

# Características Práticas e Teóricas da Geomática

Ingrid Aparecida Gomes  
(Organizadora)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019

**Ingrid Aparecida Gomes**  
(Organizadora)

# **Características Práticas e Teóricas da Geomática**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C257 Características práticas e teóricas da geomática [recurso eletrônico] /  
Organizadora Ingrid Aparecida Gomes. – Ponta Grossa (PR):  
Atena Editora, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-211-1

DOI 10.22533/at.ed.111192803

1. Geomática – Estudo e ensino. 2. Topografia. 3. Sistemas de  
informação geográfica. I. Gomes, Ingrid Aparecida.

CDD 526.98

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Características Práticas e Teóricas da Geomática” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 8 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca os meios utilizados para a aquisição e gerenciamento de dados espaciais, com ênfase nas Geotecnologias.

A Geomática engloba, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Esta ciência estuda as diversas relações existentes da Cartografia, Topografia, Mapeamento Digital, Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informação Geográfica, GPS, dentre outros.

A percepção espacial possibilita a aquisição de conhecimentos e habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

A ideia moderna da Geomática refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de estudos espaciais.

Neste sentido, este volume é dedicado a Geomática. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne das análises espaciais, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins, em desvendar a realidade dos espaços geográficos.

Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Ingrid Aparecida Gomes

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE SOBRE A EFICÁCIA DE DADOS DE CADASTRO TERRITORIAL EM 3D EM AVALIAÇÃO EM MASSA DE IMÓVEIS	
<i>Andersonn Magalhães de Oliveira</i>	
<i>Clériston Silva dos Anjos</i>	
<i>Daniel Quintino Silva</i>	
<i>Phablo Costa da Nóbrega Benício</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1111928031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
ANÁLISE COMPARATIVA DE AJUSTE DE COORDENADAS PARA UMA ESTAÇÃO DE REFERÊNCIA: MÉTODO DE POSICIONAMENTO RELATIVO ESTÁTICO COM ESTAÇÕES DA RBMC E MÉTODO PPP – APLICADA AO GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS	
<i>Léo Vitor Peron</i>	
<i>Vitor Verona Ceni</i>	
<i>Adão Robson Elias</i>	
<i>Daniel Carvalho Granemann</i>	
<i>Henrique dos Santos Felipetto</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1111928032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
ANALYSIS OF THE INTRODUCTION OF GEOTECHNOLOGIES FOR THE VALUATION OF FOREST ENVIRONMENTAL SERVICES AND THE INTEGRATION OF CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM FOR A SUSTAINABLE ECONOMY	
<i>Sidnei Fonseca Guerreiro</i>	
<i>Anderson Antonio da Conceição Sartori</i>	
<i>Rosane Maria Kaspary</i>	
<i>Martha Santana Martins</i>	
<i>Camila do Carmo Sanchez</i>	
<i>Luan Matheus Marchiori</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1111928033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA DETERMINAR O USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE SANTIAGO - RS	
<i>Eduardo Pereira Shimoia</i>	
<i>Paulo Fernando Martins</i>	
<i>Vanius Ventorini Veiga</i>	
<i>Júlio Cesar Wincher Soares</i>	
<i>Danie Martini Sanchotene</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1111928034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>41</b>
MODELO E SIMULAÇÃO DE VAZÃO COM A FERRAMENTA SWAT – ESTUDO DE CASO DA PARTE ALTA DA BACIA DO RIBEIRÃO CAFEZAL, LONDRINA, PARANÁ	
<i>Fábio Eidi Kataoka</i>	
<i>Ligia Flávia Antunes Batista</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1111928035</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>53</b>
MAPEAMENTO E AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS DOS ECOSISTEMAS DO SÍTIO DE IMPORTÂNCIA COMUNITÁRIA “DUNAS DE MIRA, GÂNDARA E GAFANHAS”	
<i>Luís Carlos Roseiro Leitão</i>	
<i>José Gomes dos Santos</i>	
<i>Maria Alexandra de Sousa Aragão</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1111928036</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>65</b>
CERTIFICAÇÃO DE IMÓVEIS RURAIS GERADA PELO INCRA/SIGEF: TRANSCRIÇÃO DA CERTIFICAÇÃO EM SERVIÇO DE REGISTRO DE IMÓVEIS	
<i>Marco Lima Fontes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1111928037</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>76</b>
CARACTERIZAÇÃO, ANÁLISE DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NATIVA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SÃO DOMINGOS, CATALÃO, (GO)	
<i>Antonio Santiago da Silva</i>	
<i>Mileni Cano Gusson</i>	
<i>Roberto Rosa</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1111928038</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>90</b>

## ANÁLISE SOBRE A EFICÁCIA DE DADOS DE CADASTRO TERRITORIAL EM 3D EM AVALIAÇÃO EM MASSA DE IMÓVEIS

### **Andersonn Magalhães de Oliveira**

Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife – Pernambuco

### **Clériston Silva dos Anjos**

Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife – Pernambuco

### **Daniel Quintino Silva**

Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife – Pernambuco

### **Phablo Costa da Nóbrega Benício**

Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife – Pernambuco

**RESUMO:** Com a crescente discussão sobre a utilização de informações de dados em 3D em Cadastro Territorial, urbano e rural, a aplicação da utilização desses dados cadastrais 3D para avaliação em massa de imóveis vem se tornando um debate cada vez mais presente no debate científico. O estudo faz uma revisão bibliográfica do que vem sendo discutido, e faz uma análise sobre os modelos e atributos que estão sendo utilizados para a defesa desse tipo

de método com uso de dados 3D. No estudo se faz uma revisão de modelos espaciais utilizados em avaliação em massa de imóveis, fazendo ainda uma reflexão sobre a necessidade de algumas padronizações e sistematizações que se evidenciaram como necessárias para que a análise da eficácia de dados 3D seja parametrizada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cadastro, 3D, Avaliação de imóveis.

**ABSTRACT:** With the growing of the discussion about the use of 3D data information in the cadastral, the application of the use of the register data in 3D to real estate mass evaluation is becoming a reality in scientific debate. The study performs a bibliographic study in what has been discussed and performs an analysis of the models and attributes that have been used to defend this way of study with the use of 3D data. On the study, is performed a spatial modeling review using real estate mass evaluation. The study also brings up a reflection about the necessity of standardization and systemization that has proven necessary to the efficiency of 3D data parametrization.

**KEYWORDS:** Cadastral, 3D, Real Estate.

## 1 | INTRODUÇÃO

O conjunto de conhecimentos nas áreas de engenharia e arquitetura, bem como de outras ciências, a fim de se determinar tecnicamente o valor, frutos e custo de um bem, é o ramo da engenharia que se chama Engenharia de Avaliações (DANTAS, 1998). A avaliação de imóveis, sejam urbanos ou rural faz-se presente na maioria dos negócios, pendências entre pessoas, empresas ou ambos.

Geralmente é necessário avaliar imóveis para a compra e venda dos mesmos, na determinação do preço real de empresas, em atendimento à legislação, na partilha de heranças, divórcios, no lançamento de impostos, nas hipotecas imobiliárias, na demarcação de terras, nas indenizações, enfim, em um número expressivo de ações inerentes aos relacionamentos humanos, onde o valor de um bem assume importância crucial.

Diante disso são necessárias informações qualitativas e quantitativas sobre os imóveis que foram vendidos ou estão prestes a ser vendidos. A maioria dessas informações são retiradas dos bancos de dados cadastrais de imóveis que podem ser públicos ou particulares. Uma Planta cadastral em formato digital permite a obtenção das coordenadas de forma precisa e rápida. Já as ferramentas como: o Google Maps, Google Earth, Bing Maps e entre outros sistemas de informação Geográfica que possuem acesso gratuito, oferecem imagens de boa resolução para os principais municípios brasileiros, carente deste tipo de informação.

O problema que se têm é que grande parte destas imagens não está disponível em escala adequada e não informa a qualidade posicional em seus metadados, quando se tem. A questão é que a maioria dos avaliadores toma como verdade que as informações do imóvel foram verificadas nas documentações obtidas (matrícula e IPTU), que são, por premissa, consideradas boas e válidas, mas muitas das vezes essas informações não são fidedignas e precisam ser verificadas.

A matrícula é responsabilidade do serviço de registro, a segunda é de responsabilidade do serviço de cadastro do município. Essas duas fontes de informação deveriam ter uma única resposta, mas que na prática isso não acontece devido à falta de intercâmbio de informações entre Cadastro e Registro de Imóveis. Outra questão que norteia o desenvolvimento desta pesquisa é o interesse do Governo Federal Brasileiro em desenvolver um índice de preço de imóveis para o Brasil, comprovada com a aprovação do decreto que institui o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais – Sinter que foi recentemente regulamentado pelo disposto no art. 41 da Lei nº11.977, de 7 de julho de 2009 e que implementa Índice de Preços de Imóveis a que se refere o Decreto nº 7.565, de 15 de setembro de 2011.

Este trabalho poderá subsidiar parâmetros metodológicos, de avaliação geoespacial para estas ferramentas de gestão que estão sendo implementadas no país. Visto que o país ainda não possui uma base cartográfica cadastral confiável para todo o território nacional.



Portanto, a necessidade de se elaborar o Cadastro Territorial Multifinalitário é de fundamental interesse para que estudos dessa natureza encontre suporte adequado para se obter produtos coerentes com o respectivo comportamento de mercado desses imóveis.

Conforme Michael (2014), onde realizou avaliação em massa através de análise de tendência polinomial (TSA), teve por suporte dados do Cadastro Multifinalitário, dada uma abordagem que parte do princípio de que para a realização da planta de valores, se devem ter como suporte uma boa quantidade de atributos e a boa qualidade das informações do cadastro multifinalitário para a região em estudo. Em sua técnica, o refinamento do modelo se deu através de testes nos diferentes graus nos modelos de análise de tendência polinomial (TSA).

No estudo ainda se realiza testes residuais e comparações dos testes da influência da espacialidade nos diferentes modelos. Ainda no trabalho de Silva (2016) se enfatiza a importância do CTM para avaliação em massa. Ele propõe uma sistematização para trabalhos de avaliação em massa no Brasil, corroborando a necessidade de se fortalecer a cultura do Cadastro Multifinalitário na esfera dos municípios, e elabora um modelo para avaliação em massa para uma microrregião em Blumenau, Santa Catarina.

Fu et al. (2015) realiza uma defesa da importância do cadastro como suporte para pesquisas mais aprofundadas sobre o uso do solo e seu comportamento no mercado, onde se faz a utilização de análises espaciais, com o desenvolvimento de logaritmos para obtenção de índices para compreender fenômenos de utilização do uso do solo, transações e valores. O exemplo disso, se podem citar imóveis comerciais e residenciais, que mesmo estando próximos, possuem comportamentos distintos quanto às tendências de mercado, utilização e especulação.

### **1.1 Cadastro de dados espaciais 3D para avaliação em massa de Imóveis.**

Partindo então, da importância fundamental do Cadastro Territorial Multifinalitário em estudos de Avaliação em massa de imóveis, nos últimos anos um novo assunto tem ganhado espaço nas discussões em torno do Cadastro Territorial, que se trata do Cadastro Territorial com a utilização de dados em 3D, desde informações mais singelas acerca desses dados em três dimensões, como também de informações bastante detalhadas da estrutura em 3D de determinadas edificações. Geralmente, se integrando softwares distintos para se obter resultados dessa natureza.

Almeida et al. (2013) evidencia a relevância do tema Cadastro 3D que recentemente vem sendo discutido na ciência. Ele realiza uma ampla revisão bibliográfica, identificando a relevância que o cadastro 3D tem ganhado ultimamente. Ainda apresenta um estudo de caso em Portugal, enfatizando o nível de informações que podem ser obtidos com essa abordagem. Que de fato é o grande ganho com a implementação de informações dessa natureza, ao se ter grande detalhamento de

informações internas de edificações.

Ainda no trabalho de Isikdag et al. (2015) se pode observar o aprofundamento do uso de informações 3D em cadastros para avaliação de imóveis que vem sendo discutido atualmente. Em sua análise, se realiza comparações entre os critérios para avaliação de imóveis em países europeus, Turquia e Estados Unidos, onde identifica que o uso de informações em 3D ainda não é significativo, atribuindo inclusive às limitações dados dessa natureza. Assegura o bom desempenho de avaliações com uso do BIM 3D, e também propõe resultados consideráveis na utilização de dados de informação 3D mais simplistas, como os obtidos por plataformas de informação geográfica voluntária (VGI).

Ainda no trabalho de Yu e Liu (2016) que se utiliza do Cadastro 3D com a finalidade de geração de modelos para avaliação em massa de imóveis, se utiliza de um software auxiliar para integrar as informações de Sistema de Informação Geográfico (SIG) com um sistema de modelagem predial (Revit).

A proposta é de se obter modelos mais refinados para avaliação de imóveis, pelo fato de se levar em consideração atributos do interior da edificação proporcionado pelo sistema de modelo predial, e assim ter mais atributos advindos desses novos dados, para obtenção de modelos que contemplem mais atributos que possam influenciar na formação dos valores desses imóveis.

## **2 | O MODELO E SEUS ATRIBUTOS NA AVALIAÇÃO EM MASSA DE IMÓVEIS**

No planejamento da elaboração de modelos para o comportamento do mercado de imóveis, o que se pretende é a composição de uma amostra representativa de dados de mercado de imóveis com características, tanto quanto possível, se usando toda a evidência disponível.

Esta etapa, que envolve estrutura e estratégia da pesquisa, se deve iniciar pela caracterização e delimitação do mercado em análise, com o auxílio de teorias e conceitos existentes ou hipóteses da formação do valor (DANTAS, 1998). Ainda nesse contexto, Baumane (2011) evidencia o impacto de novos atributos na qualidade dos modelos de avaliação de imóveis. Constata um impacto considerável de um atributo sobre modelos de avaliação de imóveis rurais na Letônia.

No caso, se trata do atributo qualidade do solo, informação que não constava no cadastro territorial para fins avaliatórios. Ou seja, embora ocorra certo entusiasmo com o advento das tecnologias que proporciona o Cadastro 3D, que de todo modo, por incrementar novos atributos que enriquecem o nível de informações cadastrais, é de grande valia para a discussão sobre o cadastro.

Ainda assim se deve ter cautela ao se defender que informações 3D são suficientes para tornar as avaliações de imóveis mais eficazes. Os trabalhos de Dantas (1998) e Baumane (2011), dentre outros que se possa encontrar que se utilize de modelos de

inferência de populações de mercado, a influência e os tipos de atributos formadores da estimativa central variam de nicho, região e tipo de mercado de imóveis, inclusive ao se verificar temporalmente (GUJARATI, 2003).

Embora os dados 3D contribuam com mais atributos e conseqüentemente com o poder de explicação do modelo dado pelo teste estatístico ( $R^2$ ), se deve ser analisado o grau de significância desses novos atributos, ou seja, a probabilidade de erro dado pelo teste bicaudal *Valor-P*, portanto, o quanto que os novos atributos estão de fato contribuindo para a formação do preço desses imóveis, informação essa que pode ser obtida através da clareza dos métodos que estão sendo empregados em estudos dessa natureza.

É comum se verificar que o método mais empregado para estimação de modelos de valores de imóveis é pelo método de regressão múltipla linear, cujo método é criticado pelo trabalho de Santos et al. (2016), onde evidencia efeitos espaciais em modelos de avaliação de imóveis. Com dados de imóveis rurais do município de Petrolina, Brasil, realiza modelos econométricos espaciais e geoestatísticos para identificar a influência da espacialidade no comportamento do mercado de imóveis rurais, da qual se mostra bastante significativo.

Portanto, um modelo mais refinado de regressão onde a espacialidade explica parcela do erro do modelo não explicado em modelos de regressão linear (ANSELIN, 1988).

Ainda no estudo de Trivelloni (2005), se realiza um estudo de caso, com a aplicação de geoestatística para avaliação em massa de imóveis. Utiliza os métodos de Anselin (1988) e também o de Krigagem, para realizar e qualificar o modelo espacial.

## 2.1 Regressão e dependência espacial

A preocupação estatística ao analisar dados, é a de criar modelos que explicitem estruturas do fenômeno em observação. O modelo de regressão é um dos métodos estatísticos mais usados para investigar a relação entre variáveis.

A análise de regressão é a metodologia estatística que estuda (modela) a relação entre duas ou mais variáveis, no caso, a regressão envolve três ou mais variáveis, portanto, estimadores. Ou seja, ainda uma única variável dependente, porém duas ou mais variáveis independentes (explanatórias), (DANTAS, 1998).

A finalidade das variáveis independentes adicionais é melhorar a capacidade de predição em confronto com a regressão linear simples. Isto é, reduzir o coeficiente do intercepto, o qual, em regressão, significa a parte da variável dependente explicada por outras variáveis, que não a considerada no modelo.

Mesmo quando estamos interessados no efeito de apenas uma das variáveis, é aconselhável incluir as outras capazes de afetar Y, efetuando uma análise de regressão múltipla, por duas razões: Para reduzir os resíduos estocásticos. Reduzindo-se a variância residual (Erro Padrão da Estimativa), aumentando a força dos testes de

significância. E, por conseguinte, eliminar a tendenciosidade que poderia resultar se simplesmente ignorássemos uma variável que afeta Y substancialmente.

O ideal é obter o mais alto relacionamento explanatório com o mínimo de variáveis independentes, sobretudo em virtude do custo na obtenção de dados para muitas variáveis e também pela necessidade de observações adicionais para compensar a perda de graus de liberdade decorrente da introdução de mais variáveis independentes.

Para o caso, ainda se faz necessário o confronto entre o ajustamento por Regressão Clássica e o ajustamento por Regressão Espacial, os testes são fundamentais para a análise do comportamento dos ajustamentos através de testes estatísticos específicos, a fim de identificar questões de significância global do modelo, significância individual dos parâmetros, coeficiente de ajustamento do modelo, análise de multicolinearidade pela matriz de correlações, teste de normalidade, de homoscedasticidade, teste de Moran I, teste dos multiplicadores de Lagrange e dentre outros como Akaike, Schwartz, Jarque-Bera e Breusch-Pagan,.

Ainda com todos os testes citados, se faz indispensável as observações no que diz respeito a análise exploratória, fundamental em qualquer tratamento estatísticos dos dados.

O modelo pode ser representado por  $(y = \beta_0 + x_1\beta_1 + x_2\beta_2 + \dots + x_k\beta_k + \varepsilon_i)$ , para n observações e k variáveis, matricialmente se apresenta como  $(Y = X\beta + \varepsilon)$ , sendo X a matriz das variáveis independentes, Y o vetor de retorno,  $\beta$  o vetor de parâmetro e  $\varepsilon$  o vetor de resíduos da regressão (GUJARATI, 2003).

Para aprimorar o paradigma ao conjunto, se utiliza do Método dos Quadrados Mínimos com o propósito de minimizar os resíduos, onde o estimador minora a soma dos quadrados dos resíduos  $(\sum_{i=0}^n e_i^2)$  para ajustar ao máximo o modelo aos dados (DANTAS, 1998), sendo os parâmetros estimados por  $(b = (X'X)^{-1} X'y)$ .

Mesmo atendendo esses pressupostos, pela ausência dos efeitos espaciais e por questões da própria sensibilidade desse modelo a dados inconsistentes, a metodologia apresenta tendenciosidade e ineficiência (ANSELIN, 1988).

Dada a moderna proposta de trabalho proposta por Dantas et al (2004), chamada de Avaliação por Inferência Espacial, da qual se utiliza do processo do contágio espacial, (ANSELIN, 1988), os efeitos residuais espaciais são facilmente parametrizados e contemplados à parte explicada do modelo, se adequando a garantia de um modelo linear, consistente e eficiente (DANTAS, 1998).

O diagnóstico da presença de efeitos espaciais pode se dá por métodos de testes estatístico específicos, como o de Moran I e pelo Multiplicador de Lagrange (LM), nesse caso elaborando e se utilizando de matrizes de Pesos Espaciais de vizinhança.

Nesse caso, os testes LM indicam qual metodologia a ser utilizada para a incorporação dos efeitos espaciais ao modelo, que pode ser o Modelo de Erro Espacial (ANSELIN, 1988) é dado matricialmente por  $(Y = X\beta + u)$ , onde  $(u = \lambda Wu + \varepsilon)$  e  $y \approx N(0, \sigma^2 I)$  e , sendo W a matriz de pesos espaciais e  $\lambda$  o coeficiente de autocorrelação espacial do erro u. Ou ainda a incorporação dos efeitos

espaciais através do Modelo de Defasagem Espacial (ANSELIN, 1988), matricialmente por  $(Y = \rho WY + X\beta + \varepsilon)$ , onde  $y \approx N(0, \sigma^2 I)$ , sendo  $WY$  a variável dependente espacialmente defasada e  $\rho$  o coeficiente de autocorrelação espacial de  $WY$ .

Nesses modelos se estima os parâmetros via maximização da função de Log verossimilhança. Feito isso, se entende que das amostras extraídas foi estimada a aproximação do verdadeiro comportamento da população, e por sua vez eficiente para o processo avaliatório.

## 2.2 Diagnóstico da dependência espacial

O início do diagnóstico de dependência espacial parte da análise dos testes estatísticos de Moran I (1), Multiplicador de Lagrange LM erro (2), e Multiplicador de Lagrange LM defasagem (3). No caso da estatística de Moran, se identifica que os resíduos, desde a modelagem clássica de regressão, apresentam correlação espacial, não identificando, porém, qual o tipo de efeito espacial ocorre no modelo, dada a condição da hipótese nula para estatística não significativa.

Sendo assim, seguindo as mesmas condições de Moran, deve se dá a análise das estatísticas LM erro e LM defasagem, onde a distinção entre as significâncias dos testes se tornam evidentes, se tomando então o mais significativo para realização do modelo, (ANSELIN, 1988).

Ainda sobre a comparação entre modelos, o uso dos testes de Akaike e Schwarz, fornecem uma medida de melhor ajustamento para cada modelo.

$$I = \left(\frac{n}{S}\right) \left[ \frac{e'We}{e'e} \right] \quad (1)$$

$$LM(\text{erro}) = \frac{\left[ \frac{e'We}{(s^2/n)} \right]^2}{[\text{tr}(W^2 + W'W)]} \quad (2)$$

$$LM(\text{defasagem}) = \frac{\left[ e \frac{Wy}{s^2} \right]^2}{(WXb)' \frac{MWXb}{s^2} + \text{tr}[W'W + W^2]} \approx X^2 \quad (3)$$

Já pelo processo de Krigeagem a avaliação espacial é na forma de (4), sendo  $Z(x_0)$  igual a (5), onde  $\lambda_i$  são os ponderadores de Krigeagem definidos dinamicamente pelos variogramas experimentais, dado pelo gráfico  $\gamma(h)$  versus  $h$ , sendo  $\gamma(h)$  a semivariância estimada por (6),  $n$  o número de pares de pontos,  $z(x_i)$  os pontos amostrais, e  $h$  a distância entre os pares de pontos.

Feito isso, se entende que das amostras extraídas foi estimada a aproximação do verdadeiro comportamento da população, e por sua vez eficiente para o processo avaliatório.

$$Z(x_0) = m(x_0) + z(x_0) \quad (4)$$

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot z(x_0) \quad (5)$$

$$\gamma(h) = \left(\frac{1}{2n}\right) \sum \{z(x_i) - z(x_i + h)\}^2 \quad (6w)$$

### 3 I CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

No geral, o trabalho conseguiu realizar uma revisão da literatura no que tange a utilização de Cadastro em 3D aplicados em estudos de avaliações em massa de imóveis.

No geral, foi verificada uma defesa desses modelos pelo fato de proporcionarem a consideração de mais atributos na formação dos modelos, geralmente de informações internas de imóveis que não são facilmente obtidas em levantamentos cadastrais nem tão pouco em dados de Sistemas de Geoinformação (GIS).

Desde informações obtidas com softwares mais complexos e de informações 3D mais detalhadas, até a utilização de dados 3D mais simples, como por exemplo, os utilizados em plataforma de Informações Geográficas Voluntárias (VGI), para se obter mais atributos para a formação de modelos para avaliação em massa de imóveis.

É certo que quanto mais se tem atributos, mais enriquecido de informações ficam o Cadastro Territorial de determinada região, mas como bem considerou Baumann (2011), a consideração, ou desconsideração, de determinados atributos são fundamentais para que se alcancem modelos mais ajustados com o real comportamento de mercado, e ainda conforme Santos et al. (2016), a consideração da influencia de contágio espacial determinado em modelos de regressão espacial e geoestatística são fundamentais para se ter modelos mais refinados para avaliação imobiliária.

Constata-se que ainda se falta clareza quanto aos métodos que estão sendo utilizados ao redor do mundo para se defender a eficácia de informações 3D em avaliações em massa de imóveis, se por Regressão Linear, Espacial, Espaço-Temporal, ou até mesmo por Redes Neurais ou análises de Multicritério, e dentre outros.

Esse tipo de ausência de informações põe em dúvida a real utilidade atual de dados 3D em avaliação em massa de imóveis. Em especial, vale ressaltar que para estudos dessa natureza se faz necessária uma classificação dos tipos de atributos, como por exemplo, se o atributo é qualitativo ou quantitativo, se a característica é intrínseca ou extrínseca, para se evitar assim que não haja confusão conceitual entre o que é o valor, o preço e o custo de um bem imóvel.

Portanto, se recomenda ainda para trabalhos futuros que os critérios de

utilização de atributo formador da estimativa central seja bem justificado, inclusive estatisticamente, e que haja uma sistematização dos métodos avaliatórios de imóveis, para os resultados de estudos com dados de cadastro territorial 3D possuam parâmetros mais claros para se estimar sua qualidade.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. P.; C. Ellul, M. M. Rodrigues-de-Carvalho. **Towards a Real Estate Registry 3D Model in Portugal: Some Illustrative Case Studies**. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (2013).

ANSELIN, L. – **Spatial Econometrics: Methods and Models**. Dordrecht: Kluwer Academic. (1988).

BAUMANE, V. **Soil Quality Assessment Impact on the Real Property Cadastral Value**. Economic Science for Rural Development: Resources and Education (2011).

DANTAS, Rubens Alves. **Engenharia de Avaliações: uma introdução à metodologia científica**. 1ª ed. São Paulo: PINI. (1998).

DANTAS, R., SÁ, L. e PORTUGAL, J. **A importância da inferência espacial na elaboração de planta de Valores**. Anais do XXI Congresso Panamericano de Avaliações, Cartagena – Colômbia. (2004).

FLEISS, Joseph L. **Statistical methods for rates and proportions**. New York: John Wiley, (1981).

FU, Yanjie; LIU, Guannan; PAPANIMITRIOU, Spiros; XIONG, Hui; GE, Yong; ZHUU, Hengshu; ZHU, Chen. **Real Estate Ranking via Mixed Land-use Latent Models**. KDD '15, Proceedings of the 21th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. August 10-13, Sydney, NSW, Australia. (2015).

GALDINO, Carlos Alberto Pessoa Mello. **Cadastro de Parcelas Territoriais vinculadas ao Sistema de Referência Geocêntrico – SIRGAS 2000**. Dissertação de Doutorado Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, (2006).

GILBERTSON, B. G. **Appraisal or valuation: An art or a science?** Real Estate Issues, v.26, p.86-89, Fall, (2001).

ISIKDAG, U.; HORHAMMER, M.; ZLATANOVA, S.; KATHMANN, R.; VAN OOSTEROM, P.J.M. **Utilizing 3D building and 3D cadastre geometries for better valuation of existing real estate**. Proceedings FIG Working Week 2015 'From the wisdom of the ages to the challenges of modern world', Sofia, Bulgaria, 17-21 May (2015).

MATHERON, G. **Les Variables Regionalisées et Leur Estimation**. Masson, Paris. (1965)

MICHAEL, Rosemeri. **Avaliação em Massa de Imóveis com Uso de Inferência Estatística e Análise de Superfície de Tendência**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, (2004).

SANTOS, H. G; SILVA, J. A. M; SÁ, L. A. C. M; PORTUGAL, J. L. **Efeitos Espaciais em Mercados de Terras Rurais: Modelagem, Validação e Avaliação de Desempenho**. Revista Brasileira de Cartografia. Nº 68/4, Edição Especial Geoinformação e Análise Espacial: 759-777 (2016).

SILVA, Everton. **Cadastro Técnico Multifinalitário: Base Fundamental para Avaliação em Massa de Imóveis.** Tese de doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. (2016).

TRIVELLONI, Carlos Alberto Peruzzo. **Método para determinação do valor da localização com uso de técnicas inferenciais e geoestatísticas na avaliação em massa de imóveis.** Tese de doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. (2015).

YU. Haicong; LIU. Ying. **Integrating Geographic Information System and Building Information Model for Real Estate Valuation.** FIG Working Week 2016 – Recovery. (2016)



## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Ingrid Aparecida Gomes** - Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2008), Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado em Gestão do Território da Universidade Estadual de Ponta Grossa (2011). Atualmente é Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Foi professora colaborada na UEPG, lecionando para os cursos de Geografia, Engenharia Civil, Agronomia, Biologia e Química Tecnológica. Também atuou como docente no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), lecionando para os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. Participou de projetos de pesquisas nestas duas instituições e orientou diversos trabalhos de conclusão de curso. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Geoprocessamento, Geotecnologia, Geologia, Topografia e Hidrologia.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-211-1



9 788572 472111