rio Pelotas

Fonte: Adriano Becker – www.apremvi.com.vr

A distância ao centro consumidor é tratada na pesquisa de forma concêntrica, como se os pólos de valorização fossem únicos (núcleos urbanos), quando na verdade são múltiplos dispendo-se em forma de eixos. Além disto, centros urbanos mais desenvolvidos como Lages e Vacaria exercem maior pressão sobre os preços do que centros menos desenvolvidos, como Cerro Negro/SC e Pinhal da Serra/RS. Estes fatos não foram considerados na pesquisa.

Os diferentes atributos de cada região interagem entre si e influenciam a economia de cada local em intensidade variável. Neste contexto, o mercado imobiliário flutua com a dinâmica econômica regional.

A definição do raio de 100 km no entorno do reservatório para a coleta de dados, foi muito extensa, o que motivou a grande amplitude nos valores unitários observados e nos resíduos calculados.

2.2 AMOSTRA PEQUENA

A população da pesquisa pode ser definida como as transações e as ofertas de imóveis rurais no raio de 100 km no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Barra Grande, no período de março de 2002 a março de 2003.

O tamanho desta população é de difícil mensuração, pois grande parte das ofertas não chega às imobiliárias, bem como muitas transações ocorrem através de contratos particulares, sem registro em cartório. Contudo, sabe-se que segundo último censo agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o total de imóveis rurais na área de estudo era de 34.522 em 1995.

Segundo dados coletados no setor de tributação da prefeitura municipal de Guatambu, no Oeste de Santa Catarina, no período de 09/10/2001 a 04/02/2002 foi recolhido Imposto Sobre Transmissão de Propriedade Imobiliária “Inter Vivos” (ITBI) de 42 imóveis rurais. O total de imóveis cadastrados neste município é de 578 (IBGE, 1995). Considerando-se estes parâmetros, pode-se estimar em 14,5% de transações por ano.

Usando-se este índice sobre o universo de 34.522 imóveis no entorno do reservatório, pode-se estimar em aproximadamente 5.000 ($N = 5.000$) a população de estudo. Barbeta (2003) apresenta as seguintes expressões para o cálculo do erro amostral:

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2} \quad e$$

$$n = \frac{N n_0}{N + n_0}, \quad \text{onde}$$

N = tamanho (número de elementos) da população;

n = tamanho (número de elementos) da amostra;

n_0 = uma primeira aproximação para o tamanho da amostra;

E_0 = erro amostral tolerável

Considerando-se $n_0 = 57$ (dados da pesquisa), obtém-se um erro amostral de 13,2%, o que demonstra o reduzido tamanho da amostra.

2.3 ERROS DE MEDIDA

Este item reflete a inexistência e a precariedade dos cadastros rurais. A quantificação das classes de solo e o tipo de uso, por exemplo, foram obtidas através do relato dos informantes com visitas *in loco* para uma inspeção visual e auxílio de GPSs de navegação.

Há também certo grau de subjetivismo na interpretação de algumas variáveis, como a própria capacidade de uso do solo. Com relação a acessibilidade, para se chegar aos imóveis mais distantes normalmente percorre-se diferentes tipos de acesso em distâncias também variáveis.

Outro tipo de erro de medida pode ter sua origem em informações diferentes das verdadeiras. O valor real das negociações, em alguns casos, é omitido pelas partes envolvidas, por motivos particulares.

2.4 TEMPORAL

As conclusões desta dissertação refletem o mercado imobiliário na época da pesquisa e valem apenas para a região de estudo. O comportamento das variáveis que interferem no valor das terras varia de acordo com o dinamismo do mercado e poderão apresentar comportamento diferente de acordo com o período histórico.

A madeira nativa é um bom exemplo da mutação do mercado. Regiões de araucária eram valorizadas no passado pela possibilidade de sua extração. Atualmente, pelo fato de serem protegidas por lei, estão fora do mercado, não tendo, portanto, valor comercial. Esta situação poderá mudar no futuro por qualquer motivo.

Caso a exigência legal de averbação das áreas de reserva legal junto às matrículas venha a ser cumprida, poderá surgir demanda pelas áreas preservadas. Os créditos de carbono também poderão interferir no valor das áreas em regeneração, caso o mercado se concretize.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS RURAIS

O método comparativo direto de dados de mercado é o mais usado. Para isto deve-se conhecer os atributos de cada elemento de pesquisa que interferem no preço final do mesmo. Lima (2002) descreve muito bem a complexidade destes atributos. Cita um exemplo em que um elemento de pesquisa tem seu valor final formado por 8 atributos: área, localização (distância da cidade, da comarca e tipo de pavimento da estrada), culturas (cana, laranja, pasto...), recursos naturais (reserva legal, área de preservação permanente, nascentes, cursos d'água), construções (estradas, sede, casa de funcionário, curral, paiol, cercas), terras (de cultura, mista, de pastagem e de mata), rebanho (boi gordo, garrote) e máquinas (tratores e implementos).

Se considerarmos os itens de cada atributo, só neste exemplo existem 24 variáveis. Ainda conforme Lima (2002) é praticamente impossível encontrar amostras significativas formadas por elementos com atributos semelhantes. Para superar esta dificuldade, é comum o uso de notas para as diferentes características, havendo assim, a interferência do avaliador no resultado final, o que não é a melhor alternativa. O autor conclui que praticamente inexistem estudos estatísticos sobre o comportamento das variáveis em imóveis rurais, dificultando ainda mais as avaliações dos mesmos.

Muitos autores, dentre eles podem-se citar Abunahman (1999), Arantes (2002) e Lima (2002), recomendam decompor a avaliação das propriedades rurais em benfeitorias e terra nua. Para as primeiras, o método mais usado é o do custo e para o segundo, o comparativo direto de dados de mercado. Na avaliação das benfeitorias deve-se levar em consideração a utilidade ou obsolescência das mesmas, além da depreciação física.

Lima (2005) alerta os engenheiros de avaliação quanto ao termo “terra nua” que transmite a idéia da terra sem nada sobre ela. Na realidade, “terra nua” pode ser conceituada como o valor das terras, descontados os valores das benfeitorias úteis, entendendo-se como benfeitorias os melhoramentos feitos com a intervenção humana. Assim, pode-se deduzir que o termo “terra nua” embute também a vegetação nativa.

3.2 VARIÁVEIS

3.2.1 Capacidade de uso das terras

A NBR 14.653-3 recomenda a utilização do “Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra – ETA – Brasil / Estados Unidos, 1971”.

Academicamente alguns professores diferenciam os termos aptidão agrícola e capacidade de uso das terras. Neossolos Litólicos Eutróficos, por exemplo, além de serem muito pedregosos, o que dificulta a mecanização, normalmente ocorrem em relevos ondulado a forte ondulado, tornando-os suscetíveis a erosão. Contudo, apresentam boa fertilidade natural que, associada ao manejo adequado, pode torná-los aptos a culturas anuais (UBERTI, 2003). Neste aspecto, o termo capacidade de uso das terras engloba também as práticas necessárias de manejo do solo, razão pela qual é adotada esta terminologia neste trabalho.

O Manual Brasileiro para Levantamentos da Capacidade de Uso das Terras enumera 8 classes de capacidade de uso das terras descritas em riqueza de detalhes por Diniz (1997). Sucintamente temos:

- Classe I – terras cultiváveis aparentemente sem problemas especiais de conservação;
- Classe II – terras cultiváveis com problemas simples de conservação;
- Classe III – terras cultiváveis com problemas complexos de conservação;
- Classe IV – terras cultiváveis apenas ocasionalmente com sérios problemas de conservação;
- Classe V – terras cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes e adaptadas em geral para pastagens ou re(florestamentos), sem necessidade de práticas especiais de conservação;
- Classe VI – idem a classe V, mas com problemas simples de conservação;
- Classe VII – idem a classe V, mas com problemas complexos de conservação;
- Classe VIII – terras impróprias para cultura, pastagem ou re(florestamento), podendo servir apenas como abrigo da fauna silvestre, como ambiente de recreação ou para fins de armazenamento de água.

Esta classificação apresenta alto grau de subjetividade. Focht e Sparovek (1999) confirmam isto em artigo publicado nos anais do X Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias (X COBREAP) realizado em Porto Alegre. Nesta pesquisa, os autores avaliaram a classificação de 1.990 ha da Microbacia Hidrográfica do Córrego Grande, em Piracicaba – SP, feita por sete pedólogos em trabalhos independentes. As classificações foram comparadas segundo suas concordâncias espaciais, havendo baixa concordância e alta amplitude no intervalo de confiança.

Existem vários institutos que fazem pesquisas periódicas de preços de terras como o Instituto Catarinense de Pesquisa Agropecuária (ICEPA) em Santa Catarina, Fundação Getúlio Vargas, Instituto de Economia Agrícola de São Paulo (IEA), EMATER-PR, etc. Constata-se que estas instituições adotam classificações regionais, diferentes da sugerida pela NBR 14653-3.

3.2.2 Acessibilidade

A capacidade de uso das terras não é a única variável a ter influência no valor da terra nua. O engenheiro Octávio Teixeira Mendes Sobrinho, citado por Abunahman (1999) descreve a variável “situação e viabilidade de circulação” da seguinte maneira:

- Ótima – imóvel acessado por rodovia asfaltada e importância limitada quanto à distância;
- Muito Boa – acesso por rodovia de primeira classe, porém sem pavimentação e com importância relativa das distâncias;
- Boa – imóvel servido por rodovia que ofereça trafegabilidade durante todo o ano e com significativa importância das distâncias;
- Desfavorável – acesso por estradas e servidões que não ofereçam satisfatórias condições de trafegabilidade. Vias e distâncias se equivalem;
- Má – idem a anterior, mas com problemas de trafegabilidade em época de chuvas. A distância e a classe de estrada se equivalem;
- Péssima – como a anterior, com problemas inclusive em épocas sem chuvas. É interceptada por córregos sem pontes.

3.2.3 Outras Variáveis

Lima (2002) ressalta que além da capacidade de uso dos solos e da situação de acessibilidade, poderão existir ainda as variáveis dimensão, potencial de irrigação, pluviosidade, proporção de mata nativa, proporção de área já aberta, etc. Acrescenta ainda que a influência ou não destas variáveis depende de cada região e, portanto, não recomenda o uso indiscriminado de tabelas com índices de homogeneização.

Para verificar se determinada variável está influenciando o preço, Lima (2002) descreve procedimento sugerido por Fiker (1997). O método é bastante simples, basta plotar num gráfico o preço homogeneizado *versus* a variável que se pretende estudar e, a partir daí, verificar se há tendência ou não na variação dos preços. Como exemplo, Lima (2002) constrói o seguinte gráfico (Figura 3) de valor unitário *versus* área que, neste caso é a variável em estudo:

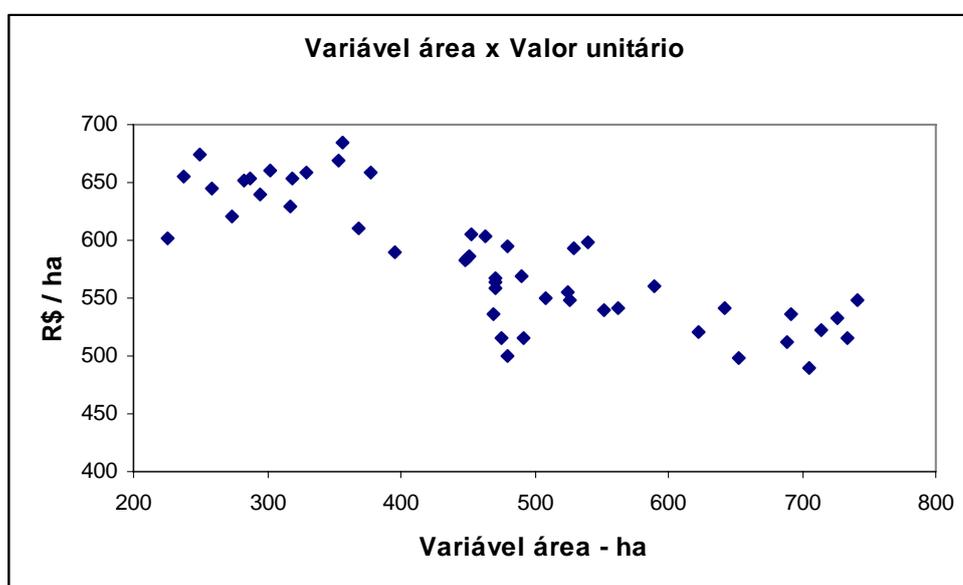


Figura 3 – Valor unitário x área

Fonte: Adaptado de Lima, 2002

3.2.4 Tipos de Variáveis

Ainda com relação as variáveis, existem aquelas de fácil mensuração como distância, área, etc. denominadas de variáveis quantitativas e as não mensuráveis, chamadas de qualitativas como, por exemplo, o tipo de informação: transação ou oferta. Como os modelos são essencialmente matemáticos, há a necessidade de transformar as variáveis qualitativas através de codificação.

Às vezes o tipo de informação assume duas situações distintas e bem definidas. É o típico exemplo de variável dicotômica facilmente resolvido atribuindo-se valor “0” e “1” para cada uma das duas situações. Existem ainda situações de tricotomia em que a variável pode assumir três situações distintas, como por exemplo, o padrão de construção: baixo, normal ou alto.

Barbetta (2003) subdivide as variáveis quantitativas em variáveis discretas e contínuas. As primeiras só podem assumir valores inteiros (0, 1, 2 ...) enquanto que as segundas podem assumir infinitos valores num intervalo.

Na análise da distribuição de probabilidades de variáveis quantitativas discretas, quando o número de dados for menor que trinta (teoria das pequenas amostras), deve-se fazer

a correção de continuidade. As variáveis qualitativas, quando transformadas em dicotômicas ou tricotômicas, cada característica apresenta distribuição de probabilidade binomial.

3.3 ESCOLHA DO MODELO

O primeiro passo na escolha do melhor modelo é a análise de suas quatro estatísticas básicas: coeficiente de correlação linear (r), coeficiente de determinação (r^2), erro padrão do resíduo (HOCHHEIM, 2003):

Em segundo lugar, deve-se ter cuidado para que o modelo escolhido gere resultados lógicos, de casa e efeito. Equações cujos resultados forem antagônicos a ordem natural de valores devem ser eliminados. Como exemplo, pode-se citar projeções de valor menor para acesso pavimentado, quando comparado com acesso não pavimentado.

Deve-se ainda ter cuidado com *outliers* e pontos influenciantes que devem ser eliminados. Por fim, os parâmetros avaliados devem estar dentro dos preceitos do anexo “A” da NBR 14653-3 (significância dos regressores $< 30\%$), normalidade dos resíduos e não auto-regressão.

3.4 A NBR 14-653-3 E A REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

A norma classifica os laudos em três *graus de fundamentação*, de acordo com a pontuação recebida em dez características consideradas nas diversas fases da avaliação, que vão desde a quantidade de dados de mercado efetivamente utilizados, até a identificação destes dados, passando pelo tratamento dos mesmos. Quanto a esta característica, a pontuação é de 15 quando é utilizado o tratamento científico e de 12 quando forem utilizados fatores.

Neste aspecto, a norma não valoriza muito o uso da inferência, uma vez que a diferença de pontuação entre os dois tipos de tratamento dispensado aos dados é de apenas 3 pontos.

Ainda como condição para enquadramento no grau III, quando for utilizada variável qualitativa que pode apresentar diferentes situações, como acesso bom, regular ou ruim, por exemplo, deve-se transformá-la em $n - 1$ variáveis dicotômicas. A escala de valor (1, 2, 3...) só pode ser empregada na forma direta e mesmo assim, o enquadramento quanto ao grau de fundamentação cai para II.

O anexo “A” da NBR 14653-3 descreve os cuidados a serem tomados na escolha do modelo. Estes cuidados referem-se a observação dos pressupostos básicos: normalidade (os erros deverão ter distribuição normal); homocedasticidade (a variância dos erros deve ser constante); não auto-correlação; inexistência de colinearidade e inexistência de pontos influenciantes e *outliers*

Quanto aos testes de significância, a norma diz que o nível máximo para rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bi-caudal), não deverá ser superior a 30%. O limite para o grau de fundamentação III é de apenas 10%, logo os 30% servem para os graus I e II.

A hipótese nula do modelo deve ser rejeitada pelo teste F de Snedecor ao nível máximo de significância de 1%. Para os demais testes estatísticos, o nível de significância máximo admitido é de 10%.

3.5 SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA

Os fatores relacionados à localização dos imóveis são tradicionalmente considerados através da variável distância e acessibilidade. Muitos destes modelos são incoerentes e apresentam resultados diferentes dos pressupostos teóricos (MICHEL, 2004).

A região é tão importante na formação do valor de um imóvel, quanto suas características intrínsecas. É o efeito de vizinhança, em que imóveis próximos exercem influência recíproca no valor. A “imobilidade” das propriedades acaba produzindo um valor

de localização e que as variáveis tradicionais não conseguem detectar, motivo pelo qual muitas vezes apresentam baixos níveis de significância (CAN, 1990 *apud* MICHEL, 2004).

Vandever *et al* (2005) constataram que propriedades semelhantes, possuem valores diferentes devido sua localização. Com o uso de regressão linear estabeleceram um modelo representativo do mercado de imóveis rurais do estado da Louisiana nos Estados Unidos, a partir do qual traçaram mapa de isolinhas de valor, identificando espacialmente os pontos valorizantes na proximidade a grandes centros urbanos.

As isolinhas de valor normalmente não são concêntricas. Para Richardson (1981), no caso de imóveis urbanos, só seria possível se obter isolinhas concêntricas se as cidades fossem monocêntricas, contudo, o que se observa são centros urbanos policêntricos. Por analogia, este raciocínio pode ser estendido para imóveis rurais, em que o valor de localização não é influenciado apenas pela distância da cidade mais próxima. Existem outros fatores de localização que atuam simultaneamente sobre o valor, como por exemplo distância à agroindústria, posição em relação aos eixos de desenvolvimento, presença de outras cidades no entorno, dentre outros fatores.

Dubin (1992) *apud* Michel (2004) aponta a falta de objetividade no estabelecimento dos parâmetros, como uma das principais dificuldades em se mensurar os efeitos de vizinhança. Cita como exemplo, o estabelecimento dos limites geográficos das regiões homogêneas. Nestes casos, é comum a adoção de limites geopolíticos para a caracterização das diferentes regiões. Contudo, a transição entre uma região e outra é gradual e obedece a vários gradientes e isto faz com que variação no valor dos imóveis seja contínua.

Para Chica Olmo, 1994, *apud* Michel, 2004 o valor de localização tende a refletir o valor do solo em função de sua edificabilidade, no caso de imóveis urbanos. Isto também ocorre com as propriedades rurais, porém substituindo a edificabilidade pela pedologia. O mix de solos tende a ser parecido para imóveis vizinhos, bem como a infra-estrutura no entorno. Diante disto, é bastante coerente dizer que o valor de localização é consequência do valor do solo que, por sua vez depende dos tipos de solo (pedologia) e da infra-estrutura.

A regressão linear a partir de dados distribuídos espacialmente, como é o caso dos imóveis, tende a apresentar autocorrelação espacial devido ao efeito de transmissividade dos preços. A técnica da superfície de tendência (*Trend Surface Analysis – TSA*) é uma técnica relativamente simples e que permite solucionar com relativa facilidade o problema da autocorrelação espacial (MICHEL, 2004).

O princípio elementar da superfície de tendência, é identificar a localização do imóvel a partir de um plano cartesiano em que as coordenadas x e y são as variáveis de localização. Para se obter melhores equações, os pares de coordenadas podem ser desdobradas em polinômios de várias ordens, como quadrática, cúbica, quártica e outras ainda maiores (GONZALES, 1995 e CAMARGO *et al*, 2001 *apud* MICHEL).

González (1995) *apud* Michel (2004), cita a possibilidade de se usar os polinômios de localização associados a outras variáveis, o que permite a obtenção de coeficientes de correlação mais altos com consequente redução dos resíduos.

Para a superfície de tendência, continuam valendo as mesmas regras e cuidados recomendados para qualquer regressão linear. Os dados devem estar distribuídos de forma aleatória no espaço, sem concentrações, deve-se evitar as extrapolações e avaliações na borda do plano cartesiano (LANDIN e CORSI, 2001 *apud* MICHEL, 2004).

Michel (2004) cita o estudo de vários autores sobre o grau do polinômio a ser adotado. Polinômios de primeiro grau apresentam a tendência na direção dos preços, já os de segundo grau são úteis quando o mercado se comporta com gradientes circulares. Ordens maiores são de interpretações mais difíceis, e diferentes autores, sugerem diferentes ordens. Contudo,

parece haver tendência em usar polinômios de quarta ordem por refletirem pólos e sub pólos de valorização ou desvalorização.

As principais vantagens e desvantagens do uso de superfície tendência são citadas por Landin e Corsi (2001) *apud* Michel (2004). Como vantagem, os autores citam a facilidade na definição dos parâmetros, diminui a autocorrelação espacial e considera as tendências regionais. A principal desvantagem é a dificuldade na detecção de anormalidades locais em polinômios de baixa ordem. A busca de boas equações pode levar o avaliador ao uso indiscriminado de polinômios de alta grandeza, que acabam gerando isolinhas de valor espúrias, induzindo a erros. Não se recomenda o uso da regressão em casos de amostra descontínua, alta variabilidade local ou distribuição irregular dos dados.

Os resultados dos modelos que consideram as coordenadas de localização permitem análises de superfícies de tendência, que podem ser facilmente visualizados em mapas plotados com as isolinhas de valor em determinado espaço amostral. Quanto mais próximas as isolinhas estiverem, maior será o gradiente de valor, enquanto que quanto mais distantes, menor será o gradiente.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Os materiais empregados nesta pesquisa compõe-se do banco de dados da pesquisa de preços do AHE-BG e de software de regressão.

4.1.1 Banco de Dados

A pesquisa de valores para determinação do preço básico unitário da terra nua foi realizada no período de 06/03/03 a 19/03/03 e contou com a participação de técnicos da Barra Grande Energética SA (BAESA) e Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB).

Esta pesquisa constou de quadros amostrais, composto por elementos de informação, consultando o mercado imobiliário e fontes idôneas disponíveis nos municípios em um raio máximo de 100 Km ao entorno do futuro reservatório. Foram pesquisados 30 municípios dos quais oito municípios são diretamente atingidos, sendo Anita Garibaldi, Capão Alto, Campo Belo do Sul, Cerro Negro e Lages no estado de Santa Catarina e Pinhal da Serra, Esmeralda, Vacaria e Bom Jesus no estado do Rio Grande do Sul. Os demais municípios pesquisados foram: Abdon Batista, Curitiba, Capinzal, Zortéa, Painel, São José do Cerrito, Celso Ramos, Campos Novos, Correia Pinto, Brunópolis e Bocaína em Santa Catarina e Lagoa Vermelha, Muitos Capões, Barracão, São José do Ouro, São Marcos, Ipê, Antônio Prado, Cacique Double, Sananduva e São José dos Ausentes no Rio Grande do Sul.

O espaço amostral de 100 km foi negociado entre MAB e BAESA e não seguiu o critério técnico de restringir-se aos eixos de desenvolvimento da região. Neste sentido, não foi seguido o principal princípio do Método Comparativo, que é de manter condições de semelhança entre os imóveis pesquisados e os avaliados.

Foram coletados 57 elementos amostrais, devidamente identificados com endereço, coordenadas UTM (N, E), fotografias, nomes dos proprietários, informantes, ofertantes, compradores e vendedores. Em cada elemento foram levantadas todas suas características, tais como, existência ou não de benfeitorias, recursos naturais, condições de acesso, manejo e capacidade de uso das terras, bem como distância a sede municipal mais próxima, condições de pagamento propostas ou adotadas (no caso de transações).

Os documentos originais dos levantamentos físicos realizados nos imóveis pesquisados encontram-se na BAESA e cópia no MAB. Na Figura 4 é possível visualizar os elementos da amostra no espaço.

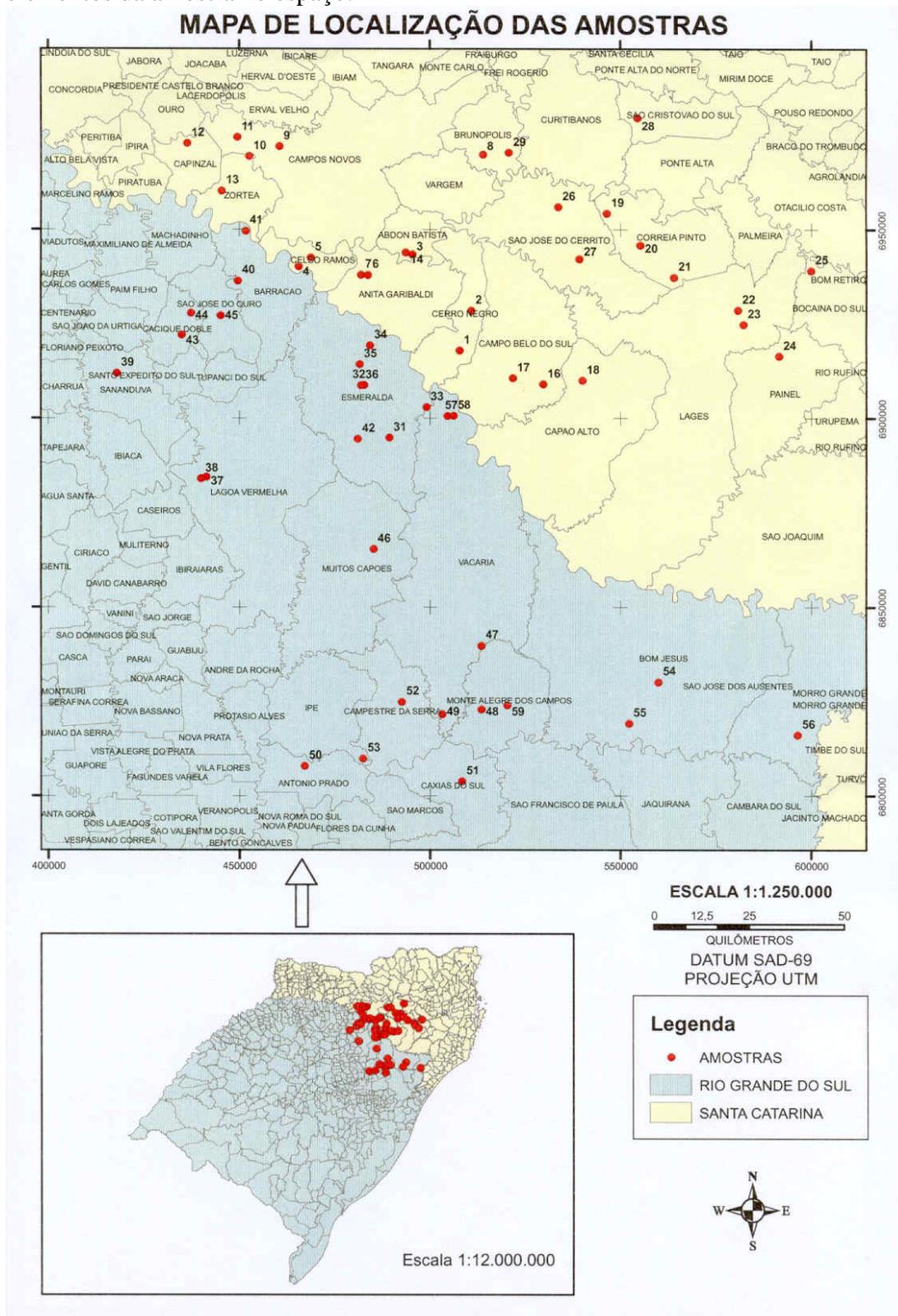


Figura 4 – Figura de localização

4.1.1.1 Características da Amostra

É indispensável proceder a uma análise prévia e detalhada da amostra, para que se possam interpretar bem os resultados e as tendências da mesma. A amostra é composta de 57 elementos, com as características apresentadas nas Figuras 5 a 9.

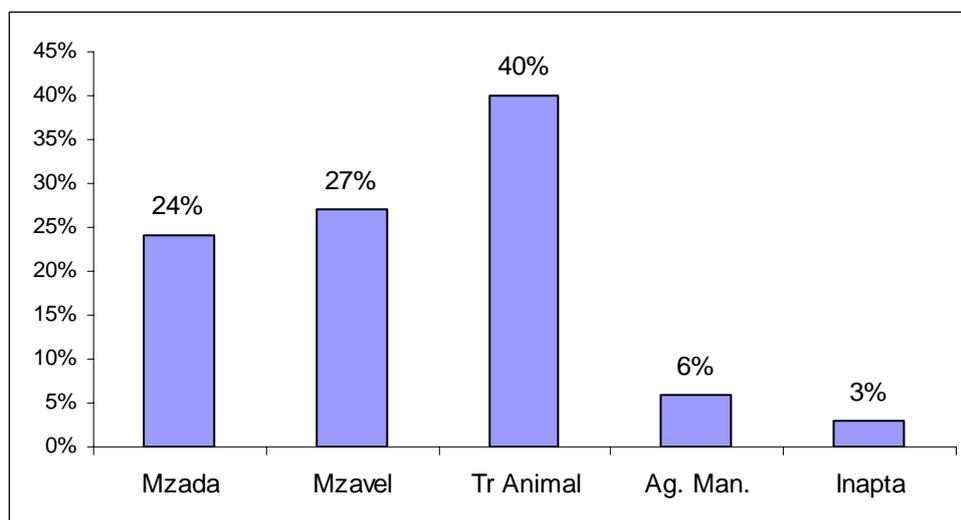


Figura 5 – Proporção das classes de capacidade de uso das terras obtidos da amostra em estudo

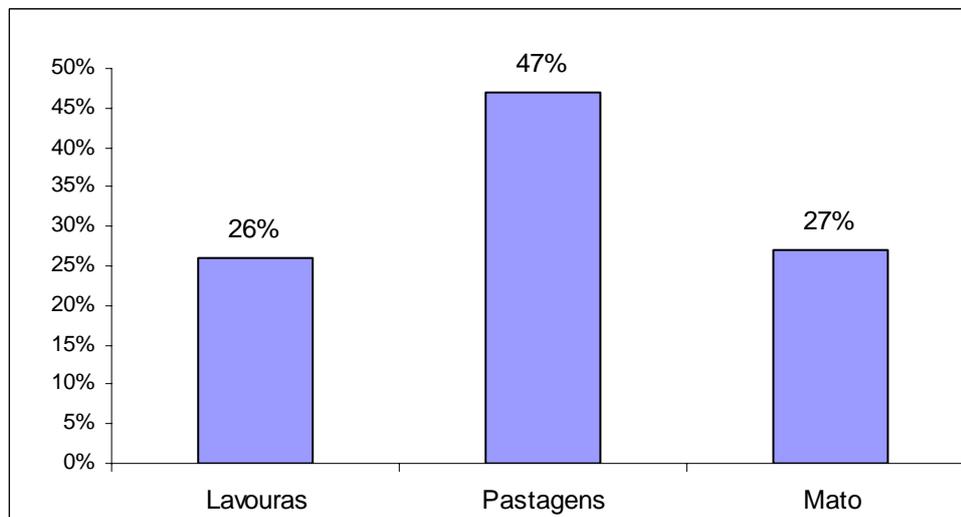


Figura 6 – Proporção das classes de uso das terras obtidos da amostra em estudo

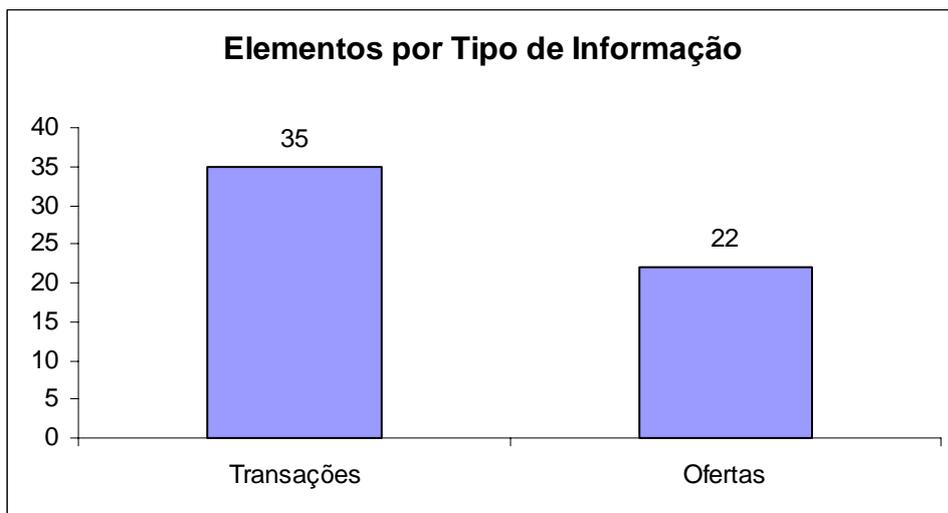


Figura 7 – Número de elementos por tipo de informação

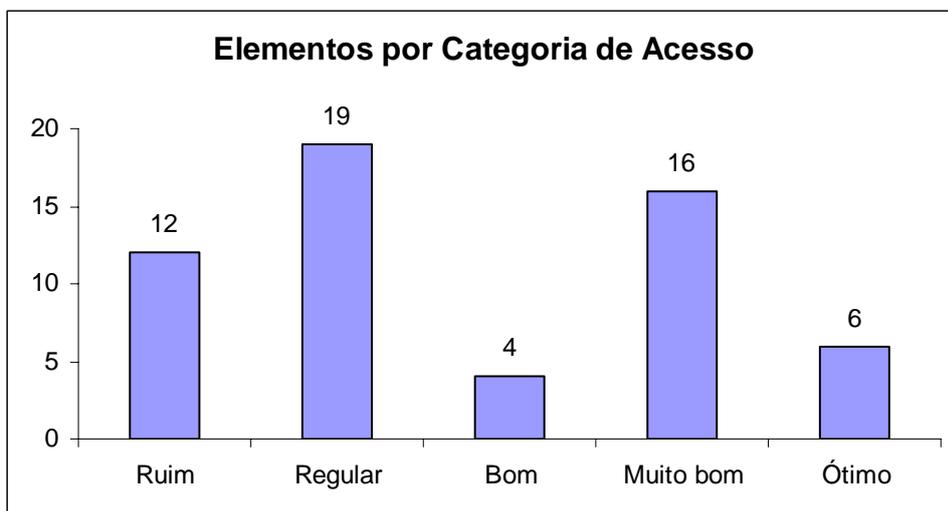


Figura 8 – Número de elementos por tipo de acesso

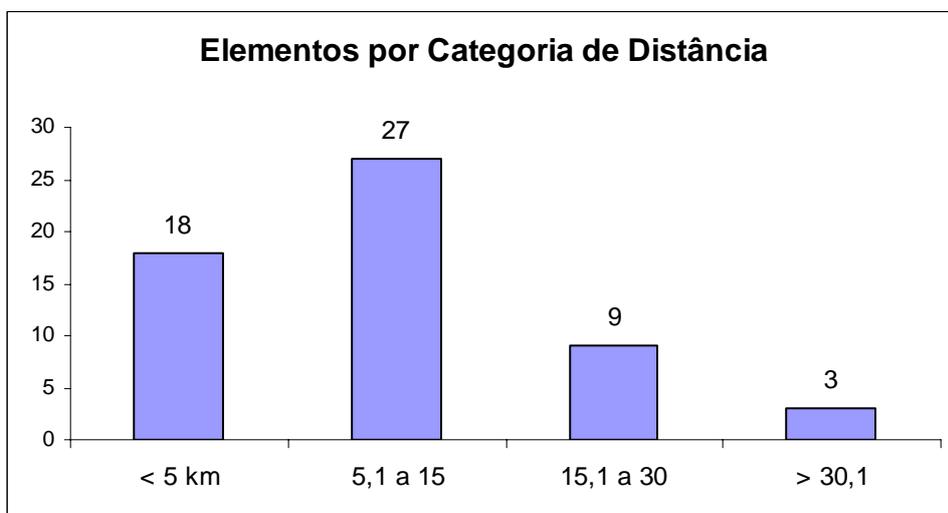


Figura 9 – Número de elementos por categoria de distância

4.2 MÉTODOS

As investigações foram conduzidas em 2 etapas. Na primeira foram investigadas as variáveis tradicionais: uso e aptidão agrícola dos solos, distância ao centro mais próximo, acessibilidade e manejo. Na busca de melhores modelos, na segunda etapa foi usada a técnica da superfície de tendência que considera a localização espacial do imóvel. A partir disto pode-se traçar isolinhas de valor.

As variáveis de localização consideradas foram calculadas conforme segue:

$$(X_i, Y_i) = \frac{(\bar{X} - X_{\text{ponto } i}), (\bar{Y} - Y_{\text{ponto } i})}{1.000} \quad \text{onde}$$

$(X_i, Y_i) \rightarrow$ coordenadas X e Y adotadas na regressão
 $(\bar{X}, \bar{Y}) \rightarrow$ média das coordenadas UTM dos pontos amostrais
 $(X_{\text{ponto } i}, Y_{\text{ponto } i}) \rightarrow$ coordenadas X e Y dos pontos i_s

Na análise da superfície de tendência as variáveis (X_i, Y_i) foram transformadas em polinômios de até 4º grau.

A Tabela 1 relaciona as variáveis investigadas, sendo 02 dependentes e 52 independentes ou explicativas.

Tabela 1 – Variáveis investigadas

Variável	Unidade	Tipo
Valor unitário da terra nua	R\$/ha	Dependente quantitativa contínua
Valor unitário de uso da terra	R\$/ha	Dependente quantitativa contínua
Motomecanizável	ha	Quantitativa contínua
Motomecanizável	%	Quantitativa contínua
Motomecanizável com lavoura	ha	Quantitativa contínua
Motomecanizável com pasto	ha	Quantitativa contínua
Motomecanizável sem aproveitamento	ha	Quantitativa contínua
Tração animal	ha	Quantitativa contínua
Tração animal com lavoura	ha	Quantitativa contínua
Tração animal com pasto		Quantitativa contínua
Tração animal inaproveitável		Quantitativa contínua
Tração animal	%	Quantitativa contínua
Agricultável manualmente	ha	Quantitativa contínua
Agricultável manualmente com pasto	ha	Quantitativa contínua
Agricultável manualmente inaproveitável	ha	Quantitativa contínua
Agricultável manualmente		Quantitativa contínua
Tr. Animal + agric. Manualmente	ha	Quantitativa contínua
Tr. Animal + agric. manual com lavoura ou pasto	ha	Quantitativa contínua
Tr. animal + agric. manual. + inapto --> sem	ha	Quantitativa contínua

aproveitamento		
Tr. Animal + agric. manual. --> sem		
aproveitamento	ha	Quantitativa contínua
Inapto ao cultivo	ha	Quantitativa contínua
Inapto ao cultivo	%	Quantitativa contínua
Agricultável manualmente + inapto ao		
cultivo	ha	Quantitativa contínua
Área total	ha	Quantitativa contínua
Motomecanizável sem aproveitamento	%	Quantitativa contínua
Tr. Animal + agric. manual. --> sem		
aproveitamento	%	Quantitativa contínua
Fator oferta		Dicotômica
Proporção de área inaproveitável	%	Quantitativa contínua
Distância a sede municipal mais próxima	Km	Quantitativa discreta
Muito próximo (< 5 km de sede municipal)		Dicotômica
Próximo (5,1 a 15 km de sede municipal)		Dicotômica
Distante (15,1 a 30 km de sede municipal)		Dicotômica
Muito distante (> 30,1 km de sede		
municipal)		Dicotômica
Acesso regular		Dicotômica
Acesso bom		Dicotômica
Acesso muito bom		Dicotômica
Acesso ótimo		Dicotômica
Acesso ruim ou regular		Dicotômica
Acesso bom ou muito bom		Dicotômica
Acesso ruim		Dicotômica
Acesso regular ou bom		Dicotômica
Acesso muito bom ou ótimo		Dicotômica
Acessibilidade		Qualitativa
Manejo semi avançado		Dicotômica
Manejo semi avançado * área		
motomecanizável		
Área * Oferta		Quantitativa contínua
Estado * Motomecanizada		Quantitativa contínua
Coordenadas X e Y		Quantitativa contínua
Latitude		Quantitativa contínua
Estado de Santa Catarina		Dicotômica
Região I		Dicotômica
Região II		Dicotômica
Região III		Dicotômica
Região IV		Dicotômica

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PRIMEIRA ETAPA

Foram conduzidos 220 ensaios a partir de diferentes combinações das variáveis listadas na Tabela 1. Deste total, 80 ensaios consideraram como variável dependente o **valor da terra nua** e 140 consideraram o **valor de uso da terra**. O melhor modelo encontrado foi o modelo a seguir:

$$\begin{aligned} \text{Valor Unitário}^{1/2} = & \\ & +52,57011112 \\ & +0,423012327 * \text{Motomecanizada (ha)} \\ & +0,08899888101 * \text{Motomecanizável (ha)} \\ & -0,1536278925 * \text{Tração Animal (ha)} \\ & 0,3967147701 * \text{Agric. Manualmente/Inapta ao Cultivo (ha)} \\ & -0,1594725009 * \% \text{ Mato/Capoeira/Banhado} \\ & +11,75193263 * \text{Oferta} \\ & +38,78484528 / \text{Distância}^2 \\ & +9,41832299 * \text{Ac. Ótimo} \end{aligned}$$

A Tabela 2 apresenta as estatísticas da equação, os parâmetros dos regressores (sinal, transformação e valor) e significância do modelo e dos regressores do Modelo 1.

Tabela 2 – Valores da regressão para as variáveis usadas na homogeneização – modelo 2

		Unidade	Bi	Significância
Variáveis independentes	Intercepto		+52,57011112	
	Motomecanizada	ha	+0,423012327	0,10
	Motomecanizável	ha	+0,08899888101	20,23
	Tr. Animal	ha	-0,1536278925	1,30
	Ag. Manual+Inapta	ha	-0,3967147701	17,91
	Mato+capoeira+banhado	%	-0,1594725009	11,56
	Oferta		+11,75193263	0,34
	Ac. Ótimo		+9,41832299	13,14
	/ Distância ²	km	+38,78484528	14,86
Var. dependente	Valor Unitário de uso da Terra	R\$/ha		
R	0,68			
R ²	0,46			
Fisher-Snedecor	5,05			
Auto regressão – Durbin-Watson	90% não auto-regressão			
Confiabilidade do modelo	0,99			
Erro padrão	1.625,40			
Outliers	--			
N	57			

5.1.1 Comportamento dos Valores Unitários no Modelo

Não é possível derivar os fatores de homogeneização sugere Andrade Lima (200?), pois o modelo não é logarítmico. Contudo, variando-se apenas uma variável, mantendo-se constante as demais (*ceteris paribus*) é possível traçar curvas de valores unitários para diferentes situações.

5.1.1.1 Capacidade de Uso do Solo *versus* Área

Alterando apenas as variáveis de aptidão agrícola, pode-se construir o gráfico da Figura 10, mantendo-se constante as demais em: a) distância = 10 km, acesso normal, transação e 0% de mato/capoeira/banhado.

5.1.1.2 Influência da Proporção de Mata/Capoeira/Banhado no Valor Unitário

Assim como para a Aptidão Agrícola e Uso do Solo, pode-se traçar curvas de valores variando-se a proporção da área com mato/capoeira/banhado. O gráfico da Figura 11 apresenta o comportamento da proporção de mato/capoeira/banhado para as terras motomecanizáveis, tração animal e agricultável manualmente/inapto ao cultivo, mantendo-se constante as demais variáveis em 20 ha, 10 km de distância do centro consumidor mais próximo, acesso normal e sem mato/capoeira/banhado.

5.1.1.3 Influência da Distância no Valor Unitário

Para a análise da variável distância, manteve-se constante a proporção de mato/capoeira/banhado em zero, o acesso normal, área em 20 ha e a informação como sendo transação. Assim, foi possível construir o gráfico da Figura 12, em que a distância foi plotada na abscissa e o valor unitário na ordenada, para as 04 categorias de solo consideradas.

5.1.1.4 Influência do Acesso no Valor Unitário

O modelo 01 considera apenas dois tipos de acesso: ótimo (pavimentado) e normal (muito bom, bom, regular e ruim). Os gráficos das Figuras 13 e 14 apresentam as curvas de valor unitário *versus* área para os dois tipos de acesso, considerando ainda as 04 classes de solo. A variável distância foi mantida constante em 10km, a proporção de mato/capoeira/banhado em zero e o tipo de informação como sendo transação.

5.1.1.5 Influência do Tipo de Informação no Valor Unitário

Para observar a diferença de preço entre as ofertas e as transações, foram construídos os gráficos das Figuras 15 e 16 em que foram plotados os valores unitários *versus* a área para as duas situações: oferta ou transação, considerando-se as quatro categorias de solo.

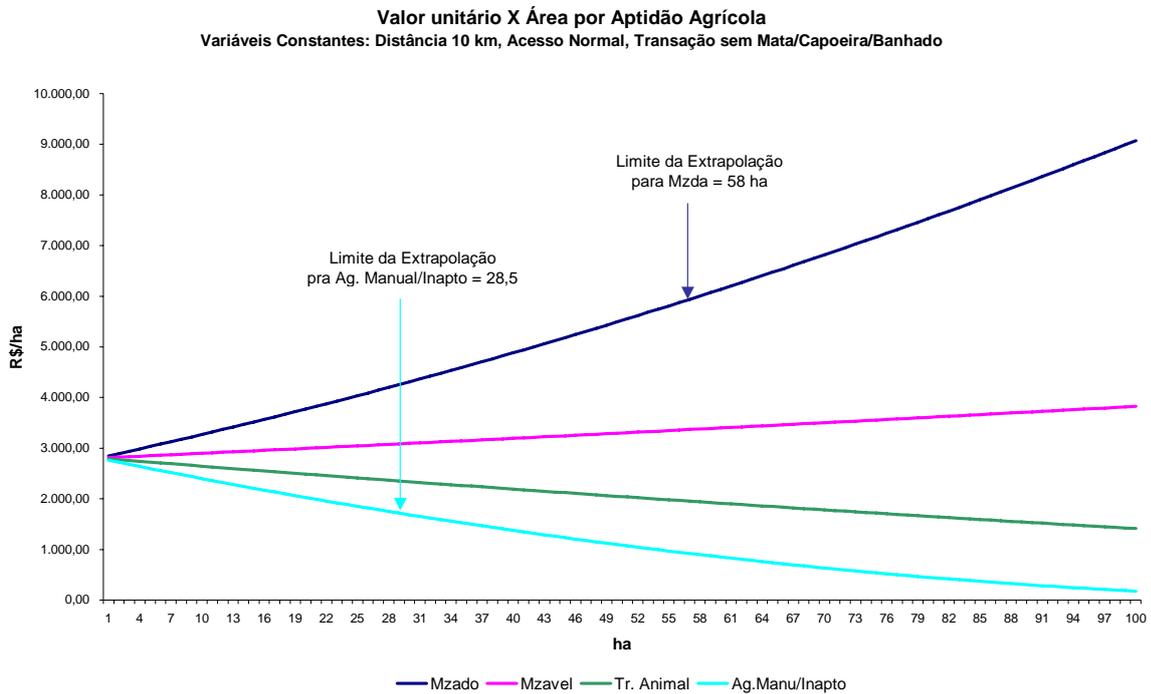


Figura 10 – Valor unitário *versus* área total por aptidão agrícola dos solos

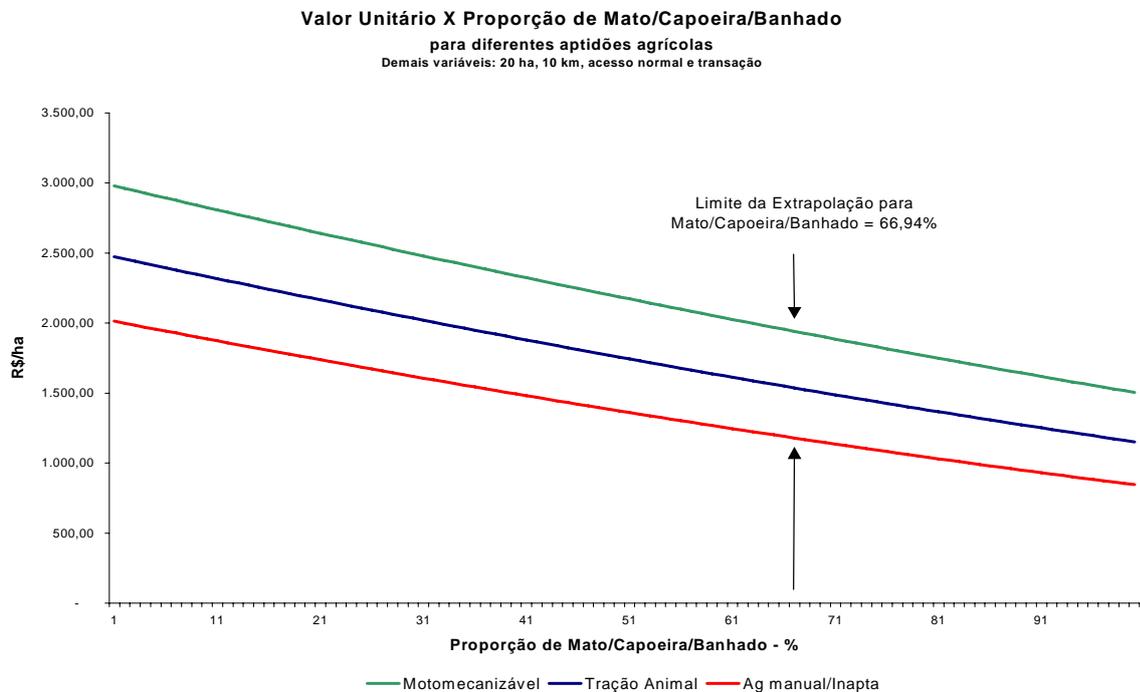


Figura 11 – Variação do valor unitário para terras motomecanizáveis, tração animal e agricultável manualmente/inapta ao cultivo *versus* proporção de mato/capoeira/banhado, mantendo-se constante a área em 20 ha distancia em 10 km, acesso normal e transação.

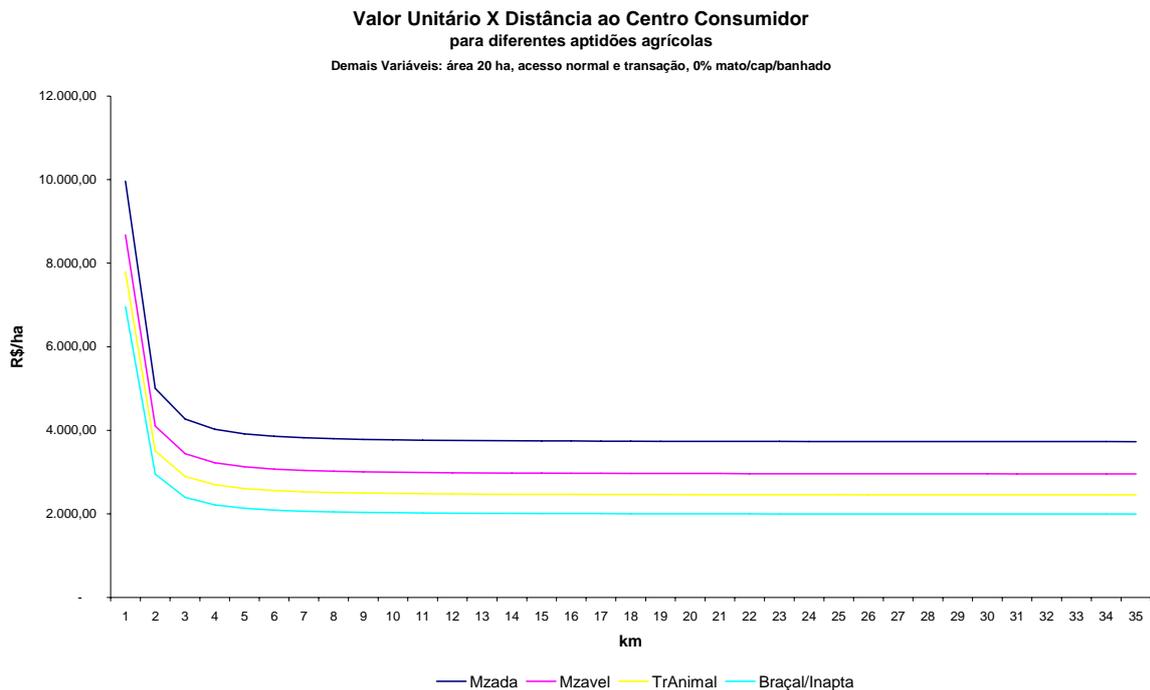


Figura 12 – Variação do valor unitário para terras motomecanizadas, motomecanizáveis, tração animal e agricultáveis manualmente / inaptas *versus* distância, mantendo-se constante a proporção de mato/capoeira/banhado em zero, acesso normal, área em 20 ha e transação.

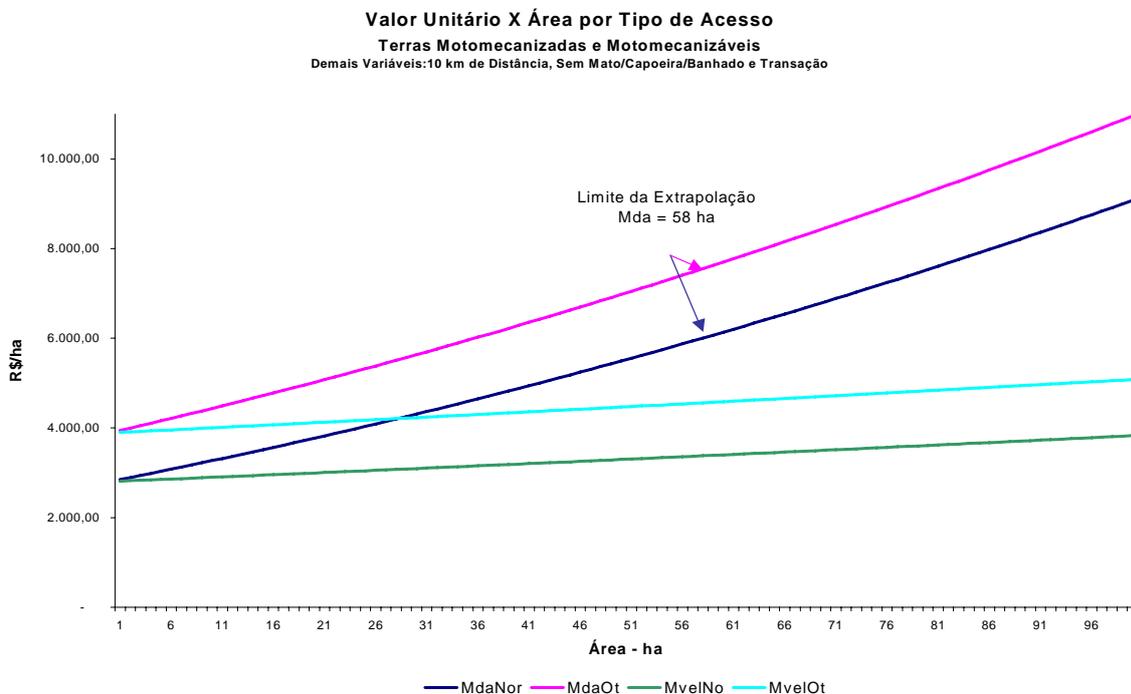


Figura 13 – Variação do valor unitário para terras motomecanizadas e motomecanizáveis *versus* área, considerando acesso ótimo e normal, mantendo-se constante a proporção de mato/capoeira/banhado em zero, distância em 10 km e transação.

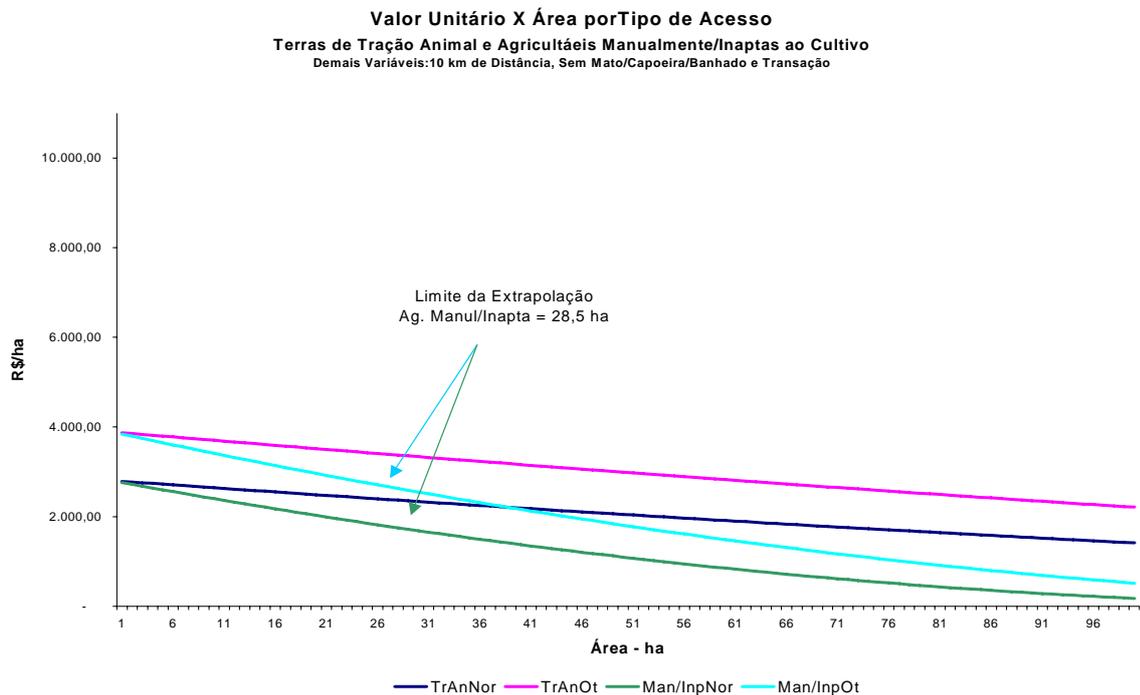


Figura 14 – Variação do valor unitário para terras de tração animal e agricultáveis manualmente/inaptas ao cultivo *versus* área, considerando acesso ótimo e normal, mantendo-se constante a proporção de mato/capoeira/banhado em zero, distância em 10 km e transação.

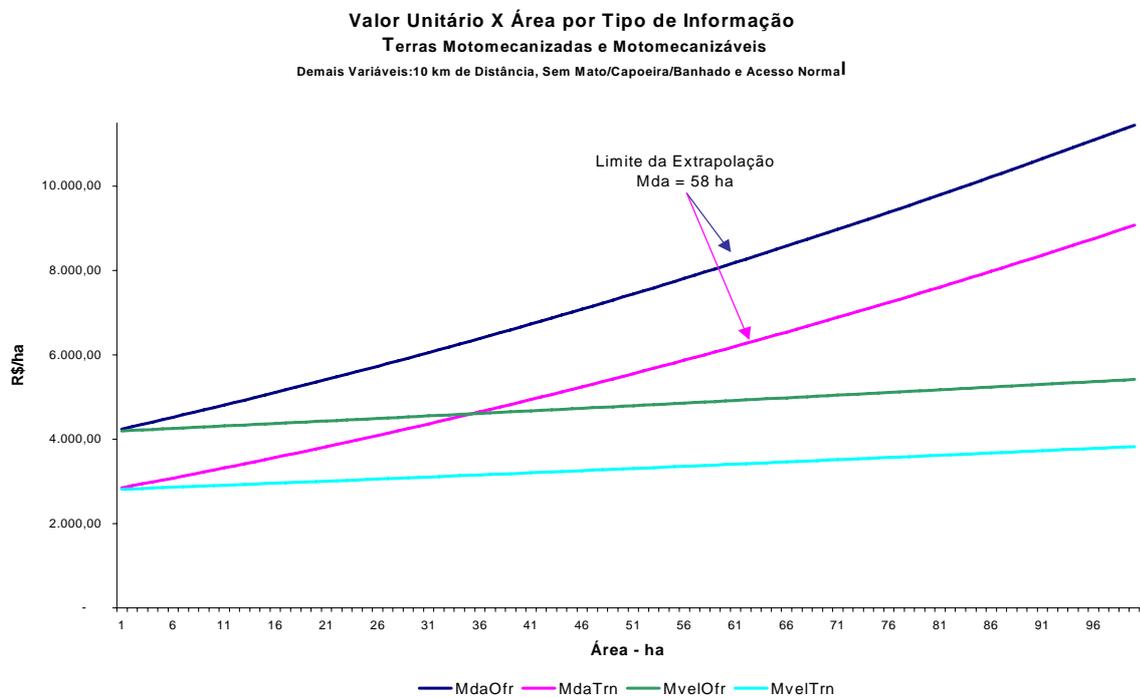


Figura 15 – Variação do valor unitário para terras motomecanizadas e motomecanizáveis, considerando oferta e transação, mantendo-se constante a proporção de mato/capoeira/banhado em zero, distância em 10 km e acesso normal.

Valor Unitário X Área por Tipo de Informação
Terras de Tração Animal e Agricultáveis Manualmente/Inaptas ao Cultivo
 Demais Variáveis: 10 km de Distância, Sem Mato/Capoeira/Banhado e Acesso Normal

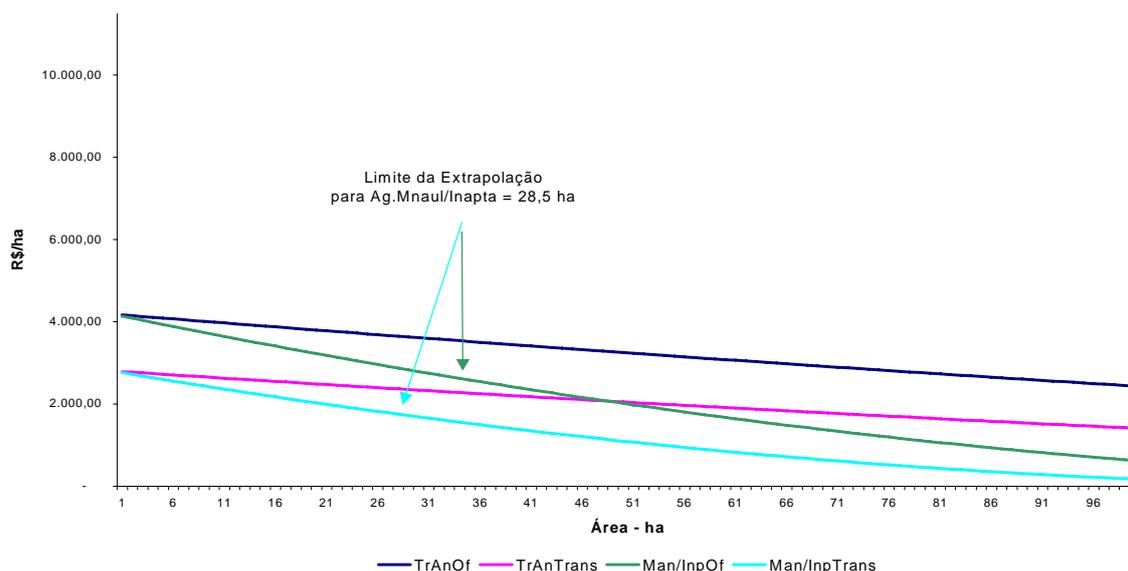


Figura 16 – Variação do valor unitário para terras de tração animal e agricultáveis manualmente/inaptas ao cultivo, considerando oferta e transação, mantendo-se constante a proporção de mato/capoeira/banhado em zero, distância em 10 km e acesso normal.

5.2 SEGUNDA ETAPA – SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA

O **Modelo 2** foi obtido a partir da introdução de coordenadas de localização. Considerou-se a diferença entre as coordenadas UTM de cada ponto e as coordenadas do centro da amostra. Foram considerados polinômios de até 4º grau, além das variáveis do modelo 2. A equação do modelo 3 é a seguinte:

$$\begin{aligned}
 \text{Valor Unitário} = & \\
 & +2912,605378 \\
 & -70326,4209 * \text{Motomecanizada (ha)} \\
 & -70335,06764 * \text{Motomecanizáveis (ha)} \\
 & -70357,64808 * \text{Tração Animal (ha)} \\
 & -70381,67294 * \text{Agricultáveis manualmente + inaptas ao cultivo} \\
 & +1245,649841 * \text{Fonte} \\
 & +5979,111117 / \text{Distância}^2 \\
 & -29,00877819 * X \\
 & -0,9265692767 * X.Y \\
 & +1,845903146 * X^2 \\
 & +0,3877641211 * Y^2 \\
 & +70348,30529 * \text{Área Total} \\
 & +0,01797863664 * X.Y^2 \\
 & +0,004075787847 * X^3 \\
 & +0,000198536819 * X.Y^3 \\
 & -0,0001974336725 * X^4 \\
 & +0,0001020119847 * X^3.Y \\
 & -186,9753345 * \ln(X^2.Y^2) \\
 & -2,817169194E-005 * Y^4 \\
 & -0,4375658468 * X * (\text{Animal} + \text{braçal} + \text{inapta} - \text{ha})
 \end{aligned}$$

A Tabela 3 apresenta as estatísticas da equação, os parâmetros dos regressores (sinal, transformação e valor) e significância do modelo e dos regressores do Modelo 3.

Tabela 3 – Valores da regressão para as variáveis usadas na homogeneização – modelo 3

		Unidade	Bi	Significância
Variáveis independentes	Intercepto		+2912,605378	
				0,01
	Motomecanizada	Ha	-70.326,4209	0,01
	Motomecanizáveis	Ha	-70.335,06764	0,01
	Tração Animal	Ha	-70.357,64808	0,01
	Agricultáveis manualmente + inaptas ao cultivo	Ha	-70.381,67294	0,01
	Fonte		+1.245,649841	0,17
	/ Distância ²	Km	+5.979,111117	3,44
	X		-29,00877819	2,16
	X.Y		-0,9265692767	0,38
	X ²		+1,845903146	0,01
	Y ²		+0,3877641211	17,12
	Área Total		+70348,30529	0,01
	X.Y ²		+0,01797863664	0,01
	X ³		+0,004075787847	6,98
	X.Y ³		+0,000198536819	0,06
	X ⁴		-0,0001974336725	0,01
	X ³ .Y		+0,0001020119847	0,07
	ln (X ² .Y ²)		-186,9753345	3,63
	Y ⁴		-2,817169194E-005	28,03
	X * (Animal+braçal+inapta - ha)		-0,4375658468	8,96
Var. dependente	Valor Unit. de Uso da Terra	R\$/ha		
R	0,9037130			
R ²	0,8166972			
Fisher-Snedecor	8,76			
Auto regressão – Durbin-Watson	90% não auto-regressão			
Confiabilidade do modelo	0,99			
Erro padrão	1.068,30			
Outliers				
N	57			

5.2.1 Análise de Consistência do Modelo 2

Analisando-se os dados e o comportamento deste modelo, pode-se estabelecer as seguintes considerações:

- Formulação Teórica: intuitivamente parecem haver distorções quanto a tendência de valores apresentados pelas isolinhas. A Figura 17 apresenta a superfície de tendência traçada a partir dos valores estimados pelo modelo 3.

ISOLINHAS MODELO SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA 4ª ORDEM

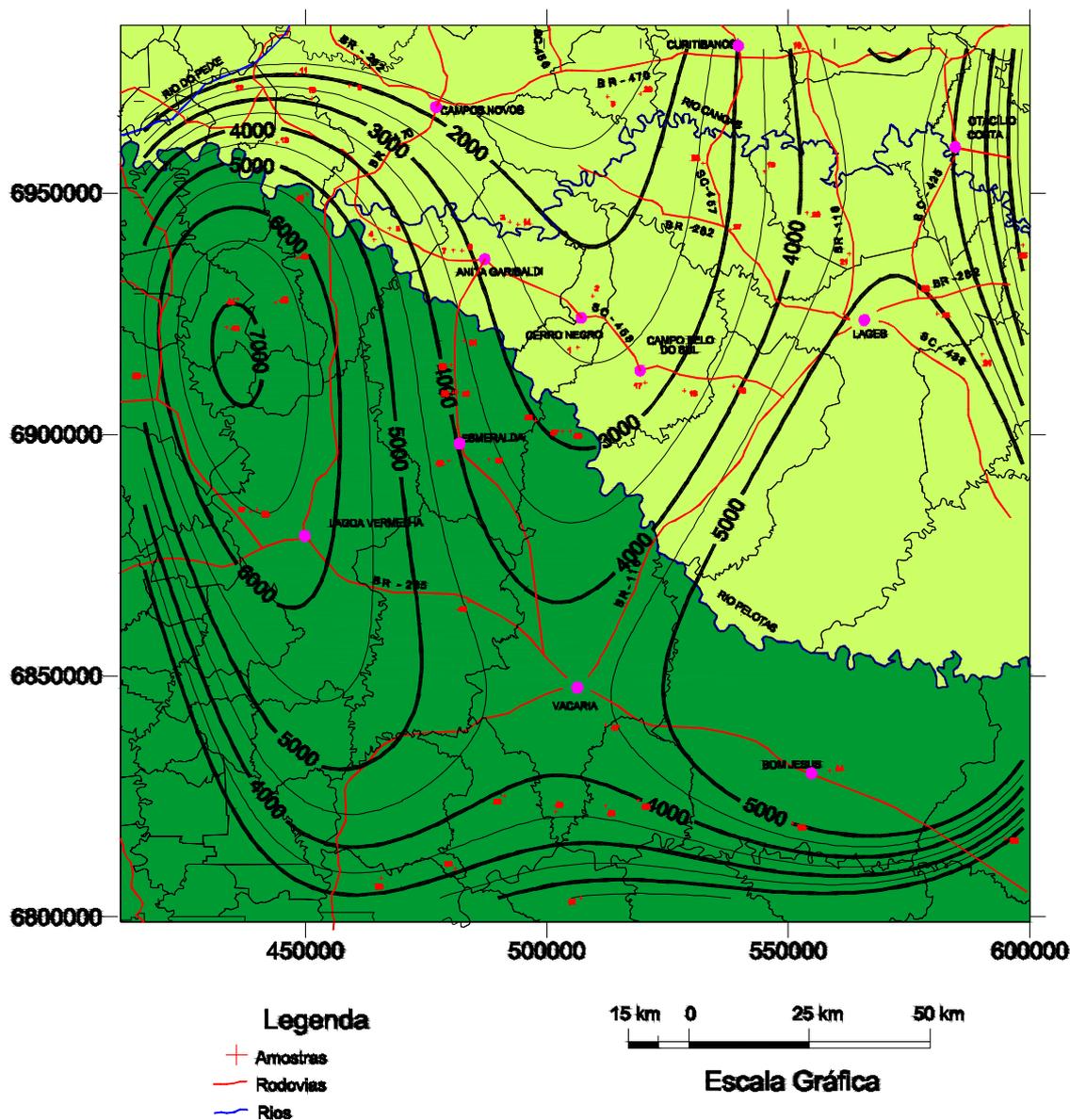


Figura 17 – Isolinhas de superfície de tendência inferidas a partir do modelo 2 em R\$/ha.

Há dois pólos valorizantes com curvas concêntricas. O primeiro a oeste, na região de Sananduvas/RS onde predominam os Latossolos Vermelhos cultivados com cereais no sistema de rotação de culturas e plantio direito. O pico de preços nesta região está em sintonia com *feeling* de pesquisa, em contraposição ao pico observado no leste.

Este segundo pólo aparece numa região sobre o rio Pelotas, distante de núcleos urbanos, acesso precário e inverno muito rigoroso. Além disto, os solos apresentam-se rasos e ácidos, com o predomínio dos campos nativos. Parece mais sensato que esta zona devesse estar deslocada mais ao norte no entorno de Lages, região com uma boa malha viária e produção intensiva de pinus, dentre outras culturas. Verificando-se a distribuição espacial dos dados da amostra, verifica-se que não há elementos nesta região, isto é, avaliações nesta região podem ser consideradas extrapolações.

O Relatório BAESA – PGASP (2004) também aponta dois eixos de valorização, considerando além dos aspectos pedológicos, outros fatores associados ao desenvolvimento sócio-econômico da população. O primeiro eixo aparece deslocado na direção Lages – Vacaria conforme as isolinhas do modelo, enquanto o segundo eixo surge paralelo ao rio Pelotas, sobre os espigões, passando pelas cidades de Lages, Capão Alto, Campo Belo do Sul, Cerro Negro e Celso Ramos em Santa Catarina e Vacaria, Muitos Capões, Lagoa Vermelha e Sananduva no Rio Grande do Sul.

Os menores valores estão no centro da amostra, sobre os reservatórios de Barra Grande no Rio Pelotas na divisa de SC e RS e de Campos Novos no rio Canoas. Nesta região as isolinhas variam de R\$3.500,00/ha no eixo da barragem, menos de R\$3.000,00/ha no centro a R\$5.000,00/ha no final do reservatório, próximo a ponte da BR 116.

Deve-se ter cuidado na interpretação destes resultados, pois uma das restrições dos modelos de superfície de tendência é de não refletir variações locais. Segundo os Planos de Gestão Ambiental e Sócio Patrimonial das Usinas Hidrelétricas de Itá, Machadinho, e Barra Grande, o rio Uruguai/Pelotas é fator divisor e não integrador, portanto as isolinhas deveriam ser paralelas ao rio e não atravessarem o mesmo como ocorreu com o modelo.

Na periferia da Figura 17 aparecem alguns casos com tendências diferentes das reais, como é o caso do sudoeste, em direção à Passo Fundo. Ressalta-se que a Michel (2004) recomenda evitar avaliações na periferia da população considerada.

Com relação à aderência, houve significativa melhora com a introdução da superfície de tendência. Os pontos do modelo 2 estão mais próximos da bissetriz do que os pontos do modelo 1. Na Figura 18 é possível ver a diferença entre os dois modelos.

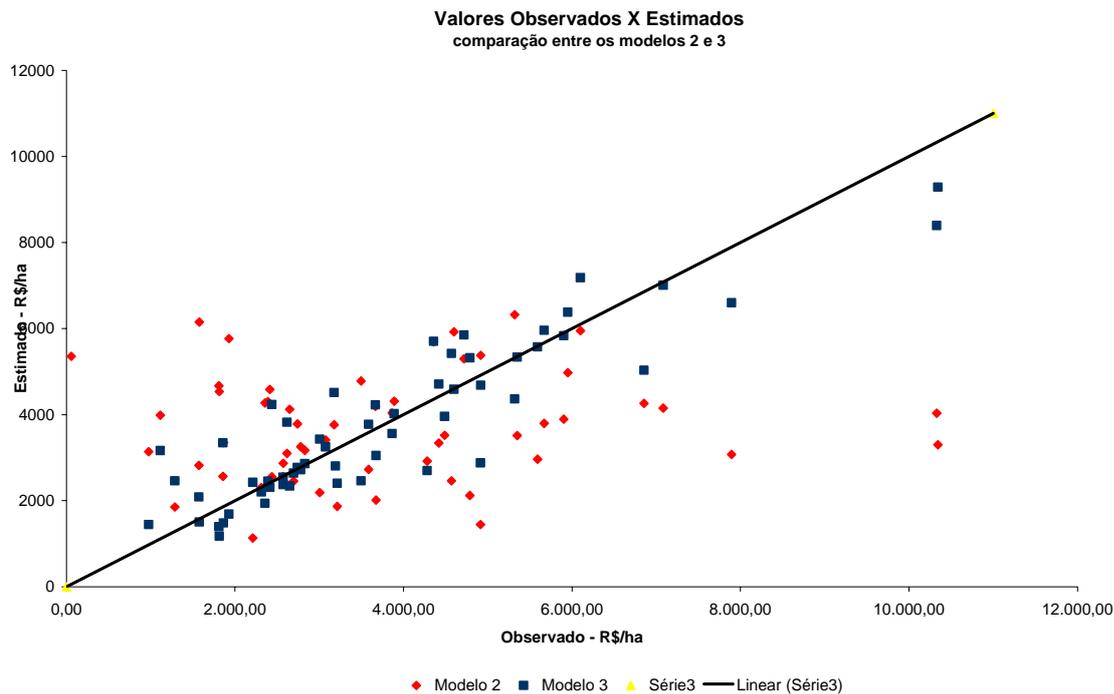


Figura 18 – Gráfico de aderência para os modelos 1 e 2.

5.2.2 Comportamento dos Valores Unitários no Modelo 2

5.2.2.1 Capacidade de Uso do Solo *versus* Área

Também no modelo 2 é possível traçar curvas de valores alterando-se apenas uma variável, mantendo as demais constantes (*ceteris paribus*). Para traçar as curvas de Capacidade de Uso do Solo, foram feitas 2 simulações, considerando as coordenadas dos elementos 34 e 58, por localizarem-se muito próximas do reservatório e estarem na seqüência de jusante a montante. Os gráficos das Figuras 19 e 20 representam as curvas de valores para os pontos 34 e 58, respectivamente.

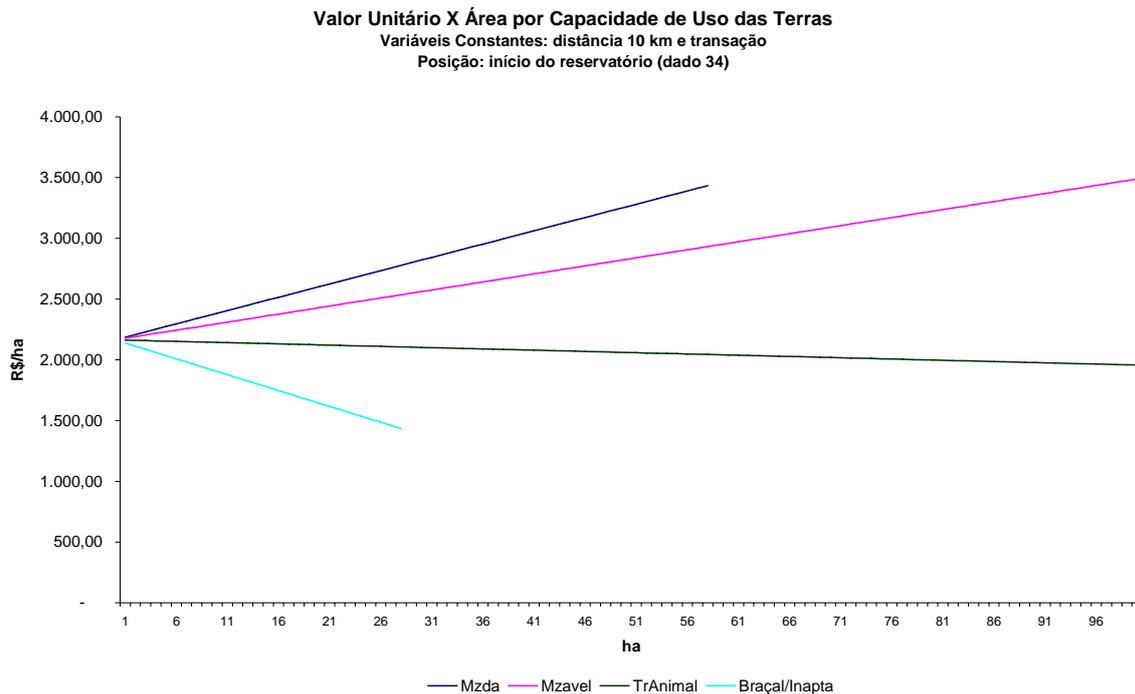


Figura 19 – Curva de valores para terras motomecanizadas, motomecanizáveis, tração animal e agricultáveis manualmente/inaptas *versus* área para a posição do elemento 34, no início do reservatório, mantendo-se constante a distância em 10 km transação.

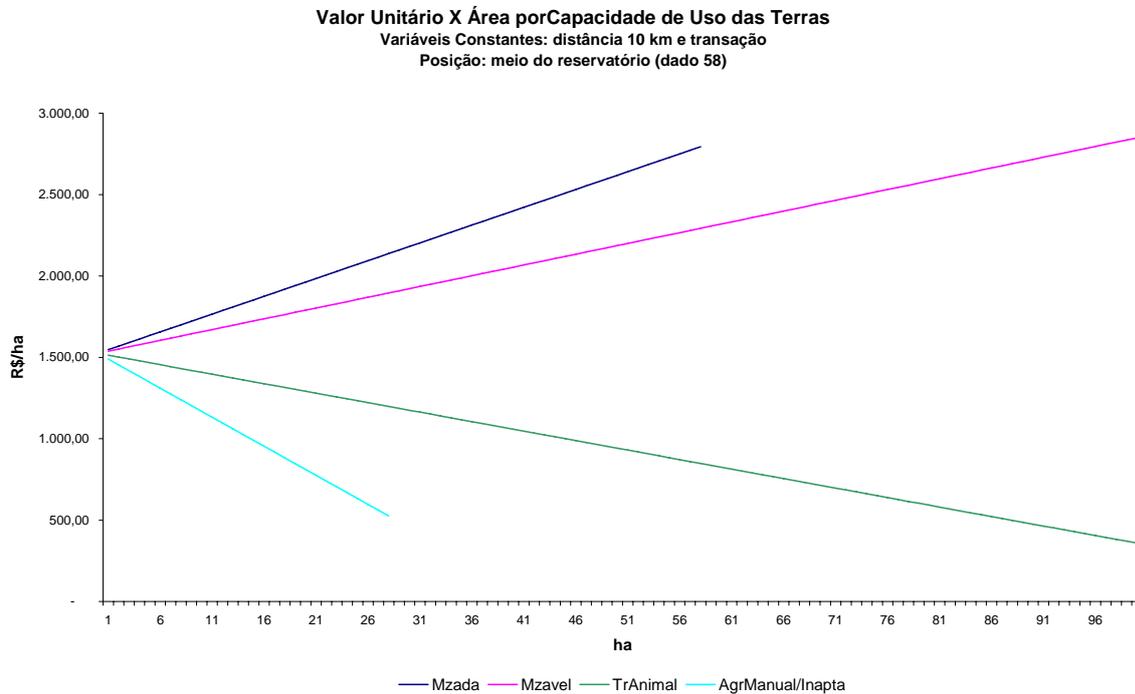


Figura 20-Curva de valores para terras motomecanizadas, motomecanizáveis, tração animal e agricultáveis manualmente/inaptas *versus* área para a posição do elemento 58, no meio do reservatório, mantendo-se constante a distância em 10 km transação.

As curvas mantêm a mesma lógica do modelo 2, com as terras motomecanizadas e motomecanizáveis aumentando de valor com o aumento da área e as terras de tração animal e agricultáveis manualmente/inaptas com valores decrescentes.

Comparando-se os gráficos das Figuras 19 e 20, percebe-se um decréscimo nos valores unitários de jusante a montante.

5.2.2.2 Influência da Distância no Valor Unitário

Para a análise da variável distância, manteve-se constante a área em 20 ha e a informação como sendo transação. Assim, foi possível construir o gráfico da Figura 21, em que se observa o mesmo comportamento verificado para o modelo 2.

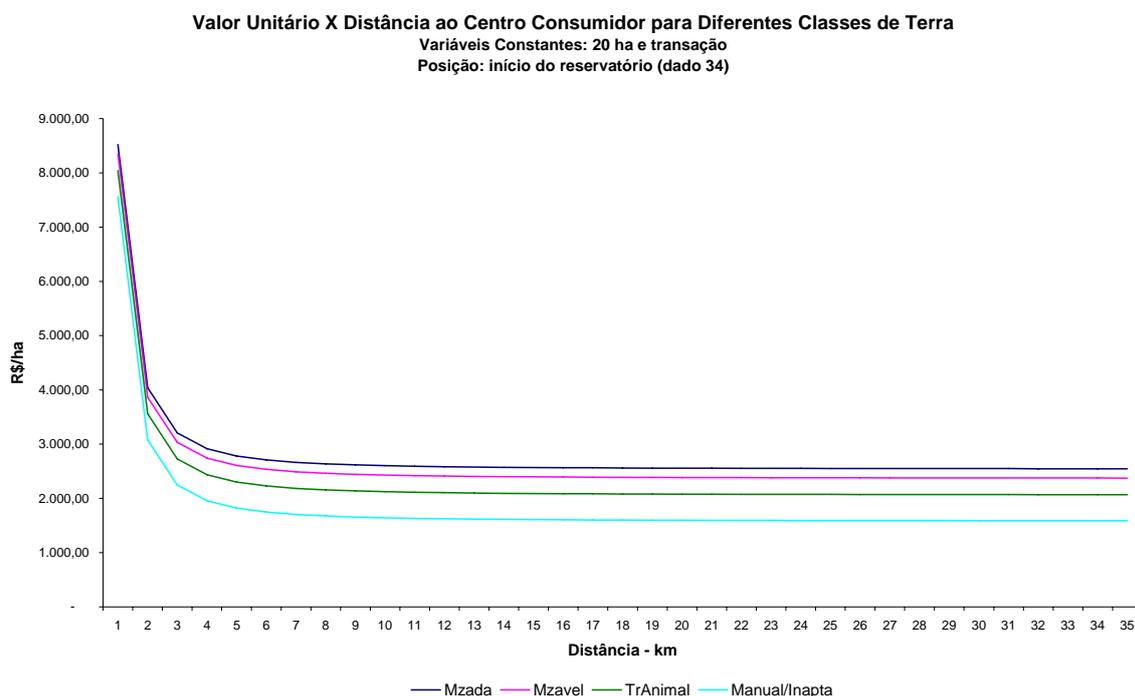


Figura 21 – Variação do valor unitário para terras motomecanizadas, motomecanizáveis, tração animal e agricultáveis manualmente / inaptas *versus* distância, mantendo-se constante a área em 20 ha e transação.

5.2.2.3 Influência do Tipo de Informação no Valor Unitário

Para observar a diferença de preço entre as ofertas e as transações, foram construídos os gráficos das Figuras 22 e 23 em que foram plotados os valores unitários *versus* a área para as duas situações: oferta ou transação, considerando-se as quatro categorias de solo.

Valor Unitário X Área para Ofertas e Transações de Terras Motomecanizadas e Motomecanizáveis
 Variáveis Constantes: distância 10 km e transação
 Posição: início do reservatório (dato 34)

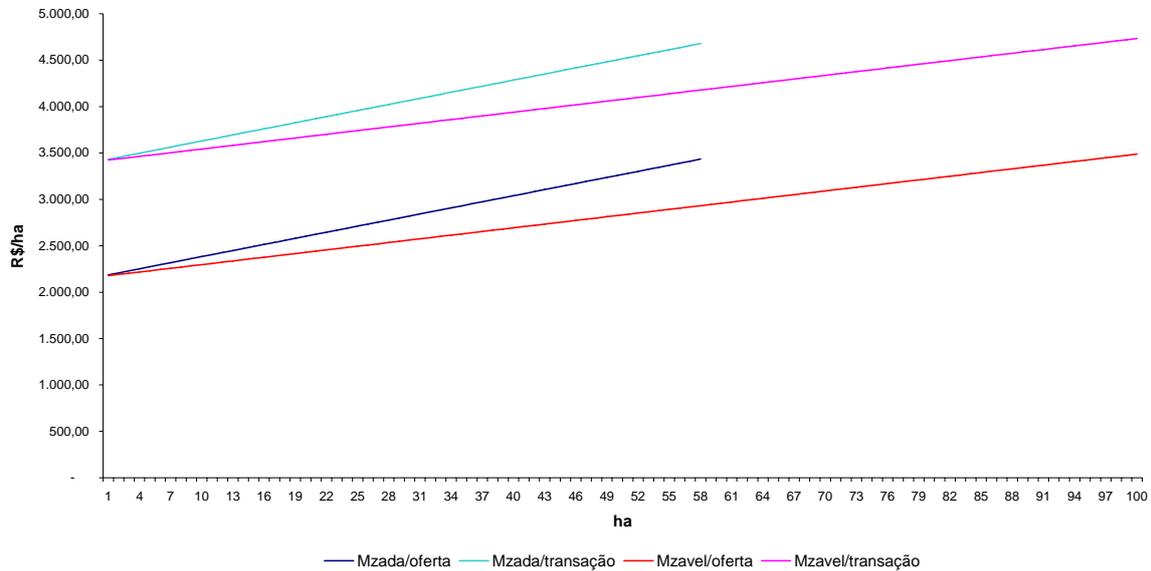


Figura 22 – Variação do valor unitário para terras motomecanizadas e motomecanizáveis, considerando oferta e transação, mantendo-se distância em 10 km e posição do elemento 34 no início do reservatório.

Valor Unitário X Área para Ofertas e Transações de Terras de Tração Animal e Ag. Manual./inaptas
 Variáveis Constantes: distância 10 km e transação
 Posição: início do reservatório (dato 34)

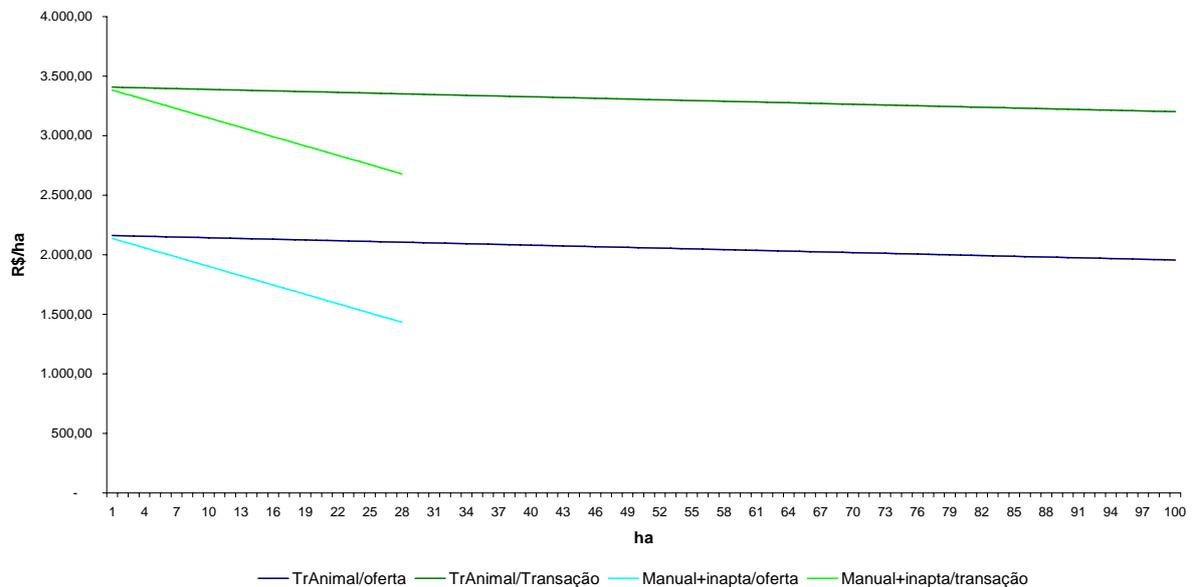


Figura 23 – Variação do valor unitário para terras tração animal e agricultáveis manualmente/inaptas, considerando oferta e transação, mantendo-se distância em 10 km e posição do elemento 34 no início do reservatório.

Dividindo-se os valores calculados para as transações pelo das ofertas, obtém-se o fator fonte de informação que varia de 0,74 para terras motomecanizáveis (100 ha) a 0,54 para

terras agricultáveis manualmente/inaptas (28 ha). A Figura 24 apresenta os fatores para as diversas classes de capacidade de uso das terras em áreas que variam de 1 a 100 ha, para a posição do ponto 34.

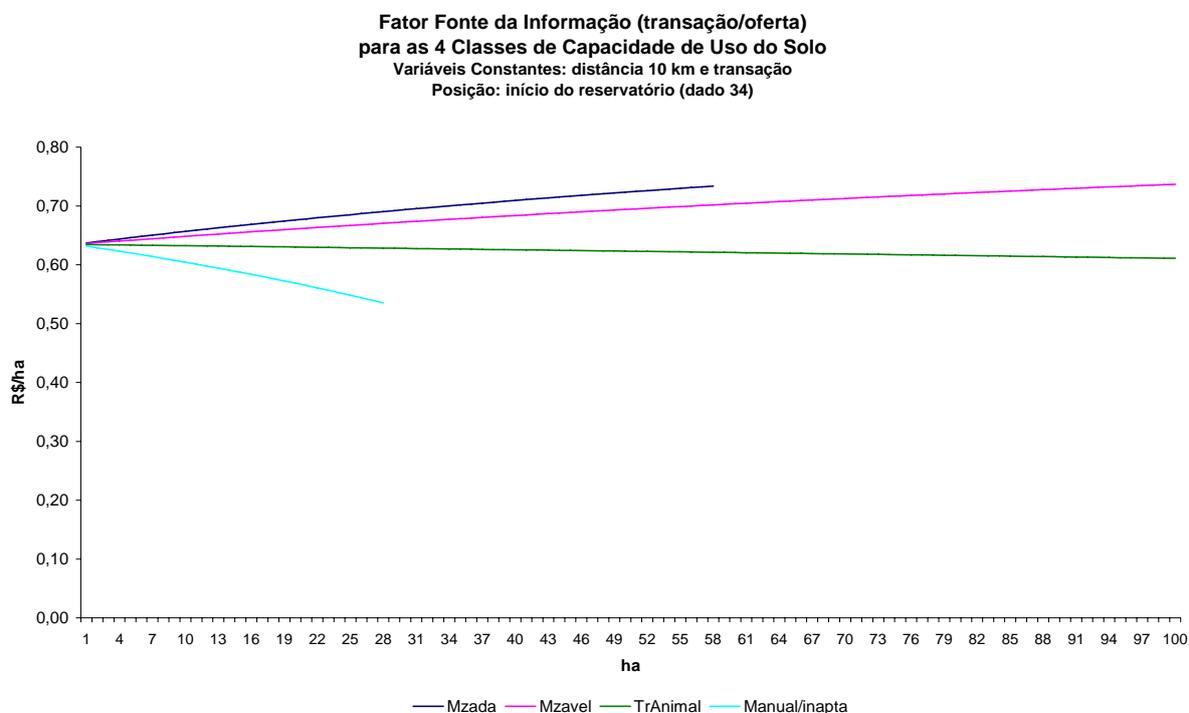


Figura 24 – Fator fonte da informação para as 4 classes de capacidade de uso do solo e para diferentes áreas, considerando o valor da oferta como 1,00 e, mantendo-se constantes a distância em 10 km e a posição do elemento 34 no início do reservatório.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das constatações que mais chama a atenção é a maneira diferenciada que a dimensão das glebas exerce sobre o valor unitário para as diferentes classes de capacidade de uso do solo. A literatura, quando aborda o assunto, sugere o uso de fatores de redução para glebas maiores, tendo como justificativa o poder de barganha e a economia de escala em áreas maiores.

Os resultados aqui encontrados apontam no mesmo sentido para terras de tração animal e agricultáveis manualmente/inaptas ao cultivo. Todavia, para as terras motomecanizadas e motomecanizáveis ocorre o inverso: à medida que as glebas aumentam de tamanho, aumentam os valores unitários.

A justificativa mais plausível para esta constatação, remete à análise da estrutura fundiária e às atividades agropecuárias predominantes na região estudada. Há basicamente dois grupos: o primeiro composto por minifúndios de subsistência ou com alguma integração com as agroindústrias (suinocultura, avicultura, tabaco, etc.) em que a terra não é o principal bem de produção.

O segundo grupo é composto por produtores de cereais, em que a motomecanização é fator limitante para a competitividade. Nesta atividade o uso de insumos é intenso, assim como a necessidade de máquinas e equipamentos, como tratores, semeadeiras e

colheitadeiras. Assim, quanto maior a área, mais os custos de produção se diluem, além disto, a oferta de grades glebas motomecanizadas e motomecanizáveis é limitada na região. Estes fatos podem justificar o comportamento do mercado em valorizar mais as glebas maiores de terras que possibilitam a mecanização.

Outra conclusão contundente é a constatação de que as matas, banhados e capoeiras diminuem o valor unitário. Quanto maior a proporção de terras sem exploração econômica, menor o valor unitário. Esta verificação vem de encontro à teoria de avaliação pelo Método da Renda, em que o valor do bem é dado em função da renda proporcionada pelo mesmo.

Apesar desta constatação estar em consonância com a teoria econômica, depreende-se da mesma que o arcabouço jurídico que pretende proteger as matas através do Código Florestal (Lei 4.771 de 1965), dentre outras normas, impõe penalidades econômicas aos produtores que a cumprem.

A redução do Imposto Territorial Rural (ITR) nas Áreas de Preservação Permanente (APP) definidas pelo artigo 2º do Código Florestal e Áreas de Reserva Legal (ARL), é insuficiente para estimular a preservação. A falta de fiscalização quanto ao uso das áreas de APP corrobora para que o mercado se comporte desta maneira.

Cabe ressaltar que em Barra Grande, a exemplo dos outros empreendimentos da bacia do rio Uruguai, as terras com mata/capoeira/banhado não foram depreciadas. Muito pelo contrário, como a madeira foi indenizada em separado, em muitos casos acabou valorizando os imóveis, mesmo que localizadas em regiões com extração inviável economicamente.

A terceira conclusão é a de que não há diferença significativa entre as classes agricultáveis manualmente e inaptas ao cultivo. Na homogeneização que definiu os valores indenizatórios foi considerada esta diferença, contudo, nas avaliações, as terras inaptas ao cultivo foram indenizadas pelo mesmo valor das agricultáveis manualmente. Este procedimento foi reivindicado pelos proprietários e prontamente atendido pelo empreendedor.

A quarta constatação importante é a de que a acessibilidade só foi significativa no valor unitário para imóveis situados em rodovias pavimentadas. A distância exerce forte influência apenas no valor dos imóveis situados a menos de 5 km do centro consumidor, tendendo a estabilizar-se a partir dos 10 km. O nível de manejo, por sua vez, não foi significativo provavelmente devido a correlação com o uso do solo.

Por fim, a conclusão mais evidente é a de que amostras com grande amplitude espacial como neste caso, a localização é mais importante do que as características intrínsecas de cada imóvel. Isto ocorre porque as infra-estruturas e as características das propriedades apresentam certa homogeneidade em cada região. Provavelmente em amostras com amplitude espacial reduzida, as variáveis intrínsecas como capacidade de uso dos solos, por exemplo, passam a ter maior importância.

Visando a obtenção de modelos coerentes com a realidade, a amplitude geográfica deverá ser restrita por barreiras e corredores que limitem a abrangência das amostras. Caso contrário trata-se de uma abordagem teórica com pouco pragmatismo.

O desvio padrão dos resíduos da regressão sem considerar a superfície de tendência e da regressão considerando a superfície de tendência foi de 1.581,36, 1.499,16 e 1.068,00, respectivamente. Estes valores refletem o significativo ganho obtido com a introdução das variáveis de localização, fato a ser considerado na avaliação de outros empreendimentos similares.

A maior dificuldade no uso da inferência estatística em avaliações de massa para reservatórios de hidrelétricas é a grande amplitude espacial. A solução seria fazer pesquisas direcionadas, todavia, conforme relatos de Boamar (2002), as estratégias de negociação entre empreendedores e movimentos sociais transcendem os preceitos da avaliação. Acrescenta-se

ainda, o fato de que empreendimentos de grande porte aquecem o mercado imobiliário regional, que acaba buscando ofertas em regiões relativamente distantes do empreendimento.

A grande amplitude espacial e a falta de cadastros rurais são as principais fontes de erros nas homogeneizações que determinam os valores indenizatórios em reservatórios. Depreende-se da análise dos modelos 2 e 3, que no caso da Usina Hidrelétrica de Barra Grande, houve uma tendência de supervalorização dos imóveis afetados pelo empreendimento, pois a homogeneização não considerou as diferenças de valores regionais, bem como também não considerou a área sem exploração econômica.

REFERÊNCIAS

ANDRADE DE LIMA, Gilson Pereira de. **Homogeneização fundamentada – uma utopia?** [S.l.]: [s.n.], [200?].

ABUNAHMAN, Sérgio Antônio. **Curso básico de engenharia legal e de avaliações**. São Paulo: Pini, 1999.

ARANTES, Carlos A. **Avaliação de imóveis rurais – discussão de metodologia**. Disponível em: < <http://www.pericia.eng.br/artigos1.htm> > Acesso em: 06 jan. 2005.

ARANTES, Carlos A. et al. **Curso de extensão universitária: avaliação de imóveis rurais e florestas**. Porto Alegre: URGs, [200?].

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-1: avaliações de bens – parte 1: procedimentos gerais**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

_____. **NBR 14653-3: avaliações de bens – parte 3: imóveis rurais**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BAESA, Barra Grande Energética SA. Informação pessoal, 2003.

BARBOSA FILHO, Domingos de Saboya. **Armadilhas, cuidados e soluções na modelagem por metodologia inferencial para avaliações de bens**. [S.l.]: Avaliar, 2000.

BARBETTA, Pedro Alberto. **Estatística aplicada as ciências sociais**. 5. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, [200?].

BRASIL. Congresso Nacional. Código Florestal (Lei 4771 de 1955). Disponível em: <http://e-legis.bvs.br/leisref/php/home.php>. Acesso em: 07 set. 2005.

BOAMAR, Paulo Fernando de Azambuja. **A história e as estratégias empresariais dos empreendimentos hidrelétricos na bacia do Uruguai**. Florianópolis: Editora do Autor, 2002.

CEC, Companhia Energética Chapecó. Informação pessoal, 2002.

DANTAS, Rubens Alves. **Engenharia de avaliações: uma introdução à metodologia científica**. São Paulo: Pini, 1998.

DINIZ, Jalcione. **Manual para classificação da capacidade de uso das terras para fins de avaliação de imóveis rurais – 1ª aproximação**. São Paulo: Cesp, 1997.

ELETROSUL Centrais Elétricas SA. Informação pessoal, 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA RURAL DO ESTADO DO PARANÁ (EMATER-PR). Disponível em: < [http://www.emater.pr.gov.br/seab/preços anuais/terras](http://www.emater.pr.gov.br/seab/preços_anuais/terras)> Acesso em: 15 jul 2004.

ENERCAN, Energética Campos Novos. Informação pessoal, 2005.

FIKER, José. **Avaliação de Imóveis Urbanos**. São Paulo: Pini, 1997.

FOCHT, Danick; SPAROVEK, G. Influência do avaliador no resultado da classificação de terras em capacidade de uso. In: COBREAP, 10., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999.

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

HOCHHEIM, Norberto. **Engenharia de Avaliações**. Florianópolis: [s.n.], 2003.

_____. **Engenharia de Avaliações II**. Florianópolis: [s.n.], 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário de 1995**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 27 dez 2005.

INSTITUTO CATARINENSE DE ECONOMIA AGRÍCOLA E PESQUISA AGROPECUÁRIA DE SANTA CATARINA (ICEPA). Disponível em: < <http://www.icepa.com.br/terras>>. Acesso em: 10 ago 2004.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA DO ESTADO DE SÃO PAULO (IEA). Disponível em < <http://www.iea.sp.gov.br/out/preços/preceb0304.htm>>. Acesso em: 20 ago 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Disponível em http://www.incra.gov.br/_htm/serveinf/_htm/certif.htm#certif2. Acesso em 19 jan 2006

LIMA, Marcelo Rossi de Camargo. **Avaliação de propriedades rurais: manual básico**. São Paulo: Leud, 2002.

LIMA, Marcelo Rossi de Camargo. **Avaliação de propriedades rurais: manual básico**. 2. ed. São Paulo: Livraria e Editora Universitária de Direito, 2005.

MAESA, Machadinho Energética SA. Informação pessoal, 2002.

MEDEIROS JÚNIOR, Joaquim da Rocha. **Um Precursor da Inferência Estatística nas Avaliações de Imóveis em São Paulo**. Disponível em :
< <http://www.brasilengenharia.com.br/artavalperic538.htm> >. Acesso em: 06 jan. 2005.

MENDONÇA, Marcelo Corrêa et al.. **Fundamentos de avaliações patrimoniais e perícias de engenharia**. São Paulo: Pini, 1998.

MICHAEL, Rosemeri. **Avaliação em Massa de Imóveis com o Uso de Inferência Estatística e Análise de Superfície de Tendência**. Florianópolis: Departamento de Engenharia Civil / UFSC, 2004.

MÖLLER, Luiz Fernando Carvalho. **Avaliação de terras em função de seus produtos predominantes**, 1993.

Planos de Gestão Ambiental e Sócio Patrimonial das Usinas Hidrelétricas de Itá, Machadinho, e Barra Grande

Relatório BAESA – PGASP (2004)

RICHARSDSON, H. W. **Economia regional: teoria da localização. Estrutura urbana e crescimento regional**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1981.

SATIMAGENS. Disponível em < <http://www.satimagens.com/ccir.htm> >. Acesso em: 19 jan. 2006.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARNÁ. Disponível em < <http://www.emater.pr.gov.br> >. Acesso em: 05 jan. 2005.

SILVA, Sérgio Alberto Pires. **Seleção de Métodos por variação residual**. Avaliar, 2000.

SPIEGEL, Murray Ralph. **Estatística**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

TRACTEBEL Energia. Informação pessoal, 2003.

UBERTI, Antônio Ayrton Auzani. **O recurso natural solo e suas implicações com a engenharia de avaliações**. Florianópolis: Ibape, 2003.

VANDEVEER *et al.* **A Spacial Analysis of Land Values at the Rural Urban Fringe**. Department of Agricultural Sciences, Louisiana Tech University.[S.l.]: [s.n.], [2005].