



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
**INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS**  
Programa de Pós-Graduação em Geografia

FÁBIO CAMPOS MACEDO

**MAPEAMENTO DO PREÇO DA TERRA NO ESTADO DE GOIÁS COM  
O USO DE GEOESTATÍSTICA**

Orientador: Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira Júnior

Co-Orientador: Prof. Dr. Nilson Clementino Ferreira

**Goiânia**

**2013**

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**       Dissertação       Tese

### 2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	FABIO CAMPOS MACEDO		
E-mail:	FCM.MACEDO@GMAIL.COM		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Vínculo empregatício do autor	IFG - CAMPUS GOIÂNIA		
Agência de fomento:	FUND. AMPARO À PESQ. GOIÁS	Sigla:	FAPEG
País:	BRASIL	UF: GO	CNPJ: 08156102/0001402
Título:	MAPEAMENTO DO PREÇO DA TERRA NO ESTADO DE GOIÁS COM O USO DA GEOESTATÍSTICA		
Palavras-chave:	PREÇO DA TERRA, IMÓVEIS RURAIS, GEOESTATÍSTICA		
Título em outra língua:	MAPPING THE LAND PRICE IN THE STATE OF GOIÁS USING GEOSTATISTICS		
Palavras-chave em outra língua:	LAND PRICE, GEOSTATISTICS, RURAL PROPERTIES, LAND REGISTER		
Área de concentração:	NATUREZA E PRODUÇÃO DO ESPAÇO		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	24/04/2013		
Programa de Pós-Graduação:	P.P.G. EM GEOGRAFIA - PPGEO/IEGA		
Orientador (a):	LAERTE GUIMARÃES FERREIRA JR.		
E-mail:	laerte@iesa.ufg.br		
Co-orientador (a):*	NILSON CLEMENTINO FERREIRA		
E-mail:	ncferreira@gmail.com		


\*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

### 3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento  SIM       NÃO<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

  
 Assinatura do (a) autor (a)

Data: 13 / 07 / 2013

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

FÁBIO CAMPOS MACEDO

**MAPEAMENTO DO PREÇO DA TERRA NO ESTADO DE GOIÁS COM O USO DE  
GEOESTATÍSTICA**

Tese apresentada ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás, como pré-requisito para a obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira Júnior  
Co-Orientador: Prof. Dr. Nilson Clementino Ferreira

Goiânia  
2013

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**GPT/BC/UFG**

M141m Macedo, Fábio Campos.  
Mapeamento do preço da terra no Estado de Goiás com o uso de geoestatística [manuscrito] / Fábio Campos Macedo. - 2013.  
129 f. : figs., tabs., qds.

Orientador: Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira Júnior; Coorientador: Prof. Dr. Nelson Clementino Ferreira.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socio-Ambientais, 2013.

Bibliografia.  
Inclui lista de figuras, tabelas e quadros.

1. Preço da terra – Goiás (Estado). 2. Geoestatística. 3. Imóveis rurais. 4. Cadastro fundiário – Goiás (Estado). I. Título.

CDU: 550.8:332.6(817.3)

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

FÁBIO CAMPOS MACEDO

### **MAPEAMENTO DO PREÇO DA TERRA NO ESTADO DE GOIÁS COM O USO DE GEOESTATÍSTICA**

Tese defendida no Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, para a obtenção de grau de Doutor, aprovada em 24 de Abril de 2013, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes membros:

---

Prof. Dr. Nilson Clementino Ferreira – IESA/UFG  
Presidente da Banca - Co-Orientador

---

Prof. Dr. Ivanilton José de Oliveira – IESA/UFG  
Membro titular interno

---

Prof. Dr. Manuel Eduardo Ferreira – IESA/UFG  
Membro titular interno

---

Prof. Dr. Fausto Miziara – FCS/UFG  
Membro titular externo

---

Prof. Dr. Nori Paulo Griebeler – EA/UFG  
Membro titular externo

## DEDICATÓRIA

Dedico esta tese aos meus pais, Maria Ignêz (*in Memoriam*) e Demétrio, que sempre me apoiaram em meus estudos. À minha esposa Marina, pelo apoio durante minhas conquistas. À minha filha Fernanda, pelo seu apoio pessoal. E aos meus irmãos Luciana e Eduardo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, a Deus, por tudo que tenho conseguido em minha vida inclusive o conhecimento e disposição para desenvolver este trabalho.

Aos meus pais, que durante todos os anos de minha vida sempre me apoiaram em meus estudos.

À minha esposa Marina, pela paciência e apoio, durante esses anos que se passaram. Graças a ela, esse trabalho pôde ser realizado e concluído.

À minha filha, pela paciência que teve durante o processo de meu doutoramento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais (IESA) da Universidade Federal de Goiás, pela oportunidade de realizar este doutoramento.

Ao professor e amigo Nilson Clementino Ferreira, primeiro pela insistência em realizar este doutoramento, depois, no processo de aceite de meu projeto junto ao Programa de Pós-Graduação e, por último, no processo de desenvolvimento e conclusão desta tese.

Ao professor Laerte Guimarães Ferreira Júnior, por me aceitar como orientando. Em determinados momentos cometi falhas, mas, graças a ele, completo essa nova etapa de minha vida.

À minha comadre e amiga Jussanã, pois teve a paciência de me ajudar na leitura, interpretação e correção dos capítulos de minha tese.

Ao grande amigo e compadre João, pois sempre se dispôs a me ajudar em diversos momentos, tanto na coleta de dados como na correção de meus textos.

Aos meus colegas de minha instituição de trabalho (IFG – *campus* Goiânia), em especial, aos colegas da Coordenação de Geomática.

Ao amigo Carlos Roberto Pereira, no apoio à coleta de dados dos profissionais credenciados no INCRA e CREA/GO.

À colega e amiga Elaine, pois desde que entramos juntos nesta empreitada, tem me ajudado e apoiado em muitas situações.

Aos demais colegas do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG/IESA), pela convivência que tivemos durante esses anos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pela bolsa de pesquisa fornecida durante o desenvolvimento de meu trabalho de doutorado.

## RESUMO GERAL

A determinação do preço da terra foi baseada no uso de geoestatística, levando-se em consideração variáveis de localização, socioeconômica e de infraestrutura nas análises realizadas por geoprocessamento. Para a determinação do preço da terra para agricultura, pastagem e vegetação nativa remanescente, foram realizadas análises topológicas baseadas no relevo, tipos de solos, cobertura e uso do solo, infraestrutura viária e na proximidade com os maiores centros urbanos do estado de Goiás e Distrito Federal. Observou-se que os maiores preços da terra para agricultura e pastagem estão concentrados na região sul e os maiores preços da terra para cerrado estão localizados ao norte do estado. Em outra etapa deste trabalho, foi realizada uma análise comparativa entre dois tipos de interpoladores geoestatísticos denominados *krigagem* e *co-krigagem*. O processo de interpolação por *krigagem* se mostrou suficiente para a determinação do preço da terra. A determinação de pesos sobre variáveis ambientais, econômicas e sociais é possível, durante o processo de interpolação por *co-krigagem*, contudo, ocorreram variações distintas da influência dos pesos aplicados sobre as variáveis durante o processo de interpolação para a determinação do preço da terra para agricultura, pastagem ou cerrado. Os pesos definidos para as variáveis secundárias apresentaram uma maior relação com o preço da terra para pastagem. Finalmente, outro fator analisado nesta tese foi a possível relação entre os imóveis rurais georreferenciados e cadastrados junto ao INCRA com o preço da terra no estado de Goiás, com a disponibilidade de profissionais certificados, com o adensamento da rede geodésica e com a cobertura e uso do solo no estado. O estudo mostrou que a situação fundiária no estado de Goiás, em atendimento à Lei Federal 10.267/2001, é uma das mais avançadas no Brasil e os trabalhos de georreferenciamento foram realizados independentemente do preço da terra, da disponibilidade de profissionais, da cobertura e uso do solo e da disponibilidade de marcos da rede geodésica no estado; contudo, para as áreas com vegetação nativa remanescente, o processo de georreferenciamento de imóveis rurais é menor, podendo-se considerar que há uma relação inversa entre o processo de desmatamento e o georreferenciamento de imóveis rurais no estado de Goiás.

**Palavras-chave:** preço da terra, geoestatística, imóveis rurais, cadastro fundiário.

## ABSTRACT

The determining the price of land based on the use of geostatistics, taking into account variables of location, socioeconomic and infrastructure in the analyzes for GIS. To determine the price of land for agriculture, pasture and native vegetation remaining, were performed based in topological analyzes of relief, soil type, cover and land use, road infrastructure and proximity to the major urban centers of the state of Goiás and Federal District, noting that the highest price of the land for agriculture and pasture are concentrated in the south and higher land prices for savanna are located north of the state. In another part of this thesis, a comparative analysis was made between two types of geostatistics interpolation called kriging and co-kriging. The process of kriging interpolation proved itself sufficient for determining the price of land. The weight determination on environmental variables, economic and social is possible, during the process of co-kriging interpolation, however, variations different from the influence of the weights on the variables applied during the interpolation process for determining the price of land for agriculture, pasture or savanna. The weights defined for the secondary variables showed a higher correlation with the price of land for pasture. Finally, another factor analyzed in this thesis was the possible relationship between rural properties geo-referenced and registered by INCRA with the price of land in the state of Goiás, with the availability of certified professionals, with the densification of the geodetic network and cover and land use in the state. The study showed that the land market situation in the state of Goiás, in compliance with Federal Law 10.267/2001, is one of the most advanced work in Brazil and geo-referencing were performed independently of the price of land, availability of professionals, coverage and use soil and availability of landmarks of geodetic network in the state, however, for areas with native vegetation remaining, the process of geo-referencing rural properties is minor and can be considered that there is an inverse relationship between the process of deforestation and geo-referencing rural properties in the state of Goiás.

**Keyword:** land prices, geostatistics, rural properties, land register.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> – Estado de Goiás e meso-regiões. Fonte: SIEG (2013). .....	23
<b>Figura 2.2</b> – Cobertura e Uso do Solo no estado de Goiás. Fonte: SIEG (2013). ....	24
<b>Figura 2.3</b> – Intervalos de Declividade para o estado de Goiás. ....	25
<b>Figura 2.4</b> – Tipos de Solos no estado de Goiás. Fonte: SIEG (2013). ....	26
<b>Figura 2.5</b> – Estradas pavimentadas no estado de Goiás. Fonte: SIEG (2013). ....	27
<b>Figura 2.6</b> – Municípios com mais de 150.000 habitantes, estimada para o ano de 2008, no estado de Goiás e DF. Fonte: SIEG (2013). ....	28
<b>Figura 2.7</b> – Estados utilizados na coleta de pontos amostrais para interpolação do preço da terra. Fonte: IBGE (2013). ....	30
<b>Figura 2.8</b> – Diagrama das etapas de trabalho. ....	32
<b>Figura 2.9</b> – Modelos de Semi-Variogramas e seus componentes. Fonte: Adaptado de Burrough e McDonnell (2011). ....	33
<b>Figura 2.10</b> – Amostragem de Preço de Terra Agrícola de Alta Produtividade (à esquerda) e Baixa Produtividade (à direita), nos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia. Fonte: IFNP (2009). ....	34
<b>Figura 2.11</b> – Amostragem de Preço da Terra de Pastagem Formada de Alto Suporte (à esquerda) e Baixo Suporte (à direita), nos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia. Fonte: IFNP (2009). ....	35
<b>Figura 2.12</b> – Amostragem de Preço da Terra para Cerrado, nos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia. Fonte: IFNP (2009). ....	35
<b>Figura 2.13</b> – Interpolação por <i>krigagem</i> de Preço da Terra de Agricultura de Alta e Baixa Produtividade no estado de Goiás. ....	36
<b>Figura 2.14</b> – Interpolação por <i>krigagem</i> de Preço da Terra de Pastagem Formada de Alto e Baixo Suporte no estado de Goiás. ....	37
<b>Figura 2.15</b> – Interpolação por <i>krigagem</i> do Preço da Terra de Cerrado no estado de Goiás. ....	37
<b>Figura 2.16</b> – Avaliação do Preço da Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade no estado de Goiás em relação ao relevo. ....	38
<b>Figura 2.17</b> .....	39
<b>Figura 2.18</b> – Avaliação do Preço da Terra para Cerrado no estado de Goiás em relação ao relevo. ....	40
<b>Figura 2.19</b> – Avaliação do Preço da Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade no estado de Goiás em relação ao tipo de solo. ....	41
<b>Figura 2.20</b> – Avaliação do Preço da Terra para Pastagem de Alto e Baixo Suporte no estado de Goiás em relação ao tipo de solo. ....	42
<b>Figura 2.21</b> – Avaliação do Preço da Terra para Cerrado no estado de Goiás em relação ao tipo de solo. ....	43
<b>Figura 2.22</b> – Avaliação do Preço da Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade no estado Goiás em relação à cobertura e uso do solo. ....	44
<b>Figura 2.23</b> – Avaliação do Preço da Terra para Pastagem de Alto e Baixo Suporte no estado de Goiás em relação à cobertura e uso do solo. ....	46
<b>Figura 2.24</b> – Avaliação do Preço da Terra para Cerrado no estado de Goiás em relação à cobertura e uso do solo. ....	47
<b>Figura 2.25</b> – Avaliação do Preço da Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade no estado Goiás em relação às estradas pavimentadas. ....	48

<b>Figura 2.26</b> – Avaliação do Preço da Terra para Pastagem de Alto e Baixo Suporte no estado de Goiás em relação às estradas pavimentadas.....	49
<b>Figura 2.27</b> – Avaliação do Preço da Terra para Cerrado no estado de Goiás em relação às estradas pavimentadas.....	50
<b>Figura 2.28</b> – Avaliação do Preço da Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade no estado de Goiás em relação aos maiores centros urbanos.....	52
<b>Figura 2.29</b> – Avaliação do Preço Terra para Pastagem de Alto e Baixo Suporte no estado de Goiás em relação aos maiores centros urbanos. ....	53
<b>Figura 2.30</b> – Avaliação do Preço da Terra para Cerrado no estado de Goiás em relação aos maiores centros urbanos. ....	54
<b>Figura 2.31</b> – Preço da terra no estado de Goiás baseado no preço para agricultura, pastagem e cerrado. ....	55
<b>Figura 3.1</b> – Preços da Terra para Agricultura de Alta Produtividade (2008). Fonte: IFNP (2009).....	61
<b>Figura 3.2</b> – Preços da Terra para Pastagem de Alto Suporte (2008). Fonte: IFNP (2009).....	62
<b>Figura 3.3</b> – Preços da Terra para Cerrado (2008). Fonte: IFNP (2009).....	63
<b>Figura 3.4</b> – Cobertura e uso do solo no bioma Cerrado, no estado de Goiás e estados vizinhos. Fonte: PROBIO (2002). ....	63
<b>Figura 3.5</b> – Diagrama das etapas do trabalho.....	66
<b>Figura 3.6</b> – Curva representativa de um semivariograma. Fonte: Camargo et al. (2004).....	67
<b>Figura 3.7</b> – Índice de Desenvolvimento Humano Médio (IDH-M) nos municípios do estado de Goiás, para o ano de 2000. Fonte: PNUD (2000).....	74
<b>Figura 3.8</b> – Interpolação por <i>krigagem</i> do Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade. ....	75
<b>Figura 3.9</b> – Interpolação por <i>co-krigagem</i> do Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade, utilizando como variável secundária a cobertura e o uso da terra. ....	75
<b>Figura 3.10</b> – Interpolação por <i>krigagem</i> menos <i>co-krigagem</i> utilizando como variável secundária: os pesos da Cobertura e Uso do Solo (a); e o peso dos Tipos de Solos (b).....	76
<b>Figura 3.11</b> – Interpolação por <i>krigagem</i> menos <i>co-krigagem</i> utilizando como variável secundária: os pesos da declividade (a); e o peso do IDH-M do ano de 2000 (b).....	77
<b>Figura 3.12</b> – Interpolação por <i>krigagem</i> do Preço da Terra para Pastagem de Alto Suporte.....	79
<b>Figura 3.13</b> – Interpolação por <i>krigagem</i> menos <i>co-krigagem</i> utilizando como uma segunda variável: os pesos da cobertura e uso do solo (a); e o peso dos tipos de solos (b).....	80
<b>Figura 3.14</b> – Interpolação por <i>krigagem</i> menos <i>co-krigagem</i> utilizando como uma segunda variável: os pesos da declividade (a); e o peso IDH-M do ano de 2000 (b). ....	80
<b>Figura 3.15</b> – Interpolação por <i>krigagem</i> do Preço da Terra Cerrado (mata nativa).82	
<b>Figura 3.16</b> – Interpolação por <i>krigagem</i> menos <i>co-krigagem</i> utilizando como uma segunda variável: os pesos da cobertura e uso do solo (a); e o peso dos tipos de solos (b).....	83

<b>Figura 3.17</b> – Interpolação por <i>krigagem</i> menos <i>co-krigagem</i> utilizando como uma segunda variável: os pesos da declividade (a); e o peso IDH-M do ano de 2000 (b). .....	84
<b>Figura 4.1</b> – Mapa de cobertura e uso do solo do estado de Goiás. Fonte: PROBIO (2002). .....	92
<b>Figura 4.2</b> – Abrangência espacial da atuação das Superintendências Regionais no INCRA em Goiás e Distrito Federal. .....	93
<b>Figura 4.3</b> – Diagrama das etapas do trabalho. .....	94
<b>Figura 4.4</b> – Estados e imóveis georreferenciados no Brasil. Fonte: INCRA (www.incra.gov.br). .....	97
<b>Figura 4.5</b> – Quantidade de área de propriedades rurais privadas que foram geograficamente mapeadas nos estados brasileiros. (Obs.: O estado do Amapá não contém informações do quantitativo de imóveis georreferenciados – fev/2013). Fonte: INCRA (www.incra.gov.br). .....	98
<b>Figura 4.6</b> – Mapa das propriedades rurais particulares geograficamente referenciadas nos municípios do estado de Goiás (até fevereiro de 2013). Fonte: INCRA (www.incra.gov.br). .....	99
<b>Figura 4.7</b> – Percentual de áreas mapeadas por município no estado de Goiás. ..	100
<b>Figura 4.8</b> – Municípios com mais de 40% de suas áreas rurais georreferenciadas no estado de Goiás. .....	101
<b>Figura 4.9</b> – Distribuição dos profissionais aptos a executarem os serviços de georreferenciamento de imóveis rurais no estado de Goiás. .....	103
<b>Figura 4.10</b> – Quantidade de profissionais disponíveis para cada micro-região do estado de Goiás e Distrito Federal. .....	104
<b>Figura 4.11</b> – Distribuição de profissionais e imóveis georreferenciados no estado de Goiás. .....	105
<b>Figura 4.12</b> – Relação entre profissionais e imóveis georreferenciados no estado de Goiás. .....	105
<b>Figura 4.13</b> – Marcos da Rede Geodésica Brasileira (RGB). Fonte: IBGE (www.ibge.gov.br). .....	107
<b>Figura 4.14</b> – Marcos da RGB para o estado de Goiás e Distrito Federal. Fonte: IBGE (www.ibge.gov.br). .....	108
<b>Figura 4.15</b> – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC). Fonte: IBGE (www.ibge.gov.br). .....	109
<b>Figura 4.16</b> – Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade e a distribuição dos imóveis georreferenciados no estado de Goiás. .....	110
<b>Figura 4.17</b> – Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade e quantitativo de áreas georreferenciadas em Goiás. .....	111
<b>Figura 4.18</b> – Preço da Terra para Agricultura de Baixa Produtividade e distribuição dos imóveis georreferenciados no estado de Goiás. .....	111
<b>Figura 4.19</b> – Preço da Terra para Agricultura de Baixa Produtividade e quantitativo de áreas georreferenciadas em Goiás. .....	112
<b>Figura 4.20</b> – Preço da Terra para Pastagem Formada de Alto Suporte e distribuição dos imóveis georreferenciados no estado de Goiás. .....	113
<b>Figura 4.21</b> – Preço da Terra para Pastagem Formada de Alto Suporte e quantitativo de áreas georreferenciadas em Goiás. .....	113
<b>Figura 4.22</b> – Preço da Terra para Pastagem Formada de Baixo Suporte e distribuição dos imóveis georreferenciados no estado de Goiás. .....	114

<b>Figura 4.23</b> – Preço da Terra para Pastagem Formada de Baixo Suporte e quantitativo de áreas georreferenciadas em Goiás.....	115
<b>Figura 4.24</b> – Preço da Terra para Cerrado e distribuição dos imóveis georreferenciados no estado de Goiás. ....	116
<b>Figura 4.25</b> – Preço da Terra para Cerrado e quantitativo de áreas georreferenciadas em Goiás.....	117
<b>Figura 4.26</b> – Cobertura e uso do solo e a distribuição dos imóveis georreferenciados no estado de Goiás. ....	118
<b>Figura 4.27</b> – Quantitativo de áreas georreferenciadas em Goiás por tipo de cobertura e uso do solo.....	118

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1</b> – Conversão de área nativa em lavouras e pastagens nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil entre 1970 e 1985.....	21
<b>Tabela 2.2</b> – Municípios com mais de 150.000 habitantes, para o ano de 2008 (Estimativa/IBGE).....	28
<b>Tabela 2.3</b> – Valores amostrais dos preços da terra mínimos e máximos para o ano de 2008. ....	36
<b>Tabela 3.1</b> – Pesos atribuídos aos tipos de ocupação do bioma Cerrado. ....	68
<b>Tabela 3.2</b> – Relação de pesos dos solos analisados. ....	72
<b>Tabela 3.3</b> – Relação entre cobertura e uso do solo e tipos de solos, para o ano de 2002, em Goiás. ....	72
<b>Tabela 3.4</b> – Relação de pesos relativos à declividade do relevo.....	73
<b>Tabela 3.5</b> .....	78
<b>Tabela 3.6</b> – Variação de valores do Preço da Terra para Pastagem de Alto Suporte entre <i>krigagem</i> e <i>co-krigagem</i> . ....	81
<b>Tabela 3.7</b> – Variação de valores do Preço da Terra para Cerrado entre <i>krigagem</i> e <i>co-krigagem</i> . ....	84
<b>Tabela 4.1</b> – Dados estruturais dos Censos Agropecuários de 1970 a 2006 no estado de Goiás. ....	94

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 3.1</b> – Características dos solos existentes no estado de Goiás.....	69
<b>Quadro 4.1</b> – Prazos para obrigatoriedade do mapeamento geograficamente referenciado em função do tamanho dos imóveis rurais.....	89

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	17
2 DETERMINAÇÃO DO PREÇO DA TERRA NO ESTADO DE GOIÁS A PARTIR DO USO DE GEOESTATÍSTICA POR <i>KRIGAGEM</i> .....	20
2.1 INTRODUÇÃO .....	20
2.3 ÁREA DE ESTUDO.....	22
2.4 MATERIAL .....	29
2.4.1 Agrianual 2009.....	29
2.4.2 Base Cartográfica .....	30
2.4.2.1 Sistema Estadual de Estatística de Informações Geográficas de Goiás (SIEG).....	30
2.4.2.2 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).....	31
2.4.2.3 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).....	31
2.4.2.4 Projeto Nacional de Ações Integradas Público-Privadas para Biodiversidade (PROBIO) .....	32
2.5 METODOLOGIA.....	32
2.6 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	36
2.6.1 Relevo.....	38
2.6.2 Tipos de Solos .....	41
2.6.3 Cobertura e Uso do Solo.....	44
2.6.4 Infraestrutura (Estradas Pavimentadas).....	48
2.6.5 Maiores Centros Urbanos (cidades com mais de 150.000 habitantes em Goiás) .....	51
2.6.6 Aptidão Agrícola e Preço da Terra .....	55
2.7 CONCLUSÕES .....	56
2.8 REFERÊNCIAS.....	58
3 ANÁLISE COMPARATIVA DE DETERMINAÇÃO DO PREÇO DA TERRA NO ESTADO DE GOIÁS UTILIZANDO GEOESTATÍSTICA: <i>KRIGAGEM</i> VERSUS <i>CO-KRIGAGEM</i> .....	60
3.1 INTRODUÇÃO .....	60
3.2 ÁREA DE ESTUDO.....	61
3.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	64
3.3.1 Cobertura e Uso do Solo.....	68
3.3.2 Tipos de Solos .....	69
3.3.3 Declividade.....	72
3.3.4 Índice de Desenvolvimento Humano Médio (IDH-M) .....	73
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	74

3.5 CONCLUSÕES .....	85
3.6 REFERÊNCIAS.....	86
4 AVALIAÇÃO DO MAPEAMENTO FUNDIÁRIO DO ESTADO DE GOIÁS DE ACORDO COM A LEI FEDERAL 10.267/2001 .....	87
4.1 INTRODUÇÃO .....	87
4.2 ÁREA DE ESTUDO.....	91
4.3 MATERIAL E MÉTODOS .....	94
4.4 RESULTADOS .....	96
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	119
4.6 REFERÊNCIAS.....	125
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE .....	128

## 1 INTRODUÇÃO

O estado de Goiás, base para os estudos propostos nesta tese, apresenta 97% de seu território contido no bioma Cerrado, sendo ocupado, em sua maioria por pastagens. Os demais 3% do estado está contido dentro do bioma Mata Atlântica.

Apresenta em sua composição tipos de solos considerados de maior aptidão para produção agrícola ou pastagens, como Latossolos, Luvisolos e Nitossolos, e por outro lado, solos de menor aptidão agrícola, como Neossolos, Organossolos e Gleissolos.

Goiás apresenta uma declividade média de plana a suave ondulada nas meso-regiões Sul e Noroeste, e uma declividade média considerada ondulada na meso-região Norte.

Os preços da terra por hectare variaram, em 2008, entre R\$ 9.135,83 e R\$ 2.555,13 para agricultura, entre R\$ 5.337,56 e R\$ 1.801,20 para pastagem, e entre R\$ 3.281,85 e R\$ 617,64 para cerrado (IFNP, 2009).

Variáveis diversas podem interferir no processo de determinação do preço da terra e, para isto, algoritmos e programas computacionais podem definir a dinâmica da valoração da terra nos biomas brasileiros.

Foram realizadas análises do preço da terra desenvolvidas por geoestatística e na definição de pesos para as variáveis independentes (ambientais, sociais e econômicas) utilizadas nas equações de geoestatística.

Por meio de combinação cruzada, a variação do preço da terra foi avaliada em relação ao uso do solo, tipos de solos, à infraestrutura baseada na malha viária do estado, à declividade do terreno e à influência da presença dos principais centros urbanos do estado de Goiás e do Distrito Federal, considerando que este último está inserido no contexto proposto.

Outro ponto analisado diz respeito ao avanço do cadastramento de imóveis rurais no Brasil e no estado de Goiás, alimentado pelo mapeamento geograficamente definido das propriedades rurais, em atendimento à Lei Federal 10.267/2001, que criou o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR). Sendo assim, ocorre desde o início da década de 2000, a obrigatoriedade do georreferenciamento dos imóveis rurais em qualquer situação de transferência de titularidade, bem como em situações de desmembramento, loteamento e remembramento de imóveis rurais.

Para analisar o avanço do georreferenciamento de imóveis rurais no estado de Goiás, foram realizadas análises espaciais topológicas aplicadas entre os imóveis cadastrados e a quantidade de profissionais aptos a executarem tais tarefas, a disponibilidade e facilidade de utilização da Rede Geodésica Brasileira (RGB), a possível influência do preço da terra para agricultura, pastagem ou vegetação remanescente no processo de georreferenciamento dos imóveis rurais e, por fim, a relação do processo de georreferenciamento com o tipo de cobertura e uso do solo nas propriedades rurais.

Para as análises propostas neste trabalho, foram utilizadas ferramentas disponíveis em um *software* do tipo SIG (Sistema de Informação Geográfica), no que diz respeito à aplicação de geoestatística, análise espacial e relações topológicas realizadas entre as variáveis estudadas neste trabalho.

Esta pesquisa foi estruturada com base nas seguintes hipóteses:

- 1) A utilização do conceito de geoestatística por *co-krigagem* e a definição de pesos sobre variáveis geofísicas, socioeconômicas e de infraestrutura podem ser utilizados para a determinação do preço da terra no estado de Goiás;
- 2) A formação do preço da terra no estado de Goiás independe da existência do mapeamento fundiário (georreferenciamento imóveis rurais).

Esta tese foi desenvolvida baseada na produção de três artigos científicos, sendo que os dois primeiros artigos foram submetidos à periódicos da área de Geografia.

Para o primeiro artigo, submetido ao Boletim Goiano de Geografia, o preço da terra foi o alvo de estudo, analisando-se a sua relação com o relevo, tipos de solos, uso e ocupação do solo, infraestrutura viária pavimentada e principais centros urbanos em Goiás e no Distrito Federal, utilizando a ferramenta de geoestatística denominada *krigagem*.

No segundo artigo, submetido a Revista Mercator, o preço da terra foi analisado com base na determinação de pesos sobre as variáveis ambientais, sociais e econômicas, citadas no parágrafo anterior. A principal ferramenta utilizada foi a geoestatística; contudo, para avaliar o comportamento das variáveis independentes (secundárias) no processo de interpolação, o estudo deste artigo foi baseado no conceito de *co-krigagem*.

Para o terceiro artigo, o trabalho realizado abrangeu a análise espacial e de relações topológicas executadas com base nos imóveis rurais georreferenciados no estado de Goiás. Para as análises de cruzamento de informações, foram observadas as possíveis influências da disponibilidade de profissionais aptos ao georreferenciamento, da rede geodésica de apoio ao levantamento topográfico e geodésico no estado de Goiás, da relação com os preços da terra para agricultura, pastagem e cerrado e a relação existente com a cobertura e o uso do solo no estado.

## **2 DETERMINAÇÃO DO PREÇO DA TERRA NO ESTADO DE GOIÁS A PARTIR DO USO DE GEOESTATÍSTICA POR KRIGAGEM**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

Segundo Karl Marx, em seu livro “O Capital” (Marx, 2008), tem-se o preço da terra baseado em dois tipos de renda fundiária: Renda Diferencial I e Renda Diferencial II. No conceito de Renda Diferencial I, ao se aplicar um capital em duas propriedades rurais de mesmo tamanho (uma mais produtiva que outra), ocorrerá um lucro maior para aquele capital utilizado em solo mais produtivo. Segundo ainda o mesmo autor, dois fatores primordiais podem influenciar diferentes lucros obtidos: localização e fertilidade da propriedade agrícola.

Por outro lado, a Renda Diferencial II, segundo Marx, diz respeito à reaplicação do lucro obtido na própria propriedade agrícola, através de melhorias nas benfeitorias e uso de técnicas mais modernas de produção com a finalidade de obter aumento da produtividade e, com isto, aumento do lucro.

Segundo Malagodi (2010), as definições de renda fundiária de Karl Marx foram influenciadas por outros cientistas e economistas, tais como Adam Smith, Thomas Malthus e David Ricardo.

O preço da terra no estado de Goiás tem sofrido influência significativa em função da expansão da Fronteira Agrícola (FERREIRA et al, 2007). Essa expansão agrícola no estado e na região Centro-Oeste do Brasil ocorre desde meados de 1970, pois neste período o preço da terra no Centro-Oeste apresentava valores menores (subsidiados pelo governo federal) em comparação com as regiões Sul e Sudeste do país. O relevo plano a ondulado da região Centro-Oeste propiciou o emprego da mecanização do manejo e uso do solo em função da utilização de modernos maquinários. Aliado a este fator, novos processos de correção química do solo foram implementados nessa região (MIZIARA, 2000; REZENDE, 2002).

De acordo com o Censo Agropecuário de 2006, a ocupação de terras na região Centro-Oeste do país, entre os anos de 1970, 1975, 1980 e 1985 foi maior do que ocorreu nas regiões Sul e Sudeste do país, regiões essas consolidadas na época como produtoras agrícolas e de pecuária. A Tabela 2.1 mostra o crescimento da utilização agropecuária da região Centro-Oeste entre os anos de 1970 e 1985.

**Tabela 2.1** – Conversão de área nativa em lavouras e pastagens nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil entre 1970 e 1985.

<b>Região Sudeste</b>				
<b>Dados estruturais</b>	<b>Censos</b>			
	<b>1970</b>	<b>1975</b>	<b>1980</b>	<b>1985</b>
<b>Utilização das terras (mil ha)</b>				
<b>Lavouras</b>	9.612,40	10.431,57	12.117,07	13.561,56
<b>Taxa de Crescimento (%)</b>	-	<b>8,52</b>	<b>16,16</b>	<b>11,92</b>
<b>Pastagens</b>	44.739,28	47.276,79	43.639,27	42.487,40
<b>Taxa de Crescimento (%)</b>	-	<b>5,67</b>	<b>-7,69</b>	<b>-2,64</b>
<b>Tratores</b>	82.517	131.881	202.571	238.947
<b>Taxa de Crescimento (tratores) (%)</b>	-	<b>59,82</b>	<b>53,60</b>	<b>17,96</b>
<b>Efetivo de animais</b>				
<b>Bovinos</b>	26.845.044	35.236.666	34.834.792	35.741.878
<b>Taxa de Crescimento (bovinos) (%)</b>	-	<b>31,26</b>	<b>-1,14</b>	<b>2,60</b>
<b>Região Sul</b>				
<b>Dados estruturais</b>	<b>Censos</b>			
	<b>1970</b>	<b>1975</b>	<b>1980</b>	<b>1985</b>
<b>Utilização das terras (mil ha)</b>				
<b>Lavouras</b>	11.028,45	12.991,46	14.571,45	14.523,48
<b>Taxa de Crescimento (%)</b>	-	<b>17,80</b>	<b>12,16</b>	<b>-0,33</b>
<b>Pastagens</b>	21.612,68	21.159,76	21.313,46	21.432,34
<b>Taxa de Crescimento (%)</b>	-	<b>-2,10</b>	<b>0,73</b>	<b>0,56</b>
<b>Tratores</b>	64.605	145.393	234.902	286.321
<b>Taxa de Crescimento (tratores) (%)</b>	-	<b>125,05</b>	<b>61,56</b>	<b>21,89</b>
<b>Efetivo de animais</b>				
<b>Bovinos</b>	18.953.024	21.516.021	24.494.853	24.826.784
<b>Taxa de Crescimento (bovinos) (%)</b>	-	<b>13,52</b>	<b>1,14</b>	<b>1,01</b>
<b>Região Centro-Oeste</b>				
<b>Dados estruturais</b>	<b>Censos</b>			
	<b>1970</b>	<b>1975</b>	<b>1980</b>	<b>1985</b>
<b>Utilização das terras (mil ha)</b>				
<b>Lavouras</b>	2.402,93	4.349,73	6.480,15	7.046,11
<b>Taxa de Crescimento (%)</b>	-	<b>81,02</b>	<b>48,98</b>	<b>8,73</b>
<b>Pastagens</b>	55.483,35	61.310,22	67.665,72	59.244,12
<b>Taxa de Crescimento (%)</b>	-	<b>10,50</b>	<b>10,37</b>	<b>-12,45</b>
<b>Tratores</b>	10.340	29.032	63.391	86.233
<b>Taxa de Crescimento (tratores) (%)</b>	-	<b>180,77</b>	<b>118,35</b>	<b>36,03</b>
<b>Efetivo de animais</b>				
<b>Bovinos</b>	17.252.084	24.750.040	33.261.006	36.116.293
<b>Taxa de Crescimento (bovinos) (%)</b>	-	<b>43,46</b>	<b>34,39</b>	<b>8,58</b>

Fonte: IBGE (2006). Observação: A análise de crescimento foi realizada em períodos de 5 anos (entre censos).

A Tabela 2.1 mostra que os maiores quantitativos de crescimento em relação às lavouras, pastagens, tratores e rebanhos bovinos, entre 1970 e 1980, ocorreram na região Centro-Oeste, em comparação com as regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Ferreira et al. (2008) estabeleceu um estudo do preço da terra no estado de Goiás, analisando a relação entre a vegetação nativa remanescente (cerrado) e a

determinação do preço da terra. Essa pesquisa estabeleceu uma relação significativa entre a presença de remanescente e a variação do preço da terra no estado de Goiás, mostrando que, em locais onde o preço da terra é maior, maior é o nível de desmatamento em tais locais. Segundo ainda esses mesmos autores, onde há uma maior proporção de remanescentes, isto está associado à presença de terrenos mais acidentado, onde a malha viária é inferior, ou onde o preço da terra é menor.

Este capítulo tem como objetivo estabelecer uma relação do uso e ocupação da terra no estado de Goiás com variáveis que influenciam nos custos de manutenção, desenvolvimento, conservação de remanescente de floresta nativa, tipo de ocupação e, em função desses fatores, definir o preço da terra no estado de Goiás. Estas variáveis para determinação do preço da terra são influenciadas pelas posições geográficas e pelas condições ambientais e socioeconômicas.

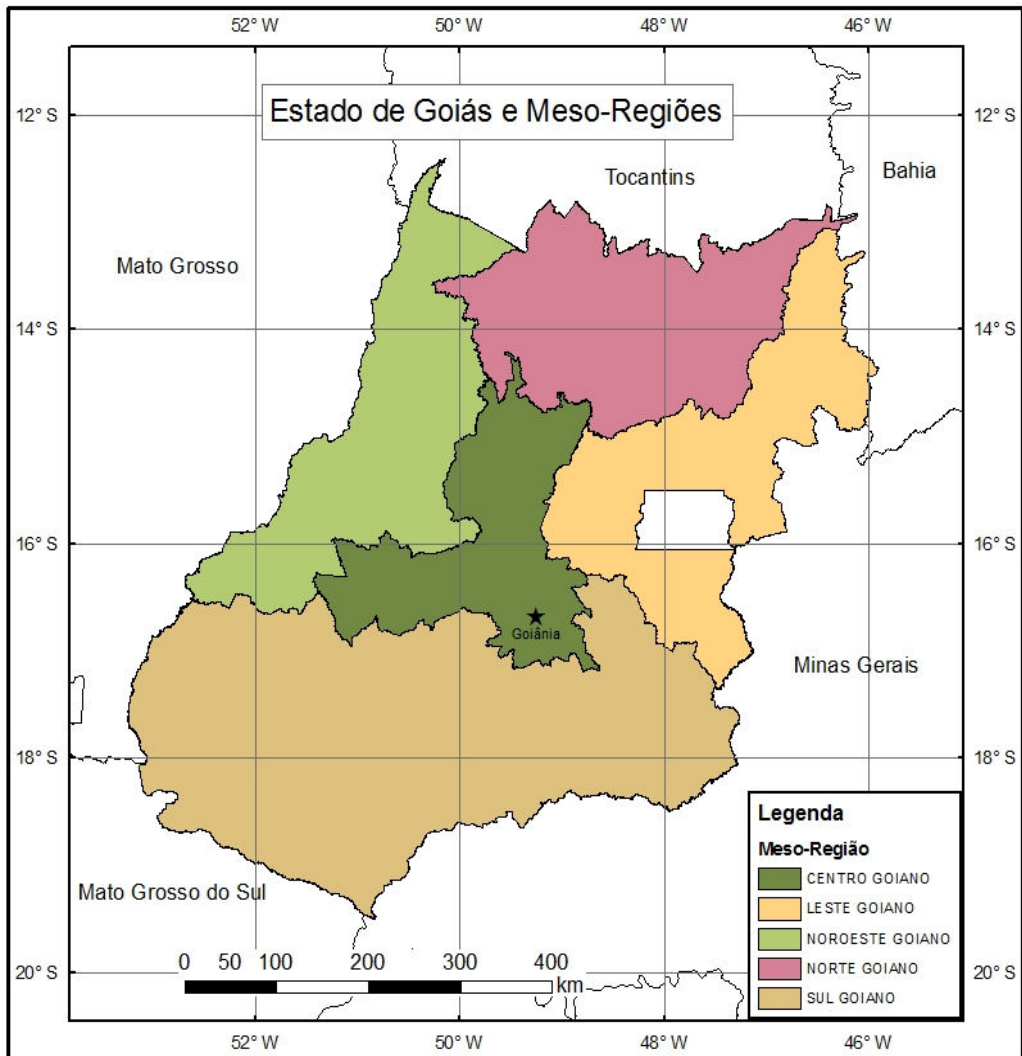
Esta análise de preço da terra foi realizada a partir do uso do conceito de geoestatística, que, de acordo com Camargo et al. (2004), trata-se de uma abordagem probabilística de modelagem, que engloba um conjunto de métodos estatísticos para a análise e mapeamento de dados distribuídos no espaço.

O uso da geoestatística propõe a aplicação de interpoladores onde a variável é dita regionalizada (VR) e conseqüentemente, as amostras devem ser locais e a posição relativa entre elas é significativa durante o processo de interpolação (YAMAMOTO e LANDIM, 2013).

### **2.3 ÁREA DE ESTUDO**

Como área de estudo, tem-se o estado de Goiás, localizado na Região Centro-Oeste do Brasil, com 97% de seu território contido no bioma Cerrado do Brasil, e 3% contido no bioma Mata Atlântica, segundo IBGE (2004).

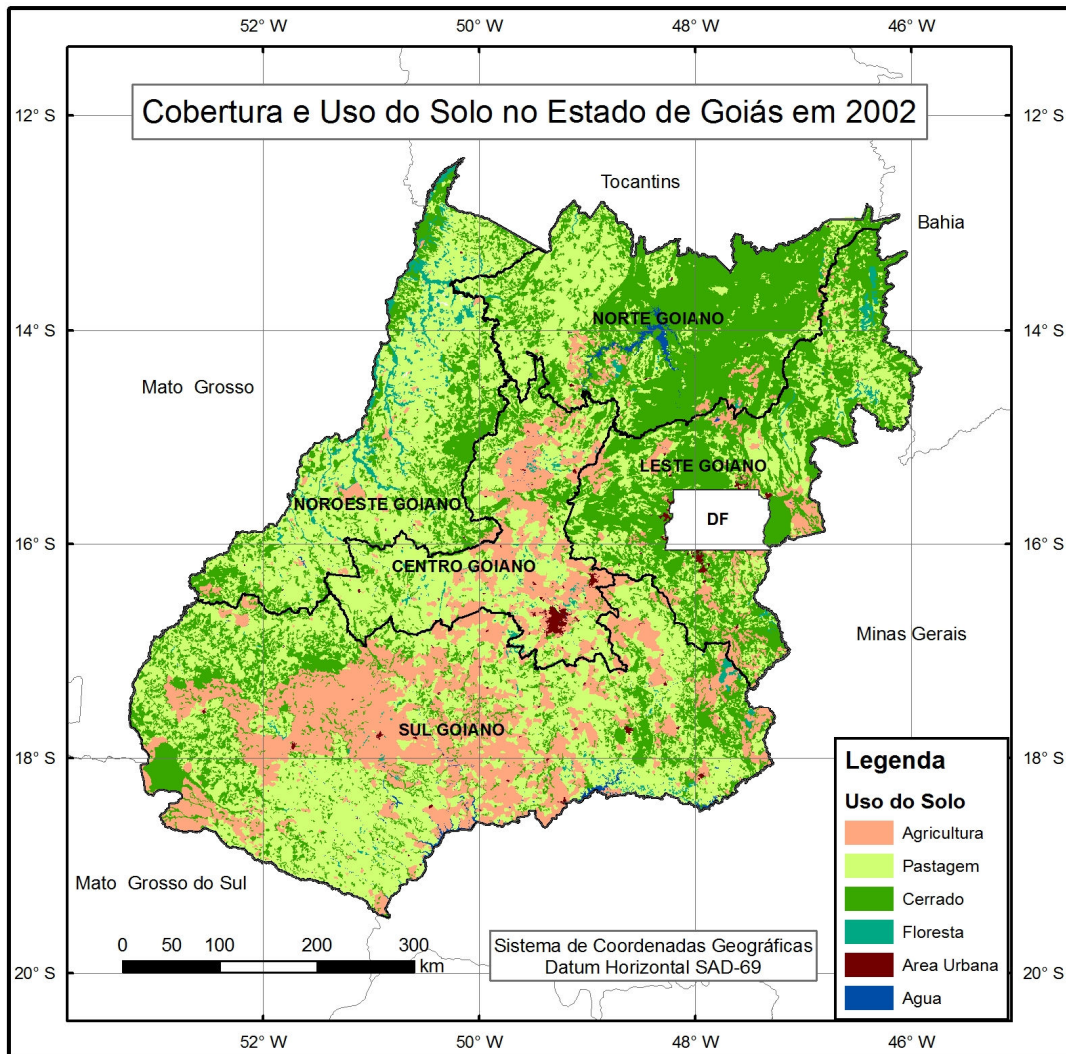
A análise do preço da terra foi direcionada em função das meso-regiões do estado de Goiás. A Figura 2.1 mostra a área de estudo do trabalho.



**Figura 2.1** – Estado de Goiás e meso-regiões. Fonte: SIEG (2013).

A Figura 2.2 mostra a distribuição da cobertura e uso do solo em Goiás em 2002, sendo possível observar que a maioria das áreas de agricultura está dentro das meso-regiões Sul e Central e as áreas remanescentes de cerrado (matas nativas) estão localizadas principalmente nas meso-regiões Leste e Norte, ou em locais protegidos do estado, como por exemplo, o Parque Nacional das Emas (Município de Mineiros, na meso-região Sul).

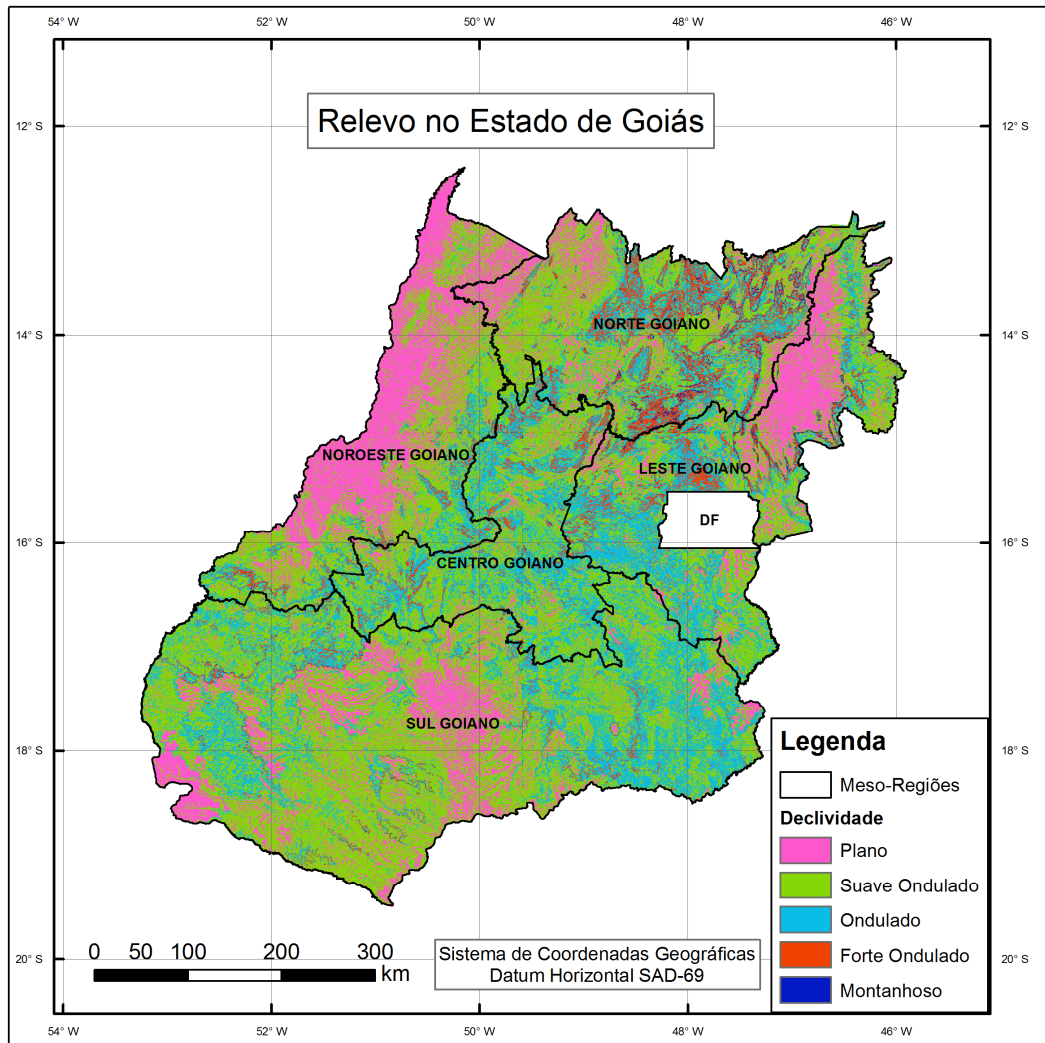
O relevo de Goiás atinge altitude mínima de 178 metros e altitude máxima de 1670 metros, de acordo com dados de relevo gerados a partir da missão denominada SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), disponibilizados e organizados no Brasil por EMBRAPA (2013).



**Figura 2.2 – Cobertura e Uso do Solo no estado de Goiás.** Fonte: SIEG (2013).

De acordo com IBGE (2005), há seis classes de declividade: terreno plano (de 0 a 3% de declividade), suave ondulado (de 3 a 8% de declividade), ondulado (8 a 20% de declividade), forte ondulado (20 a 45% de declividade), montanhoso (45 a 75% de declividade) e escarpado (acima de 75% de declividade).

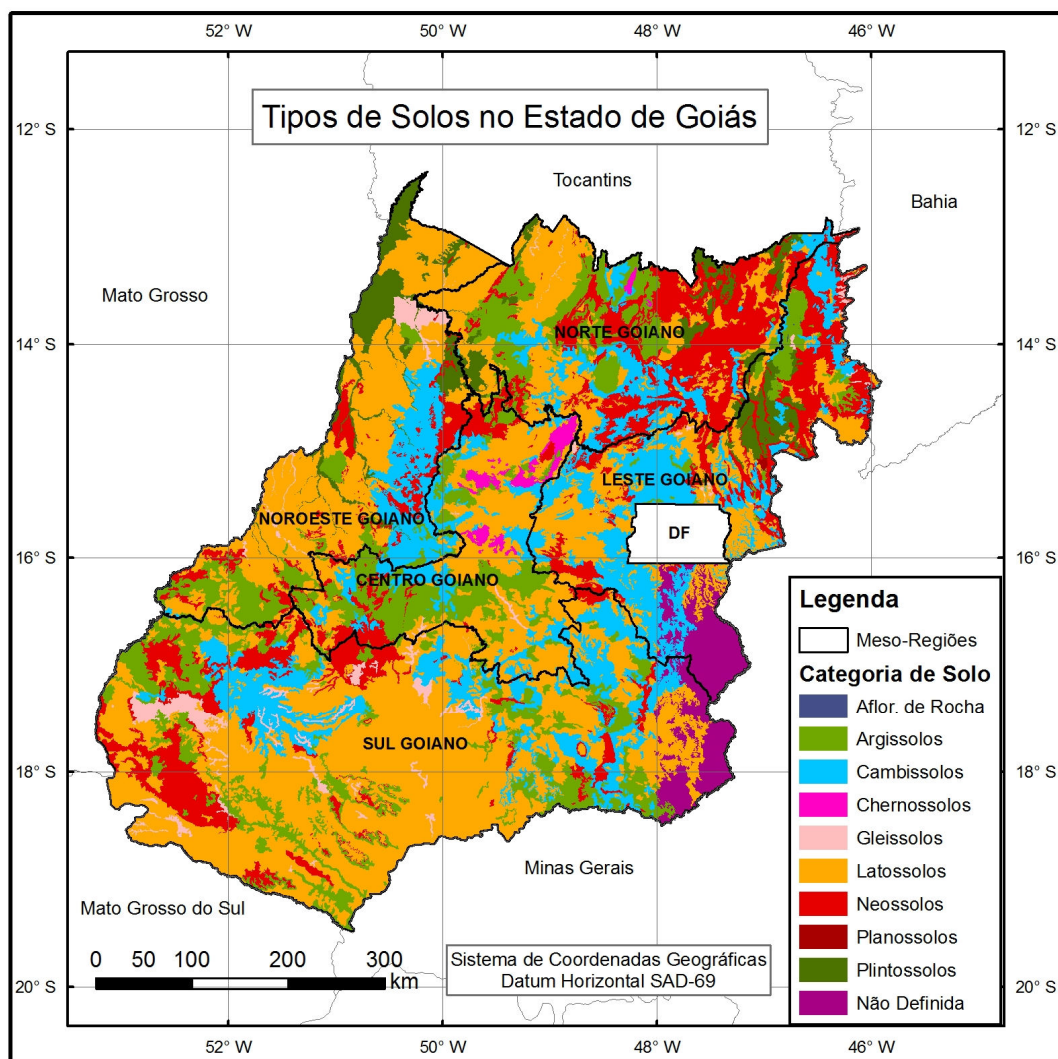
O território goiano apresenta 32,4% de seu relevo plano, 42,8% suave ondulado, 19,4% ondulado, 5% ondulado e 0,4% de terreno montanhoso. No estado de Goiás não existem locais de terreno escarpado, como mostra a Figura 2.3. Essas porcentagens de declividade foram analisadas a partir das imagens do MDE (Modelo Digital de Elevação), no programa de geoprocessamento ArcGIS™.



**Figura 2.3 – Intervalos de Declividade para o estado de Goiás.**

Na Figura 2.3 é possível observar que, para as meso-regiões Noroeste e Sul, tem-se os menores patamares de declividade, favorecendo a produção agrícola mecanizada.

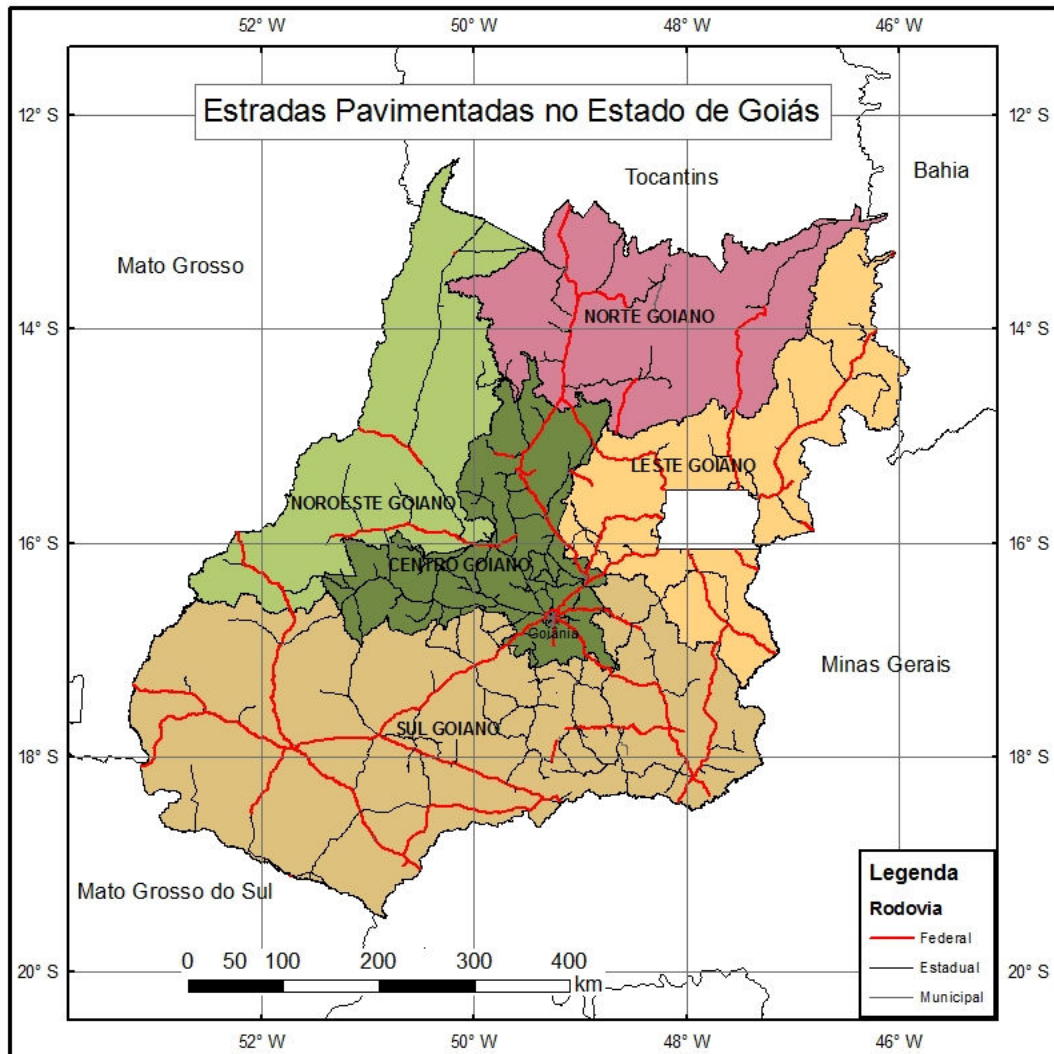
Com relação aos tipos de solos encontrados no estado de Goiás, ocorre a predominância de quatro categorias: Latossolos (aproximadamente 43%), Cambissolos (aproximadamente 16%), Neossolos (aproximadamente 15%), e Argissolos (15%). A Figura 2.4 mostra a distribuição de categorias de solos encontrados no estado de Goiás. É importante ressaltar que, de acordo com dados disponibilizados pelo SIEG, aproximadamente 3% dos solos em Goiás não apresentam categoria definida.



**Figura 2.4 –** Tipos de Solos no estado de Goiás. Fonte: SIEG (2013).

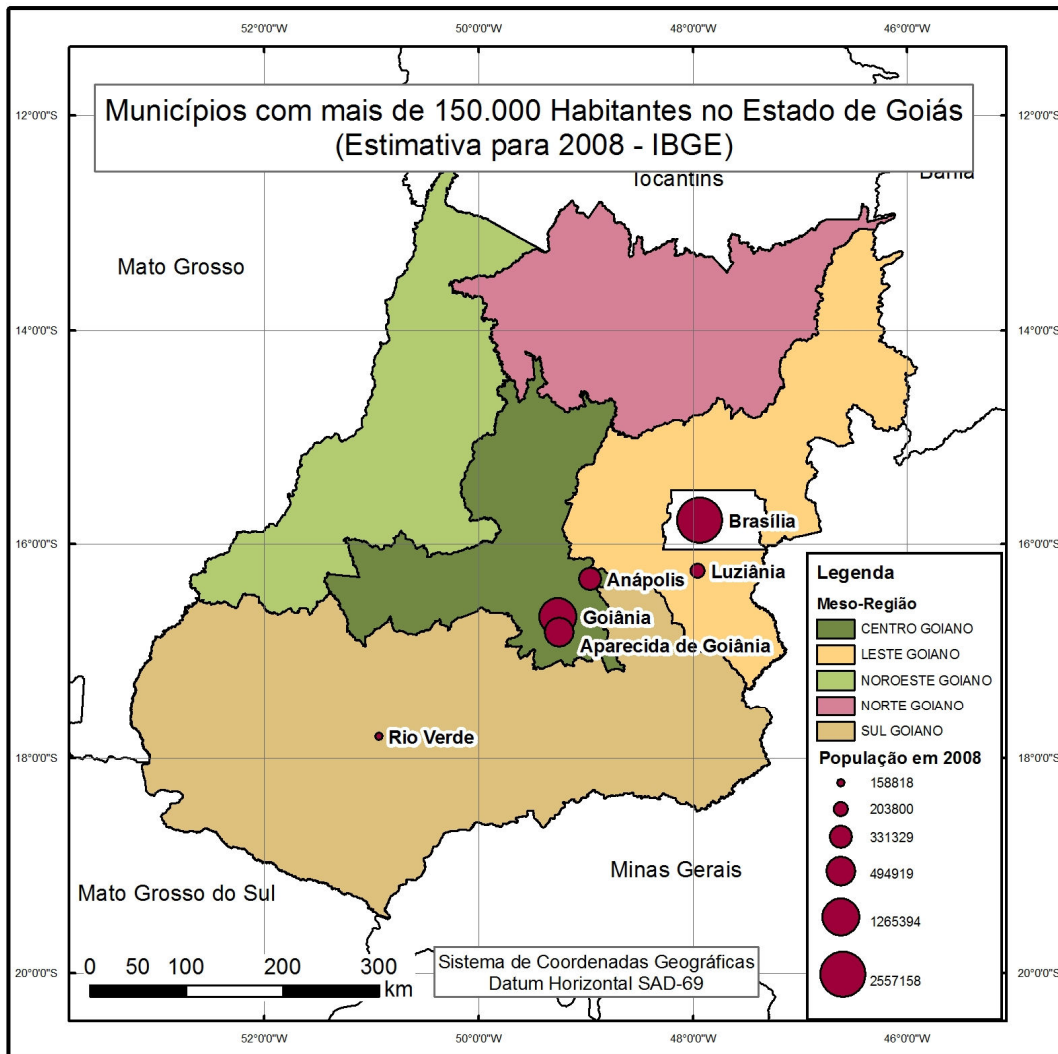
Considerando as estradas pavimentadas no estado de Goiás, tem-se o mapa da Figura 2.5, onde as vias são classificadas pela jurisdição (federal, estadual e municipal). As principais estradas convergem para a capital do estado (Goiânia) ou para o Distrito Federal (Brasília). Outro fator importante observado é a ligação das estradas pavimentadas principalmente com a Região Sudeste do Brasil, principal região consumidora da produção agrícola do país e onde se situa um dos maiores portos do país, na cidade de Santos, utilizado para importação e exportação de matérias primas e produtos industrializados brasileiros.

A opção em analisar a influência das estradas neste trabalho diz respeito ao uso destas para o escoamento da produção agrícola dentro e fora do estado, sendo considerado um dos principais itens ligados ao fator denominado “infraestrutura” de um município, estado ou país.



**Figura 2.5** – Estradas pavimentadas no estado de Goiás. Fonte: SIEG (2013).

Outra variável considerada nas análises realizadas foi o posicionamento dos principais centros consumidores no estado de Goiás. Neste sentido, estabeleceu-se como referência municípios com mais de 150.000 habitantes dentro do estado, no ano de 2008, estimados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sendo assim, foram definidos os seguintes municípios: Goiânia, Aparecida de Goiânia, Anápolis, Luziânia, Rio Verde e Brasília (DF), conforme ilustra a Figura 2.6. É importante ressaltar que a escolha de Brasília, apesar de não pertencer ao estado de Goiás, está ligada ao mesmo pela sua importância socioeconômica e localização geográfica.



**Figura 2.6** – Municípios com mais de 150.000 habitantes, estimada para o ano de 2008, no estado de Goiás e DF. Fonte: SIEG (2013).

A Tabela 2.2 mostra os municípios com mais de 150.000 habitantes, a partir de estimativa definida pelo IBGE, para o ano de 2008.

**Tabela 2.2** – Municípios com mais de 150.000 habitantes, para o ano de 2008 (Estimativa/IBGE).

UF	Município	População Estimada para o ano de 2008 (habitantes)
DF	Brasília	2.557.158
GO	Goiânia	1.265.394
GO	Ap. de Goiânia	494.919
GO	Anápolis	331.329
GO	Luziânia	203.800
GO	Rio Verde	158.818

Fonte: IBGE (2008).

## **2.4 MATERIAL**

A elaboração deste trabalho demandou a organização de uma base de dados com referência geográfica, que posteriormente foi utilizada nas análises dentro da proposta metodológica.

O material utilizado neste trabalho está relacionado aos valores de preços da terra, contidos na base de dados do Agrianual e bases de dados cartográficas disponibilizadas pelo SIEG (Sistema Estadual de Estatística de Informações Geográficas de Goiás), IBGE, EMBRAPA e MMA.

### **2.4.1 Agrianual 2009**

Neste trabalho, a proposta foi utilizar o preço da terra a partir de dados contidos no Agrianual 2009 – Anuário da Agricultura Brasileira, produzido pela Editora AgraFNP (IFNP, 2009).

O Anuário da Agricultura apresenta valores monetários de vários tipos de dados, como o preço dos valores médios de diversas culturas: abacaxi, alface, arroz, algodão, café, cana-de-açúcar, milho, soja, tomate, entre outros. Esse anuário apresenta também a validação de produtos agrícolas (custo de hora-máquina, tratores e implementos), biocombustíveis e o preço da terra em todas as regiões do Brasil.

O estudo proposto foi direcionado ao preço da terra e suas variações dentro do bioma Cerrado brasileiro, em específico dentro do território do estado de Goiás.

O valor do preço da terra está definido para Goiás em cinco categorias: Terra Agrícola de Alta Produtividade, Terra Agrícola de Baixa Produtividade, Pastagem Formada de Alto Suporte, Pastagem Formada de Baixo Suporte e Cerrado. Podem-se ter algumas variações intermediárias, como por exemplo: Cerrado Pesado, Cerrado Agrícola, Terra Agrícola de Alta ou Baixa Produtividade de Grãos, entre outras denominações consideradas variantes na determinação do preço da terra.

Para uma avaliação mais homogênea das variáveis de estudo, optou-se em fazer uma coleta de dados mais ampla, não se limitando apenas ao estado de Goiás, mas incluindo os estados que fazem divisa com Goiás, ou seja: Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia, como mostra a Figura 2.7. A necessidade do uso de valores marginais a área de estudo relaciona-se à

possibilidade de eliminação de efeitos de bordadura e a exigência de um número mínimo de pontos amostrais (pelo *software*) não disponível apenas com amostras contidas no estado de Goiás, quando da aplicação de métodos de interpolação.

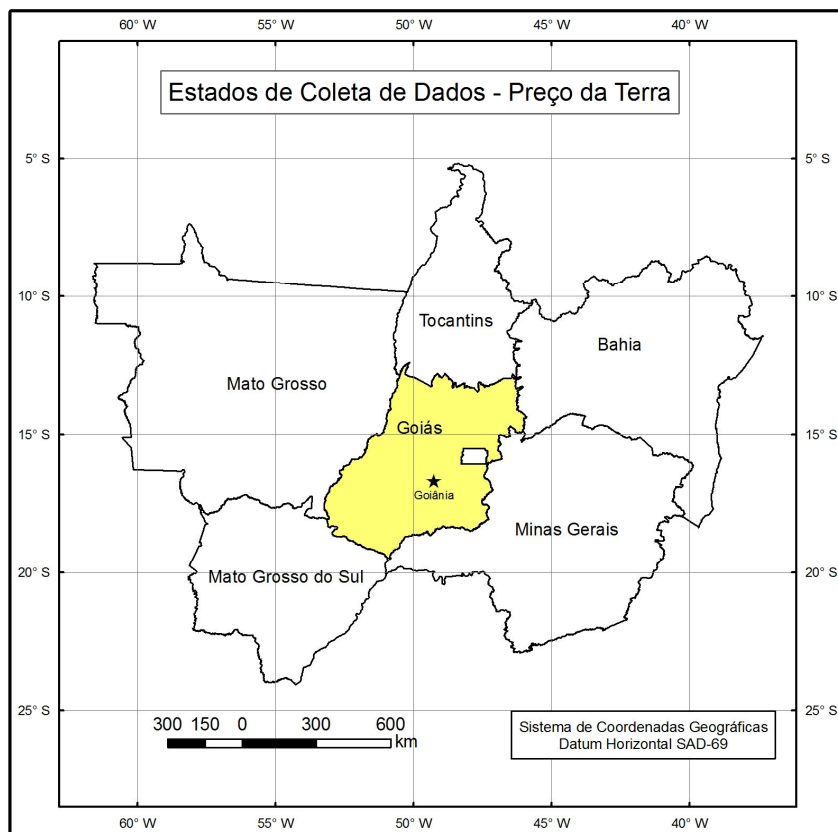


Figura 2.7 – Estados utilizados na coleta de pontos amostrais para interpolação do preço da terra.  
Fonte: IBGE (2013).

## 2.4.2 Base Cartográfica

Para a definição geográfica coerente do estado de Goiás e estados vizinhos, foram utilizados dados publicados e disponibilizados gratuitamente na Internet pelo SIEG (Sistema Estadual de Estatística de Informações Geográficas de Goiás), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e PROBIO (Projeto Nacional de Ações Integradas Público-Privadas para Biodiversidade).

### 2.4.2.1 Sistema Estadual de Estatística de Informações Geográficas de Goiás (SIEG)

Dentro do sítio do SIEG foram acessados os *shapefiles* de Malha Viária, Limite Estadual, Tipos de Solo, Cobertura e Uso do Solo, Limite Estadual, Limites Municipais e Sedes Municipais.

Os dados referentes à Malha Viária foram disponibilizados na escala 1:250.000, a partir da base de dados denominada “Malha Viária atualizada a partir de imagens LandSat 7 de 2002/2003 – SGM/SIC – AGETOP/SEINFRA”.

Com relação aos dados de Tipos de Solos foram utilizados os mapas digitalizados em 2005 pelo SIEG, na escala 1:1.000.000, compilados a partir da base de dados denominada “Determinação de áreas prioritárias para unidades de preservação – Consócio IMAGEM/WWF – EMPRAPA-IBGE”.

Os dados referentes ao Limite Estadual e Limites Municipais de Goiás foram gerados na escala 1:250.000, a partir da base de dados denominada “IBGE – censo 2007”.

Os dados referentes às Sedes Municipais do estado de Goiás foram digitalizados a partir da base de dados denominada “SGM/SIC-AGETOP/SEINFRA – IBGE”.

#### **2.4.2.2 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**

A partir do sítio de transferência de arquivos do IBGE ([ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/malhas\\_digitais/municipio\\_2005/E1000/Proj\\_Geografica/ArcView\\_shp/Uf/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais/municipio_2005/E1000/Proj_Geografica/ArcView_shp/Uf/)), foi possível acessar os dados no formato *shapefile* referentes aos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia, relativos aos limites estaduais, limites municipais e sedes municipais, para introdução dos devidos valores da terra conhecidos, para posterior interpolação dos preços. Os dados referentes estão disponibilizados na escala 1:1.000.000 e separados por unidade da federação.

#### **2.4.2.3 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**

No site da EMBRAPA, foram obtidos os dados de relevo, denominado “Brasil em Relevo”. Esses dados de elevação do Brasil foram produzidos a partir da missão denominada SRTM, em uma coleta de dados por interferometria de radar, realizada pela Agência Espacial Norte-Americana (NASA), com um conjunto de sensores instalados em um ônibus espacial no ano de 2000.

Os dados disponibilizados pela EMBRAPA estão com resolução espacial de 90 metros e são relativos ao Modelo Digital de Elevação (MDE). Estes dados estão organizados na articulação brasileira de folhas cartográficas (IBGE) na escala 1:250.000. Para o estado de Goiás foram utilizados 34 recortes, posteriormente

mosaicados e recortados considerando a divisa estadual (utilizando o programa ArcGIS™).

#### 2.4.2.4 Projeto Nacional de Ações Integradas Público-Privadas para Biodiversidade (PROBIO)

Para os dados de Cobertura e Uso do Solo foram utilizados os mapas disponibilizados para o ano de 2002, a partir da base de dados denominada “Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros”, disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente.

### 2.5 METODOLOGIA

Para a análise proposta, que envolve aspectos ambientais, sociais, de infraestrutura e econômicos, relacionados ao preço da terra no estado de Goiás, foi estabelecida uma análise de relação entre os preços da terra e as estradas pavimentadas, tipos de solos, declividade, cobertura e uso do solo e proximidade com os grandes centros consumidores no estado de Goiás, tendo como base o uso da geoestatística por *krigagem*. A Figura 2.8 mostra o diagrama das etapas de trabalho.

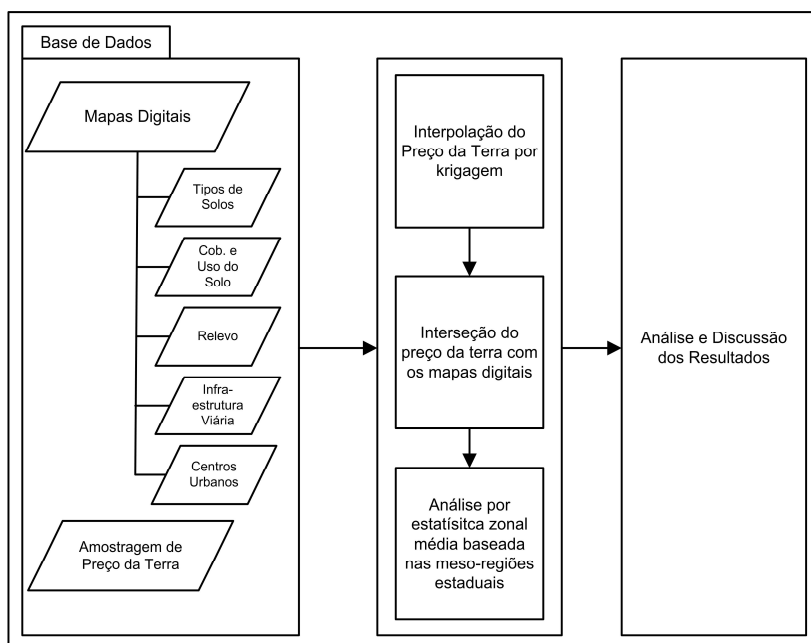
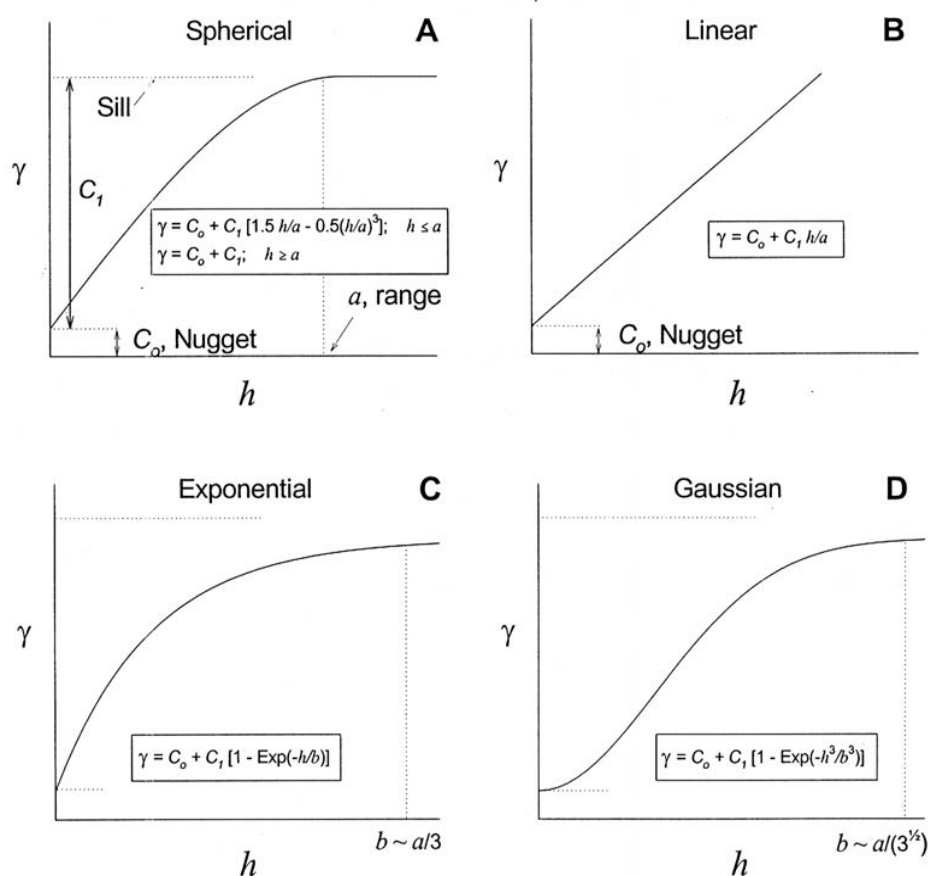


Figura 2.8 – Diagrama das etapas de trabalho.

De acordo com Camargo et al. (2004), uma superfície é estimada pela interpolação das amostras mais próximas, utilizando um estimador estatístico. Esses

estimadores apresentam propriedades de não serem tendenciosos e de procurar minimizar os erros inferenciais.

Segundo ainda Camargo et al. (2004), para a verificação da relação entre os dados amostrais, utiliza-se o conceito de variograma ou semi-variograma, em que se avalia a relação entre as amostras através de um gráfico de semi-variância. O variograma é baseado na variância entre pares de amostras e as distâncias separando tais amostras. Os gráficos mais utilizados são exponencial, esférico, gaussiano e linear, sendo o modelo exponencial o mais utilizado. A Figura 2.9 mostra os principais modelos de variograma e seus componentes. É chamado de efeito pepita (*nugget*) o ponto de início da curva de cada gráfico apresentado, onde esta toca o eixo  $\gamma$ , quando  $h=0$ . O patamar (*sill*) é o valor de  $\gamma$  máximo da curva, ou seja, o ponto onde não existe mais nenhuma correlação entre as variáveis, e o alcance (*range*) é a posição limite em que existe autocorrelação espacial das variáveis (BURROUGH e McDONNELL, 2011).

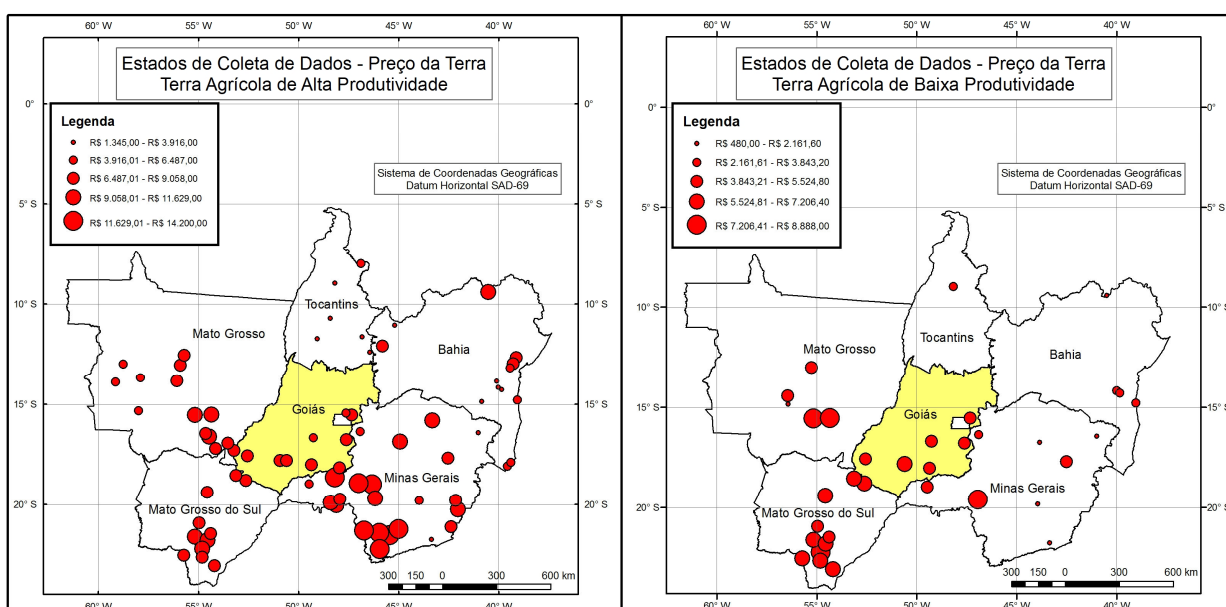


**Figura 2.9** – Modelos de Semi-Variogramas e seus componentes. Fonte: Adaptado de Burrough e McDonnell (2011).

O interpolador *krigagem* foi inicialmente desenvolvido pelo engenheiro sul africano Daniel G. Krige, com a finalidade de gerar análises estatísticas em mineração (YAMAMOTO, LANDIM, 2003).

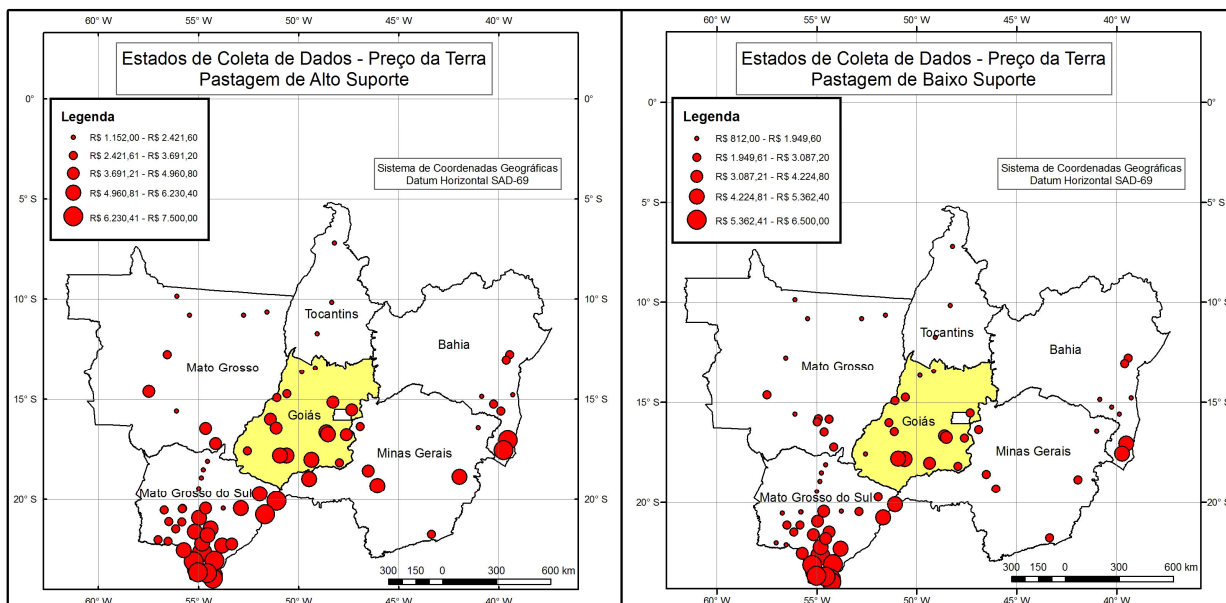
No processo de interpolação aplicando *krigagem*, utilizou-se a curva exponencial como modelo de variograma em função do comportamento das variâncias entre as amostras utilizadas neste processamento.

Considerando a amostragem realizada em função dos Preços de Terra Agrícola de Alta e Baixa Produtividade, a Figura 2.10 mostra a distribuição de municípios com tais valores conhecidos nos estados estudados.



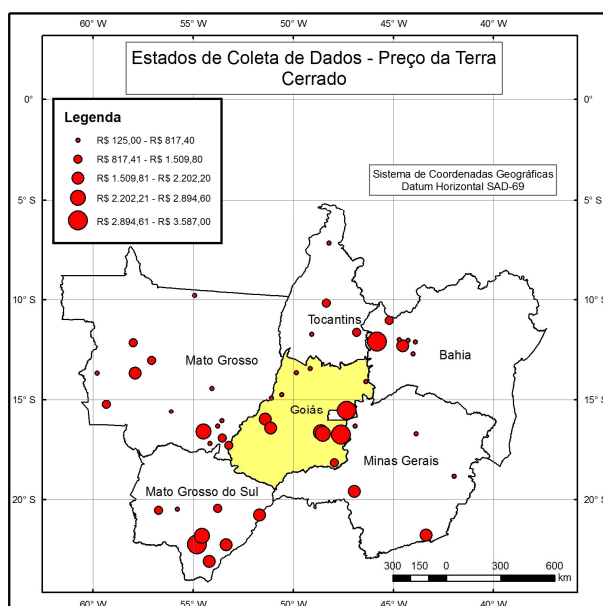
**Figura 2.10** – Amostragem de Preço de Terra Agrícola de Alta Produtividade (à esquerda) e Baixa Produtividade (à direita), nos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia. Fonte: IFNP (2009).

A Figura 2.11 mostra a distribuição de municípios com informação do Preço da Terra de Pastagem Formada de Alto e Baixo Suporte dentro dos estados de estudo deste trabalho, disponíveis em IFNP(2009). Nessa coleta de dados, é interessante observar que existe uma quantidade significativa de amostras de Preço da Terra para Pastagem Formada de Alto Suporte concentradas no estado de Mato Grosso do Sul, com valores acima de R\$ 3.600,00 por hectare. O estado de Mato Grosso do Sul tem o segundo maior rebanho bovino da região Centro-Oeste (17,5 milhões de cabeças bovinas), pendendo apenas para o estado de Mato Grosso (19,5 milhões de cabeças bovinas), de acordo com censo-agropecuário de 2006 (IBGE,2006).



**Figura 2.11** – Amostragem de Preço da Terra de Pastagem Formada de Alto Suporte (à esquerda) e Baixo Suporte (à direita), nos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia. Fonte: IFNP (2009).

A Figura 2.12 mostra a distribuição amostral do preço da terra em função da presença de mata nativa (Cerrado).



**Figura 2.12** – Amostragem de Preço da Terra para Cerrado, nos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia. Fonte: IFNP (2009).

A Tabela 2.3 mostra um resumo das amostras coletadas (preços da terra), considerando os valores máximos e mínimos disponíveis em IFNP(2009).

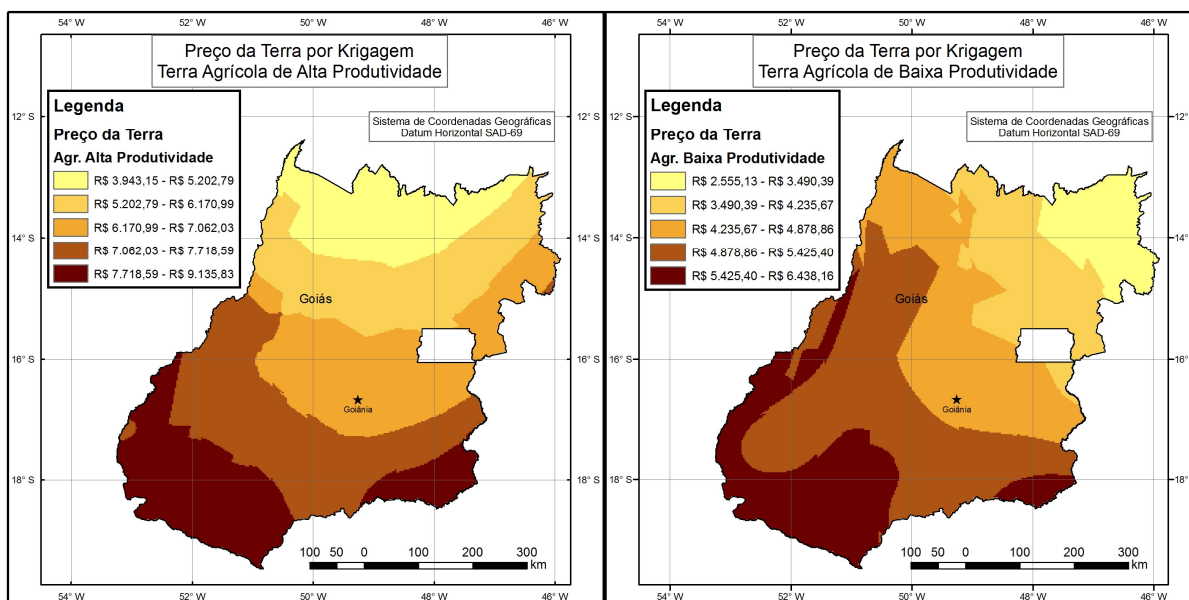
**Tabela 2.3** – Valores amostrais dos preços da terra mínimos e máximos para o ano de 2008.

Terra Agrícola	Alta Produtividade	Máximo: 14.200,00	Varginha (MG)
		Mínimo: 1.345,00	Jequitinhonha (MG)
	Baixa Produtividade	Máximo: 8.888,00	Araxá (MG)
		Mínimo: 480,00	Juazeiro (BA)
Pastagem	Alto Suporte	Máximo: 7.500,00	Dourados (MS)
		Mínimo: 1.152,00	Gurupí (TO)
	Baixo Suporte	Máximo: 6.500,00	Caarapó (MS)
		Mínimo: 812,00	Jequitinhonha (MG)
Cerrado		Máximo: 3.587,00	Luís Eduardo Magalhães (BA)
		Mínimo: 125,00	Montes Claros (MG)

Fonte: IFNP (2009).

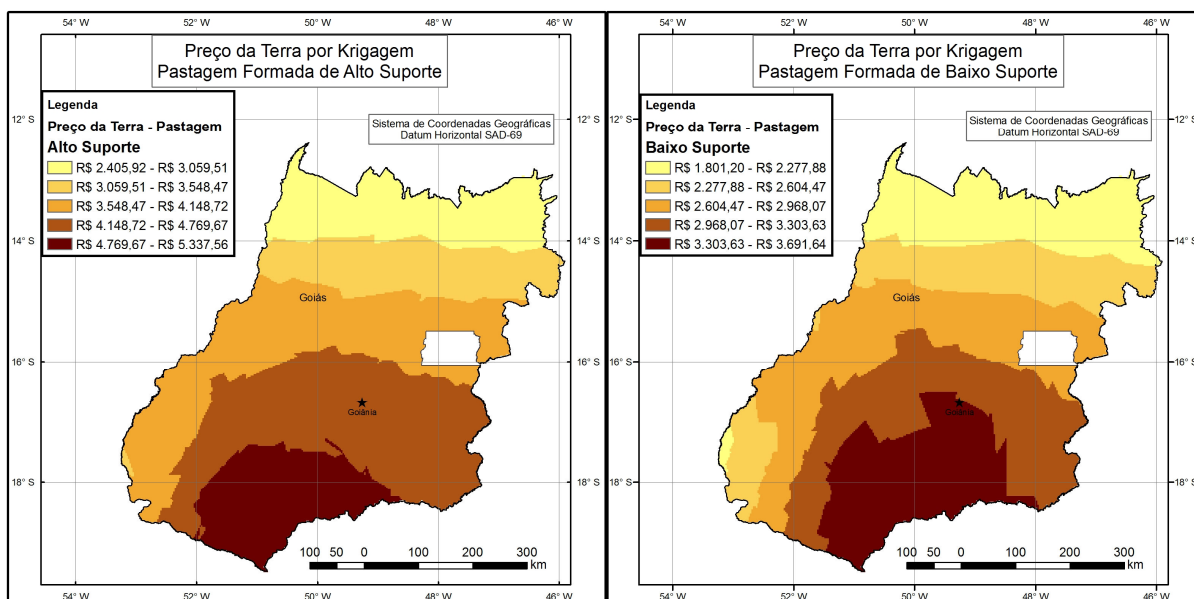
## 2.6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a definição dos valores de terras nas categorias já citadas, foram gerados os produtos de preços para os estados analisados, por interpolação das amostras; posteriormente, executou-se um recorte dos produtos para o estado de Goiás, alvo deste capítulo. A Figura 2.13 mostra os modelos temáticos de Preço da Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade.



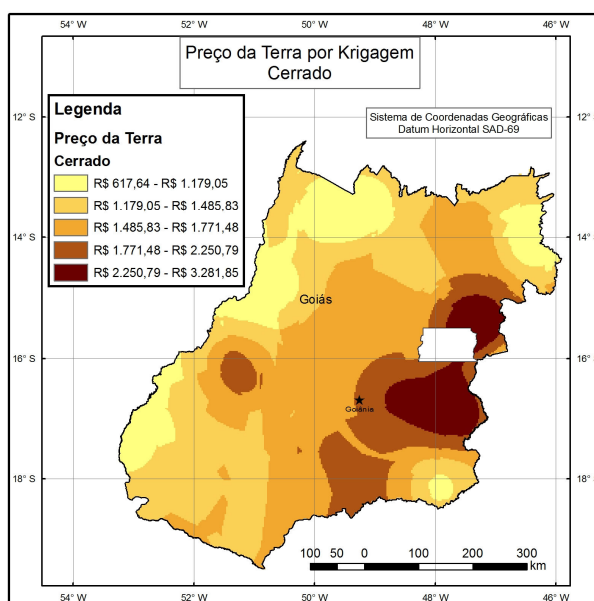
**Figura 2.13** – Interpolação por *krigagem* de Preço da Terra de Agricultura de Alta e Baixa Produtividade no estado de Goiás.

A mesma análise pôde ser definida para o preço da terra em áreas de Pastagem Formada por Alto e Baixo Suporte, como pode ser visto na Figura 2.14.



**Figura 2.14** – Interpolação por *krigagem* de Preço da Terra de Pastagem Formada de Alto e Baixo Suporte no estado de Goiás.

Do mesmo modo, após a interpolação por *krigagem*, é possível mostrar o produto relativo ao Preço da Terra para o Cerrado dentro do estado de Goiás, como mostrado na Figura 2.15.



**Figura 2.15** – Interpolação por *krigagem* do Preço da Terra de Cerrado no estado de Goiás.

Após a determinação dos produtos gerados através de interpolação, tais produtos foram avaliados em relação às seguintes variáveis: relevo (declividade e altimetria), tipos de solos, cobertura e uso do solo, infraestrutura (estradas pavimentadas) e os maiores centros urbanos (cidades com mais de 150.000 habitantes para o ano de 2008) dentro do estado de Goiás. Como citado, esta

análise foi baseada nas meso-regiões do estado de Goiás (Centro, Leste, Noroeste, Norte e Sul).

Inicialmente foram espacializadas as variáveis do estado em função das meso-regiões por um processo de intersecção com os polígonos das variáveis propostas.

Depois do processo de intersecção, os modelos gerados foram combinados com os tipos de preços da terra interpolados e realizou-se uma análise estatística zonal média por meso-região.

### 2.6.1 Relevo

Após a combinação de relevo com preço da terra para a agricultura, nas meso-regiões do estado de Goiás, foi possível observar que os valores variaram de R\$ 8.065,67 a R\$ 4.862,76 por hectare para Agricultura de Alta Produtividade. No caso de Agricultura de Baixa Produtividade, os valores variaram de R\$ 5.701,96 a R\$ 3.422,03 por hectare. A Figura 2.16 mostra a variação do Preço da Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade em função de cada meso-região estadual, combinada com os tipos de relevo predominantes no estado de Goiás.

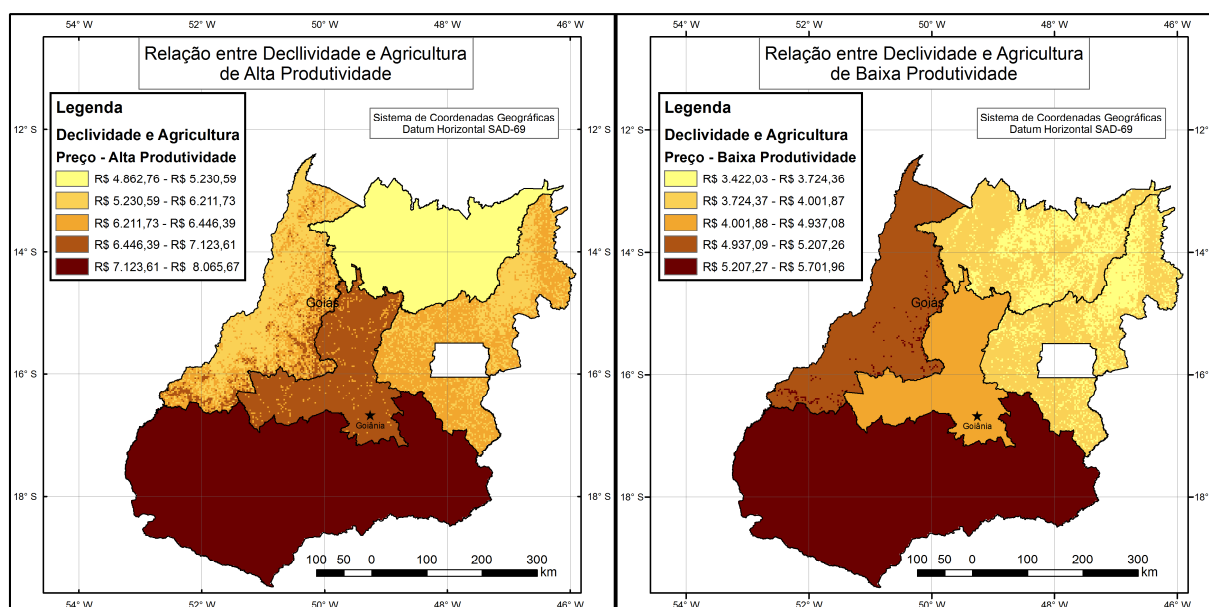


Figura 2.16 – Avaliação do Preço da Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade no estado de Goiás em relação ao relevo.

Os maiores valores de preço da terra estão concentrados na meso-região Sul para Agricultura de Alta Produtividade, com declividade média de 5,75% (terreno suave ondulado), e os menores valores estão concentrados na meso-região Norte, com declividade média de 9,52% (terreno ondulado). Os maiores valores de Preço

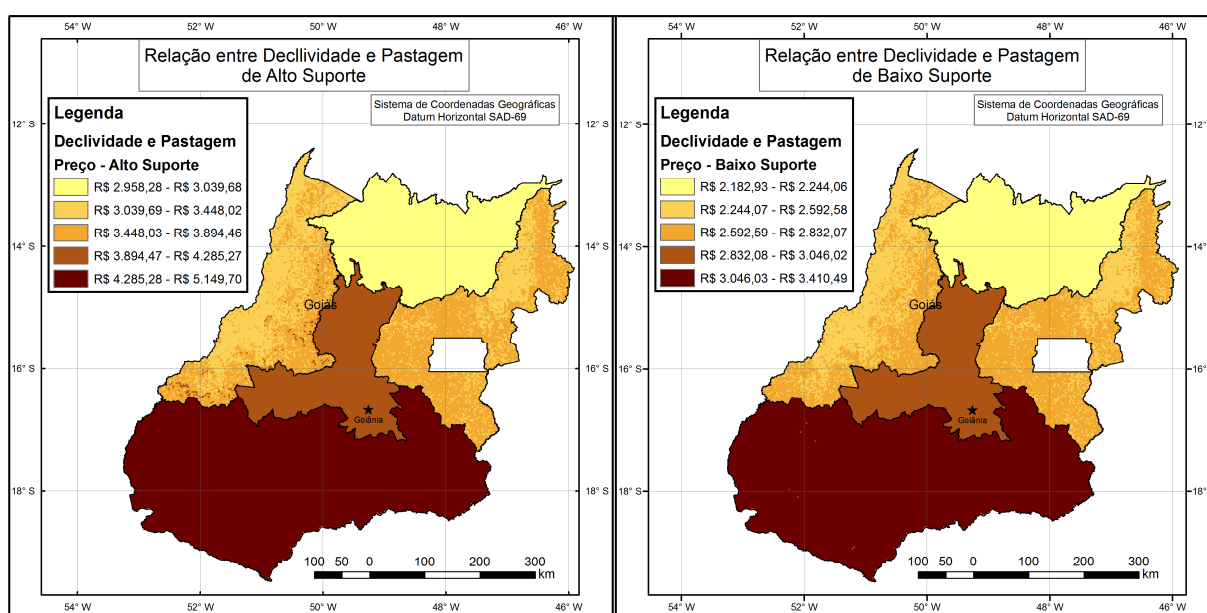
da Terra para Agricultura de Baixa Produtividade estão concentrados nas mesoregiões Sul e Noroeste, considerando que ambas apresentam terreno suave ondulado.

Os menores valores para agricultura de alta produtividade estão concentrados na meso-região Norte e os menores valores para agricultura de baixa produtividade estão concentrados nas meso-regiões Norte e Leste.

Os maiores valores de preço da terra estão concentrados em regiões onde o relevo é de plano ou suave ondulado. Por outro lado, os menores preços para agricultura estão associados a terrenos mais acidentados.

Apesar de a meso-região Noroeste apresentar relevo suave ondulado, os preços da terra para agricultura não apresentam os maiores valores, pois outros fatores podem contribuir para uma maior desvalorização da terra para produção agrícola, como por exemplo, a questão do alagamento dos afluentes do Rio Araguaia durante a estação de chuva sazonal.

Com relação à combinação de relevo com preço da terra para a pastagem, nas meso-regiões do estado de Goiás, é possível observar que os valores variaram de R\$ 5.149,70 a R\$ 2.958,28 por hectare para Pastagem de Alto Suporte. No caso de Pastagem de Baixo Suporte, os valores variaram de R\$ 3.410,49 a R\$ 2.182,93 por hectare. A Figura 2.17 mostra a variação do Preço da Terra de Agricultura de Alta e Baixa Produtividade, em função de cada meso-região estadual, combinada com os tipos de relevos.



**Figura 2.17** – Avaliação do Preço da Terra para Pastagem de Alto e Baixo Suporte no estado de Goiás em relação ao relevo.

Os maiores valores de preço da terra estão concentrados na meso-região Sul, para pastagem de alto e baixo suporte, com relevo classificado de plano a ondulado e os menores valores estão concentrados nas meso-regiões Norte, com relevo classificado de plano a forte ondulado.

Do mesmo modo como ocorreu com a variação de Preços de Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade, os Preços de Pastagem de Alto e Baixo Suporte variaram de acordo com o tipo de declividade em cada meso-região de Goiás, ou seja, ao Sul, onde se tem uma declividade média de 5,75% (terreno suave ondulado) têm-se os melhores valores e ao Norte, onde se tem uma declividade média de 9,62% (terreno ondulado) têm-se os menores valores. As cores homogêneas na Figura 2.17 ao Sul e ao Norte mostram que, para cada meso-região, os preços de pastagem não sofrem variações significativas em relação às variações dos tipos de declividades, dentro dos intervalos de preço propostos pela Figura.

Com relação à combinação de relevo com Preço da Terra para o Cerrado, nas meso-regiões do estado de Goiás, é possível observar que os valores variaram de R\$ 2.408,85 a R\$ 1.199,98 por hectare.

A Figura 2.18 mostra a variação do Preço da Terra de Cerrado, em função de cada meso-região estadual, combinada com os tipos de relevos.

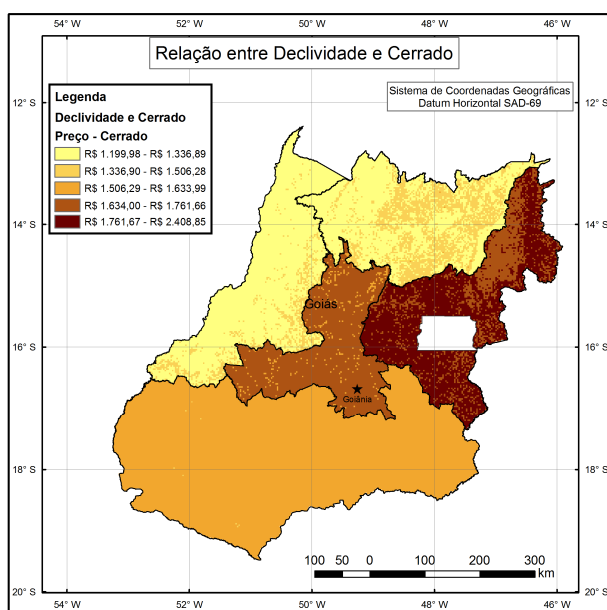


Figura 2.18 – Avaliação do Preço da Terra para Cerrado no estado de Goiás em relação ao relevo.

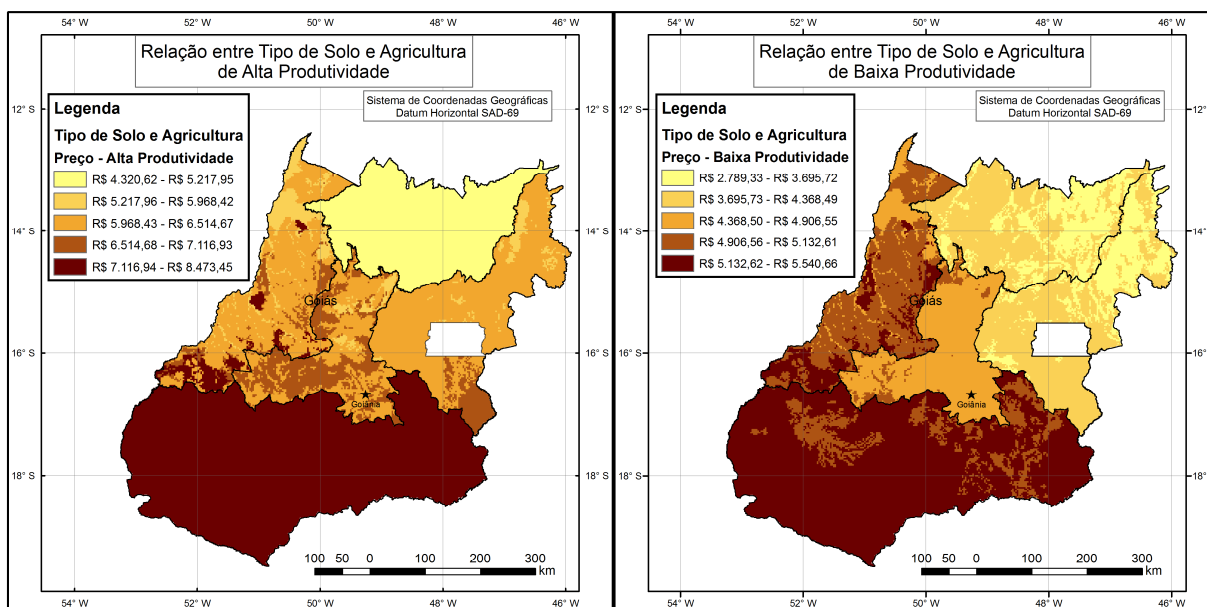
Os maiores valores de Preço da Terra de Cerrado estão concentrados na meso-região Leste com declividade média de 7,50%, e os menores valores de preço

da terra para Cerrado estão concentrados na meso-região Noroeste de Goiás com declividade média de 4,17%. Isto mostra que, para a análise de preço da terra para Cerrado, as declividades do relevo não estão interferindo significativamente nesses preços, e sim a presença de remanescente de mata nativa nessas meso-regiões. Na meso-região Leste é possível encontrar áreas onde a declividade é considerada montanhosa, o que poderia interferir negativamente na determinação do preço de Cerrado nessa meso-região, mas não é o que ocorre.

A declividade média para a meso-região Sul não é significativa na variação do preço da terra para Cerrado e, por isso, a Figura 2.18 mostra uma cor homogênea para essa meso-região estadual.

### 2.6.2 Tipos de Solos

Com relação à análise realizada a partir da combinação dos tipos de solos com preço da terra para a agricultura, nas meso-regiões do estado de Goiás, os valores variaram de R\$ 8.473,45 a R\$ 4.320,62 por hectare para Agricultura de Alta Produtividade. No caso de Agricultura de Baixa Produtividade, os valores variaram de R\$ 5.540,66 a R\$ 2.789,33 por hectare. A Figura 2.19 mostra a variação do Preço da Terra de Agricultura de Alta e Baixa Produtividade em função de cada meso-região estadual, combinada com os tipos de solos no estado de Goiás.



**Figura 2.19** – Avaliação do Preço da Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade no estado de Goiás em relação ao tipo de solo.

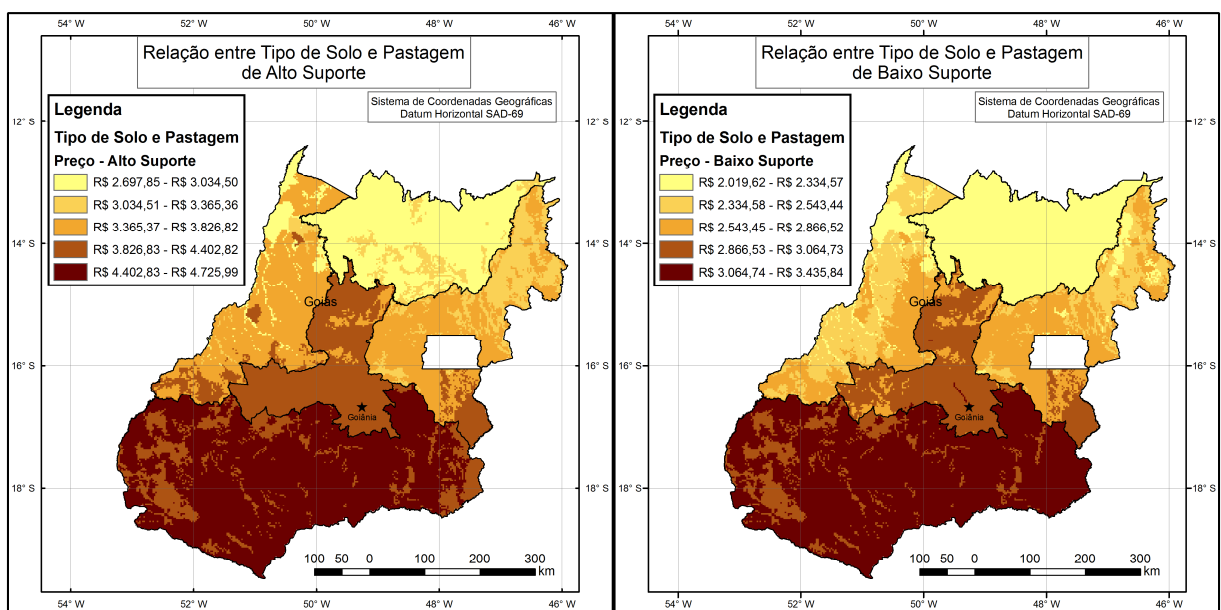
Os maiores valores de preço da terra estão concentrados na meso-região Sul, para Agricultura de Alta ou Baixa Produtividade, com predominância de Latossolos,

Argissolos e Cambissolos. Os menores valores estão concentrados nas meso-regiões Norte e Leste de Goiás, com predominância Latossolos, Neossolos e Argissolos.

Os maiores preços de terra para agricultura estão correlacionados a Latossolos, mais comuns na meso-região Sul do estado. É sabido que os tipos de solos classificados como Latossolos são passíveis de serem corrigidos quimicamente para promoverem um aumento da produtividade agrícola. Por outro lado, a existência de Cambissolos ao Sul faz com que as áreas sejam desvalorizadas, como ocorre para os preços de terra para agricultura de baixa produtividade na meso-região Sul.

Na meso-região Norte existe uma variedade de tipos de solos considerados de menor aptidão para produção agrícola, como é o caso dos Neossolos e Argissolos, associado ao fato de que essa meso-região apresenta os maiores níveis de declividade do relevo.

Com relação à combinação dos tipos de solos com preço da terra para pastagem nas meso-regiões do estado de Goiás, é possível observar que os valores variaram de R\$ 4.725,99 a R\$ 2.697,85 por hectare para Pastagem de Alto Suporte. Para o caso de Pastagem de Baixo Suporte, os valores variaram de R\$ 3.435,84 a R\$ 2.019,62 por hectare. A Figura 2.20 mostra a variação do Preço da Terra de Pastagem de Alto e Baixo Suporte, em função de cada meso-região estadual, combinada com os tipos de solo.

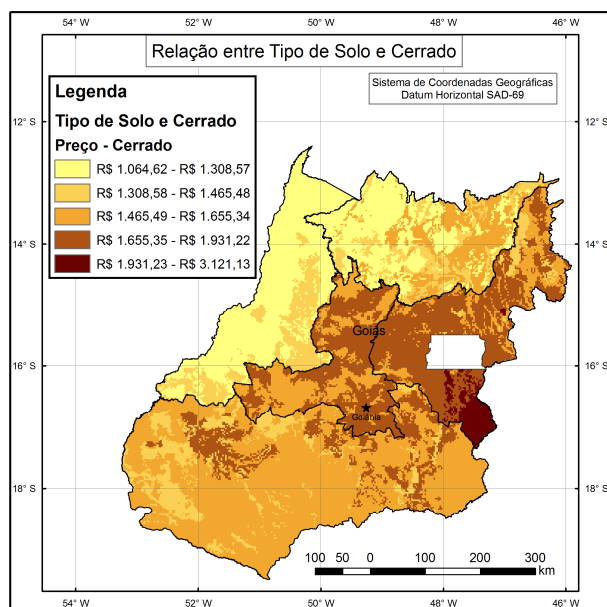


**Figura 2.20** – Avaliação do Preço da Terra para Pastagem de Alto e Baixo Suporte no estado de Goiás em relação ao tipo de solo.

Os maiores valores de preço da terra estão concentrados nas meso-regiões Sul e Centro, para pastagem de alto e baixo suporte, com predominância de Latossolos, Argissolos e Cambissolos. Os menores valores de preço estão concentrados na meso-região Norte de Goiás, com predominância de Neossolos, Latossolos e Argissolos.

Para a meso-região Sul, áreas que apresentam solos do tipo Neossolos e Gleissolos (menos indicados para o uso na agricultura e pecuária), os preços da terra para pastagens de alto e baixo suporte são menores. Por outro lado, para as meso-regiões Norte e Noroeste, as áreas que apresentam solos do tipo Latossolos, os Preços da Terra para Pastagem de Alto Suporte são valorizados. Para a meso-região Norte, considerando os Preços da Terra para Pastagem de Baixo Suporte, a variação do tipo de solo não altera significativamente o valor da terra.

Com relação à combinação dos tipos de solo com Preço da Terra para Cerrado, nas meso-regiões do estado de Goiás é possível observar que os valores variaram de R\$ 3.121,13 a R\$ 1.064,62 por hectare. A Figura 2.21 mostra a variação do Preço da Terra de Cerrado em função de cada meso-região estadual, combinada com os tipos de solo.



**Figura 2.21** – Avaliação do Preço da Terra para Cerrado no estado de Goiás em relação ao tipo de solo.

Os maiores valores de Preço da Terra para Cerrado estão concentrados na meso-região Leste, com predominância de Cambissolos, Latossolos e Neossolos. Os menores valores de preço estão concentrados na meso-região Noroeste de Goiás, com predominância de Latossolos, Cambissolos e Plintossolos.

Apesar da ocorrência de Latossolos nas meso-regiões Sul e Noroeste, os valores de terra para matas nativas (cerrado) nessas meso-regiões são menos valorizadas, provavelmente porque a presença de mata nativa é menor em função do desmatamento ocorrido ao longo dos anos.

Por outro lado, onde ocorre uma presença maior de mata nativa, como na meso-região Leste, o preço da terra tem maior valorização, apesar de apresentar tipos de solos com menor aproveitamento para utilização na agricultura e pecuária, como é o caso dos Neossolos, com presença aproximada de 21% nessa meso-região.

Para o Centro Goiano, onde o solo mais encontrado é Latossolo, o preço da terra relacionado a matas nativas são valorizadas, apesar de existir somente 15% de mata nativa e 82% de área convertida em pastagens ou agricultura. Isto pode mostrar uma tendência de conversão das áreas de matas nativas em lavouras ou pastagens.

### 2.6.3 Cobertura e Uso do Solo

Com relação à análise realizada a partir da combinação da cobertura e uso do solo com o preço da terra para a agricultura, nas meso-regiões do estado de Goiás, é possível observar que os valores variaram de R\$ 7.950,80 a R\$ 4.621,54 por hectare para Agricultura de Alta Produtividade. Para Agricultura de Baixa Produtividade, os valores variaram de R\$ 5.427,96 a R\$ 3.061,15 por hectare, com mostra a Figura 2.22.

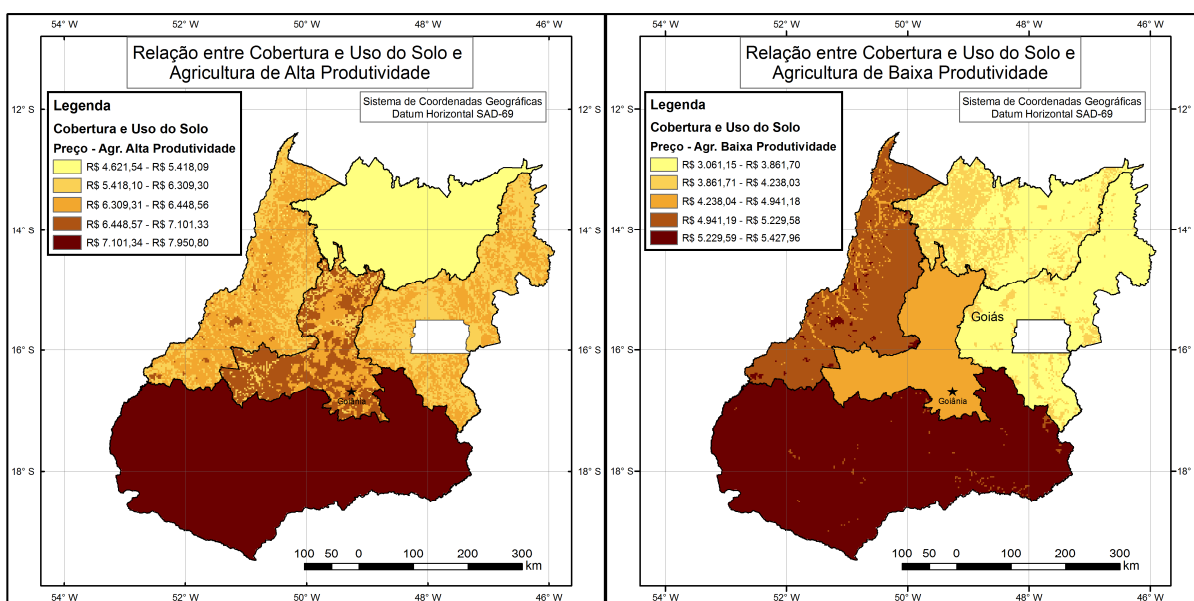


Figura 2.22 – Avaliação do Preço da Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade no estado Goiás em relação à cobertura e uso do solo.

Os maiores valores de preço da terra estão concentrados na meso-região Sul, tanto para a Agricultura de Alta quanto de Baixa Produtividade, com predominância de cobertura e uso do solo para agricultura e pastagem, assim como na meso-região Noroeste, com predominância de cobertura e uso do solo para pastagem. Os menores valores estão concentrados nas meso-regiões Norte e Leste, com predominância de cobertura e uso do solo para pastagem e área remanescente de cerrado.

Para a meso-região Sul, a apresentação de cores homogêneas na Figura 2.22 mostra que o preço da terra para agricultura não sofre alteração de preço em relação à variação da cobertura e uso do solo existente, provavelmente porque esta é a meso-região que mais contém grandes áreas convertidas em lavouras no estado.

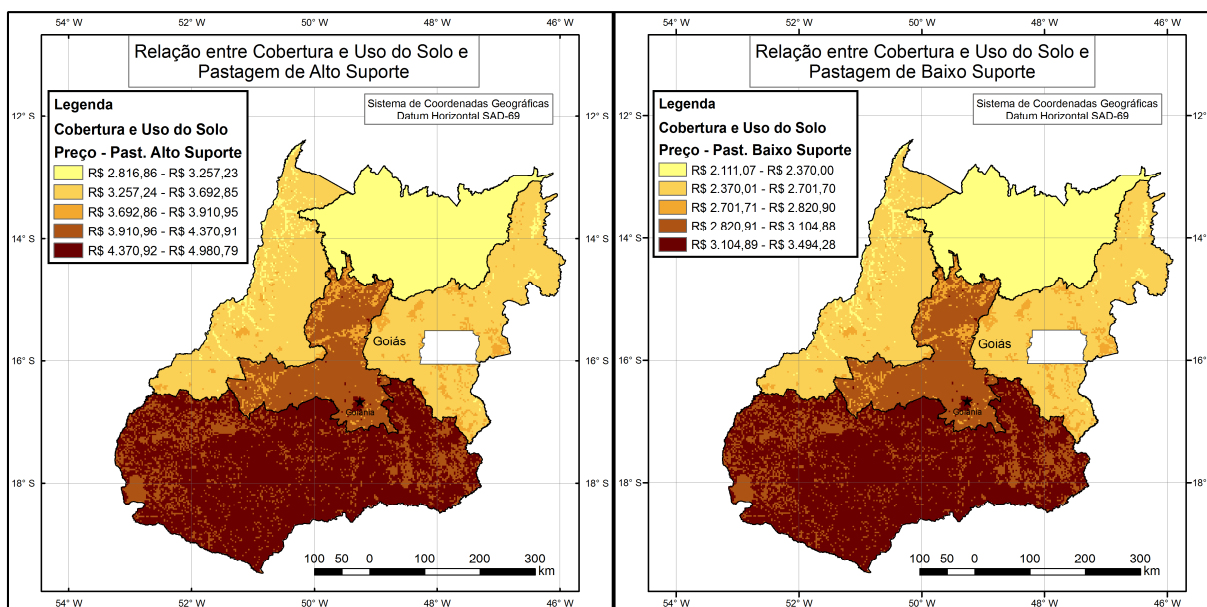
Para a meso-região Centro Goiano, a variação nos valores do Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade representa os locais onde ocorre o uso de agricultura (menores valores) e onde ocorre o uso de pastagem (maiores valores), de acordo com dados de 2002. Isso pode mostrar uma tendência de conversão das áreas de pastagem em agricultura.

A variação de Preço da Terra para Agricultura de Baixa Produtividade nas meso-regiões Norte e Leste estão correlacionadas às áreas com presença de mata nativa e aqueles locais onde a mata está sendo convertida em pastagem ou lavouras, com preços mais elevados. Neste caso, os menores valores estão diretamente relacionados aos locais onde existem matas nativas ou remanescentes de cerrado.

Ao longo da bacia do Rio Araguaia, na meso-região Noroeste, os preços da terra próximos aos afluentes do rio apresentam valores inferiores, pois existe ainda a presença de florestas, matas secundárias, de galeria ou ciliares, que em 2002 ainda não haviam sido convertidas em pastagens ou lavouras. Além disso, durante os períodos de chuvas em Goiás, as inundações de grandes áreas das propriedades rurais ao longo do Rio Araguaia e seus afluentes contribuem para reduzir o valor do preço da terra nessa meso-região.

Com relação à análise realizada a partir da combinação da cobertura e uso do solo com Preço da Terra para Pastagem, nas meso-regiões do estado de Goiás, é possível observar que os valores variaram de R\$ 4.980,79 a R\$ 2.816,86 por

hectare para Pastagem de Alto Suporte. No caso de Pastagem de Baixa Produtividade, os valores variaram de R\$ 3.494,28 a R\$ 2.111,07 por hectare. A Figura 2.23 mostra a variação do Preço da Terra de Pastagem de Alto Suporte e Baixo Suporte em função de cada meso-região estadual correlacionada com a cobertura e uso do solo no estado de Goiás.



**Figura 2.23** – Avaliação do Preço da Terra para Pastagem de Alto e Baixo Suporte no estado de Goiás em relação à cobertura e uso do solo.

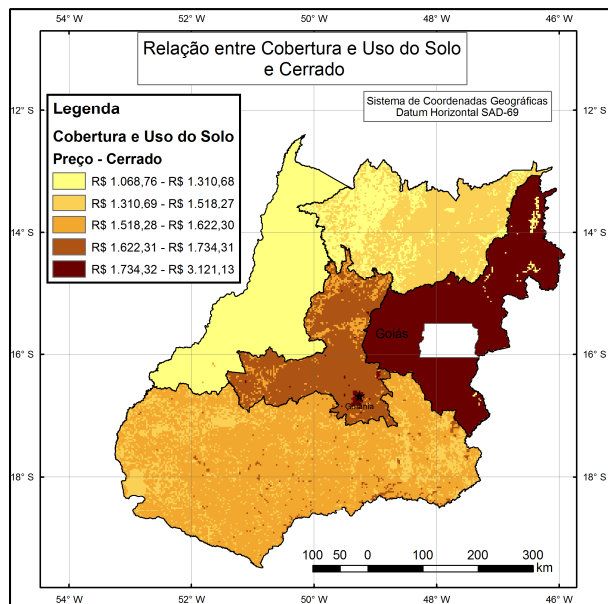
Os maiores valores de preço da terra estão concentrados nas meso-regiões Sul e Centro, para Pastagem de Alto e Baixo Suporte, com predominância de cobertura e uso do solo para agricultura e pastagem. Os menores valores estão concentrados na meso-região Norte, com predominância de cobertura e uso do solo para pastagem e área remanescente de cerrado.

As áreas no estado que apresentam menores preços para pastagem são representadas por locais onde, em 2002, apresentavam mata nativa ou remanescente de cerrado. Esta situação pode ser vista na Figura 2.23 nas meso-regiões Sul e Centro de Goiás.

Para a meso-região Norte, não houve variação significativa no preço para pastagem, como mostra a Figura 2.23, que apresenta uma cor homogênea nessa meso-região. Na mesma meso-região ainda ocorre uma concentração significativa de mata nativa, que em 2002 representava 62% área total.

Com relação à análise realizada a partir da combinação da cobertura e uso do solo com Preço da Terra para Cerrado, nas meso-regiões do estado de Goiás, é possível observar que os valores variaram de R\$ 3.121,13 a R\$ 1.068,76 por

hectare. A Figura 2.24 mostra a variação do Preço da Terra de Cerrado, em função de cada meso-região estadual combinada com a cobertura e uso do solo no estado de Goiás.



**Figura 2.24** – Avaliação do Preço da Terra para Cerrado no estado de Goiás em relação à cobertura e uso do solo.

Os maiores valores de Preço da Terra para Cerrado estão concentrados na meso-região Leste, com predominância de cobertura e uso do solo para pastagem e área remanescente de cerrado. Os menores valores estão concentrados na meso-região Noroeste, com predominância de cobertura e uso do solo para pastagem.

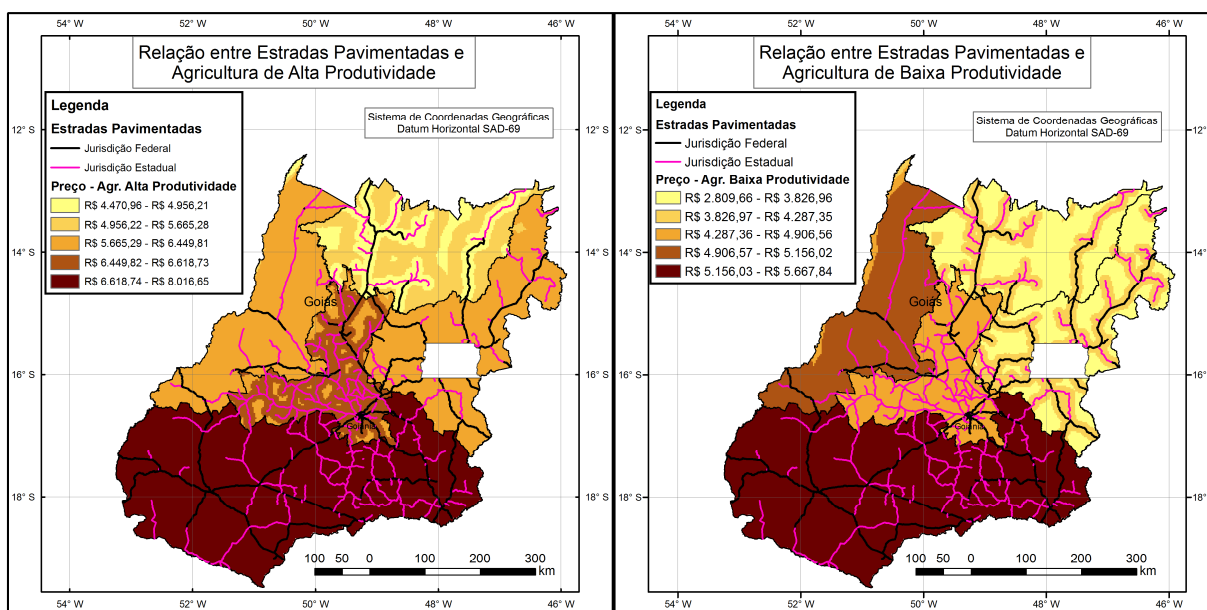
Para a meso-região Leste, os menores valores para o preço da terra para Cerrado podem ser atribuídos ao fato de serem áreas de floresta com declividade acentuada, e com isto, esses locais têm menor pressão antrópica no sentido de conversão para lavoura ou pastagens.

Para a meso-região Noroeste, os menores valores estão associados ao fato de que somente 27% das áreas apresentam remanescente de mata nativa e 63% foram convertidos em pastagem, até o ano de 2002. Essas áreas convertidas em pastagem se encontram sobre os melhores solos da meso-região Noroeste (Latossolos) e declividade plana ou suave ondulada, e por outro lado, as áreas de mata nativa estão sobre solos com menor aptidão agrícola (Cambissolos e Neossolos) e em terrenos com declividade ondulada ou forte ondulada.

## 2.6.4 Infraestrutura (Estradas Pavimentadas)

A análise realizada para as estradas pavimentadas foi definida a partir de intervalos ou *buffers* de 50 em 50 km em torno das estradas pavimentadas no estado de Goiás, combinadas com as meso-regiões estaduais.

Com relação à análise realizada a partir da combinação das estradas pavimentadas no estado com o preço da terra para a agricultura nas meso-regiões do estado de Goiás, é possível observar que os valores variaram de R\$ 8.016,65 a R\$ 4.470,96 por hectare para Agricultura de Alta Produtividade. No caso de Agricultura de Baixa Produtividade, os valores variaram de R\$ 5.667,84 a R\$ 2.809,66 por hectare. A Figura 2.25 mostra a variação do Preço da Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade em função de cada meso-região estadual, combinada com as estradas pavimentadas no estado de Goiás.



**Figura 2.25** – Avaliação do Preço da Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade no estado Goiás em relação às estradas pavimentadas.

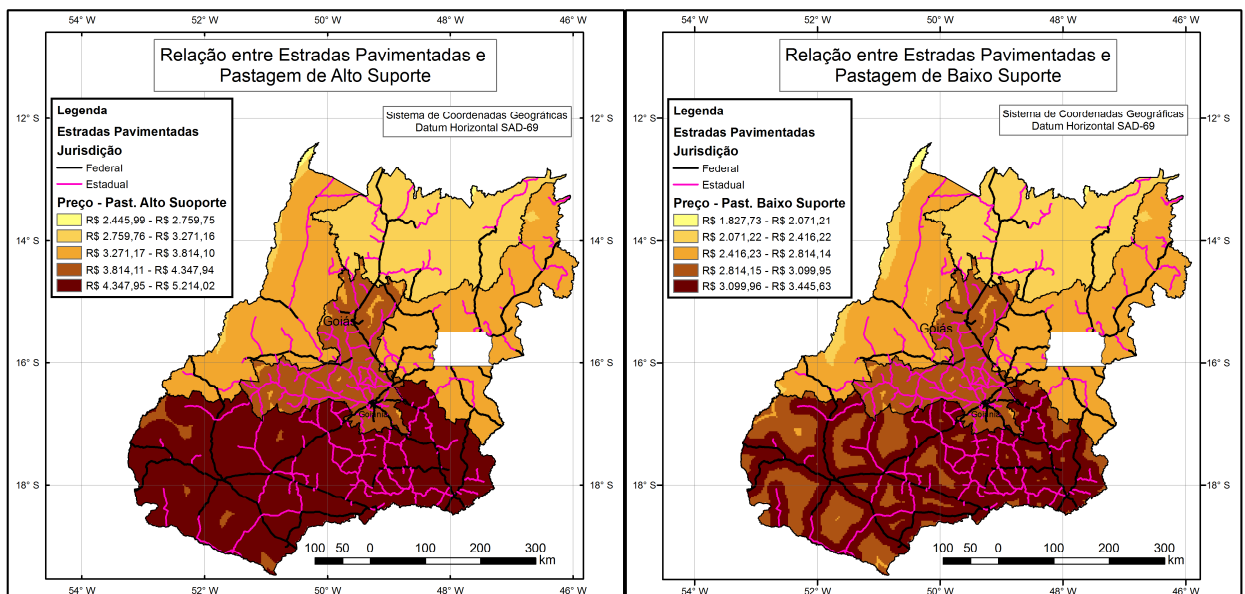
Os maiores valores de preço da terra estão concentrados nas meso-regiões Sul e Centro para Agricultura de Alta Produtividade e ao Sul e Noroeste para Agricultura Baixa Produtividade, com predominância de estradas pavimentadas federais, que ligam Goiás a outros estados da federação ou ao Distrito Federal, como por exemplo, a BR 060 e a BR 153. Os menores valores estão concentrados nas meso-regiões Norte e Leste, com uma rede viária menor, sendo atendida principalmente por estradas federais, não havendo ligação com estradas pavimentadas secundárias.

Para a meso-região Centro, na análise de Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade, a valorização do preço está diretamente ligada à quantidade e a proximidades das estradas em relação às terras agrícolas nessa meso-região, oferecendo mais opções de transporte.

Por outro lado, para a meso-região Norte, ocorre uma desvalorização das terras para Agricultura de Alta Produtividade mais acentuada nas proximidades das BR 153 e BR 010. Isto pode ser atribuído ao fato de que essas estradas estão localizadas em trechos com maior variação de declividade (BR 010) e por apresentarem pista simples, tornando o tráfego de veículos pesados mais intenso e aumentando o custo no transporte da produção agrícola e de animais.

A quantidade de estradas disponíveis na meso-região Sul tendem a valorizar as terras agrícolas e de pastagens para essa meso-região, facilitando a capacidade de escoamento da produção agropecuária.

Para a análise realizada a partir da combinação das estradas pavimentadas no estado com o Preço da Terra para Pastagem, nas meso-regiões do estado de Goiás, os valores variaram de R\$ 5.214,02 a R\$ 2.445,99 por hectare para Pastagem de Alto Suporte. No caso de Pastagem de Baixa Produtividade, os valores variaram de R\$ 3.445,63 a R\$ 1.827,73 por hectare. A Figura 2.26 mostra a variação do Preço da Terra de Pastagem de Alto Suporte e Baixo Suporte em função de cada meso-região estadual, combinada com as estradas pavimentadas do estado.



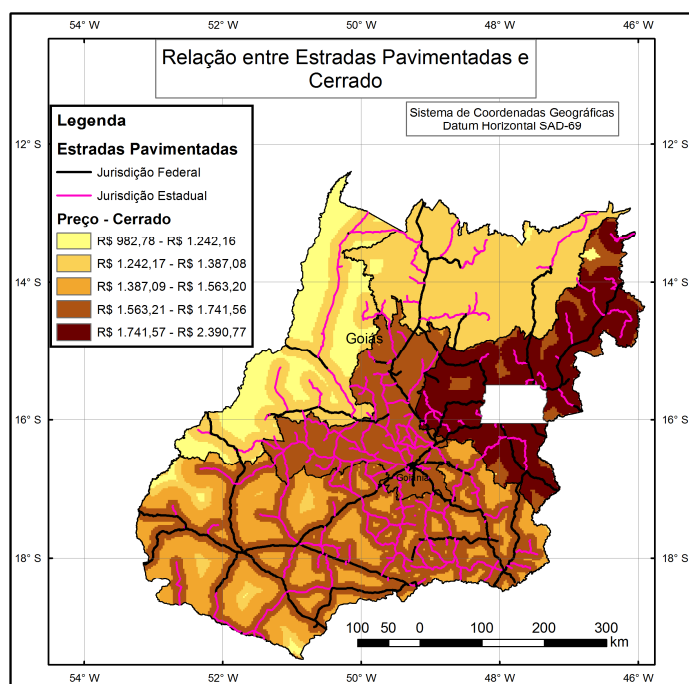
**Figura 2.26 – Avaliação do Preço da Terra para Pastagem de Alto e Baixo Suporte no estado de Goiás em relação às estradas pavimentadas.**

Os maiores valores de preço da terra estão concentrados nas meso-regiões Sul e Centro, para Pastagem de Alto e Baixo Suporte, com predominância de estradas pavimentadas. Os menores valores estão concentrados na meso-região Norte, com uma rede viária menor e sem ligação entre as estradas pavimentadas.

A malha de estradas disponíveis na meso-região Centro Goiano promove uma valorização do Preço da Terra para Pastagem de Alto e Baixo Suporte.

No que diz respeito à disponibilidade de estradas federais e estaduais para dar apoio à produção pecuária, é primordial para a meso-região Sul que quanto mais próximo a área estiver dessas estradas, mais valorizada ela pode ser. Proporcionalmente, a menor disponibilidade de estradas encontradas na meso-região Norte ocasionam preços da terra para pastagem menos valorizados.

Para a análise realizada a partir da combinação das estradas pavimentadas no estado com o preço da terra para o Cerrado, nas meso-regiões do estado de Goiás, é possível observar que os valores variaram de R\$ 2.390,77 (especificamente no Distrito Federal) a R\$ 982,78 por hectare para Cerrado (mata nativa).



**Figura 2.27** – Avaliação do Preço da Terra para Cerrado no estado de Goiás em relação às estradas pavimentadas.

A Figura 2.27 mostra a variação do Preço da Terra para Cerrado em função de cada meso-região estadual combinada com as estradas pavimentadas no estado de Goiás.

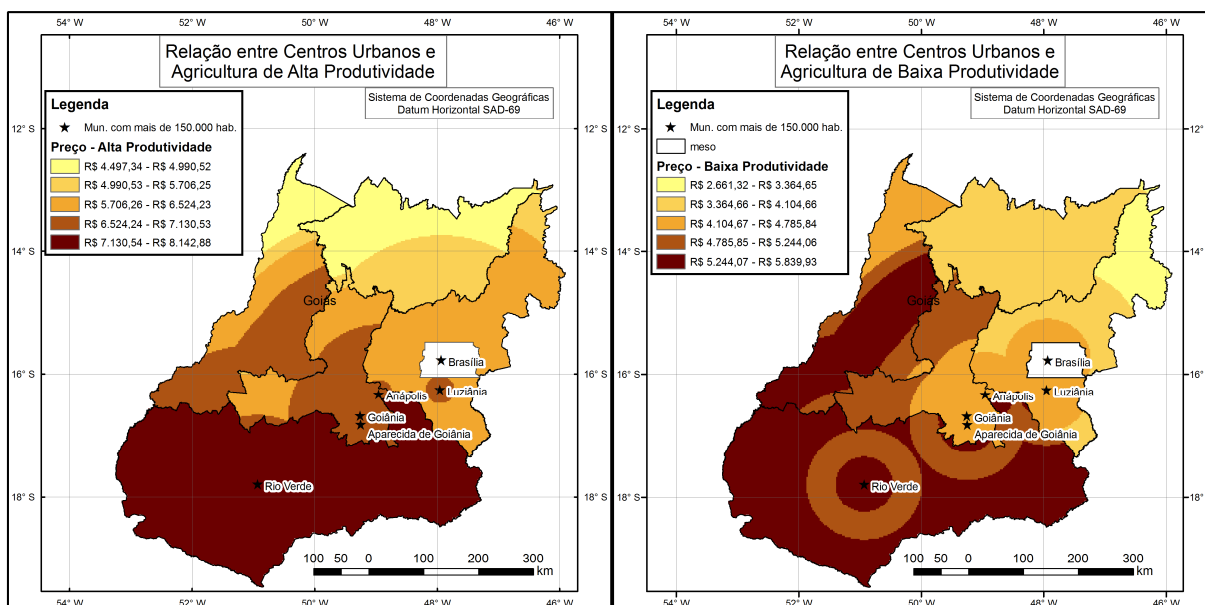
Os maiores valores de preço da terra para remanescentes de cerrado correlacionados com estradas pavimentadas estão concentrados na meso-região Leste do estado, enquanto que os menores valores estão concentrados na meso-região Noroeste de Goiás. Dados disponibilizados pelo governo estadual atualizados entre 2002 e 2003 a partir de imagens de satélite Landsat 7, mostram que existem três estradas federais localizadas na meso-região Noroeste, sendo que somente uma delas contínua para o território goiano (BR 158). Sendo assim, ocorre uma dificuldade de ligação desta parte do estado com as demais meso-regiões ou outros estados vizinhos à Goiás, acarretando os menores valores da terra para Cerrado.

Os melhores valores para cerrado combinados com rodovias estão concentrados na meso-região Leste, com uma malha viária densa. Contudo, os maiores remanescentes de matas nativas (cerrado), em 2002, estão concentrados na meso-região Norte que apresenta poucas estradas de acesso.

#### **2.6.5 Maiores Centros Urbanos (cidades com mais de 150.000 habitantes em Goiás)**

A análise realizada para os centros urbanos com maior número de habitantes em Goiás foi definida a partir de intervalos ou *buffers* de 50 km, combinada com as meso-regiões estaduais.

Na análise realizada a partir da combinação dos maiores centros urbanos no estado, de acordo com estimativa definida pelo IBGE em 2008 (Goiânia, Aparecida de Goiânia, Anápolis, Rio Verde, Luziânia e Brasília), com o preço da terra para a agricultura nas meso-regiões do estado de Goiás, é possível observar que os valores variaram de R\$ 8.142,88 a R\$ 4.497,34 por hectare para Agricultura de Alta Produtividade. No caso de Agricultura de Baixa Produtividade, os valores variaram de R\$ 5.839,93 a R\$ 2.661,32 por hectare. A Figura 2.28 mostra a variação do Preço da Terra de Agricultura de Alta e Baixa Produtividade em função de cada meso-região estadual, combinada com os maiores centros urbanos do estado de Goiás e Distrito Federal (Brasília).



**Figura 2.28** – Avaliação do Preço da Terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade no estado de Goiás em relação aos maiores centros urbanos.

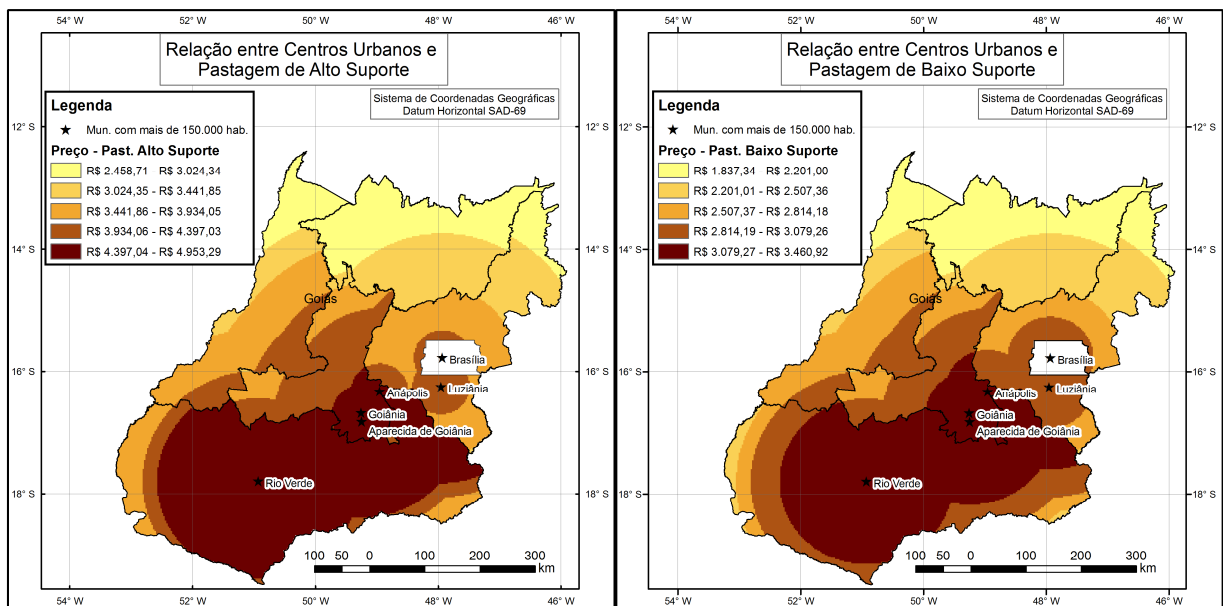
Os maiores valores de preço da terra estão concentrados na meso-região Sul, Centro e Noroeste, para Agricultura de Alta ou Baixa Produtividade, onde existe uma maior proximidade com os grandes centros urbanos de Goiás. Os menores valores estão concentrados nas meso-regiões Leste e Norte. Na meso-região Norte não há nenhum município com mais de 150.000 habitantes.

Para a Agricultura de Alta Produtividade, a presença de um município com mais de 150.000 habitantes não alterou significativamente a variação de preços para essa meso-região Sul, ao contrário do que ocorre para a Agricultura de Baixa Produtividade, onde a presença desse grande centro urbano foi significativa nas proximidades do município de Rio Verde.

Na meso-região Leste, há um quantitativo significativo de habitantes, mas isso não contribuiu para a valorização do preço da terra para agricultura, mostrando que nesta micro-região o solo é pouco utilizado para produção agrícola ou pecuária, ocorrendo ainda uma grande presença remanescente de cerrado.

Para os menores valores da terra avaliados para agricultura, de um modo geral, são sensíveis à presença de centros urbanos nas proximidades e a desvalorização se estende ao longo das maiores distâncias em relação a esses grandes centros. Isto pode sugerir a necessidade da presença antrópica para promover a valorização das terras, seja para o consumo dos produtos gerados ou até mesmo para a manutenção e aprimoramento da produção agropecuária nos locais mais isolados do estado de Goiás.

Na análise realizada a partir da combinação dos maiores centros urbanos no estado com o preço da terra para pastagem nas meso-regiões do estado de Goiás, é possível observar que os valores variaram de R\$ 4.953,29 a R\$ 2.458,71 por hectare para Pastagem de Alto Suporte. No caso de Pastagem de Baixo Suporte, os valores variaram de R\$ 3.460,92 a R\$ 1.837,34 por hectare. A Figura 2.29 mostra a variação do Preço da Terra de Pastagem de Alto e Baixo Suporte em função de cada meso-região estadual, correlacionada com os maiores centros urbanos no estado de Goiás.



**Figura 2.29** – Avaliação do Preço Terra para Pastagem de Alto e Baixo Suporte no estado de Goiás em relação aos maiores centros urbanos.

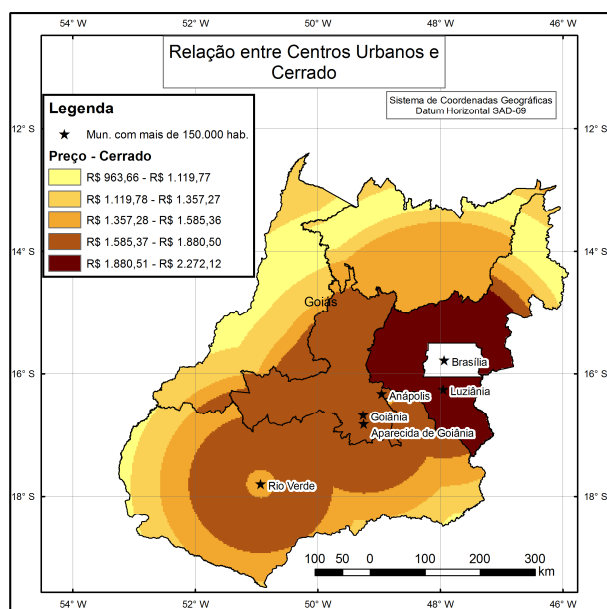
Os maiores valores de preço da terra estão concentrados em torno dos maiores centros urbanos de Goiás principalmente nas meso-regiões Sul e Centro para Pastagem de Alto e Baixo Suporte. Os menores valores estão concentrados na meso-região Norte, onde não há nenhum município com mais de 150.000 habitantes.

A presença de centros urbanos próximos entre si na meso-região Centro e o município de Rio Verde na meso-região Sul promoveram uma valorização maior do preço da terra para pastagem no estado de Goiás, com pequenas variações para a Pastagem de Alto Suporte em relação à Pastagem de Baixo Suporte.

Em relação a presença dos centros urbanos de Brasília e Luziânia na meso-região Leste do estado, a análise mostrou que a valorização das terras para pastagem está a um nível inferior de classificação na escala de cores da Figura 2.29.

Novamente, a ausência de grandes centros urbanos ao Norte do estado pode estar promovendo uma desvalorização das terras dessa meso-região. Outros fatores discutidos neste capítulo, como os níveis de declividade maiores, solos com menor aptidão para produção agrícola e a presença de mata nativa promovem a desvalorização do preço da terra para pastagens.

Na análise realizada a partir da combinação dos maiores centros urbanos no estado com o preço da terra para Cerrado nas meso-regiões do estado de Goiás, é possível observar que os valores variaram de R\$ 2.272,12 a R\$ 963,66 por hectare para Cerrado. A Figura 2.30 mostra a variação do Preço da Terra para Cerrado em função de cada meso-região estadual, relacionada com os maiores Centros Urbanos no estado de Goiás.



**Figura 2.30** – Avaliação do Preço da Terra para Cerrado no estado de Goiás em relação aos maiores centros urbanos.

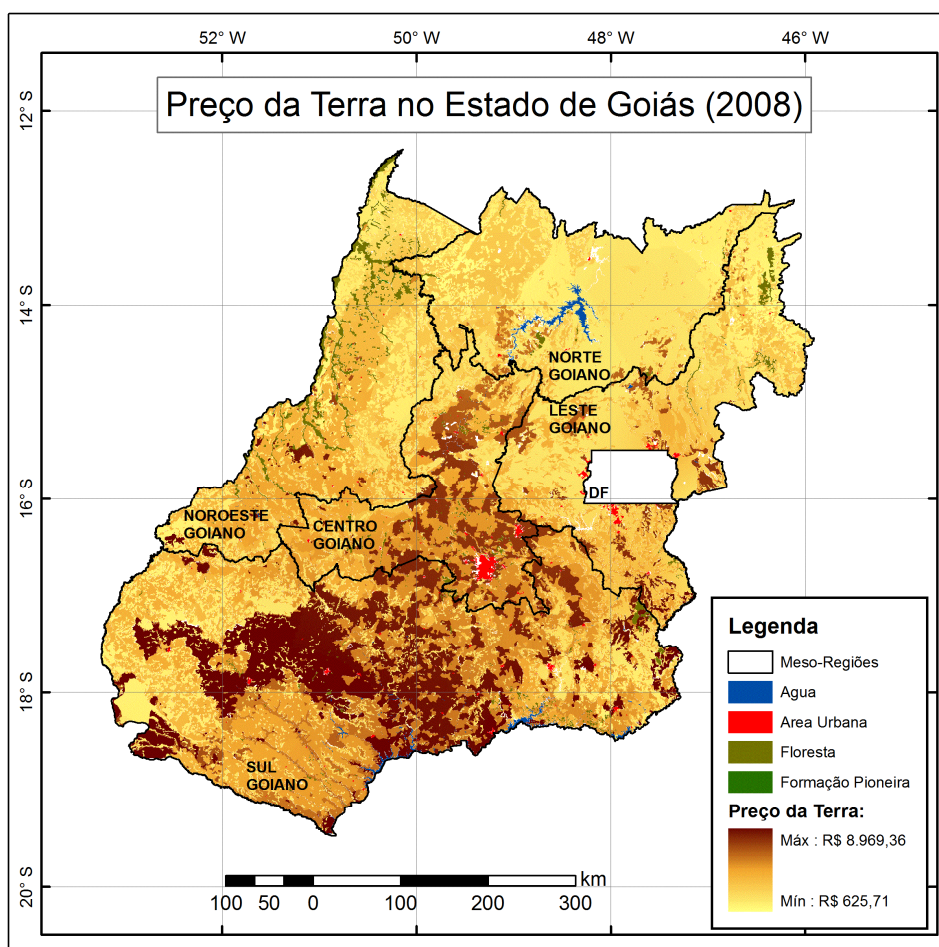
Os maiores valores de Preço da Terra para Cerrado estão concentrados a Leste, ao contrário das análises realizadas para agricultura e pastagem. Os menores valores estão concentrados nos extremos do estado, principalmente nas meso-regiões Norte e Noroeste, onde não há nenhum município com mais de 150.000 habitantes.

Os maiores valores para cerrado estão concentrados na meso-região Leste do estado sendo influenciados pela presença da cidade de Luziânia e Brasília. A valorização do cerrado no Entorno de Brasília pode sugerir uma forte presença antrópica, relativa à possível ação de especulação imobiliária nas proximidades do Distrito Federal.

Por outro lado, na cidade de Rio Verde, onde a presença de mata nativa é praticamente nula no seu entorno e até mesmo na própria meso-região Sul, em relação aos dados de 2002, os valores de cerrado são inferiores.

### 2.6.6 Aptidão Agrícola e Preço da Terra

Com relação à análise realizada a partir da combinação do preço da terra para agricultura, pastagem e cerrado com a aptidão agrícola no estado (boa, média e baixa), é possível observar que os valores variaram de R\$ 8.969,36 a R\$ 625,71 por hectare, como mostra a Figura 2.31.



**Figura 2.31** – Preço da terra no estado de Goiás baseado no preço para agricultura, pastagem e cerrado.

Essa análise topológica estabeleceu preços únicos para cada local dentro do estado de Goiás, mostrando que os maiores valores para a terra estão concentrados nas meso-regiões Sul e Central do estado, onde existe uma maior concentração de aptidão agrícola considerada boa ou média. Por outro lado, onde há uma maior

concentração de aptidão agrícola considerada baixa, o preço da terra tende a ser menor, como ocorre principalmente nas meso-regiões Norte e Leste de Goiás.

## **2.7 CONCLUSÕES**

As análises realizadas sugerem uma relação entre os tipos de variáveis propostas para análise (relevo, tipos de solos, cobertura e uso do solo, estradas pavimentadas e os maiores centros urbanos) e os preços da terra para agricultura, pastagem e cerrado. Os preços da terra para agricultura, pastagem e cerrado apresentaram maiores valores proporcionais nas regiões mais planas do estado; onde há maior rede viária pavimentada disponível; nas proximidades dos maiores centros urbanos do estado; onde a produção agrícola é maior; e em locais onde o tipo de solo predominante é Latossolo.

A partir das análises realizadas, é possível concluir que os valores de preço da terra para Agricultura de Alta e Baixa Produtividade e Pastagem de Alto e Baixo Suporte apresentam maiores valores na meso-região Sul do estado, e por outro lado, os maiores valores para Cerrado estão concentrados na meso-região Leste de Goiás.

Os preços de áreas de Cerrado para a meso-região Sul tendem a ter menores valores, pois essa meso-região tem melhor aptidão para produção agrícola e pecuária, com área remanescente de cerrado reduzida e, com isso, menor valor agregado para vegetação nativa. Por outro lado, a meso-região Leste apresenta maiores valores para cerrado, com relevo, em determinados locais, classificado como ondulado a forte ondulado, com presença de solos do tipo Neossolos e Argissolos, com menores potenciais para produção agrícola, justificando assim, a existência nesta região de vegetação nativa remanescente maior. A elevação no preço da terra nessa meso-região pode estar relacionada à pressão exercida pela especulação imobiliária na micro-região do Entorno de Brasília.

Apesar da presença de relevo plano a suave ondulado e de Latossolos e Cambissolos na meso-região Noroeste, esses fatores não foram determinantes para uma maior valorização do preço da terra para agricultura ou pastagem. Acredita-se que a ausência de grandes centros urbanos e menor densidade de estradas pavimentadas para acesso a essa meso-região, a presença de áreas de matas nativas e ciliares ao longo do Rio Araguaia e seus afluentes, e as inundações

durante o período chuvoso sobre áreas planas interferem negativamente na valorização do preço da terra nessa meso-região.

No que diz respeito à meso-região Norte, onde ocorre a presença de maior área remanescente de mata nativa (cerrado) até o ano de 2002, um conjunto de fatores pode estar favorecendo para esta conservação. São eles: tipos de solos de menor aptidão agrícola (Neossolos, Argissolos e Plintossolos); locais com declividade ondulada à montanhosa; e, baixa disponibilidade de estradas pavimentadas. Esses fatores fazem com que essa meso-região seja pouco propícia à exploração de agricultura e pecuária.

Nas meso-regiões Sul e Centro Goiano, a presença de uma agricultura e pecuária mais intensas, a declividade considerada suave ondulada a ondulada, a existência de uma malha viária de maior densidade, solos do tipo Latossolo (passíveis de correção química) e a presença de grandes centros urbanos favorece na valorização do preço da terra para agricultura e pastagem.

Com a forte presença do uso da agricultura e pecuária nas meso-regiões Sul e Centro, a presença de matas nativas é inferior a 15% e 21% respectivamente, de acordo com dados de 2002.

O estudo proposto neste capítulo apresentou resultados baseados em dados de Preço da Terra para o ano de 2008, com uma quantidade amostral limitada, não ultrapassando 20 amostras para cada tipo de dado (Agricultura de Alta e Baixa Produtividade, Pastagem de Alto e Baixo Suporte e Cerrado). Para aprimorar os resultados apresentados seria necessária a busca por dados mais atuais (anos de 2009 e 2010) e se possível, aumentar o número de amostras ou envolver um maior número de estados vizinhos de Goiás, como por exemplo, São Paulo e outros estados das regiões Norte e Nordeste do Brasil e que estejam contidos no bioma Cerrado.

Outro fator predominante na interpolação está diretamente ligado ao local mais apropriado para definição dos valores amostrais. Sabe-se que os valores de preços das propriedades rurais sofrem variações dentro de um mesmo município, a partir de sua posição ou distância em relação: às estradas pavimentadas ou de terra; às sedes municipais; aos grandes centros urbanos. Outros fatores podem contribuir com a variação do preço da terra, dentre eles estão a aptidão agrícola de cada

propriedade rural dentro de um município, da disponibilidade de água, estradas de acesso, solos etc.

Por fim, o uso de geoestatística apresentou resultados coerentes com relação aos preços da terra interpolados a partir da base amostral disponível. Os resultados se mostraram compatíveis com as variações de tipos de solos, cobertura e uso do solo, relevo e infraestrutura disponíveis para cada meso-região do estado de Goiás e para o bioma Cerrado.

## 2.8 REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei Federal nº 10.267, de 28 de agosto de 2001. Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências, Brasília.

BURROUGH, P. A.; McDONNELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems**. New York: Oxford University Press, 2011. 338p.

CAMARGO, E. C. G.; FUCKS, S. D.; CÂMERA, G. Análise Espacial de Superfícies. In: Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. "Brasil em Relevo". Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>. Acesso em: 1 de fev. 2013.

FERREIRA, N. C.; MIZIARA, F.; RIBEIRO, N. V. Preço da Terra em Goiás: Pressupostos e Modelos. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia-Goiás, v.27, nº 1, p. 47-62, ed. especial, 2007.

FERREIRA, M. E.; MIZIARA, F.; FERREIRA, L. G.; RIBEIRO, F. L.; FERREIRA, N. C. Preço da Terra e Remanescente do Bioma Cerrado: Uma Análise Integrada para o Estado de Goiás. IV Encontro Nacional da Anppas, Brasília, jun. 2008.

IFNP. **Agrianual 2009: Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo, 2009.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Malhas Digitais Municipais. Disponível em: [http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm). Acesso em: 1 de out. 2009.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Biomas do Brasil – Primeira Aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Pedologia**, Manuais Técnicos de Geociências, nº 4. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário do Brasil de 2006. Disponível em: [http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_estatisticas.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm). Acesso em: 1 de fev. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas das Populações dos Municípios em 2008. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2008/default.shtm>. Acesso em: 01 de fev. 2013.

INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais**. 2ª. Edição Revisada. Brasília, DF, 2010. 82p.

MALAGODI, E. Renda da Terra. In: Motta, M. (org). **Dicionário da Terra**. 2ª Edição. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Civilização Brasileira, 2010. 520p.

MARX, K. **O Capital – Crítica da Economia Política**, livro terceiro: o processo global da produção capitalista, volume VI. Rio de Janeiro: Ed. Civilização Brasileira, 2008.

MIZIARA, F. Condições Estruturais e Opção Individual na Formulação do Conceito de “Fronteira Agrícola”. In: Silva, L. S. D. (org). **Relações Cidade-Campo: Fronteiras**. Goiânia: Ed. UFG, 2000. 289p.

PROBIO - Projeto Nacional de Ações Integradas Público-Privadas para Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. **Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros**. Brasília, 2002. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>. Acesso em: 01 de out. 2011.

REZENDE, G. C. Ocupação Agrícola e Estrutura Agrária no Cerrado: O Papel do Preço da Terra, dos Recursos Naturais e da Tecnologia. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada: Texto para Discussão nº 913, Rio de Janeiro, out. 2002. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_0913.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0913.pdf). Acesso: 30 de abr. 2013.

SIEG – Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/>. Acesso em: 1 de fev. 2013.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: Conceitos e Aplicações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 216p.

### **3 ANÁLISE COMPARATIVA DE DETERMINAÇÃO DO PREÇO DA TERRA NO ESTADO DE GOIÁS UTILIZANDO GEOESTATÍSTICA: *KRIGAGEM* VERSUS *CO-KRIGAGEM***

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

A definição do preço da terra nos biomas brasileiros sofre influências em sua determinação, em função de variáveis de caráter ambiental, de localização, econômico e social.

Do ponto de vista ambiental, podem ser levados em consideração o tipo de solo disponível para plantio, a cobertura e uso do solo e o relevo na área de manuseio agropecuário.

Para avaliar a influência da localização dentro de um bioma ou estado da federação, pode-se analisar a sua proximidade de grandes centros urbanos e de rodovias pavimentadas, por facilitar o escoamento da produção agrícola e da pecuária.

Com relação à análise socioeconômica, pode-se avaliar as condições de moradia, renda e educação utilizando-se o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios em estudo.

A geoestatística propõe a viabilidade da geração de modelos de interpolação em que não somente os valores das amostras são levados em consideração no processo, mas também a posição geográfica e a variância entre pares de amostras (CAMARGO et al., 2004).

A geoestatística estabelece que uma superfície pode ser estimada pela interpolação das amostras mais próximas, utilizando um estimador estatístico. Esses estimadores apresentam propriedades de não serem tendenciosos e de procurar minimizar os erros inferenciais (CAMARGO et al., 2004).

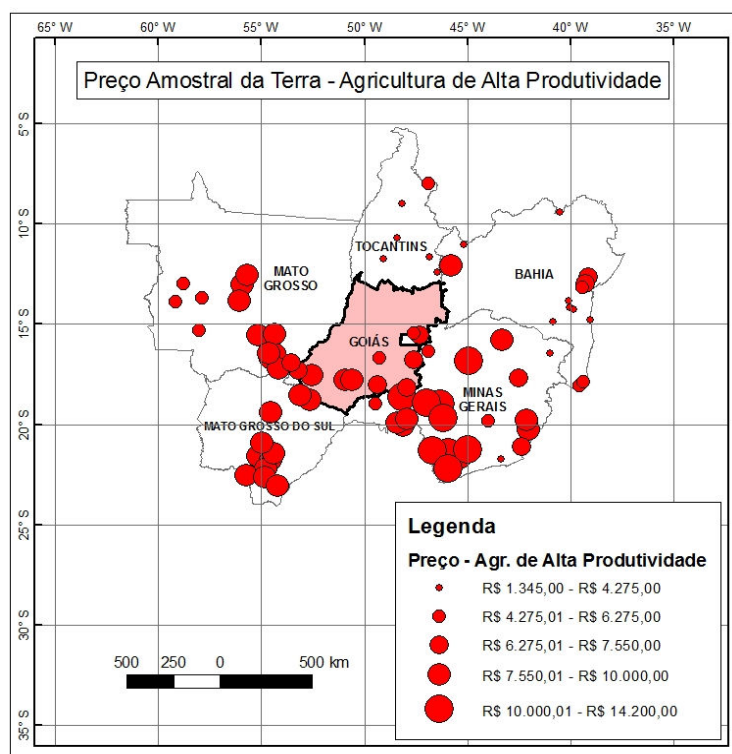
Este capítulo tem como objetivo estabelecer uma relação de peso entre variáveis ambientais, econômicas e sociais, utilizando ferramentas de geoestatística, tendo como amostras o preço da terra em três categorias coletadas no estudo (Agricultura de Alta Produtividade, Pastagem de Alto Suporte e Cerrado), dentro do estado de Goiás.

### 3.2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo foi o estado de Goiás, localizado na Região Centro-Oeste de Brasil, com 97% de seu território contido no bioma Cerrado do Brasil, e 3% contido no bioma Mata Atlântica (IBGE, 2004).

Para a análise do preço da terra foram definidas três categorias: Agricultura de Alta Produtividade, Pastagem de Alto Suporte e Cerrado (vegetação remanescente).

Para as terras agrícolas de alta produtividade, em Goiás e nos estados vizinhos, no ano 2008, o maior valor verificado foi R\$ 14.200,00/ha, na cidade de Varginha (Minas Gerais), e o menor valor foi de R\$ 1.345,00/ha, na cidade de Jequitinhonha (Minas Gerais). A Figura 3.1 mostra as amostras de preços da terra para agricultura de alta produtividade, no estado de Goiás e estados vizinhos, utilizados como apoio para a interpolação.



**Figura 3.1** – Preços da Terra para Agricultura de Alta Produtividade (2008). Fonte: IFNP (2009).

As amostras apresentam uma grande valorização das terras para produção agrícola nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, assim como na região próxima do município de Luís Eduardo Magalhães, no estado da Bahia.

As áreas com pastagens de alto suporte, no ano de 2008, apresentaram os maiores valores de R\$ 7.500,00/ha, nas cidades de Caarapó, Eldorado, Mundo Novo e Naviraí, no estado de Mato Grosso do Sul, e os menores valores de R\$ 1.542,00/ha, nas cidades de Palma e Gurupi (Tocantins) e R\$ 1.240,00/ha em Jequitinhonha (Minas Gerais). Os maiores Preços para Pastagem de Alto Suporte estão concentrados no estado do Mato Grosso do Sul, e na região Sul do estado da Bahia.

A Figura 3.2 mostra as amostras de Preço da Terra para Pastagem de Alto Suporte, no estado de Goiás e estados vizinhos.

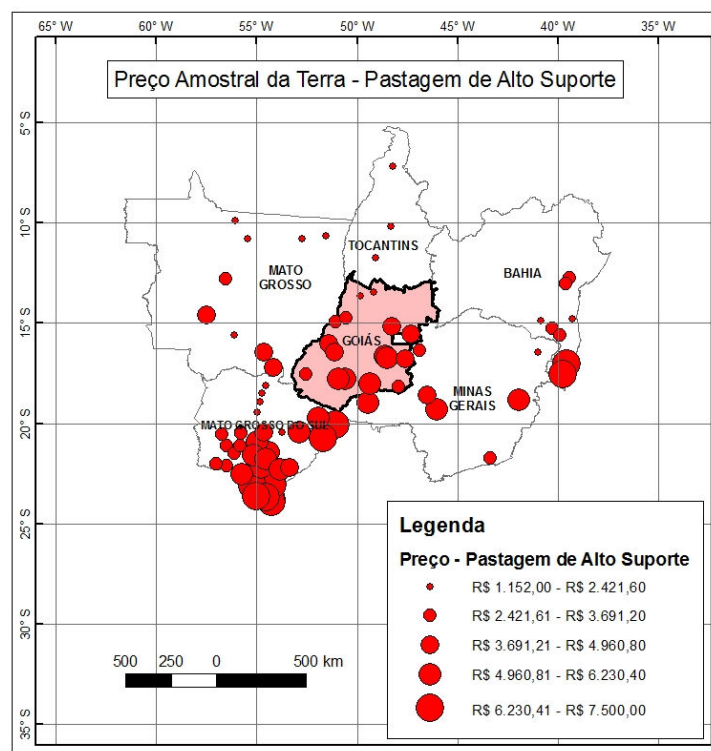
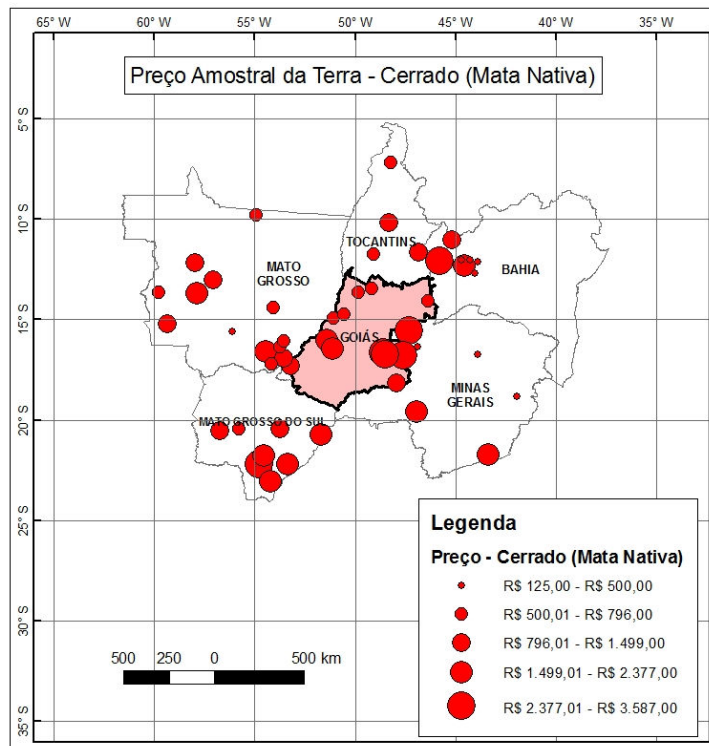


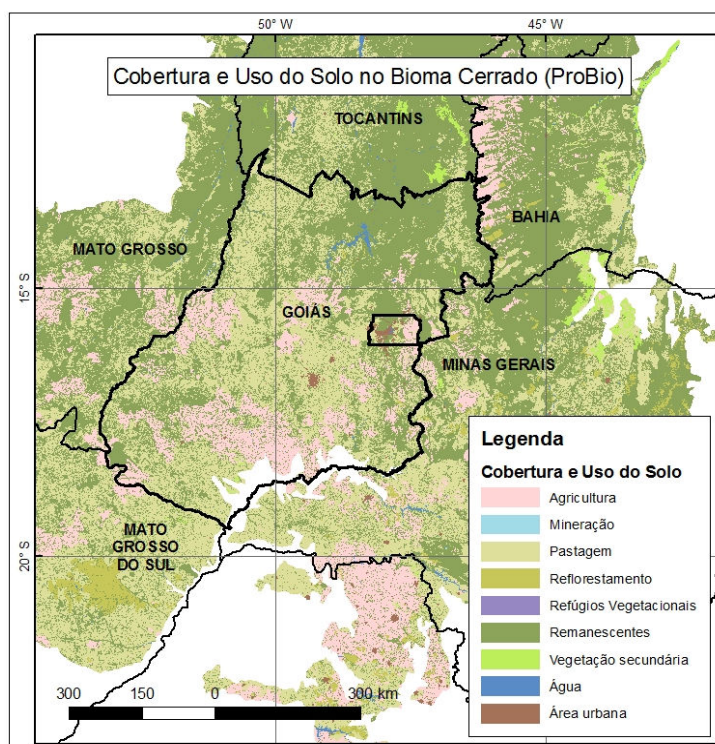
Figura 3.2 – Preços da Terra para Pastagem de Alto Suporte (2008). Fonte: IFNP (2009).

Nas áreas de cerrado, no ano de 2008, o maior valor verificado foi de R\$ 3.587,00/ha, no município de Luís Eduardo Magalhães (BA), e os menores valores foram de R\$ 331,00/ha, na cidade de Cuiabá (MT) e R\$ 125,00/ha, no município de Montes Claros (MG). Contudo, é possível observar que os valores de cerrado no Entorno de Brasília e na região do município de Luís Eduardo Magalhães, no estado da Bahia, apresentam valores acima de R\$ 2.377,01/ha. A Figura 3.3 mostra as amostras de Preço da Terra para Cerrado, no estado de Goiás e estados vizinhos.



**Figura 3.3 – Preços da Terra para Cerrado (2008).** Fonte: IFNP (2009).

A Figura 3.4 mostra a cobertura e o uso do solo baseado no PROBIO (Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira), produzido no ano de 2002.



**Figura 3.4 – Cobertura e uso do solo no bioma Cerrado, no estado de Goiás e estados vizinhos.** Fonte: PROBIO (2002).

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizada uma base de dados georreferenciada e utilizada nas análises da proposta metodológica. A base de dados foi organizada com dados das seguintes fontes: Agriannual 2009; PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento); SIEG (Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográficas de Goiás); IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística); EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária); e, MMA (Ministério do Meio Ambiente).

Foram utilizados os valores do preço da terra disponíveis no Agriannual 2009 – Anuário da Agricultura Brasileira, produzido pela Editora FNP.

Para elaborar mapas interpolados mais homogêneos baseados nas variáveis de estudo, optou-se em fazer uma coleta de dados mais ampla, não se limitando apenas ao estado de Goiás, mas incluindo os estados vizinhos, ou seja: Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia. Isto foi necessário, pois o interpolador proposto no estudo de variação de preços, dentro do programa de geoprocessamento, necessita de no mínimo doze amostras. No Anuário da Agricultura Brasileira algumas variáveis consideradas tinham menos de doze amostras para o estado de Goiás.

Para a análise da relação entre os valores de preço da terra e as variáveis propostas (cobertura e uso do solo, tipo de solo, declividade e IDH), os interpoladores geoestatísticos utilizados foram *krigagem* e *co-krigagem*.

Para a caracterização geográfica do estado de Goiás e estados vizinhos, foram utilizados dados publicados e disponibilizados pelo SIEG, IBGE, EMBRAPA e MMA.

No sítio do SIEG foram adquiridos os arquivos vetoriais referentes aos limites municipais e estadual, às sedes municipais e tipos de solos no estado de Goiás. Os dados referentes aos tipos de solos no estado foram obtidos de mapas digitalizados em 2005 na escala 1:1.000.000, compilados da base de dados denominada “Determinação de áreas prioritárias para unidades de preservação – Consórcio IMAGEM/WWF – RADAMBRASIL”. Os dados referentes aos limites municipais e estadual foram digitalizados e disponibilizados na escala 1:250.000, a partir da base de dados “IBGE – censo 2007”. Os dados referentes às sedes municipais foram

digitalizados a partir da base de dados denominada “SGM/SIC-AGETOP/SEINFRA – IBGE”.

No sítio do IBGE, obteve-se os arquivos referentes aos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia, relativos aos limites estaduais e municipais e à localização das sedes municipais, para introdução dos valores da terra conhecidos (amostras de preço). Os arquivos vetoriais foram obtidos por digitalização de mapas analógicos na escala 1:1.000.000 e separados por unidade da federação.

No sítio da EMBRAPA foram obtidos os dados de relevo (Brasil em Relevo) compilados da missão denominada *SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)*, levantamento orbital por interferometria de radar. Esses dados possuem resolução espacial de 90 metros, e são relativos ao Modelo Digital de Elevação (MDE), organizados no sítio de acordo com a articulação brasileira de folhas cartográficas (IBGE) na escala 1:250.000. Para o estado de Goiás foi utilizado 34 recortes, que foram concatenados e recortados considerando a divisa estadual.

Os dados referentes à cobertura e uso do solo foram extraídos do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO) – Cerrado e, são de responsabilidade do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e disponíveis para o ano de 2002.

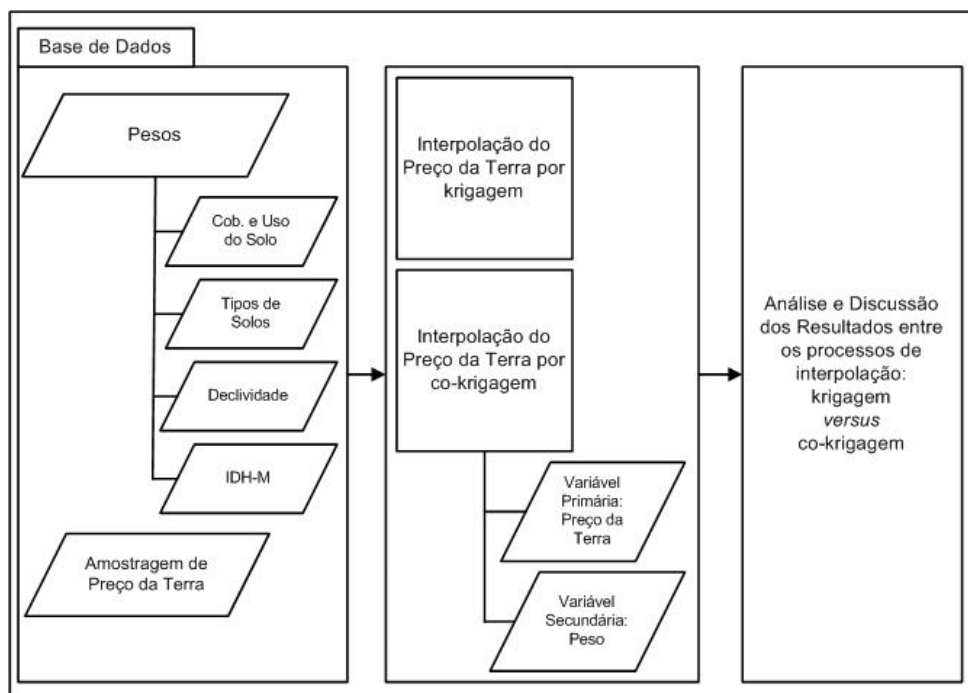
No PNUD foram obtidos os valores do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios de Goiás, definidos para o ano de 2000.

A análise realizada neste trabalho foi baseada em dois tipos de ferramentas de geoestatística: *krigagem* e *co-krigagem*, como mostra a Figura 3.5.

A interpolação por *krigagem* foi produzida levando-se em consideração somente o valor do preço da terra amostral disponibilizado no Agrianual 2009. Desta forma, a interpolação é realizada de forma univariável (BURROUGH e McDONNELL, 2011; CHILÈS e DELFINER, 2012).

Ao se trabalhar com o conceito de geoestatística multivariada, utilizando a ferramenta denominada *co-krigagem* (BURROUGH e McDONNELL, 2011; CAMARGO et al., 2004; SOARES, 2006; ISAAKS e SRIVASTAVA, 1989), foi necessária a definição de uma variável primária (preço da terra) e uma variável secundária (ambiental, econômica e social). Para avaliar a relação do preço da terra (variável primária ou dependente) com as variáveis propostas, foram estabelecidos

pesos para cada componente de tais variáveis, pois o uso de *co-krigagem*, que realizou a geração de produtos baseados nos preços da terra, utilizou como variável secundária (independente) durante o processo de interpolação os pesos de influência da cobertura e uso do solo, do tipo de solo, da declividade e do IDH-M.

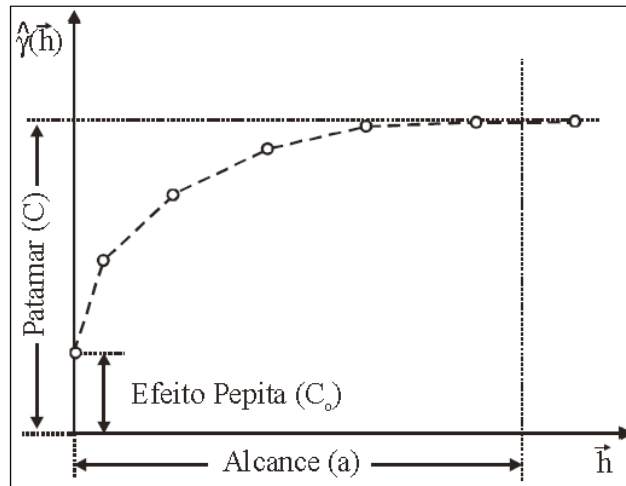


**Figura 3.5** – Diagrama das etapas do trabalho.

Foi avaliado quanto as variáveis ponderadas podem influenciar na determinação do preço da terra e, com isto, foi possível verificar a relação entre variáveis ambientais, econômicas e sociais, que combinadas, estabelecem uma determinação mais precisa do preço da terra no estado de Goiás. Esta análise da influência de tais variáveis sobre o preço da terra foi realizada pela comparação entre os produtos gerados por *krigagem* e *co-krigagem*.

Segundo Burrough e McDonnel (2011), é necessário que o conjunto de dados a ser utilizado na interpolação apresente pares de pontos amostrais onde a variância da diferença entre tais pares deve se adaptar a uma curva matemática (esférica, exponencial, gaussiana ou linear). A Figura 3.6 mostra a formação de uma curva baseada na variância entre pares amostrais, onde “ $\gamma$ ” representa a variância da diferença entre os pares amostrais, “a” representa a distância em que pode existir correlação espacial entre os pares amostrais, “C” representa o semivariograma correspondente ao alcance “a” (após este ponto no gráfico, não há mais dependência espacial entre os pares amostrais) e, “ $C_0$ ” é definido como efeito pepita,

onde, para uma distância “h” igual a 0, “ $\gamma$ ” deveria ser 0, porém erros aleatórios ou acidentais impedem que isto ocorra provocando então este efeito (CARDOSO et al., 2004).



**Figura 3.6** – Curva representativa de um semivariograma. Fonte: Camargo et al. (2004).

Para este trabalho, foi utilizada a curva exponencial, definida no programa de geoprocessamento (ArcGis™) para gerar as interpolações propostas, após análise de variabilidade das amostras coletadas.

Segundo Chilès e Delfiner (2012), o uso do método denominado *co-krigagem* é viável quando se deseja estabelecer uma interpolação baseada na correlação entre diversas variáveis (multivariáveis).

O uso da *co-krigagem* é vantajosa em relação ao uso da própria *krigagem*, quando as aquisições das amostras secundárias são mais acessíveis do que as amostras principais (BURROUGH e McDONNELL, 2011). Caso a coleta das amostras principais, que neste trabalho foi o preço da terra, tenha o mesmo nível de acesso que as amostras secundárias, o uso da ferramenta *co-krigagem* torna-se apenas um método comparativo da qualidade dos dados interpolados. No entanto, quando há carência de amostras principais o uso da *co-krigagem* é uma ferramenta vantajosa, pois a amostragem secundária tem maior eficiência.

Sendo assim, analisou-se a viabilidade do uso da *co-krigagem*, pois a amostragem relacionada ao preço da terra é escassa, tendo no máximo 30 amostras para os seis estados da federação utilizados na análise. Por outro lado, a amostragem envolvendo os pesos correspondentes à cobertura e uso do solo, tipos de solos, declividade e IDH foram disponibilizadas para todas as sedes municipais dos estados envolvidos neste estudo.

### 3.3.1 Cobertura e Uso do Solo

Os pesos para a cobertura e uso do solo foram definidos em função da possível valoração das terras em cada tipo de ocupação observada, como é mostrado na Tabela 3.1.

**Tabela 3.1** – Pesos atribuídos aos tipos de ocupação do bioma Cerrado.

<b>Tipo de Cobertura e Uso do Solo</b>	<b>Peso</b>
Agricultura	5
Mineração	5
Pastagem	4
Reflorestamento	4
Refúgios Vegetais	3
Remanescente de Cerrado	3
Vegetação Secundária	2
Água	1
Área Urbana	5

O ramo de atividade mais lucrativa é a agricultura e por este motivo, recebeu peso máximo na análise proposta. Neste setor, para o estado de Goiás, se destacam o cultivo da soja, milho, algodão e cana-de-açúcar.

A mineração tem uma alta rentabilidade econômica, contudo, em Goiás, a soma total das áreas de exploração de mineração é de aproximadamente 5,4 km<sup>2</sup>, de acordo com o PROBIO (2002).

Com relação às áreas de pastagens em Goiás, o seu uso normalmente é realizado em regiões onde a variação de declividade é mais acentuada e o tipo de solo é menos indicado para a produção agrícola.

As áreas de reflorestamento, para a produção de madeira e celulose, têm sido cada vez mais utilizadas. Sabe-se, por exemplo, que existem duas grandes indústrias de produção de celulose instaladas no bioma Cerrado, localizadas na cidade de Três Lagoas, no Mato Grosso do Sul, aumentando assim esse tipo de uso do solo dentro do bioma.

As áreas de preservação (refúgios vegetais), remanescentes de cerrado e vegetação secundária receberam menores pesos porque economicamente apresentam baixa ou nenhuma rentabilidade aos proprietários ou responsáveis por tais áreas dentro do estado de Goiás.

A respeito das áreas definidas como água, apesar de terem seu valor elevado, do ponto de vista econômico e ecológico, em se tratando de exploração agropecuária, apresentam menores pesos, sendo utilizados para a exploração em

situações de irrigação, onde os custos de implantação e manutenção desta técnica são maiores em relação ao plantio convencional.

As áreas urbanas apresentam um peso compatível com aquele definido para as áreas agrícolas, pois nas proximidades das regiões urbanas dos municípios é comum a exploração de hortifrutigranjeiros, produção de leite, recreação e especulação imobiliária. Desta forma, essas áreas são consideradas economicamente mais valorizadas.

### 3.3.2 Tipos de Solos

Tendo como base o mapa de solos, estabeleceu-se uma tabela de pesos para cada tipo de solo encontrado no estado de Goiás.

A análise de pesos para os tipos de solos foi baseada nas classes de solos e nas suas principais aplicações agrícolas e não-agrícolas, com base nos dados adaptados de Oliveira (2008). O Quadro 3.1 mostra a relação das características dos solos existentes no estado de Goiás.

**Quadro 3.1** – Características dos solos existentes no estado de Goiás.

Tipo de Solo	Características
Afloramento	Não utilizável na agricultura;
Argissolos	Pode ter horizonte B longo; Pode ser erosivo, mesmo com cobertura em terrenos com declividade baixa; Para solos Argissolos com teor alto de alumínio, deve ser corrigido (custo elevado); Dificuldade de manuseio com equipamentos agrícolas de tração animal; No Argissolo Vermelho-Amarelo, a condutividade hidráulica é menor que 0,2 L/dia em cobertura vegetal de mata a 40 cm da superfície;
Cambissolos	Solos em estágio intermediário de intemperismo (não sofrem alterações químicas e físicas muito elevadas); Em situações iguais de relevo e cobertura vegetal (uso) em relação aos Argissolos, sofrem menor processo de erosão; Podem ocorrer em relevos planos à montanhosos; Fácil preparo para agricultura (correção do solo); Muito usados para pastagens e reflorestamento (ex: <i>pinus</i> )
Chernossolos	Ricos quimicamente com alto teor de matéria orgânica no horizonte A; Alto potencial agrícola; Comuns em regiões secas (limitação de uso); Quando úmido, tem-se dificuldade de tráfego sobre tais tipos de solos, para manuseio e preparo de plantio; Esses tipos de solos, em regiões secas, apresentam problemas de condutividade hidráulica e alto pH; Solos associados à presença de rochas básicas ou calcárias.
Espondossolos	Solos com estrutura arenosa (ex: quartzo); Elevada permeabilidade; Ressecamento rápido; Elevada taxa de decomposição da matéria orgânica e ausência de nutrientes; Solos ácidos e pobres em nutrientes para as plantas; Uso desses solos na costa brasileira para produção de cana-de-açúcar, contudo, é utilizada uma grande quantidade de insumos com média ou baixa

Tipo de Solo	Características
	<p>produtividade; Na costa brasileira é usado para produção de plantas nativas (ex: caju e coco);</p>
Gleissolos	<p>Planícies aluviais que apresentam excesso de umidade durante grande parte do ano; Drenagem ruim, lençol freático &lt; 50 cm durante boa parte do ano (dificuldade de uso deste solo); Dificuldade de uso para agricultura ou outra atividade não-agrícola; Solos pobres em nutrientes;</p>
Latosolos	<p>Avançado estágio de intemperismo, com baixa reserva de nutrientes; Solos produtivos quando bem manejados (correção do solo); Em função de grande quantidade de matéria orgânica na superfície ou próxima a ela (tampão), a quantidade de corretivos para neutralizar a acidez é expressiva; Latosolos vermelhos apresentam melhor produtividade e com maior ocupação agrícola; Comuns em relevos planos ou leve ondulados; Baixa erosibilidade; Usados em culturas extensivas e anuais; Permeabilidade muito boa (condutividade hidráulica maior que 10 Litros/dia a 40 cm da superfície em cobertura vegetal de mata); Tipo de solo ideal para uso em piso de estradas; Em geral, adequados também para atividades não-agrícolas com aterro sanitário, cemitérios, depósitos de efluentes e lagoa de decantação; Boas condições de trafegabilidade em função da condutividade hidráulica; Boas condições de trafegabilidade após períodos de chuvas;</p>
Luvissolos	<p>Solos ricos quimicamente; Alto potencial nutricional; Solos comuns no semi-árido nordestino; Uso necessário de irrigação artificial para o uso deste tipo de solo para melhorar a produtividade; Pouca limitação ao aprofundamento do sistema radicular das plantas;</p>
Neossolos	<p>Tipos de solos que não evoluíram pelas seguintes consequências (pedogenética): 1) Baixa intensidade na atuação de processos de transformação dos materiais originários (minerais ou orgânicos) deste tipo de solo; 2) Resistência ao intemperismo ou composição material; 3) Relevo não favorável; Solos de textura arenosa (alguns); Impedimento do aprofundamento do sistema radicular das plantas (dificuldade na ancoragem das plantas); Baixo volume de água e nutrientes; Localizados (a maioria) em locais de relevo forte ondulado a montanhoso; Rochas expostas; Uso comum, por exemplo, para reflorestamento e pastagem, e em alguns casos, produção de cana-de-açúcar; Perda de insumos após aplicação (solos do tipo arenosos); Lençol freático com pouca profundidade, podendo sofrer contaminação em uso agrícola ou não-agrícola;</p>
Nitossolos	<p>Solos de textura argilosa ou muito argilosa; Menor erosibilidade com relação a outros tipos de solos; Solos profundos; Apesar de serem argilosos, apresentam boa permeabilidade interna; Antes denominados Terras Roxas Estruturadas (grande importância agrícola); Está entre os solos mais produtivos do Brasil; No Centro-Oeste, podem ser encontrados no Mato Grosso e Ceres (GO) – Terras Roxas;</p>
Organossolos	<p>Solos pouco evoluídos e com grande quantidade de matéria orgânica em</p>

Tipo de Solo	Características
	<p>vários estágios de decomposição;  Apresentam problemas de drenagem – ambientes úmidos de altitudes elevadas (saturação de água com poucos dias de chuvas);  Ambientes mal drenados de planícies aluviais;  Boa parte desses tipos de solos está localizada em regiões costeiras, com dificuldade para uso agrícola;  Caso sejam drenados, podem produzir ácido sulfúrico em sua composição;  Custo muito elevado para correção deste tipo de solo;  Esses tipos de solos são utilizados para a aquicultura, no cultivo de camarão no Brasil e em outros países;  Quanto maior o estágio de decomposição da matéria orgânica (que definem os sub-grupos desses tipos de solos), tem-se o aumento da densidade do solo e, conseqüentemente, tem-se a diminuição da condutividade hidráulica do solo;  Solos pobres quimicamente e ácidos, sendo necessária uma quantidade significativa de corretivos agrícolas para uso desses tipos de solos;  Alguns tipos de organossolos (raros) podem ser utilizados para produção de hortaliças;  No estado de São Paulo são utilizados para produção de banana;</p>
Planossolos	<p>Solos mal drenados;  Horizonte B com maior quantidade de argila;  Solos com limitações físicas;  Hidromorfismo temporário – lençol freático suspenso temporário em períodos chuvosos, sendo nenhum problema para plantas com cafeeiros e cítricos;  Maior facilidade de transmissão de doenças entre as plantas, em ambientes mal drenados;  Dificuldade de uso de equipamentos agrícolas de tração animal, no processo de aração e gradagem (em solo seco ou úmido);  Solos comuns no Pantanal Mato-grossense e Nordeste;</p>
Plintossolos	<p>Restrição de percolação da água, sujeitos ao efeito temporário do excesso de umidade (problema de drenagem);  Podem ser solos ácidos ou básicos, tendo-se uma grande diversidade morfológica e analítica;  No uso agrícola, dificuldade de aprofundamento do sistema radicular das plantas;  Problemas para utilização desses solos nos horizontes A e B;  Solos encontrados em baixas declividades (plana e suave ondulado);  Mudança abrupta de textura gera problema de erosibilidade;  Associação com terrenos de várzeas;  Uso comum para produção de arroz e pastagens;  No Centro-Oeste: Mato Grosso, Norte de Mato Grosso do Sul (Pantanal) e Oeste do Tocantins;</p>
Vetissolos	<p>Mínimo de 30% de argila: contração (secos) e expansão (úmidos);  Geração de fendas quando secos – alta condutividade hidráulica;  Solos com alto teor de bases (quimicamente);  Reserva de nutrientes e minerais intemperizáveis;  Quando seco é muito duro, e quando úmido, é muito firme;  Solo com dificuldade de manejo, trabalhoso e perigoso, quando úmido, pois tem característica plástica (escorregadia e pegajosa);  Maior força de tração para seu manejo;  Maior dificuldade de uso para manejo com tração animal;  Solos mais comuns em terrenos com relevo menor que 5% de declividade;  Solos susceptíveis a erosão, com formação de erosão severa, podendo provocar voçorocas, mesmo em terrenos do tipo plano ou suave ondulado (3 a 4% de declividade);  Alguns sub-grupos não são indicados para uso agrícola, em tipos de culturas permanentes com sistemas radiculares mais profundos;  No Centro-Oeste, presente na região oeste do Mato Grosso do Sul (Pantanal);</p>

Fonte: Oliveira (2008).

Baseado nas características positivas e negativas mostradas no Quadro 3.1 pôde-se estabelecer uma relação de pesos para cada tipo de solo pesquisado. A Tabela 3.2 mostra os pesos definidos para cada tipo solo, variando de 0 a 5, em relação ao uso agropecuário.

**Tabela 3.2 –** Relação de pesos dos solos analisados.

<b>Tipo de Solo</b>	<b>Peso</b>	<b>Tipo de Solo</b>	<b>Peso</b>
Afloramento	0	Luvissolos	4
Argissolos	2	Neossolos	1
Cambissolos	4	Nitossolos	5
Chernossolos	3	Organossolos	1
Espondossolos	1	Planossolos	1
Gleissolos	1	Plintossolos	2
Latossolos	5	Vetissolos	1

Esta análise de pesos para aptidão agrícola de cada tipo de solo pode ser reforçada pela avaliação da cobertura e uso do solo baseada em PROBIO (2002). Após uma análise de interseção realizada entre os diferentes tipos de solos e a cobertura do solo disponíveis no estado de Goiás, pôde-se observar que, para agricultura, 68,18% do tipo de solo era Latossolo, 11,75% Cambissolo e 6,34% Argissolos, como pode ser observado na Tabela 3.3.

**Tabela 3.3 –** Relação entre cobertura e uso do solo e tipos de solos, para o ano de 2002, em Goiás.

<b>Agricultura</b>			<b>Pastagem</b>			<b>Cerrado</b>		
<b>CATEGORIA</b>	<b>Área (km2)</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>Área (km2)</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>Área (km2)</b>	<b>Porcentagem</b>
Argissolos	3.971,93	6,34	Argissolos	31.632,05	20,32	Argissolos	13.737,23	11,87
Cambissolos	7.356,52	11,75	Cambissolos	23.243,24	14,93	Cambissolos	26.128,55	22,57
Chernossolos	641,82	1,02	Chernossolos	1.126,37	0,72	Chernossolos	531,62	0,46
Gleissolos	3.256,76	5,20	Gleissolos	1.907,99	1,23	Gleissolos	1.392,99	1,20
Latossolos	42.692,04	68,18	Latossolos	72.641,34	46,67	Latossolos	29.172,66	25,21
Não Definida	2.525,69	4,03	Não Definida	3.503,92	2,25	Não Definida	4.203,40	3,63
Neossolos	2.115,52	3,38	Neossolos	16.366,24	10,52	Neossolos	33.672,82	29,09
Planossolos	0,00	0,00	Planossolos	88,72	0,06	Planossolos	9,43	0,01
Plintossolos	58,69	0,09	Plintossolos	5.136,69	3,30	Plintossolos	6.892,55	5,96
<b>Total</b>	<b>62.618,98</b>	<b>100,00</b>	<b>Total</b>	<b>155.646,55</b>	<b>100,00</b>	<b>Total</b>	<b>115.741,25</b>	<b>100,00</b>

Fonte: PROBIO (2002).

### 3.3.3 Declividade

Com relação aos pesos definidos para a declividade do relevo no estado de Goiás, têm-se seis categorias ou níveis de classificação, de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2005): terreno plano (de 0 a 3% de declividade), suave ondulado (de 3 a 8% de declividade), ondulado (8 a 20% de

declividade), forte ondulado (20 a 45% de declividade), montanhoso (45 a 75% de declividade) e escarpado (acima de 75% de declividade). Baseado nesta classificação, os pesos para o tipo de declividade são mostrados na Tabela 3.4.

**Tabela 3.4 –** Relação de pesos relativos à declividade do relevo.

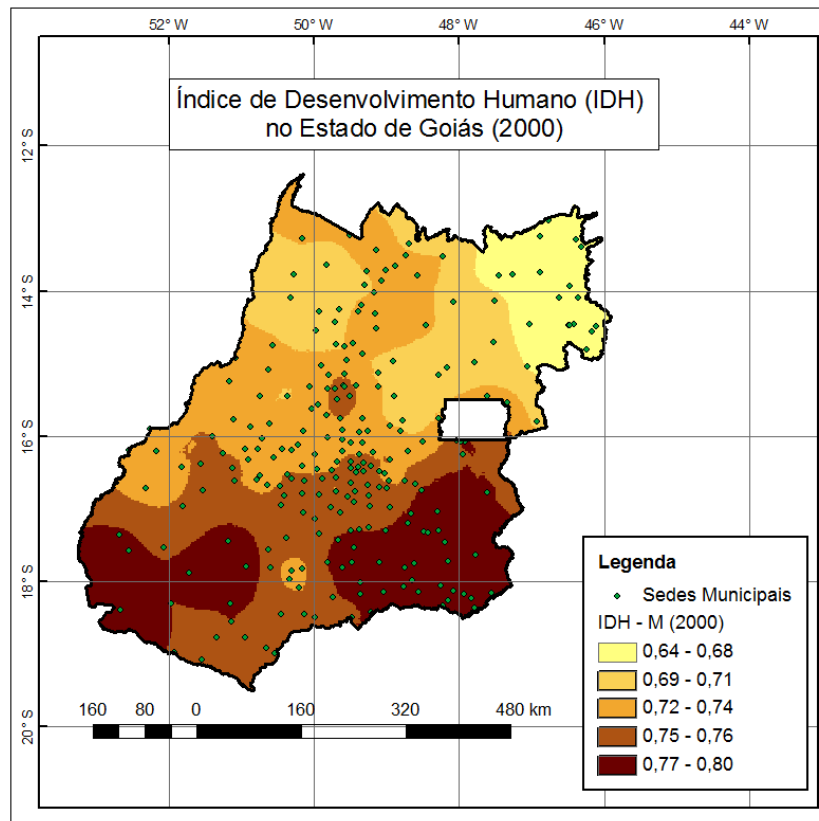
<b>Intervalo de Declividade</b>	<b>Tipo de Relevo</b>	<b>Peso</b>
0 a 3%	Plano	5
3 a 8%	Suave Ondulado	4
8 a 20%	Ondulado	3
20 a 45%	Ondulado Forte	2
45 a 75%	Montanhoso	1
Acima de 75%	Escarpado	0

Para a definição de pesos em relação à declividade, foi estabelecido um valor de peso inversamente proporcional ao intervalo de declividade para cada classe. Em se tratando de produção agrícola, é sabido que as áreas planas à suave onduladas são as mais indicadas, principalmente para o uso de plantio e colheita de grãos por mecanização. Por outro lado, o uso de pastagens em terrenos ondulados ou até mesmo em terrenos do tipo ondulado forte é possível e de fácil aceitação.

### **3.3.4 Índice de Desenvolvimento Humano Médio (IDH-M)**

Os valores do Índice de Desenvolvimento Humano Médio (IDH-M) no estado de Goiás apresentam um valor máximo igual a 0,834, para o município de Chapadão do Céu, localizado na micro-região Sudoeste do estado e mínimo de 0,600, para o município de Buritinópolis, localizado na micro-região Nordeste do estado. Sabe-se que quanto mais próximo de 1,0 for o valor do IDH-M, melhores serão as condições de renda, longevidade e educação da população do município.

A Figura 3.7 mostra a variação dos valores de IDH-M para o estado de Goiás. Esta figura mostra que os maiores valores de renda, longevidade e educação estão concentrados na região Sul de Goiás, enquanto os municípios com menores índices estão concentrados na região Norte do estado.



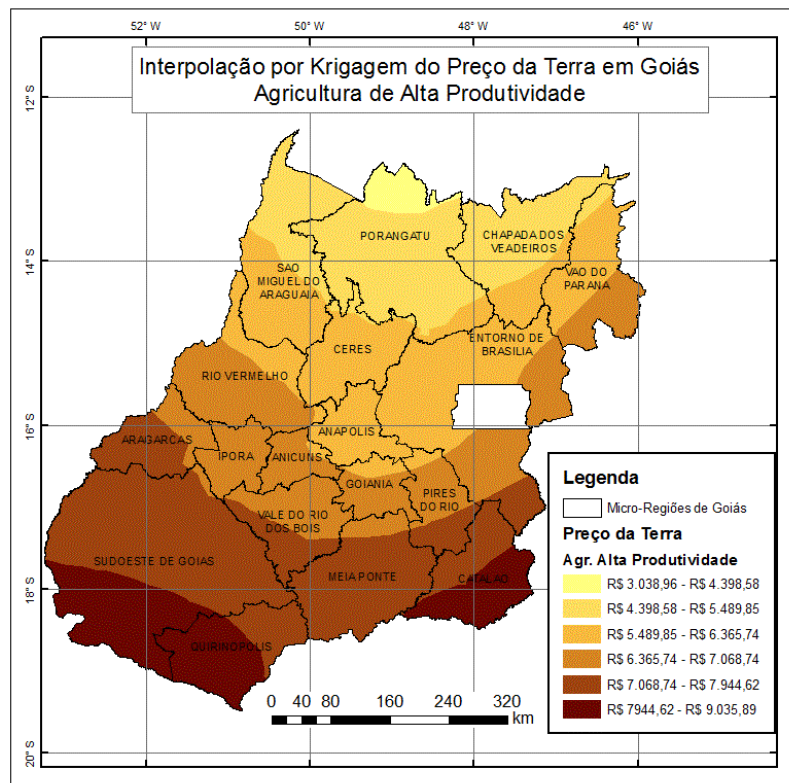
**Figura 3.7** – Índice de Desenvolvimento Humano Médio (IDH-M) nos municípios do estado de Goiás, para o ano de 2000. Fonte: PNUD (2000).

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a interpolação por *krigagem*, foi realizada a interpolação por *co-krigagem*, onde uma variável secundária é utilizada na interpolação (interpolação multivariada). As variáveis secundárias ou independentes utilizadas foram: peso dos tipos de cobertura e uso do solo, peso dos tipos de solos, pesos da declividade e IDH-M (2000).

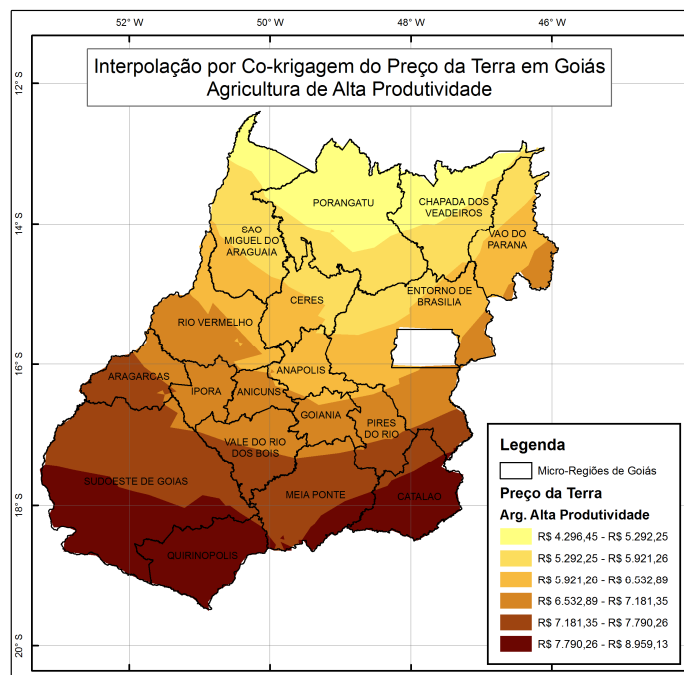
Para uma análise da dependência das variáveis secundárias no processo de interpolação, fez-se uma subtração de imagens entre os valores calculados por *krigagem* e por *co-krigagem*, com a finalidade de verificar a variação dos valores interpolados entre os dois métodos.

A Figura 3.8 mostra os valores de Preço da Terra par Agricultura de Alta Produtividade, interpolados, no estado de Goiás.



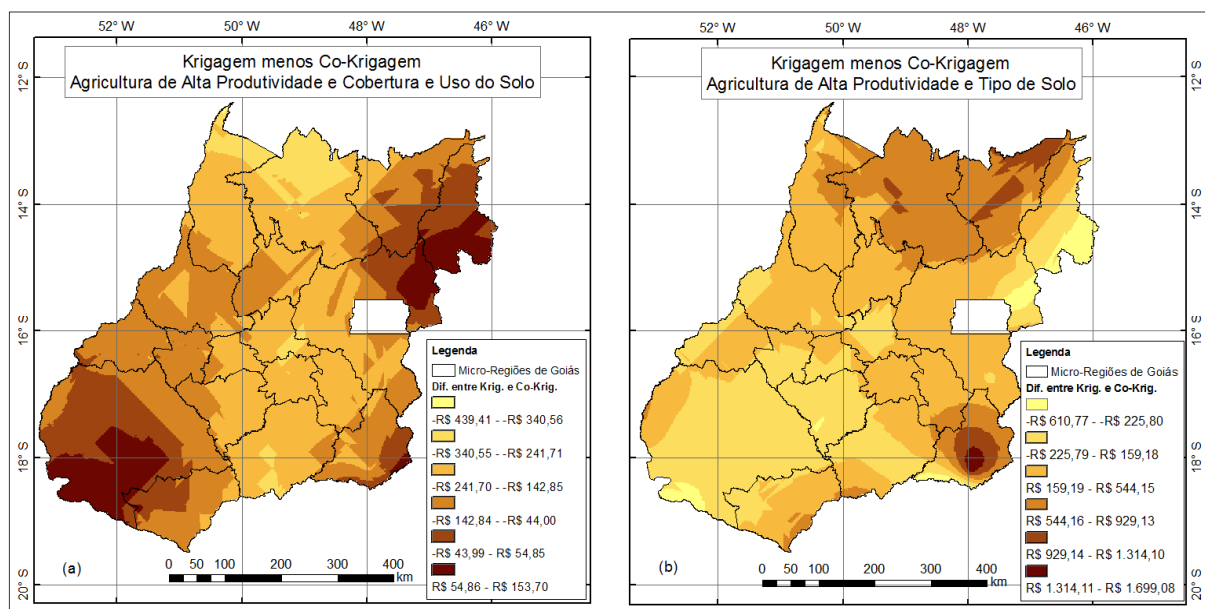
**Figura 3.8** – Interpolação por *krigagem* do Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade.

Baseado no conceito de *co-krigagem*, a Figura 3.9 mostra a interpolação do Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade, levando em consideração o preço da terra como variável dependente e a cobertura e uso do solo (pesos) como variável independente no processo de interpolação.



**Figura 3.9** – Interpolação por *co-krigagem* do Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade, utilizando como variável secundária a cobertura e o uso da terra.

A Figura 3.10 mostra a diferença entre os valores de preços da terra para agricultura de alta produtividade interpolados por *krigagem* e *co-krigagem*, baseados nas variáveis secundárias cobertura e uso do solo e tipos de solos.



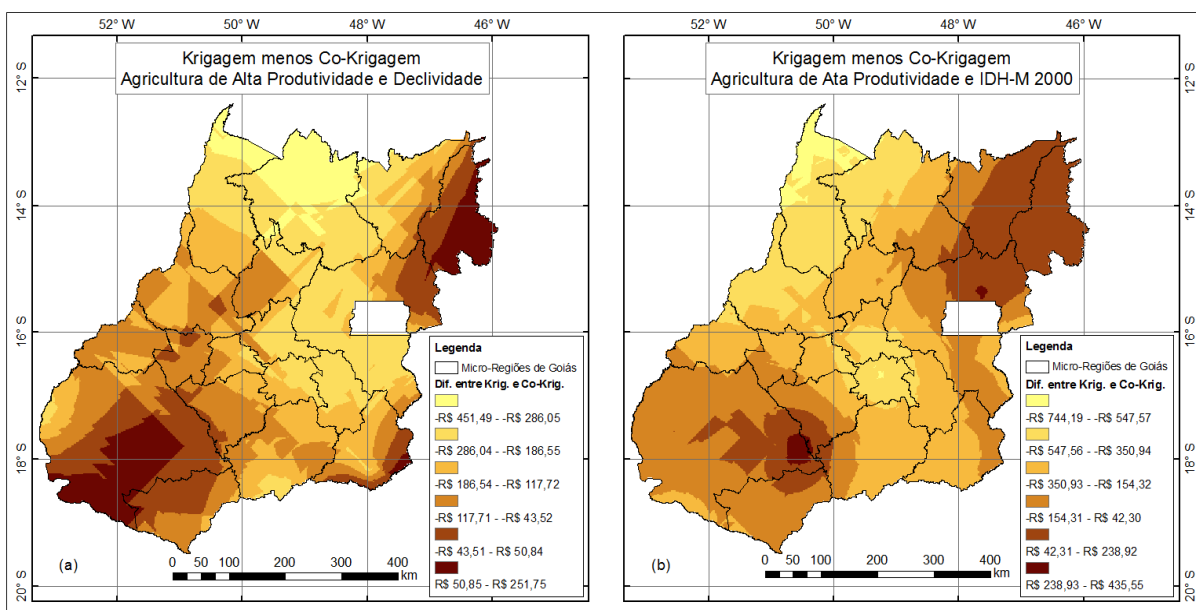
**Figura 3.10** – Interpolação por *krigagem* menos *co-krigagem* utilizando como variável secundária: os pesos da Cobertura e Uso do Solo (a); e o peso dos Tipos de Solos (b).

Na Figura 3.10(a) é possível observar que as maiores variações de preços da terra (acima de R\$ 250,00) entre as duas técnicas de interpolação ocorreram, de forma pontual, nas micro-regiões de Porangatu, Meia Ponte e Anápolis (Figura 3.8). Isto sugere que a influência na determinação dos pesos para cobertura e uso do solo foi significativa. Sabe-se que ao Norte de Goiás tem-se a presença vegetação nativa, que neste trabalho recebeu peso 3; contudo, devido à expansão agrícola na região, ocorre uma tendência de conversão do cerrado em pastagem, que recebeu peso 4 (Tabela 3.1). A classificação para agricultura (peso 5) pode estar influenciando na variação de preço da terra nas micro-regiões de Anápolis e Meia Ponte. As diferenças encontradas entre os dois interpoladores (*krigagem* e *co-krigagem*) podem sugerir que os pesos mostrados na Tabela 3.1 para cerrado e pastagem estão subestimados e o peso para agricultura está superestimado. A atribuição de pesos mostrada na Tabela 3.1 poderia sofrer ajustamentos refinados, como por exemplo, o estabelecimento de um intervalo maior entre os pesos atribuídos nas classes de uso do solo.

Na Figura 3.10(b) é possível observar que ocorre uma variação significativa do preço da terra nas micro-regiões de Catalão e Chapada dos Veadeiros (acima de

R\$ 1.000,00). Isso pode sugerir que os pesos atribuídos aos tipos de solos Neossolos (peso 1), comuns na Chapada dos Veadeiros, e Latossolos (peso 5), comuns em Catalão, provocaram variações significativas. Outro fator relevante está relacionado ao fato que, de acordo com o SIEG, parte da micro-região de Catalão não apresenta classificação definida quanto ao tipo de solo, prejudicando a atribuição de pesos (Tabela 3.2). O peso atribuído aos Neossolos pode estar subestimado e o peso atribuído aos Latossolos pode estar superestimado. Essas variações são pontuais, não passam de 5% dos valores analisados, e pode-se propor uma ampliação ou refinamento dos intervalos de pesos, além da necessidade de coletar um número maior de amostras do preçõ da terra para agricultura.

A Figura 3.11 mostra a diferença entre os valores de preçõs da terra para agricultura de alta produtividade interpolados por *krigagem* e *co-krigagem*, baseados nas variáveis secundárias declividade e IDH-M.



**Figura 3.11** – Interpolação por *krigagem* menos *co-krigagem* utilizando como variável secundária: os pesos da declividade (a); e o peso do IDH-M do ano de 2000 (b).

Em relação ao uso da declividade na determinação do preço da terra para agricultura de alta produtividade (Figura 3.11(a)), as variações de preço acima de R\$ 250,00 foram maiores, atingindo aproximadamente 25% do estado e se concentrando principalmente nas micro-regiões de Porangatu e São Miguel do Araguaia. Sabe-se que as declividades nessas duas micro-regiões são classificadas de plano a suave ondulado, sendo assim, esta variação acima de R\$ 250,00 está diretamente ligada ao nível de desvalorização das terras para agricultura em essas

duas micro-regiões, mesmo tendo-se uma declividade adequada ao plantio. Outros fatores podem estar influenciando no preço e na interpolação, como a cobertura e uso do solo, tipos de solos nessas micro-regiões e os processos de inundações que ocorrem na bacia do Rio Araguaia durante o período chuvoso.

A Figura 3.11(b) mostra a variação de preços para terras agrícolas de alta produtividade quando combinadas com o IDH-M. Neste caso, o uso da variável secundária no processo de interpolação provocou variações nos valores acima de R\$ 250,00 em aproximadamente 35% da área do estado de Goiás, concentrando-se principalmente na micro-regiões de São Miguel do Araguaia, Rio Vermelho, Aragarças, Ceres, Anápolis, Goiânia, Pires do Rio e Catalão. Esta incompatibilidade entre os Preços da Terra para Agricultura de Alta Produtividade e variação do IDH-M nas micro-regiões citadas mostra que os moradores (população) dessas regiões não são necessariamente os proprietários das áreas agricultáveis mais valorizadas, podendo ser um indício de acúmulo de propriedades rurais rentáveis por uma pequena porção da população ou até mesmo a ausência de proprietários municipais das áreas mais valorizadas nessas localidades.

A Tabela 3.5 mostra um resumo das variações do Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade encontradas em relação aos valores interpolados por *krigagem* e *co-krigagem*, baseadas nas variáveis secundárias utilizadas neste trabalho.

**Tabela 3.5** – Variação de valores do Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade entre *krigagem* e *co-krigagem*.

Variável	Diferença Média (R\$)	Desvio Padrão (R\$)	Valor Máximo (R\$)	Valor Mínimo (R\$)	Variação Absoluta (R\$)
Cobertura e Uso do Solo	-108,81	98,04	153,70	-439,41	593,11
Solos	307,48	326,27	1.699,08	-610,77	2.309,85
Declividade	-122,64	115,87	251,75	-451,49	703,24
IDH-M 2000	-161,58	206,75	435,55	-744,19	950,94

Os valores da Tabela 3.5 mostram que a melhor relação é estabelecida entre o preço da terra para agricultura de alta produtividade e os pesos estabelecidos para a variável secundária cobertura e uso do solo, pois os valores interpolados por *co-krigagem* sofreram menores variações em comparação com os valores interpolados por *krigagem*.

Por outro lado, as melhores variações de valores interpolados por *krigagem* e *co-krigagem* estão concentrados em locais pontuados, em torno dos pontos

amostrais, o que é um problema nos processos de interpolação, mas essas variações entre os dois processos de interpolação não são significativas, considerando que as diferenças médias não ultrapassaram R\$ 310,00, pois os valores do preço da terra podem variar entre R\$ 3.000,00 e R\$ 9.000,00.

A Figura 3.12 mostra os valores de Preço da Terra para Pastagem de Alto suporte interpolados por *krigagem*, no estado de Goiás.

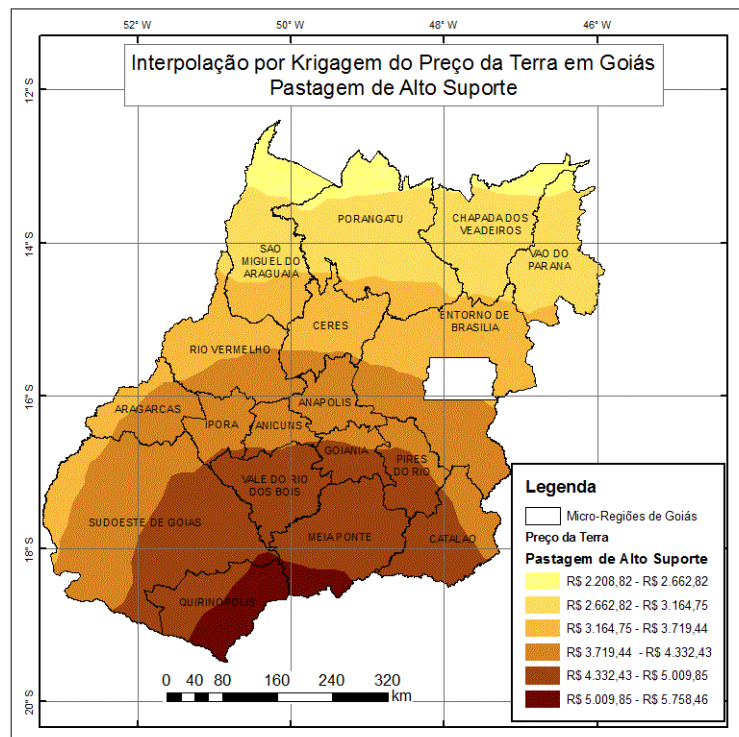
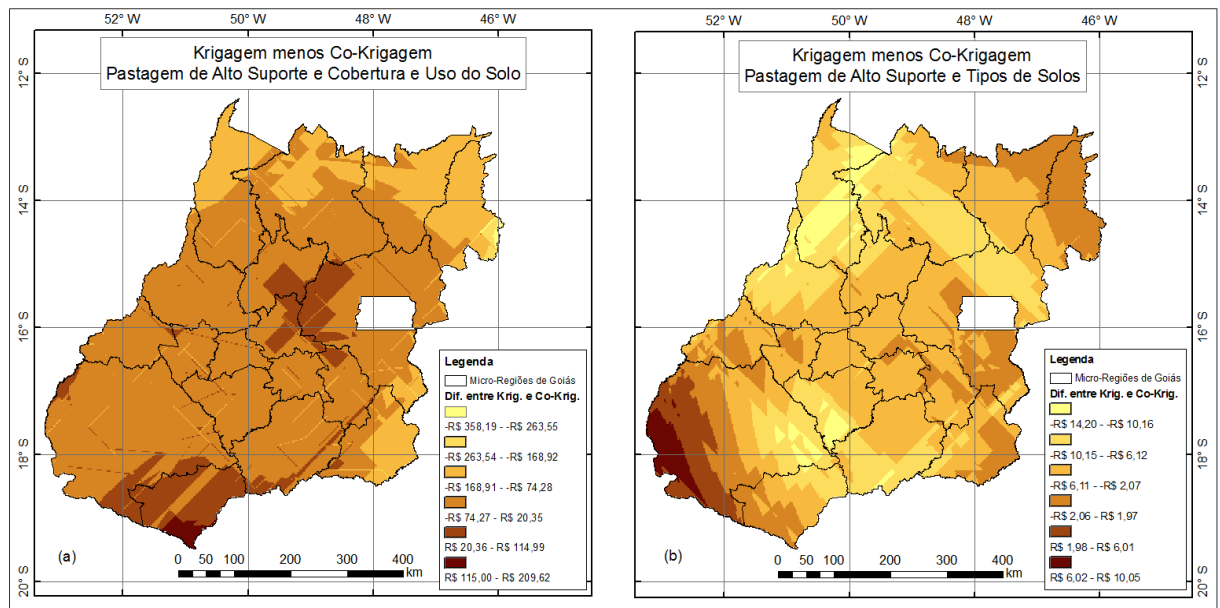


Figura 3.12 – Interpolação por *krigagem* do Preço da Terra para Pastagem de Alto Suporte.

A Figura 3.13 mostra a diferença entre os valores de preços da terra para pastagem de alto suporte interpolados por *krigagem* e *co-krigagem*, baseados nas variáveis secundárias cobertura e uso do solo e tipos de solos.

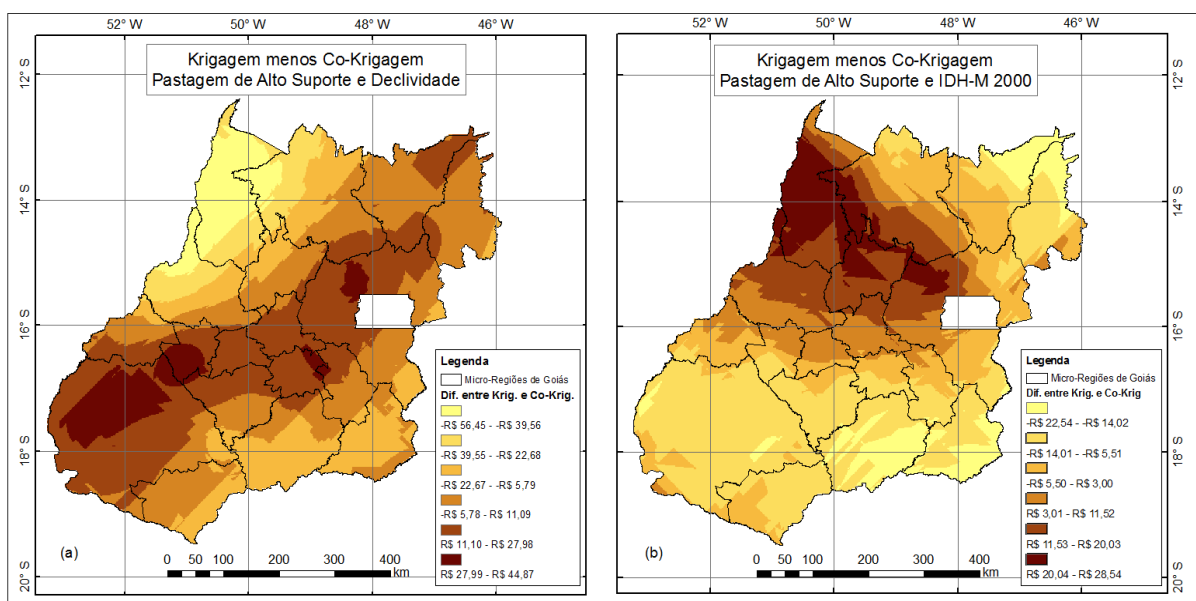
Analisando a Figura 3.13(a), as maiores diferenças - acima de R\$ 200,00 - estão concentradas em uma pequena porção do estado, em aproximadamente 0,4% da área do estado, localizada principalmente na micro-região do Vão do Paranã. Isto pode sugerir que, num contexto geral, em se tratando de valoração de áreas para pastagem, os pesos relativos à cobertura e uso do solo estão compatíveis.



**Figura 3.13** – Interpolação por *krigagem* menos *co-krigagem* utilizando como uma segunda variável: os pesos da cobertura e uso do solo (a); e o peso dos tipos de solos (b).

Em relação à Figura 3.13(b), os valores não variaram acima de R\$ 15,00 na comparação entre a *krigagem* e a *co-krigagem* utilizando o peso do tipo de solo como variável secundária, mostrando uma coerência entre o Preço da Terra para Pastagem e os tipos de solos disponíveis em Goiás, apresentando alto grau de correlação entre a variável primária e a secundária.

A Figura 3.14 mostra a diferença entre os valores de Preços da Terra para Pastagem de Alto Suporte interpolados por *krigagem* e *co-krigagem*, baseados nas variáveis secundárias declividade e IDH-M.



**Figura 3.14** – Interpolação por *krigagem* menos *co-krigagem* utilizando como uma segunda variável: os pesos da declividade (a); e o peso IDH-M do ano de 2000 (b).

Observando a Figura 3.14(a), pode-se verificar que a variação entre *krigagem* e *co-krigagem* não ultrapassou R\$ 60,00, considerando os pesos definidos para declividades (variável secundária). As maiores diferenças (acima de R\$ 40,00) estão concentradas nas micro-regiões de São Miguel do Araguaia e Rio Vermelho, na Bacia do Rio Araguaia, em aproximadamente 6% da área total do estado, apesar de a declividade média nessas micro-regiões ser de 4% (terreno plano a suave ondulado). Neste caso, fatores como a inundação dos afluentes na bacia do Rio Araguaia durante o período chuvoso podem contribuir mais na variação do preço, do que o próprio peso da declividade estabelecida neste trabalho. Contudo, a diferença máxima encontrada entre os interpoladores não pode ser considerada significativa, pois nessas micro-regiões as Pastagens de Alto Suporte podem atingir valores acima de R\$ 3.000,00.

Considerando a Figura 3.14(b) pode-se observar que a variação entre *krigagem* e *co-krigagem* não ultrapassou R\$ 30,00, considerando os valores para o IDH-M (variável secundária); contudo, as maiores diferenças (acima de R\$ 20,00) estão concentradas nas micro-regiões de São Miguel do Araguaia, Porangatu, Ceres e no Entorno de Brasília, onde o IDH-M gira em torno de 0,7 e o preço da terra para pastagem pode chegar a R\$ 3.700,00/ha (dados de 2008). A variação do preço para pastagem está coerente com a variação do IDH-M, pois existe uma forte correlação entre ambos.

A Tabela 3.6 mostra um resumo das variações do Preço da Terra para Pastagem de Alto Suporte, encontradas em relação aos valores interpolados por *krigagem* e *co-krigagem*, baseadas nas variáveis secundárias utilizadas neste trabalho.

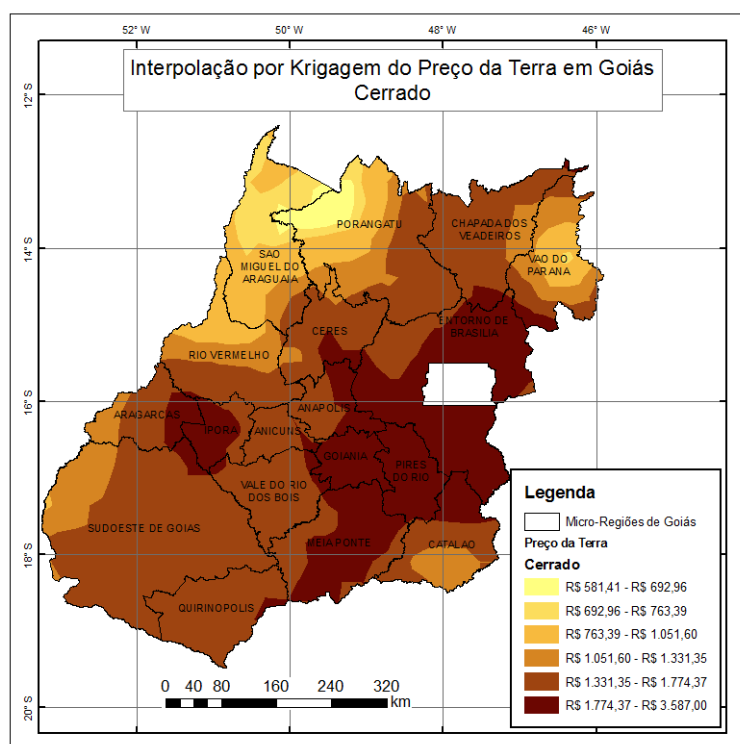
**Tabela 3.6** – Variação de valores do Preço da Terra para Pastagem de Alto Suporte entre *krigagem* e *co-krigagem*.

Variável	Diferença Média (R\$)	Desvio Padrão (R\$)	Valor Máximo (R\$)	Valor Mínimo (R\$)	Varição Absoluta (R\$)
Cobertura e Uso do Solo	24,49	51,52	209,62	-358,19	567,81
Solos	-4,15	3,81	10,05	-14,20	24,25
Declividade	1,66	20,95	44,87	-56,45	101,32
IDH-M 2000	0,00	12,13	28,54	-22,54	51,08

Os valores da Tabela 3.6 mostram que o Preço da Terra para Pastagem de Alto Suporte não sofre variação significativa, quando uma variável secundária é

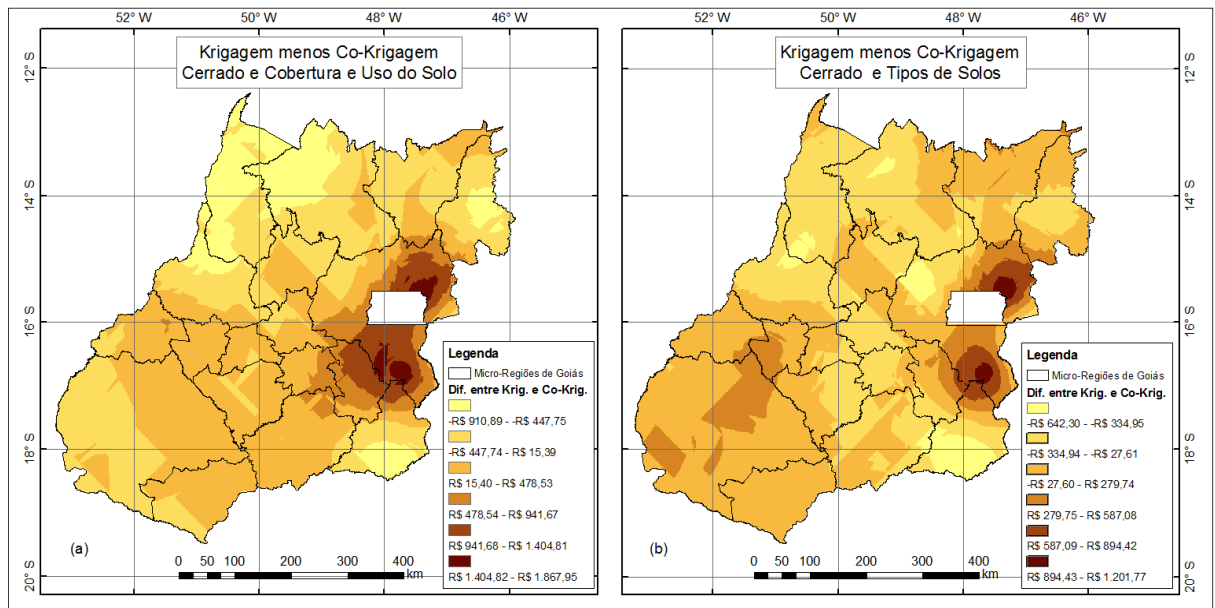
aplicada no processo de interpolação por *co-krigagem*, pois a maior diferença média não foi superior a R\$ 25,00. Isto também pode sugerir uma relação de preço de pastagem com as condições econômicas, sociais e ambientais no estado de Goiás, assim como esta baixa diferença entre os valores interpolados por *krigagem* e *co-krigagem* mostra que a determinação dos pesos definidos para as variáveis secundárias estão coerentes com relação ao preço de terra para pastagem. Os valores de IDH-M no estado de Goiás se mostram extremamente correlacionados com os valores para pastagem, ou seja, nos municípios onde o Índice de Desenvolvimento Humano é alto, os Preços de Terras para Pastagem apresentam os maiores valores, e vice e versa.

A Figura 3.15 mostra os valores de Preço da Terra para Cerrado (mata nativa) interpolados por *krigagem*, no estado de Goiás.



**Figura 3.15** – Interpolação por *krigagem* do Preço da Terra Cerrado (mata nativa).

A Figura 3.16 mostra a diferença entre os valores de Preços da Terra para Cerrado, interpolados por *krigagem* e *co-krigagem*, baseados nas variáveis secundárias cobertura e uso do solo e tipos de solos.

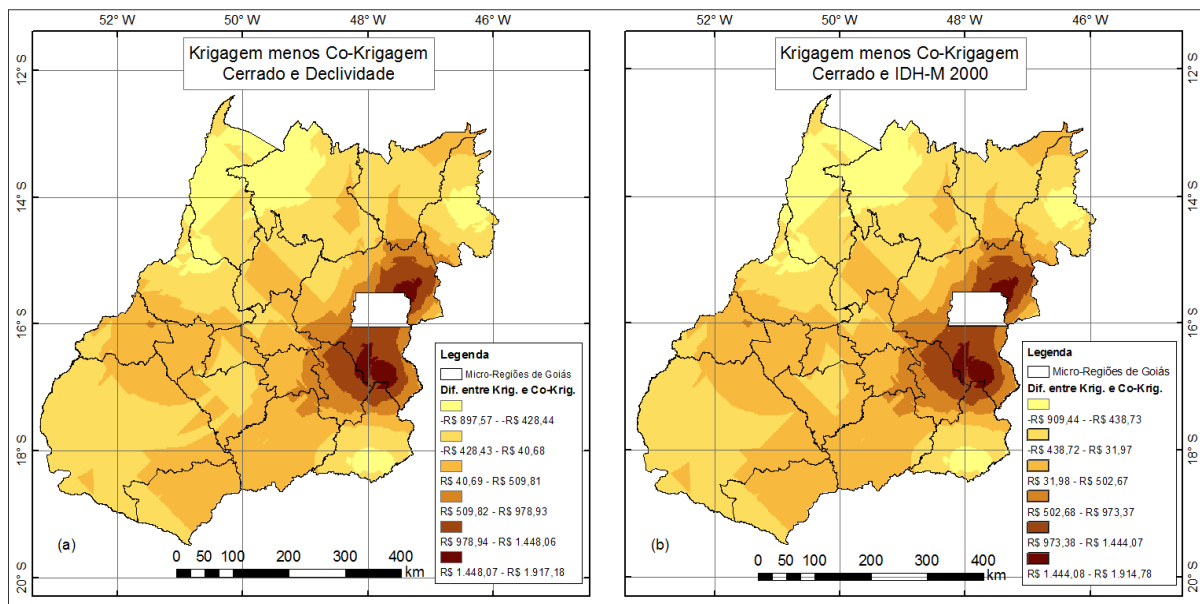


**Figura 3.16** – Interpolação por *krigagem* menos *co-krigagem* utilizando como uma segunda variável: os pesos da cobertura e uso do solo (a); e o peso dos tipos de solos (b).

De acordo com as Figura 3.16(a) e 3.16(b), na comparação entre os dois interpoladores, considerando os pesos aplicados na *co-krigagem* baseados nos tipos de cobertura e uso do solo e tipos de solos, as maiores variações (acima de R\$ 200,00), ou seja, em aproximadamente 35% do estado, podem ser observadas em todas as micro-regiões, principalmente no Entorno de Brasília, Sudoeste e Vale do Rio dos Bois. Isto pode sugerir que a definição de pesos para a cobertura e uso do solo e tipo de solos, proposta neste trabalho, não pode ser correlacionada com o Preço da Terra para Cerrado, pois, outros fatores estão influenciando na determinação desse preço, em regiões onde a agricultura e pecuária são intensas (micro-região Sudoeste) e a possível existência de especulação imobiliária (micro-região do Entorno de Brasília) podem estar influenciando na determinação do preço da terra sobre remanescente de vegetação no estado.

A Figura 3.17 mostra a diferença entre os valores de Preços da Terra para Cerrado, baseados nas variáveis secundárias Declividade e IDH-M. Como observado nas Figuras 3.17(a) e 3.17(b), os Preços da Terra para Cerrado não podem ser correlacionados com os pesos atribuídos às variáveis secundárias durante o processo de interpolação para esse preço, pois as maiores variações (acima de R\$ 200,00) foram observadas em boa parte do estado. Sendo assim, pode-se dizer que não há relação entre o preço e os pesos definidos para declividade e IDH-M. Um fator predominante nesta análise é a comparação entre as

Figuras 3.17(a) e 3.17(b), que variam pouco entre si, tanto na variação de cores quanto na variação de valores, mostrando que há uma relação entre o peso da declividade e o valor do IDH-M.



**Figura 3.17** – Interpolação por *krigagem* menos *co-krigagem* utilizando como uma segunda variável: os pesos da declividade (a); e o peso IDH-M do ano de 2000 (b).

A Tabela 3.7 mostra um resumo das variações do Preço da Terra para Cerrado, encontradas em relação aos valores interpolados por *krigagem* e *co-krigagem*, baseadas nas variáveis secundárias utilizadas neste trabalho.

**Tabela 3.7** – Variação de valores do Preço da Terra para Cerrado entre *krigagem* e *co-krigagem*.

Variável	Diferença Média (R\$)	Desvio Padrão (R\$)	Valor Máximo (R\$)	Valor Mínimo (R\$)	Varição Absoluta (R\$)
Cobertura e uso do Solo	66,52	436,86	1.867,95	-910,88	2.778,83
Solos	47,66	239,21	1.201,77	-642,29	1.844,06
Declividade	76,81	440,11	1.917,18	-897,57	2.814,75
IDH-M 2000	76,51	441,79	1.914,78	-909,44	2.824,31

Os valores da Tabela 3.7 mostram que a melhor relação é estabelecida entre o Preço da Terra para Cerrado e os pesos estabelecidos aos tipos de solos, pois os valores interpolados por *co-krigagem* sofreram menores variações comparados aos valores interpolados por *krigagem*. Por outro lado, a menor relação está entre a interpolação de preço da terra para cerrado e a cobertura e uso do solo, pois os valores interpolados por *co-krigagem* sofreram maiores variações.

Na análise realizada para Cerrado, as diferenças encontradas entre os dois tipos de interpoladores utilizados mostram que o preço da terra para vegetação

remanescente não pode ser modelado utilizando as variáveis secundárias propostas neste trabalho, pois outros fatores podem estar contribuindo em maior proporção para a definição do preço, como a possível especulação imobiliária e a pressão para conversão de mata nativa em pastagens ou lavouras no estado de Goiás.

### 3.5 CONCLUSÕES

Ao se executar a interpolação por *krigagem* e *co-krigagem* dos preços da terra e estabelecendo-se uma combinação com as variáveis secundárias para análise de correlação a partir do uso de interpolações multivariadas, pode-se observar que o uso da *co-krigagem* não oferece uma variação significativa nos valores para a determinação do preço, com exceção da determinação de Preço da Terra para Cerrado.

Os pesos propostos para as variáveis secundárias (cobertura e uso do solo, tipo de solos, declividade e IDH-M) estão coerentes em relação aos preços interpolados, apresentando uma maior variação em se tratando do Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade.

Um refinamento na definição dos pesos atribuídos à cobertura e uso do solo e do tipo de solo no estado pode contribuir para definir uma melhor correlação entre as variáveis primárias e secundárias utilizadas nos processamentos.

Por outro lado, os diferentes períodos de coleta de dados (2000, 2002 e 2008) e as variações nas escalas podem interferir nos valores interpolados. Ao propor este argumento, pode-se utilizar, como exemplo, os dados de tipos de solos como variável secundária, coletados e disponibilizados na escala 1:5.000.000, considerada uma escala pequena para a coleta de dados amostrais.

Dentro do contexto proposto no parágrafo anterior, pode-se citar o uso de dados em diferentes períodos de coleta, como ocorreu entre os valores da terra, coletados para o ano de 2008 e os valores do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), disponíveis e utilizados neste trabalho para o ano de 2000. Sobre esta mesma linha de raciocínio, pode-se citar o uso das informações contidas no projeto PROBIO - Cerrado, produzidas e disponibilizadas no ano de 2002, sabendo-se que a variação da cobertura e uso do solo é dinâmica, principalmente em estados agrícolas, como é o caso de Goiás.

Finalmente, o preço da terra no estado de Goiás pode ser avaliado com o uso exclusivo de interpolação por *krigagem*. Essa constatação é muito importante, pois o

mapeamento de preços da terra por *co-krigagem* não pode ser realizado em regiões que não dispõem de dados secundários atualizados.

### 3.6 REFERÊNCIAS

BURROUGH, P. A.; McDONNELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems**. New York: Oxford University Press, 2011. 338p.

CAMARGO, E. C. G.; FUCKS, S. D.; CÂMERA, G. Análise Espacial de Superfícies. In: Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap3-superficies.pdf>. Acesso em: 01 de jul. 2012.

CHILÈS, J. P. DELFINER, P. **Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty**. 2th ed. New Jersey: Jonh Wiley & Sons, 2012. 716p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Brasil em Relevo**. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>. Acesso em: 10 de out. 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil – Primeira Aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Pedologia, Manuais Técnicos de Geociências, nº 4. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

IFNP. **Agrianual 2009: Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2009. 497p.

ISAACS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **An Intruduction to Apllied Geostatistics**. New York: Oxford Univesity Press, 1989. 575p.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia Aplicada**. 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592p.

SIEG – Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/>. Acesso em: 1 de out. 2009.

SOARES, A. **Geoestatística para as Ciências da Terra e do Ambiente**. 2.ed. Lisboa: IST Press, 2006. 218p.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento no Brasil. **Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), 2000**. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/Atlas.aspx?view=atlas>. Acesso em: 01 de ago. 2012.

PROBIO - Projeto Nacional de Ações Integradas Público-Privadas para Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. **Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros**. Brasília, 2002. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>. Acesso em: 01 de out. 2011.

## **4 AVALIAÇÃO DO MAPEAMENTO FUNDIÁRIO DO ESTADO DE GOIÁS DE ACORDO COM A LEI FEDERAL 10.267/2001**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

Os benefícios na elaboração de um cadastro geograficamente referenciado de propriedades rurais no Brasil surtem grande efeito no âmbito governamental, dando suporte na formulação de políticas territoriais mais adequadas (tributação, meio ambiente, distribuição de terras, entre outras). Além disso, diversas instituições do setor privado podem desempenhar melhor suas atividades junto às propriedades rurais, criando oportunidades de desenvolvimento. O cadastro completo e atualizado das propriedades rurais é um pressuposto para o desenvolvimento sustentável de uma nação (PAIXÃO, NICHOLS e CARNEIRO, 2012).

O cadastro de terras vem evoluindo junto com a sociedade humana. Há registros históricos de atividades de cadastramento de terras em 4.000 a.C., na Babilônia, e também em 3.000 a.C. no Egito. No entanto, um importante marco histórico do cadastro de propriedades rurais ocorreu na França em 1808 com Napoleão, que decretou a elaboração de um completo e detalhado cadastro de todo o território francês, e das terras ocupadas, com a finalidade de estabelecer uma eficiente gestão territorial (LIMA, 2000; PHILIPS, 2004). O cadastro napoleônico era inovador para aquela época, pois consistia no estabelecimento de uma rede de triangulação geodésica, sobre a qual as propriedades rurais eram referenciadas e mensuradas, além disso, elas recebiam um código único para identificação. Atualmente esse é o conceito de cadastro utilizado por praticamente todos os países do mundo (BRANDÃO e SANTOS FILHO, 2008).

Segundo Esteves (2010), a evolução histórica do cadastro de terras no Brasil ocorreu em três momentos: no período colonial entre 1530 e 1822; num segundo momento, denominado de vácuo jurídico institucional, entre 1822 e 1850; e no terceiro momento, que se iniciou-se em 1850, com o estabelecimento da lei de terras, prevalecendo até os dias atuais. Essa terceira etapa é subdividida em três fases: a primeira fase da lei de terras ocorreu no intervalo entre 1850 e 1964; a segunda iniciou com o estabelecimento do Estatuto de Terras em 1964 e continuou até 2001; a terceira fase iniciou com o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR) em 2001 e vigora até os dias atuais, na qual os imóveis rurais são geograficamente referenciados.

No período colonial, as concessões de títulos dominiais eram expedidas pelo poder público, por meio de descrições (somente literais) em cartas de datas de sesmarias, escrituras públicas e livros de escrituração.

No período denominado Vácuo Jurídico Institucional, a legislação das sesmarias foi inalterada e suspensa. Os pequenos produtores e grandes proprietários se apossavam de terras, ocorrendo assim o registro parcial das posses. A descrição dos limites da propriedade continuou sendo realizada de maneira descritiva literal (sem a descrição gráfica das propriedades).

Após a Lei de Terras, entre 1850 e 1964, o registro de propriedades de terras era realizado em paróquias com base em descrições das propriedades (somente literais). Entre 1964 e 2001, na vigência do Estatuto da Terra, são criadas instituições para gerenciar o cadastro de terras e executar a reforma agrária. Naquela época foi prevista a utilização de técnicas de cartografia e posicionamento no cadastro, visando solucionar as lacunas no registro de terras. Porém, devido às dificuldades tecnológicas encontradas durante este período, e à falta de profissionais capacitados em mapeamento em todo o território nacional, resultaram no predomínio de informações literais sobre as informações gráficas das propriedades (mapas geograficamente referenciados).

No dia 28 de agosto de 2001, entrou em vigor a Lei Federal 10.267, que criou o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR), tornando obrigatório o mapeamento geograficamente referenciado sempre que ocorrer modificação na matrícula imobiliária decorrente de alteração de titularidade, parcelamento, desmembramento, loteamento, remembramento e retificação de área.

Essa lei foi criada devido a uma intensa pressão internacional para que o Brasil organizasse sua vertente rural em conjunto com os resultados de uma Comissão Parlamentar de Inquérito da Câmara dos Deputados a respeito de ocupações irregulares de terras públicas, onde foi detectada a situação caótica do sistema brasileiro de registro de terras. Por esta lei, a responsabilidade civil e criminal das informações é compartilhada entre a instituição que realiza o registro do imóvel (cartório), o proprietário, que identifica os limites de sua propriedade e o profissional responsável pelo mapeamento geograficamente referenciado da propriedade, de acordo com normas técnicas que especificam as tecnologias e

técnicas, de tal forma que o mapeamento tenha a acurácia posicional melhor que 50 centímetros em cada vértice (PEREIRA e AUGUSTO, 2004).

De acordo com o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006), o Brasil possuía 5.204.130 estabelecimentos rurais. Portanto, foi necessário realizar um escalonamento na obrigatoriedade do mapeamento de propriedades rurais, de acordo com o tamanho de suas áreas. O Decreto Federal 4.449/2002 em seu artigo 10, com alterações realizadas pelos Decretos Federais 5.570/2005 e 7.620/2011, exige que o imóvel rural seja geograficamente mapeado, com prazos definidos em função do tamanho da propriedade rural, como mostra o Quadro 4.1.

**Quadro 4.1** – Prazos para obrigatoriedade do mapeamento geograficamente referenciado em função do tamanho dos imóveis rurais.

<b>Área do Imóvel Rural (ha)</b>	<b>Início da Obrigatoriedade</b>
Acima de 5.000	30/01/2003
Entre 5.000 e 1.000	30/10/2003
Entre 500 e 1.000	20/11/2008
Entre 250 e 500	20/11/2013
Entre 100 e 250	20/11/2016
Entre 25 e 100	20/11/2019
Abaixo de 25	20/11/2023

Fontes: Brasil (2002); Brasil (2005); Brasil (2011).

O CNIR é uma iniciativa de extrema necessidade para o desenvolvimento do Brasil, porém ambiciosa por muitos fatores. Inicialmente, pelo fato histórico, passou-se mais de 500 anos desde o descobrimento do Brasil para que o registro de terras e a política fundiária estabelecessem normas técnicas para o mapeamento geográfico das propriedades rurais. É importante mencionar também os fatores científicos, tecnológicos e técnicos exigidos nas normas para o georreferenciamento dos limites das propriedades rurais. Para a execução desses trabalhos, é necessário conhecimento de áreas complexas das ciências exatas tais como estatística, cálculos diferenciais e matriciais, além da necessidade de utilização de equipamentos de posicionamento sofisticados, complexos e onerosos. Finalmente, conforme descrevem Pereira e Augusto (2004), a norma técnica exige ainda que todo vértice da poligonal que descreve espacialmente uma propriedade rural seja referenciado a uma rede de pontos geodésicos homologados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que é responsável pela execução da política cartográfica nacional. As dimensões continentais do Brasil, as dificuldades de acesso em todas as localidades e a desigualdade socioeconômica nacional fazem

com que essa rede geodésica seja adensada em algumas localidades e escassa em outras regiões.

As exigências da Lei Federal 10.267/2001 causaram um importante aumento de demanda por profissionais capacitados para realizarem o trabalho de mapeamento preciso e geograficamente referenciado de propriedades rurais. A princípio, os profissionais de Agrimensura e Cartografia possuem tal competência técnica. No entanto, de acordo com Silva (2006), no caso da Engenharia Cartográfica, até 2006, existiam no Brasil somente seis Instituições de Ensino Superior que ofereciam esse tipo de curso. Essas instituições estavam localizadas principalmente nas regiões sudeste e sul do Brasil, sendo que na região Nordeste havia apenas uma instituição que oferecia tal curso. No caso das regiões Centro-Oeste e Norte, atualmente não há cursos de Engenharia Cartográfica disponíveis. Em consequência disso, a maioria dos Engenheiros Cartógrafos atuam principalmente nas regiões sudeste e Sul do Brasil. O mesmo quadro parece se repetir no caso dos Engenheiros Agrimensores.

Para suprir a alta demanda por profissionais capacitados em mapeamento geograficamente referenciados de propriedades rurais, em 2004 o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) aprovou a decisão plenária PL 2087/2004 na qual Engenheiro Agrônomo, Engenheiro Civil, Engenheiro de Fortificação e Construção, Engenheiro Florestal, Engenheiro Geólogo, Engenheiro de Petróleo, Arquiteto e Urbanista, Engenheiro de Minas, Engenheiro Agrícola, Geógrafo, Geólogo, Técnico de Nível Superior ou Tecnólogo, Técnico de Nível Médio em Agrimensura, Técnicos de Nível Médio em Topografia, e Outros Tecnólogos e Técnicos de Nível Médio das áreas acima explicitadas podem obter uma extensão de atribuições iniciais junto ao CREA, por intermédio de cursos de atualização técnica de 360 horas (CONFEA, 2004). Os cursos de atualização devem apresentar os seguintes conteúdos formativos em sua grade: topografia aplicada ao georreferenciamento, cartografia, sistemas de referência, projeções cartográficas, ajustamentos e técnicas de posicionamento geodésico (CONFEA, 2003).

Onze anos após a Lei Federal 10.267/2001 ter entrado em vigor, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) publicou na Internet (<http://200.252.80.40/Certifica/abertura.asp>) os primeiros resultados do mapeamento

geograficamente referenciado das propriedades rurais realizado em todo o território nacional.

Os objetivos deste capítulo foram realizar uma avaliação da quantidade de propriedades rurais já mapeadas no estado de Goiás, de acordo com as normas técnicas estabelecidas pelo INCRA em atendimento a Lei Federal 10.267/2001, e verificar se existe relação espacial entre a localização dessas propriedades rurais e o preço da terra. Além disso, pretendeu-se avaliar a localização das propriedades já mapeadas com a distribuição espacial dos profissionais credenciados para fazer o mapeamento no estado de Goiás, além de avaliar a situação da rede geodésica disponível. Finalmente, este capítulo propõe algumas sugestões para viabilizar e acelerar o processo de mapeamento geograficamente referenciado de propriedades rurais no estado de Goiás.

## **4.2 ÁREA DE ESTUDO**

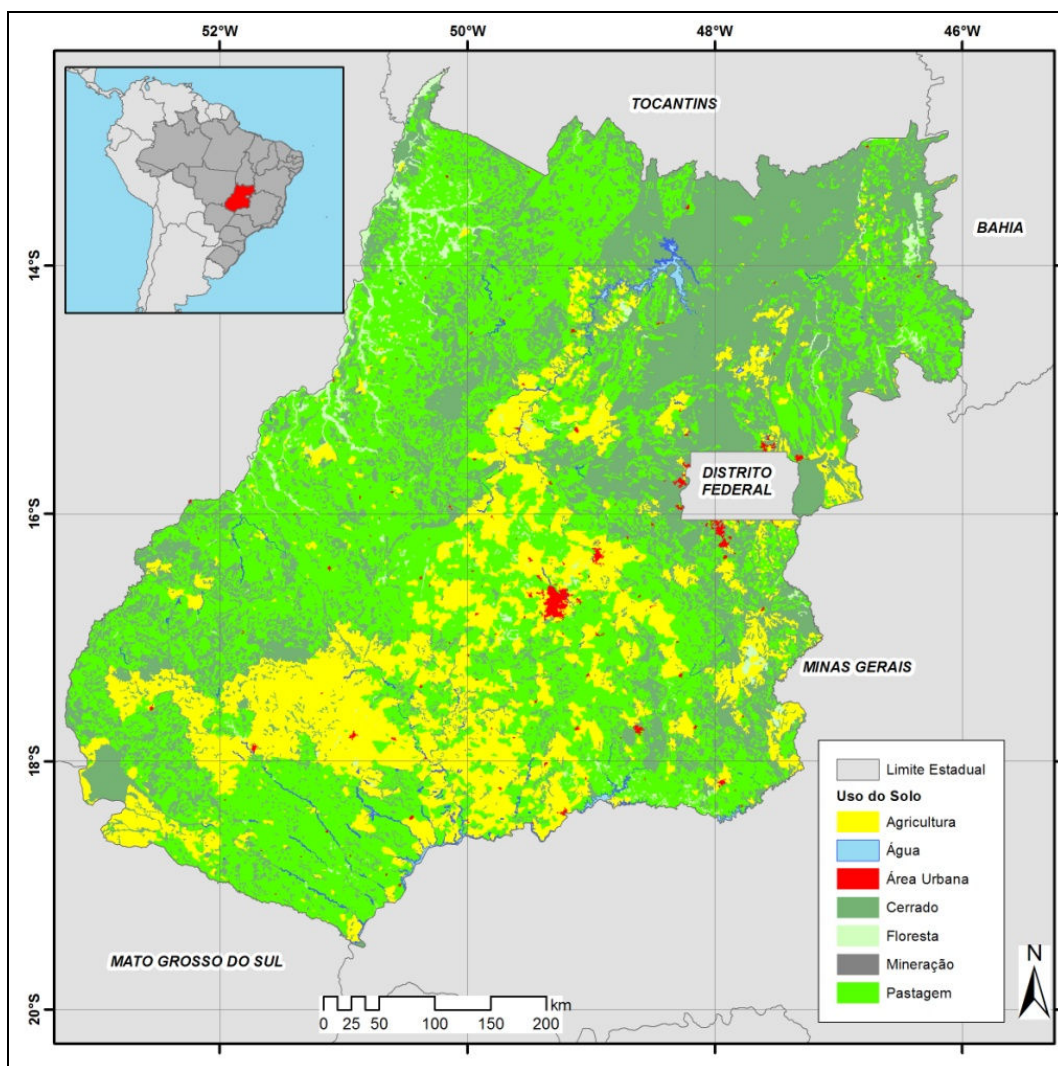
A área de estudo é o estado de Goiás, localizado na região Centro-Oeste do Brasil entre as latitudes 12° 20' Sul e 19° 30' Sul, e entre as longitudes 53° 20' Oeste e 45° 51' Oeste. A localização geográfica do estado de Goiás faz com que 97% de seu território esteja inserido no bioma Cerrado e o restante no bioma Mata Atlântica (IBGE, 2004).

O estado de Goiás ocupa uma área de 340.087 km<sup>2</sup> e está dividido em 246 municípios, que estão agrupados em 18 micro-regiões, sendo essas últimas agrupadas em 5 meso-regiões. Da mesma forma que ocorre nas demais unidades da federação, a população goiana reside preferencialmente em áreas urbanas (5.421.069 habitantes); nas áreas rurais residem apenas 582.976 habitantes, ou seja, 9,71% da população total (IBGE, 2010).

A área de estudo se destaca no cenário nacional e internacional pela sua alta produção agrícola, principalmente de soja, milho, algodão e cana-de-açúcar. A pecuária, de significativa produção de gado de leite e corte, é outra atividade tradicional e de grande importância para a economia goiana e brasileira. A Figura 4.1 mostra que as áreas agrícolas do estado de Goiás se concentram principalmente na região sul e em uma estreita região central, enquanto que as pastagens e remanescentes de vegetação nativa estão distribuídas nas demais partes do estado.

Os valores das terras no estado de Goiás têm grande relação com o uso do solo, nos municípios da região sul, onde ocorre o predomínio das atividades

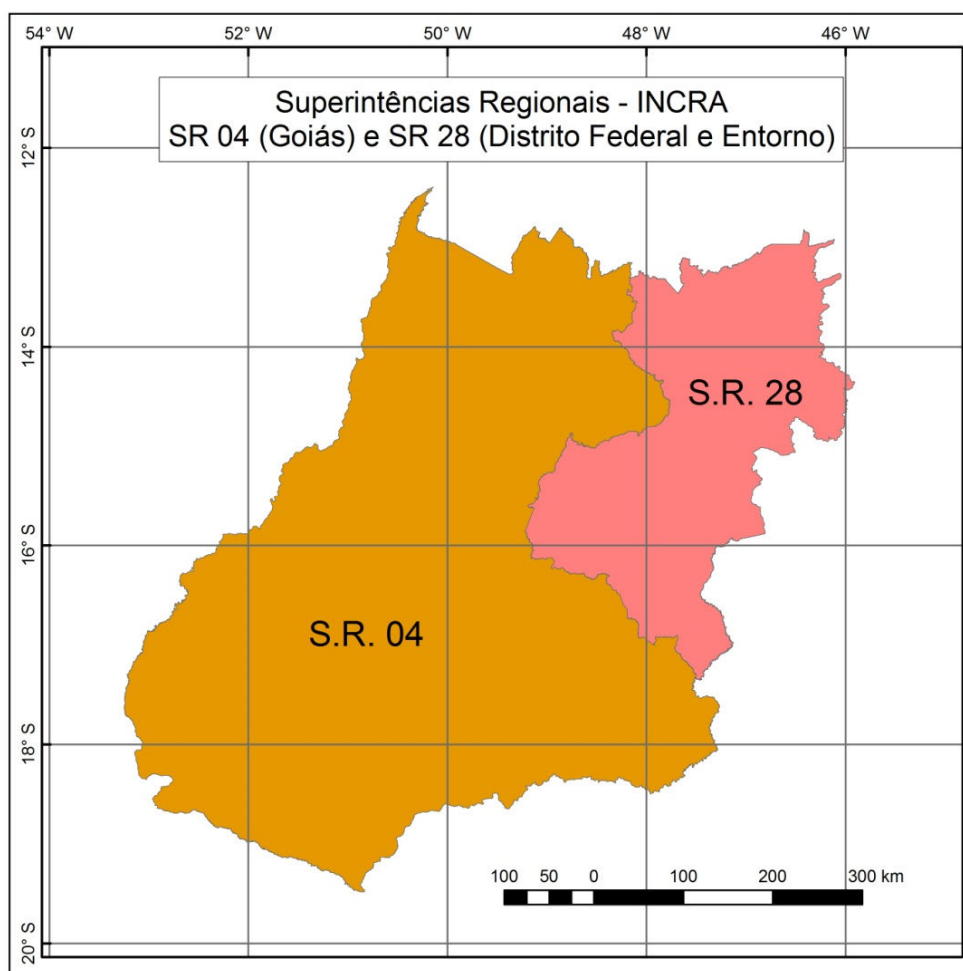
agrícolas, com terras mais valorizadas. Por outro lado, nas regiões nordeste e noroeste do estado de Goiás, onde ocorrem respectivamente as áreas com vegetação nativa remanescente e extensas áreas de pastagens, as terras são menos valorizadas.



**Figura 4.1** – Mapa de cobertura e uso do solo do estado de Goiás. Fonte: PROBIO (2002).

A localização do Distrito Federal dentro do estado de Goiás faz com que a gestão fundiária, exercida pelo INCRA, do Distrito Federal e Goiás seja dividida. Nessa região o INCRA possui duas Superintendências Regionais, a S.R. 04 localizada em Goiânia (capital de Goiás) e a S.R. 28, localizada em Brasília (capital federal), no Distrito Federal. A abrangência de atuação da S.R. 28 não se restringe somente ao Distrito Federal, sendo responsável pelos municípios da porção nordeste do estado de Goiás, além dos municípios do entorno do Distrito Federal, conforme pode ser observado na Figura 4.2.

Essa configuração da atuação do INCRA em Goiás e Distrito Federal pode favorecer o mapeamento geograficamente referenciado das propriedades goianas de duas formas: inicialmente pela quantidade de funcionários disponível nas duas S.R., que realizam a análise dos processos de mapeamento das propriedades; e, pela quantidade de profissionais disponíveis no estado de Goiás e Distrito Federal, que se especializaram no mapeamento de propriedades rurais, segundo as regras estabelecidas pela Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (NTGIR) estabelecida pelo INCRA.



**Figura 4.2** – Abrangência espacial da atuação das Superintendências Regionais no INCRA em Goiás e Distrito Federal. Fonte: INCRA ([www.incra.gov.br](http://www.incra.gov.br)).

Segundo IBGE (2006), no ano de 2006 o estado possuía 136.244 propriedades rurais cadastradas, de acordo com os dados censitários, ocupando uma área de 249.830,020 km<sup>2</sup>, ou seja, em média, as propriedades rurais goianas ocupam 183,37 hectares. A Tabela 4.1 mostra a variação dos quantitativos de estabelecimentos rurais e áreas ocupadas para o estado de Goiás.

**Tabela 4.1** – Dados estruturais dos Censos Agropecuários de 1970 a 2006 no estado de Goiás.

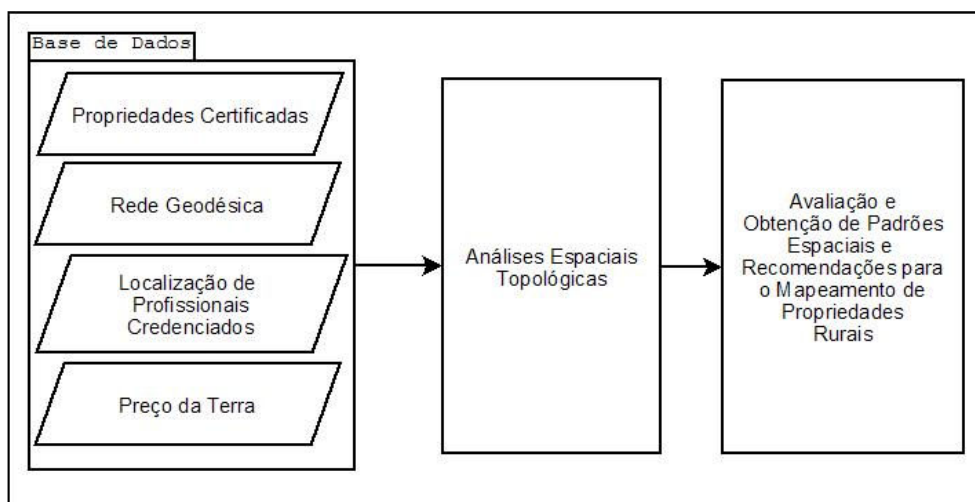
Dados Estruturais	Censos Agropecuários					
	Goiás e Tocantins				Goiás	
	1970	1975	1980	1985	1995	2006
Estabelecimentos	107.548	111.903	110.652	131.365	111.791	136.244
Área total (km <sup>2</sup> )	243.326,73	276.899,98	291.853,39	298.641,04	274.726,48	249.830,02
Utilização das terras (km <sup>2</sup> )						
Lavouras (1)	16.361,65	25.610,94	32.262,69	29.281,99	21.748,53	35.905,79
Pastagens (2)	237.851,82	291.641,63	314.221,29	208.945,84	194.046,96	155.246,99
Matas e florestas (3)	49.356,60	63.940,56	69.672,55	29.121,59	38.473,06	52.398,76

Fonte: IBGE (2006). (1) Lavouras permanentes, temporárias e cultivo de flores; (2) Pastagens naturais, plantadas; (3) Matas e/ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal, matas e/ou florestas naturais, florestas com essências florestais e áreas florestais também usadas para lavouras e pastoreio de animais.

A Tabela 4.1 mostra a distribuição de estabelecimentos rurais desde a década de 1970 até o censo de 2006. Observa-se que no período ente 1995 e 2006 houve um aumento no número de estabelecimentos rurais no estado de Goiás de aproximadamente 22%; contudo, ocorreu uma redução de 9% na área total de ocupação. Apesar do uso do solo para lavouras ter aumentado em 65% durante o intervalo entre os censos de 1995 e 2006, o uso da terra para pastagens no estado ainda é predominante.

### 4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi elaborado em três etapas, conforme pode-se observar na Figura 4.3, que mostra todas as etapas desenvolvidas.



**Figura 4.3** – Diagrama das etapas do trabalho.

A primeira etapa consistiu em construir uma base de dados geograficamente referenciados. Na segunda etapa foram realizadas várias análises espaciais e topológicas. Na terceira etapa, com base nos resultados obtidos nas análises topológicas, foi possível obter padrões espaciais entre os vários temas da base de dados e as propriedades rurais já certificadas pelo INCRA.

Para a elaboração do trabalho foi adquirida no sítio do INCRA a relação dos profissionais credenciados no estado de Goiás e Distrito Federal que podem atuar no mapeamento de propriedades rurais. De posse da lista de profissionais, foi realizada a espacialização dos mesmos por município.

Por meio da Internet, o INCRA vem disponibilizando os mapas de propriedades rurais já mapeadas de acordo com a lei 10.267/2001. Esses dados são dinâmicos e periodicamente atualizados, conforme os levantamentos são aprovados pelos técnicos das Superintendências Regionais, através dos Comitês de Certificação. Esses dados estão disponíveis no endereço <http://acervofundiario.incra.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acessando-se o item “Certificação de Imóveis Rurais” encontra-se o subitem “Imóveis Certificados” e acessam-se os arquivos em estrutura vetorial (polígonos) no formato *shapefile* das propriedades rurais que já tiveram seu mapeamento certificado pelo INCRA. Para este trabalho, foram utilizados os dados disponibilizados em fevereiro de 2013.

Por meio do endereço do IBGE na Internet, foram acessados os dados do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) para se ter a localização espacial dos pontos geodésicos homologados pelo IBGE no estado de Goiás e que podem ser utilizados no mapeamento das propriedades rurais.

De posse dos dados relativos aos imóveis certificados no CNIR, foi realizada uma análise topológica entre as propriedades mapeadas e os estados brasileiros. O objetivo dessa análise foi obter a quantificação de áreas de propriedades rurais mapeadas em cada unidade da federação, com o intuito de se saber como o mapeamento vem ocorrendo no estado de Goiás em relação aos demais estados brasileiros.

Com a espacialização dos profissionais credenciados no INCRA, foi feita uma análise espacial para se verificar se os municípios que possuem maior quantidade desses profissionais também são aqueles onde ocorreu maior quantidade de propriedades rurais mapeadas e certificadas.

Na etapa seguinte, foram realizadas análises espaciais de proximidade para se verificar a disponibilidade e viabilidade de pontos geodésicos homologados pelo IBGE, que podem ser utilizados no mapeamento geograficamente referenciado de propriedades rurais. Foram analisadas as localizações das propriedades rurais já certificadas pelo INCRA em relação às localizações dos pontos geodésicos disponíveis para verificar se as propriedades já mapeadas estão próximas desses pontos geodésicos.

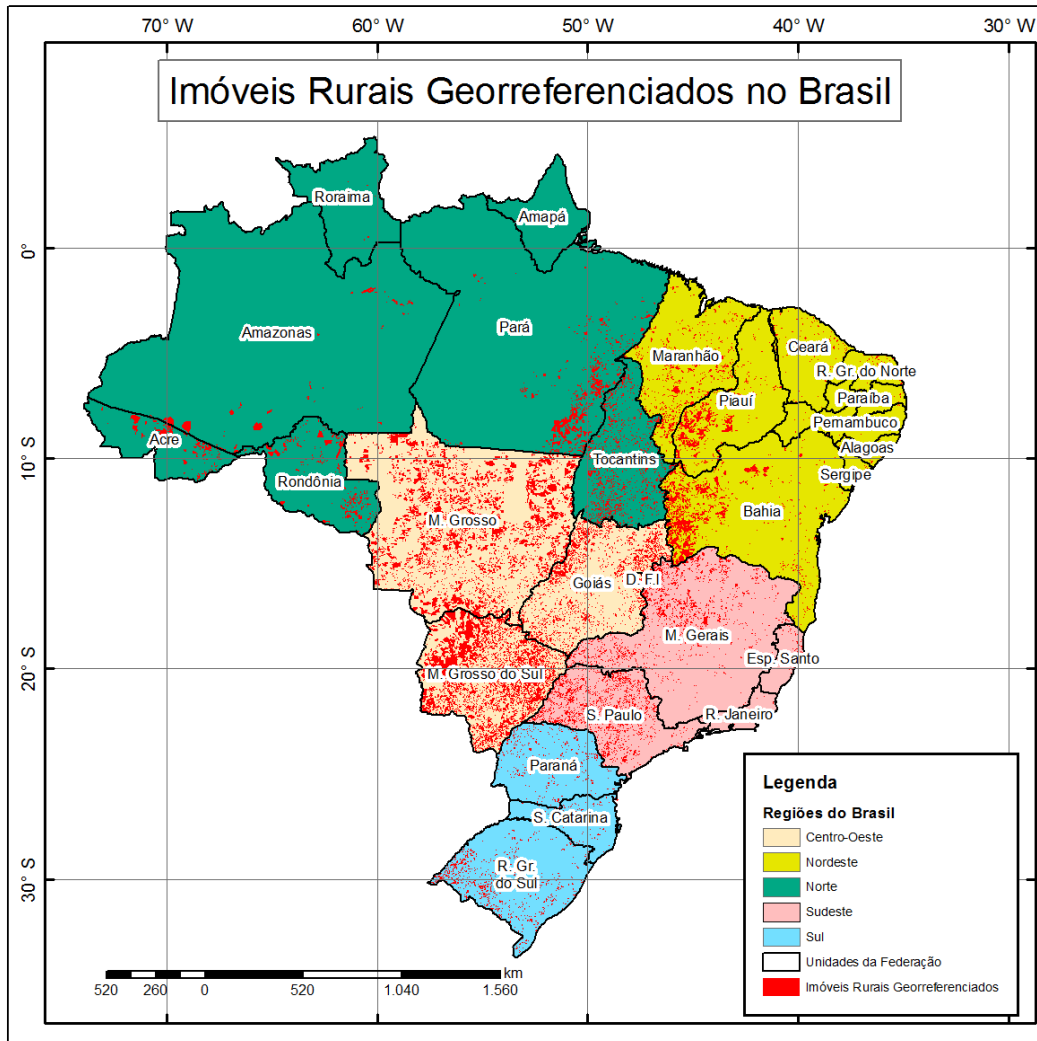
As propriedades rurais mapeadas foram analisadas topologicamente em relação aos mapas de preço da terra. O objetivo dessa análise foi a de verificar se as propriedades mapeadas até o momento possuem relação espacial com o preço da terra, uma vez que a obrigatoriedade do mapeamento das propriedades rurais somente ocorre na transmissão, parcelamento, desmembramento ou remembramento de propriedades rurais.

#### **4.4 RESULTADOS**

Os dados de mapeamento de propriedades rurais elaborados de acordo com as normas técnicas do INCRA nos últimos 11 anos são significativos, pois foi mapeado um total de 762.677,09 km<sup>2</sup> de áreas de propriedades rurais privadas. Apesar dessa área, quando comparada com a dimensão do território brasileiro que é de 8,5 milhões de km<sup>2</sup>, representa menos de 10% do território brasileiro; porém, é uma área maior do que a França, que possui uma superfície de 551.500 km<sup>2</sup>.

Os levantamentos de imóveis rurais, quando cadastrados junto ao CNIR, devem ser georreferenciados por equipamentos capazes de determinar as coordenadas geodésicas (latitude e longitude) de todos os limites das propriedades, com precisão posicional de 0,5 metros, em se tratando de divisas secas dos imóveis rurais (INCRA, 2010). O uso de equipamentos modernos, ou seja, receptores de sinais GPS (Global Positioning System) e Estações Totais, têm proporcionado um avanço no processo de georreferenciamento dos imóveis rurais brasileiros.

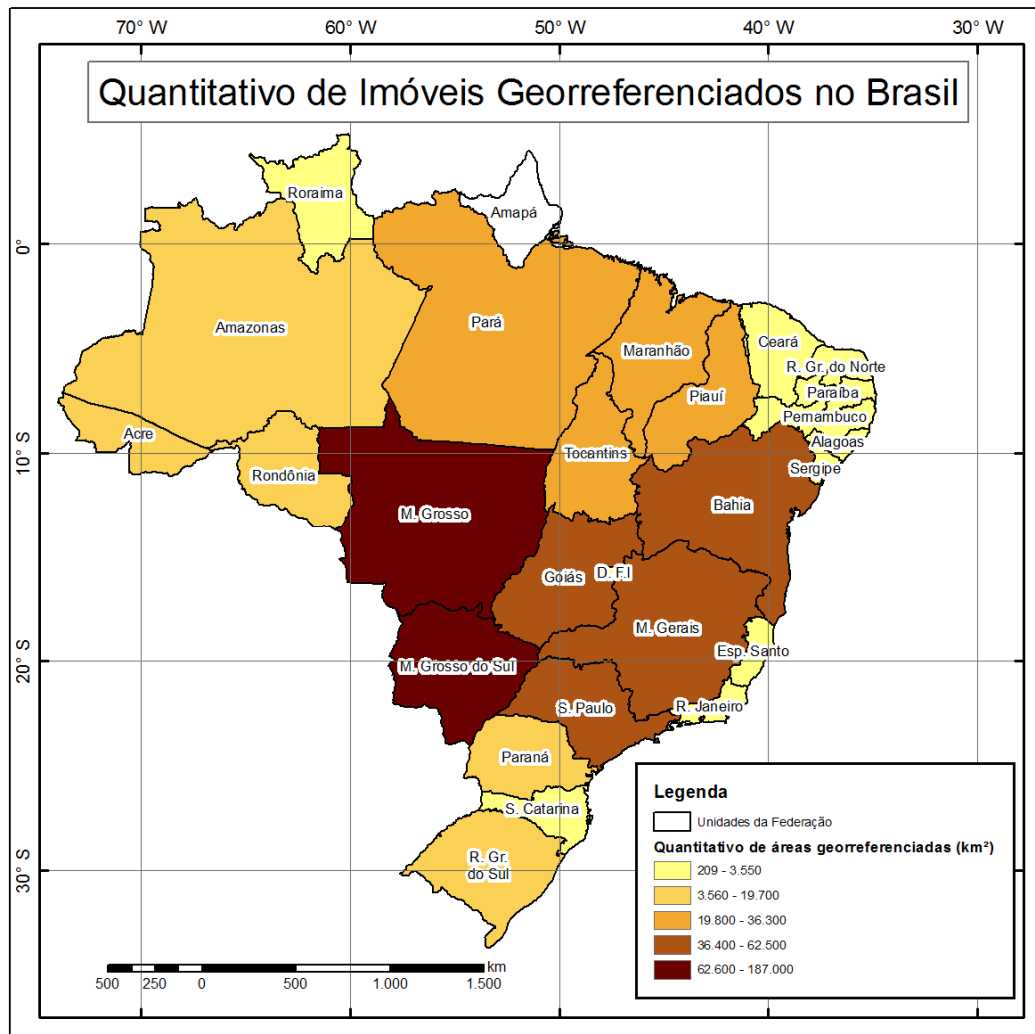
É possível observar na Figura 4.4 o mapeamento das propriedades privadas sobre as regiões e unidades da federação.



**Figura 4.4** – Estados e imóveis georreferenciados no Brasil. Fonte: INCRA ([www.incra.gov.br](http://www.incra.gov.br)).

A Figura 4.4 mostra que em algumas regiões e unidades da federação o mapeamento das propriedades rurais foi mais intenso e em outras unidades nem tanto. Existem vários aspectos que podem justificar o baixo índice de mapeamento em algumas regiões brasileiras, entre estes a falta de profissionais habilitados, custo para execução dos serviços de georreferenciamento, deficiência da rede geodésica, baixa negociação de terras, grande quantidade de propriedades rurais pequenas, entre outras.

Por meio de uma análise topológica entre as unidades da federação e as propriedades rurais mapeadas, foi elaborada a Figura 4.5, que mostra a quantidade de áreas de propriedades rurais mapeadas nas unidades da federação.

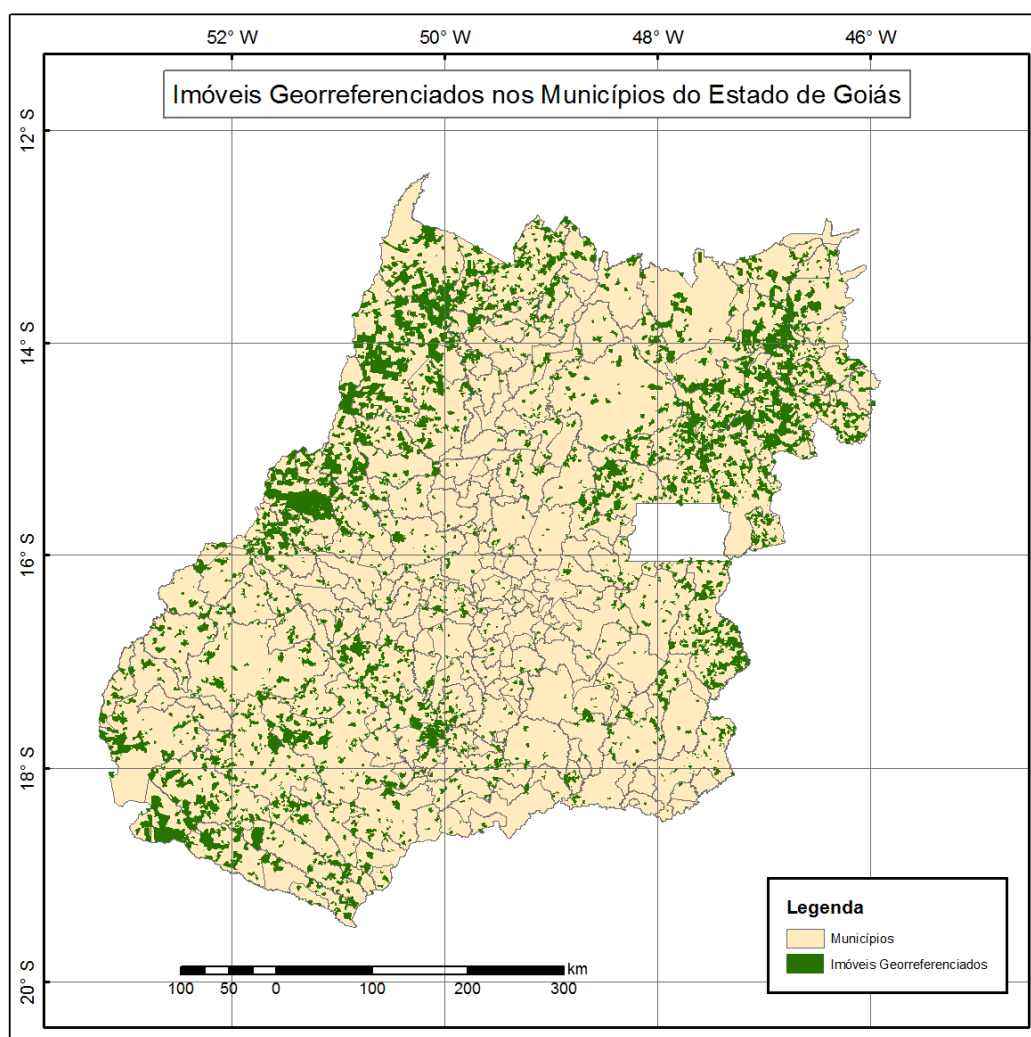


**Figura 4.5** – Quantidade de área de propriedades rurais privadas que foram geograficamente mapeadas nos estados brasileiros. (Obs.: O estado do Amapá não contém informações do quantitativo de imóveis georreferenciados – fev/2013). Fonte: INCRA ([www.incra.gov.br](http://www.incra.gov.br)).

Pode-se observar na Figura 4.5 que existem cinco faixas de intervalos quantitativos de áreas georreferenciadas. Os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul são aqueles que apresentam as maiores quantidades de áreas georreferenciadas, seguidos pelos estados de Goiás, Bahia, Minas Gerais e São Paulo. O estado do Amapá não tem dados disponibilizados pelo INCRA na internet até o presente momento (fevereiro de 2013). Os estados das regiões Sul, Norte e alguns da região Nordeste, além do Espírito Santo e Rio de Janeiro são os que menos tiveram propriedades rurais particulares mapeadas.

No estado de Goiás, têm-se 4.620 propriedades rurais georreferenciadas de um total de 136.244 propriedades rurais existentes no estado, de acordo com Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006). Das propriedades georreferenciadas, 149 possuem área acima de 5.000 hectares ou 3,2% do total, 1.893 imóveis com área

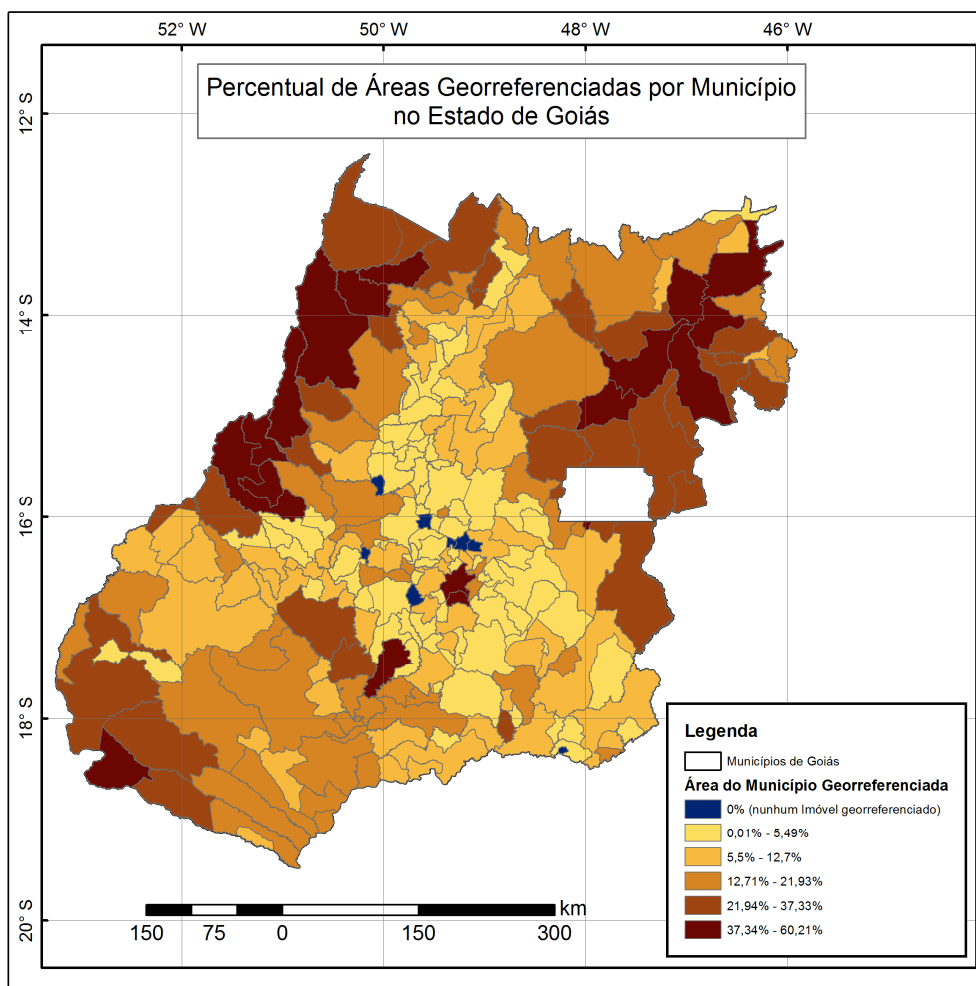
variando entre 1.000 e 5.000 hectares ou 41,0% do total, 1.231 imóveis com área variando entre 500 e 1.000 hectares ou 26,6% do total e 1.347 imóveis com área abaixo de 500 hectares ou 29,2% do total de imóveis georreferenciados. A existência de imóveis georreferenciados com áreas acima de 1.000 hectares (44,2%) está relacionada ao fato de que, para esses imóveis, a obrigatoriedade do georreferenciamento no processo de mudança de titularidade ocorre desde Outubro de 2003. Por outro lado, os proprietários de imóveis rurais com tamanhos menores que 25 hectares somente contratarão os serviços de georreferenciamento como obrigatoriedade no momento de mudança de titularidade a partir de novembro de 2023. A Figura 4.6 mostra a distribuição de propriedades rurais georreferenciadas nos municípios do estado de Goiás.



**Figura 4.6** – Mapa das propriedades rurais particulares geograficamente referenciadas nos municípios do estado de Goiás (até fevereiro de 2013). Fonte: INCRA ([www.incra.gov.br](http://www.incra.gov.br)).

Por meio de análises topológicas, foi possível calcular o percentual das áreas rurais particulares georreferenciadas para cada município goiano (Figura 4.7). É

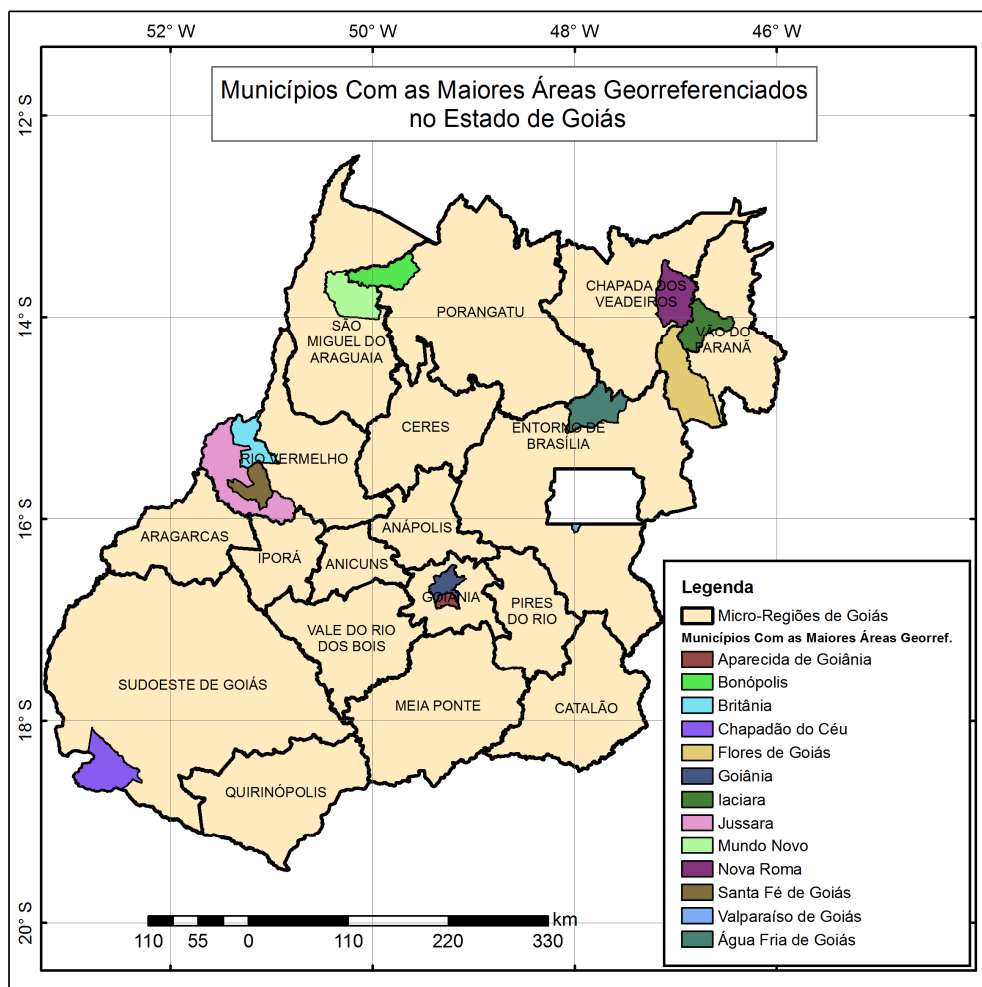
possível observar que os municípios com porções de áreas rurais mais mapeadas estão localizadas nas regiões nordeste e noroeste do estado de Goiás, nas micro-regiões Vão do Paranã, Chapada dos Veadeiros, São Miguel do Araguaia e Rio Vermelho.



**Figura 4.7** – Percentual de áreas mapeadas por município no estado de Goiás.

É importante mencionar que no cálculo da porcentagem de áreas rurais mapeadas dos municípios goianos, foram descontadas as áreas de unidades de conservação (estaduais e federais), as áreas urbanizadas, reservas indígenas e corpos d'água.

É possível observar na Figura 4.7 que alguns municípios se destacaram em relação ao percentual de áreas rurais geograficamente definidas. A Figura 4.8 mostra os municípios que tiveram mais de 40% de suas áreas rurais mapeadas conforme as normas técnicas definidas pelo INCRA.



**Figura 4.8 – Municípios com mais de 40% de suas áreas rurais georreferenciadas no estado de Goiás.**

Os municípios de Goiânia, Aparecida de Goiânia, Água Fria de Goiás e Valparaíso de Goiás se apresentam com uma grande porcentagem de áreas georreferenciadas. Este fato se deve porque a maior parte das áreas desses municípios foi convertida em zona urbana e com isto, não apresentam áreas rurais significativas.

Por outro lado, os municípios contidos nas micro-regiões de São Miguel do Araguaia, Porangatu, Chapada dos Veadeiros e Vão do Paranã apresentam mais de 40% de suas áreas georreferenciadas. Nessas micro-regiões, os valores do preço da terra para agricultura, pastagem e remanescente de vegetação nativa são menores e o tamanho das propriedade podem ter áreas acima de 500 hectares, podendo ter como consequência uma maior atividade de compra e venda de imóveis rurais. Sendo assim, de acordo com a Lei Federal 10.267/2001 e os Decretos 4.449/2002, 5.570/2005 e 7.620/2011, para esses imóveis com mais de 500

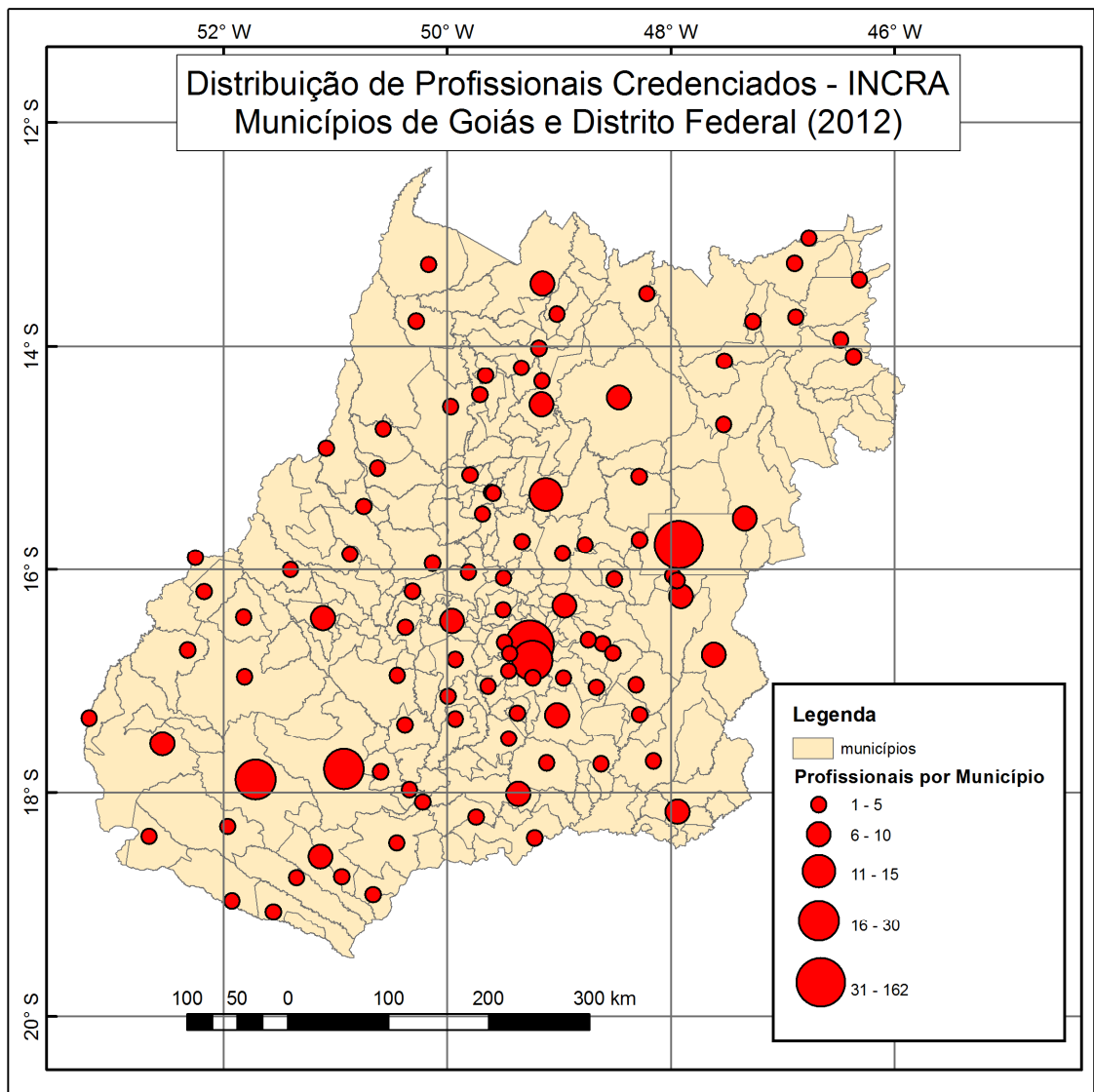
hectares, é necessário a execução do georreferenciamento durante o processo de transferência de titularidade desde novembro de 2008.

Para os municípios de Britânia, Santa Fé de Goiás e Jussara, contidos na micro-região do Rio Vermelho, os valores médios do preço da terra apresentam maior valorização e o uso da terra para pastagens e agricultura é significativo. Nesses municípios, a quantidade de imóveis rurais georreferenciados com mais de 1.000 hectares é elevada, chegando a 93% no município de Britânia. De acordo com a Lei Federal 10.267/2001 e Decretos Federais 4.449/2002, 5.570/2005 e 7.620/2011, desde o ano de 2003, tais imóveis devem ser georreferenciados em qualquer situação de transferência de titularidade.

Para o município de Chapadão do Céu, considerado um dos maiores produtores de grãos do estado de Goiás, a maioria dos imóveis georreferenciados apresenta áreas acima de 1.000 hectares, ou seja, 26 dos 39 imóveis rurais georreferenciados. Tais imóveis passaram obrigatoriamente pelo processo de georreferenciamento no ato de desmembramento, parcelamento, remembramento ou mudança de titularidade.

Um fator predominante em municípios agrícolas, como Chapadão do Céu, está relacionado provavelmente com a solicitação de créditos bancários realizados pelos proprietários rurais para subsidiar a produção agrícola. Tais créditos bancários são realizados por meio de Cédulas de Crédito Bancário (Lei Federal 10.931/2004). Essas Cédulas de Crédito Bancário (CCB) devem ser registradas em Cartórios de Registro de Imóveis. Como garantia para tais empréstimos bancários, os credores exigem dos proprietários a alienação fiduciária do imóvel (hipoteca). Contudo, nem sempre é necessário que o imóvel seja totalmente hipotecado. Para o caso de hipoteca parcial de um imóvel rural, faz-se necessário o seu desmembramento em matrículas imobiliárias menores, e conseqüentemente, surge a necessidade do georreferenciamento desses imóveis rurais.

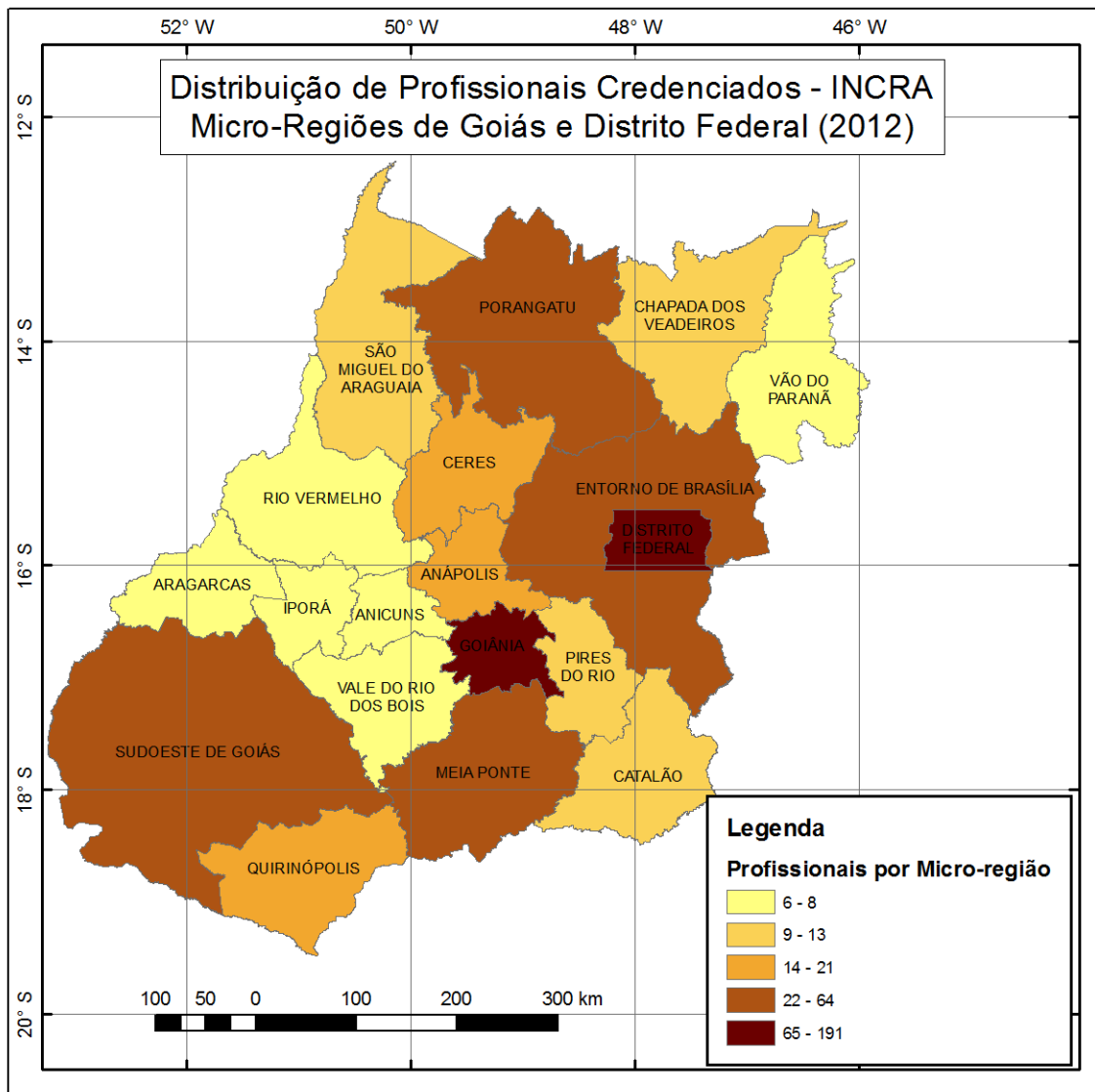
Os serviços de mapeamento geograficamente referenciado de propriedades rurais somente são executados por profissionais devidamente credenciados junto ao INCRA. No estado de Goiás e Distrito Federal, 622 profissionais estão cadastrados nas S.R. 04 e S.R. 28. A Figura 4.9 ilustra a distribuição desses profissionais no estado de Goiás.



**Figura 4.9** – Distribuição dos profissionais aptos a executarem os serviços de georreferenciamento de imóveis rurais no estado de Goiás.

É possível observar na Figura 4.9 uma maior concentração de profissionais nos municípios de Goiânia, Aparecida de Goiânia, Jataí, Rio Verde, Goianésia, Porangatu e no Distrito Federal. Observando a distribuição dos profissionais no estado, pode-se verificar uma concentração nos principais municípios de Goiás, como Goiânia, Rio Verde e em Brasília (capital federal).

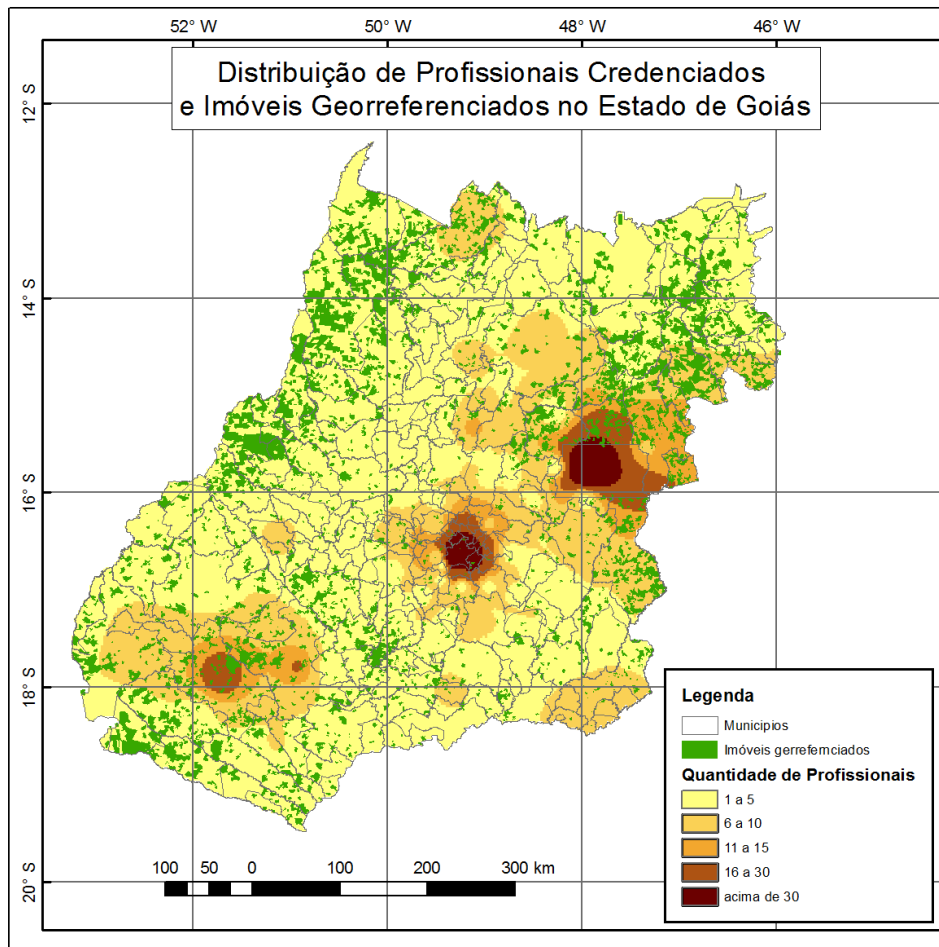
A Figura 4.10 mostra a quantidade de profissionais aptos a executarem os serviços de georreferenciamento de imóveis rurais, de acordo com o sistema CONFEA/CREA, por micro-região do estado de Goiás e do Distrito Federal.



**Figura 4.10** – Quantidade de profissionais disponíveis para cada micro-região do estado de Goiás e Distrito Federal.

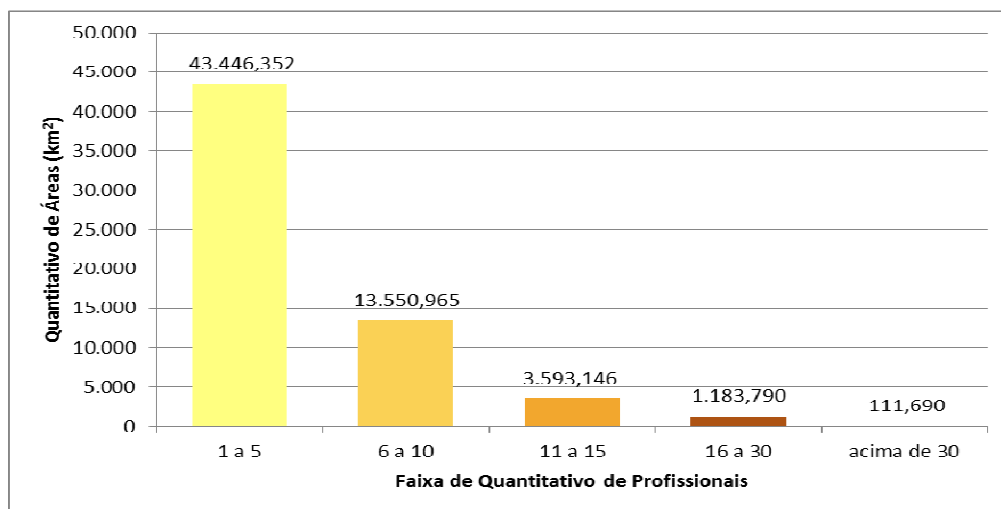
Devido à concentração populacional e a consequente concentração de instituições de ensino, tem-se uma maior disponibilidade de profissionais no Distrito Federal e nas micro-regiões de Goiânia, Sudoeste, Meia Ponte, Entorno do Distrito Federal e Porangatu. As várias instituições de ensino disponíveis nessas localidades formam profissionais que podem atuar diretamente na área de geomática ou profissionais que necessitem realizar cursos de capacitação de 360 horas para atuarem na área de geomática.

Após a realização de uma análise espacial entre a distribuição de profissionais e os imóveis rurais georreferenciados no estado de Goiás foi elaborada a Figura 4.11.



**Figura 4.11** – Distribuição de profissionais e imóveis georreferenciados no estado de Goiás.

A Figura 4.12 mostra o quantitativo de áreas georreferenciadas em relação ao quantitativo de profissionais aptos aos serviços de mensuração das propriedade rurais.



**Figura 4.12** – Relação entre profissionais e imóveis georreferenciados no estado de Goiás.

A maioria das propriedades georreferenciadas no estado de Goiás está distribuída em municípios onde a concentração de profissionais é menor, ou seja,

nas duas menores faixas de disponibilidade de profissionais (até 10 profissionais), mostrando que a distribuição espacial da quantidade de profissionais especializados não é proporcional à distribuição espacial da quantidade de imóveis georreferenciados no estado de Goiás. Essa situação mostra que em algumas regiões do estado de Goiás, a falta de profissionais não tem impedido o mapeamento de imóveis rurais, como ocorre nas regiões oeste e noroeste de Goiás.

Outro fator importante do mapeamento de propriedades rurais está relacionado ao processo de execução dos levantamentos geodésicos necessários ao serviço de georreferenciamento de imóveis. Tais levantamentos exigem a utilização de equipamentos adequados, como por exemplo, receptores de sinais GNSS (*Global Navigation Satellite System*), bem como a necessidade de pontos de apoio ou marcos geodésicos localizados nas proximidades dos imóveis rurais. A Figura 4.13 mostra a distribuição de marcos geodésicos pertencentes à RGB (Rede Geodésica Brasileira) em todo o território nacional.

É possível observar uma maior concentração de marcos geodésicos nos estados localizados nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Assim, os estados da região Norte apresentam uma menor quantidade de marcos, podendo ocasionar uma maior dificuldade durante a execução dos levantamentos das propriedades rurais. Esta menor disponibilidade de marcos geodésicos pode estar relacionada com as dificuldades de se executar levantamentos geodésicos na região da floresta amazônica. A falta de marcos geodésicos na região Norte é uma das explicações para a baixa quantidade de imóveis mapeados naquela região do país, como ilustram as Figura 4.4 e 4.13.

Uma futura modernização dos processos de coleta de dados, baseada em uma maior disponibilidade de satélites orbitais de posicionamento, maior sensibilidade das antenas instaladas nos receptores geodésicos e o desenvolvimento de novas técnicas de posicionamento poderão promover uma melhor disponibilidade de pontos ou marcos de apoio durante o processo de georreferenciamento de imóveis rurais.

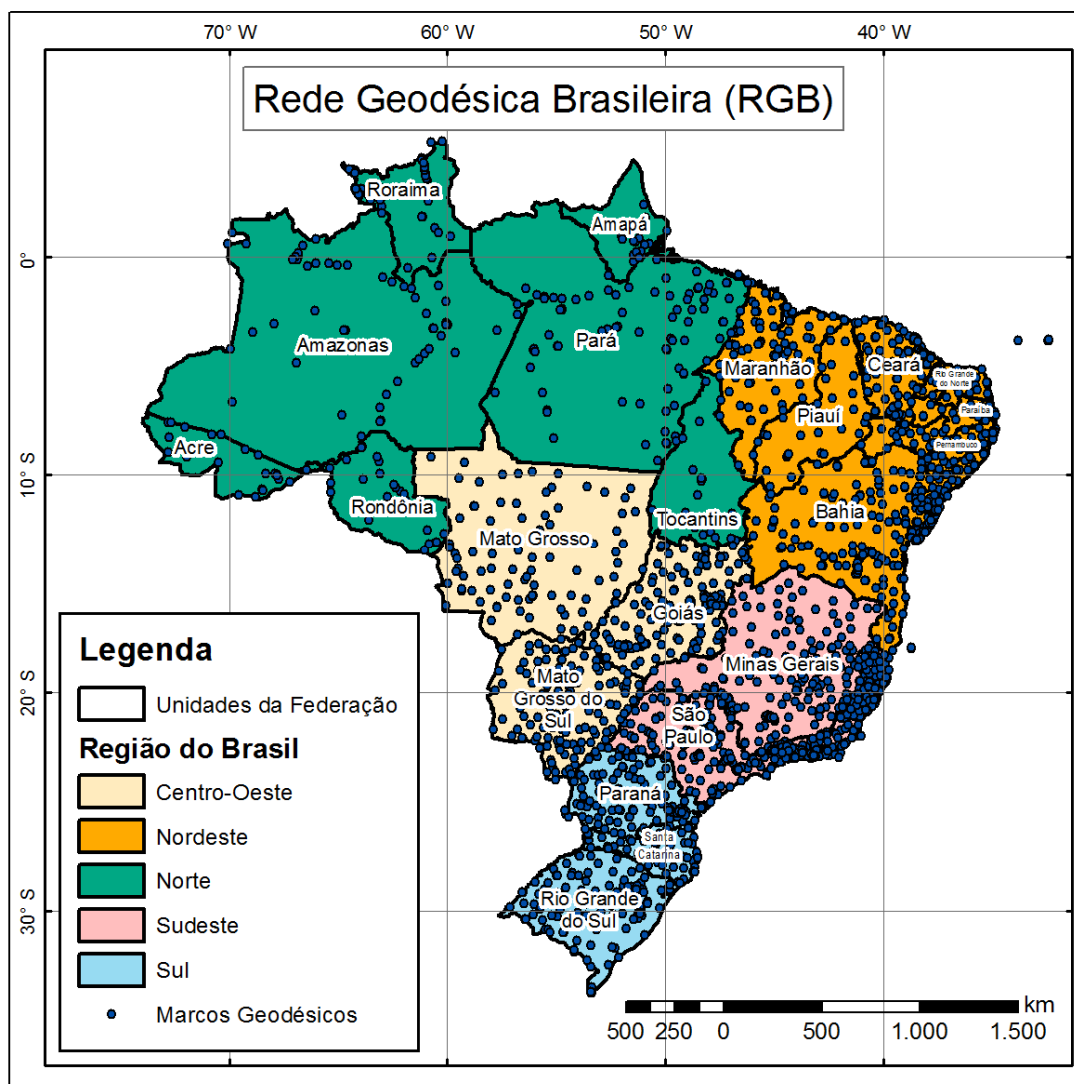
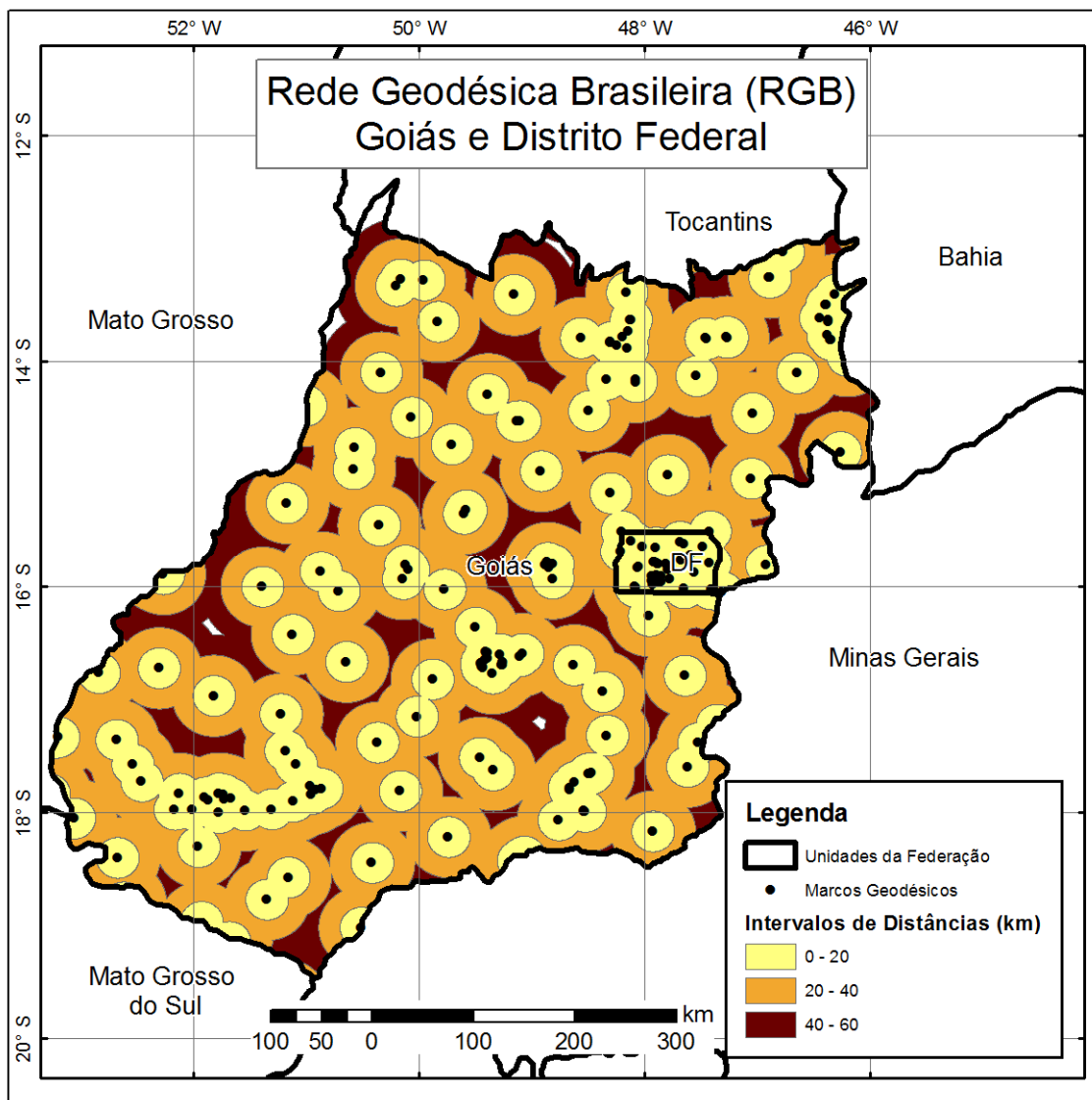


Figura 4.13 – Marcos da Rede Geodésica Brasileira (RGB). Fonte: IBGE ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)).

No estado de Goiás existe uma boa distribuição de marcos geodésicos que integram a rede geodésica brasileira. Para o mapeamento de propriedades rurais, de acordo com as normas técnicas do INCRA, é necessário que se tenha disponível pelo menos um marco geodésico a uma distância de 20 km das divisas da propriedade rural.

A maioria da área do território goiano está a uma distância máxima de 60 km de distância de qualquer marco da rede geodésica no estado de Goiás, como mostra a Figura 4.14. De acordo com INCRA (2010), caso a propriedade rural esteja a mais de 20 km de um marco de apoio, é necessário executar um transporte de coordenadas, ou seja, construir o ponto de apoio geodésico dentro da propriedade rural.



**Figura 4.14** – Marcos da RGB para o estado de Goiás e Distrito Federal. Fonte: IBGE ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)).

Caso o profissional não possa utilizar os marcos geodésicos mostrados na Figura 4.14, pode-se utilizar os marcos da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC), de responsabilidade do IBGE, conforme mostra a Figura 4.15. Nesses marcos estão disponíveis receptores de sinais GNSS que coletam dados continuamente e, com isso, os profissionais em campo podem coletar e processar os dados brutos para a determinação dos limites das propriedades rurais e o transporte de pontos de apoio geodésico para a propriedade, baseados em seus dados coletados e nos dados coletados pela rede RBMC que são disponibilizados no sítio do IBGE. Para o uso da RBMC, é necessário que o profissional utilize pelo menos dois marcos da rede RBMC no processo de ajustamento (tratamento estatístico) das coordenadas geodésicas do marco de apoio implantado na propriedade rural. No

estado de Goiás, para atender esta exigência do INCRA, normalmente os usuários utilizam os dados dos marcos da RBMC instalados em Brasília (DF), Jataí (GO), Gurupi (TO), Uberlândia (MG), Montes Claros (MG), Rio Paranaíba (MG), Bom Jesus da Lapa (BA), Barreiras (BA) e Barra do Garças (MT).

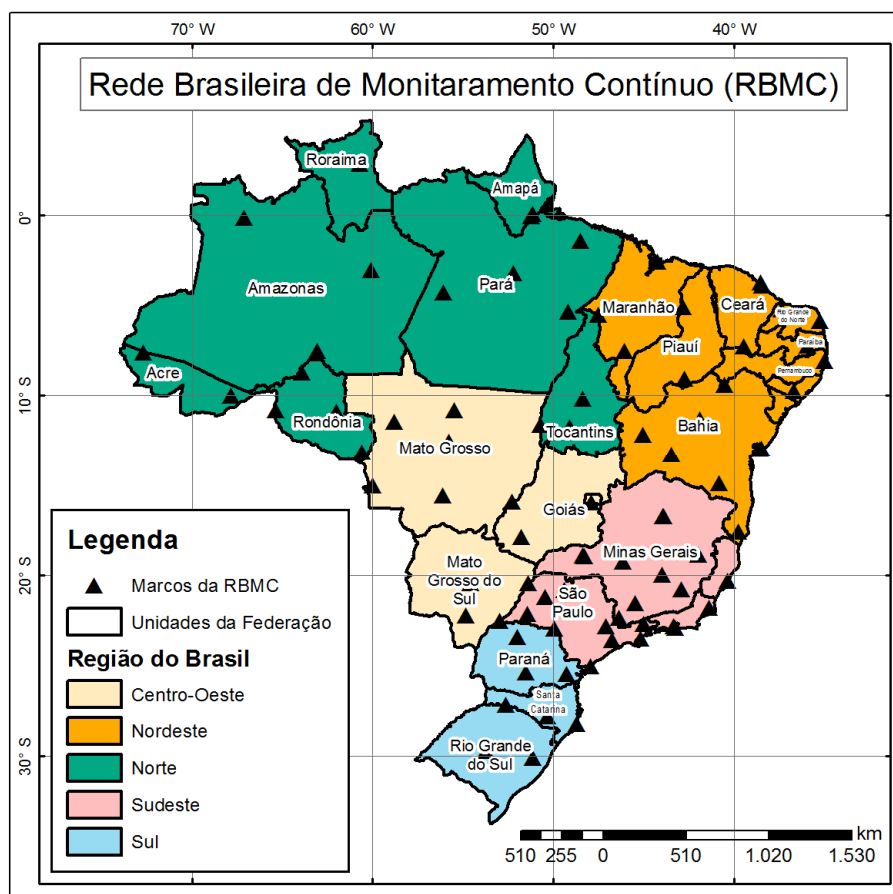
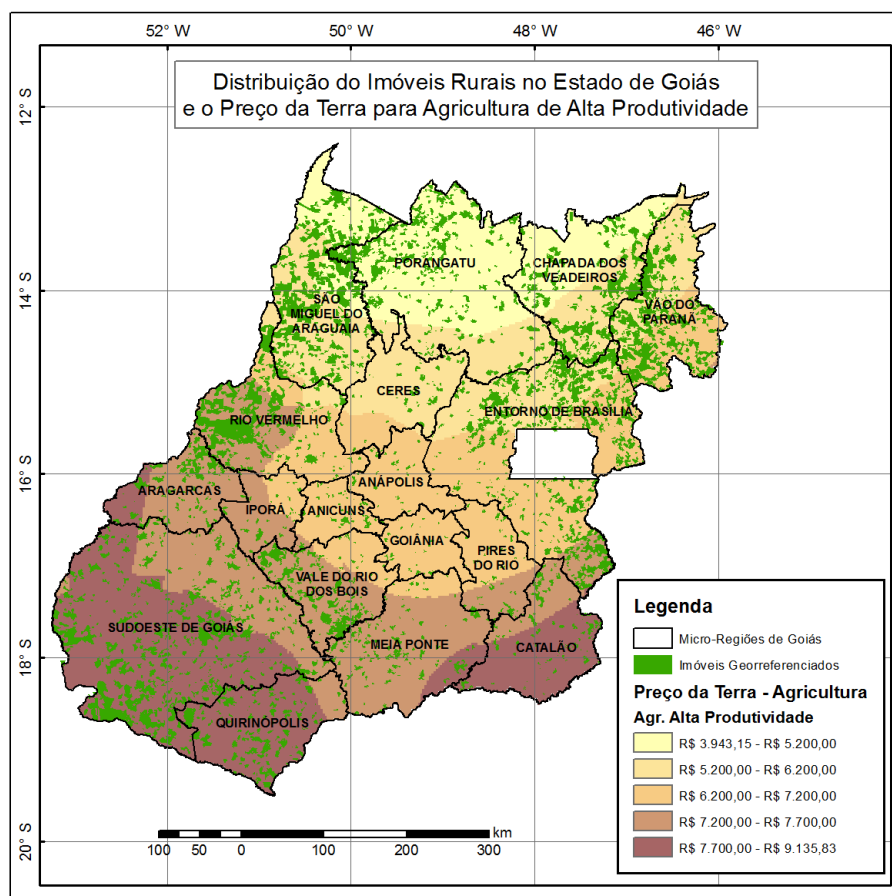


Figura 4.15 – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC). Fonte: IBGE ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)).

Com o desenvolvimento tecnológico crescente, está disponível no sítio do IBGE outra técnica de determinação das coordenadas dos vértices de divisa das propriedades, denominado PPP (Posicionamento por Ponto Preciso). De acordo com INCRA (2010), Monico (2008) e Segantine (2005), essa técnica consiste em coletar dados em campo com um receptor de sinais GNSS e após 48 horas do término do dia da coleta, os dados são enviados para o IBGE via internet. Após o envio, as coordenadas são calculadas automaticamente e disponibilizadas ao usuário do sistema através de um *link* de acesso do resultado do processamento. Nesta técnica tem-se a vantagem da utilização de somente um receptor em campo e ter-se-á a mesma precisão de 0,5 metro para as coordenadas dos vértices da propriedade rural.

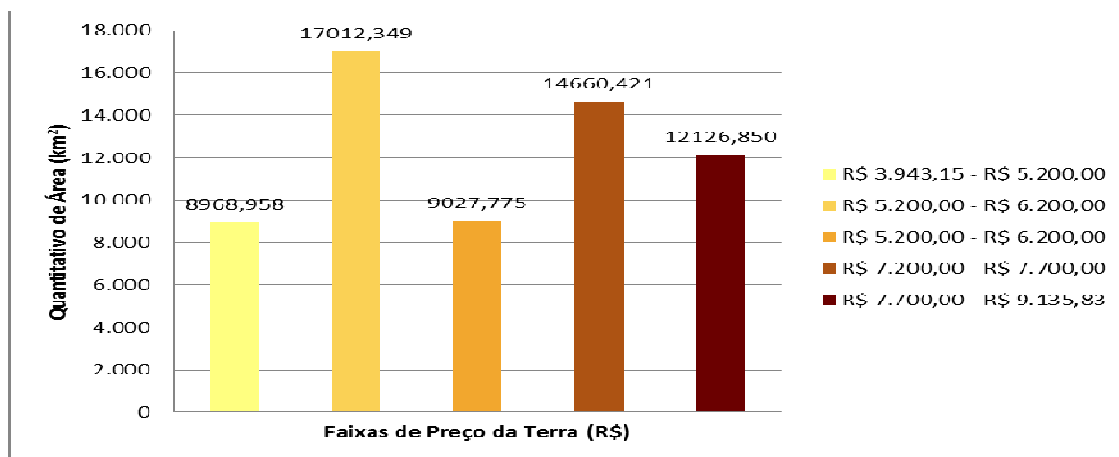
Outro fator a ser avaliado é a relação entre a distribuição dos imóveis georreferenciados no estado de Goiás e o preço da terra no estado. A Figura 4.16 mostra a distribuição do Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade, em cinco faixas de preços e a distribuição das propriedades georreferenciadas.



**Figura 4.16** – Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade e a distribuição dos imóveis georreferenciados no estado de Goiás.

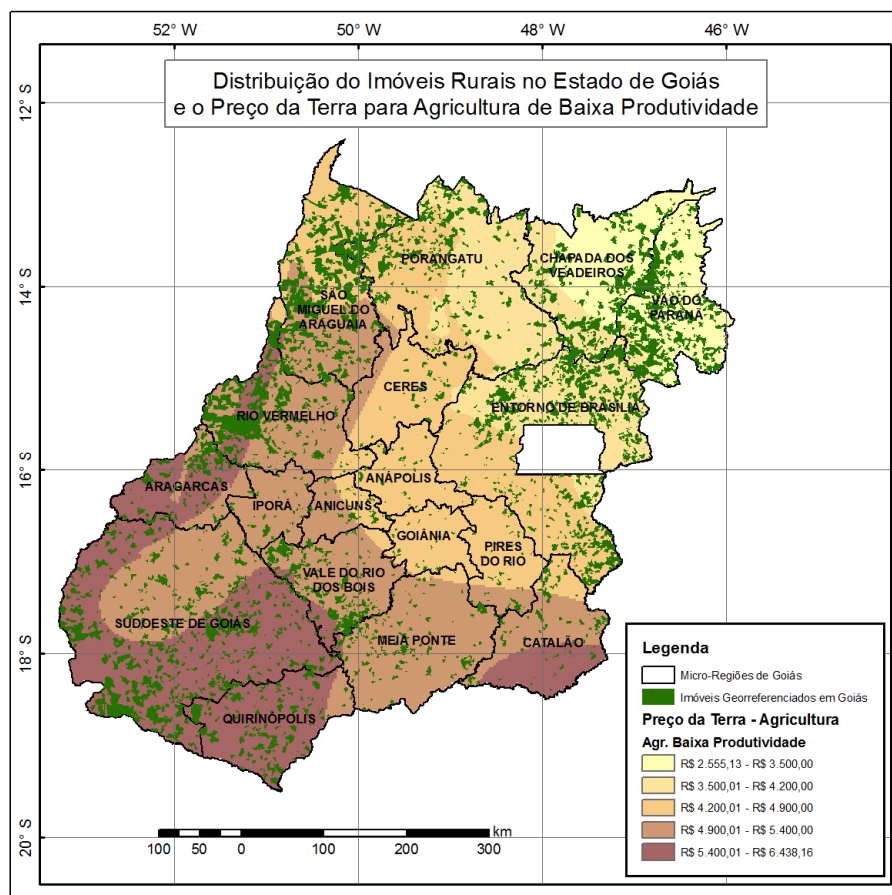
Os maiores valores para terras agrícolas de alta produtividade estão concentrados nas micro-regiões Sudoeste, Quirinópolis e Catalão e os menores valores estão concentrados ao norte do estado, nas micro-regiões de São Miguel do Araguaia, Porangatu e Chapada dos Veadeiros. A Figura 4.17 mostra o quantitativo de áreas georreferenciadas distribuídas nas cinco faixas de Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade no estado de Goiás. Com base nos dados nas Figuras 4.16 e 4.17 é possível observar que, com relação ao preço da terra para agricultura de alta produtividade, houve uma distribuição homogênea entre os imóveis georreferenciados nas menores faixas de preço ao norte estado e nas maiores faixas de preço ao sul do estado. Isto pode sugerir que o Preço da Terra

para Agricultura de Alta Produtividade no estado de Goiás não influenciou na distribuição de imóveis georreferenciados.



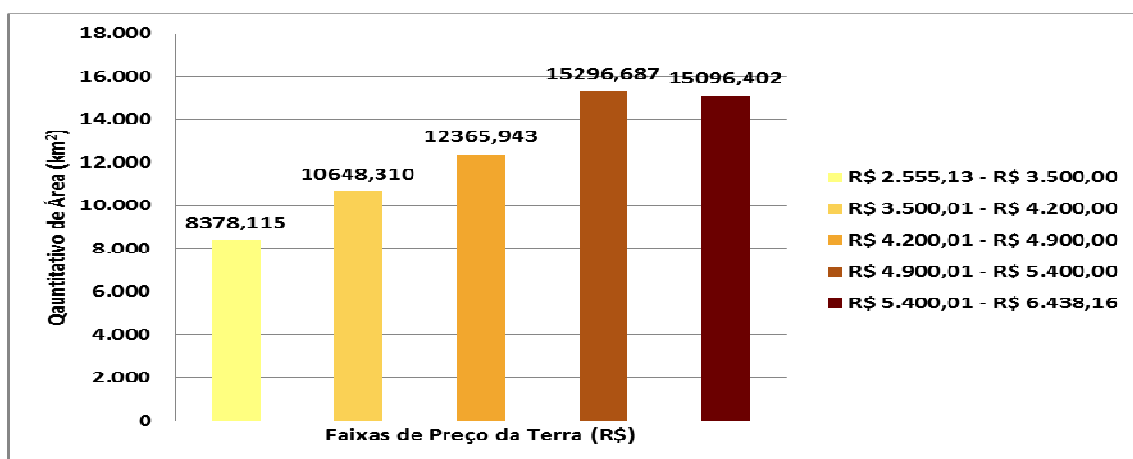
**Figura 4.17** – Preço da Terra para Agricultura de Alta Produtividade e quantitativo de áreas georreferenciadas em Goiás.

A Figura 4.18 mostra a distribuição do Preço da Terra para Agricultura de Baixa Produtividade em Goiás, em 5 faixas de preço, e a distribuição espacial das propriedades rurais georreferenciadas.



**Figura 4.18** – Preço da Terra para Agricultura de Baixa Produtividade e distribuição dos imóveis georreferenciados no estado de Goiás.

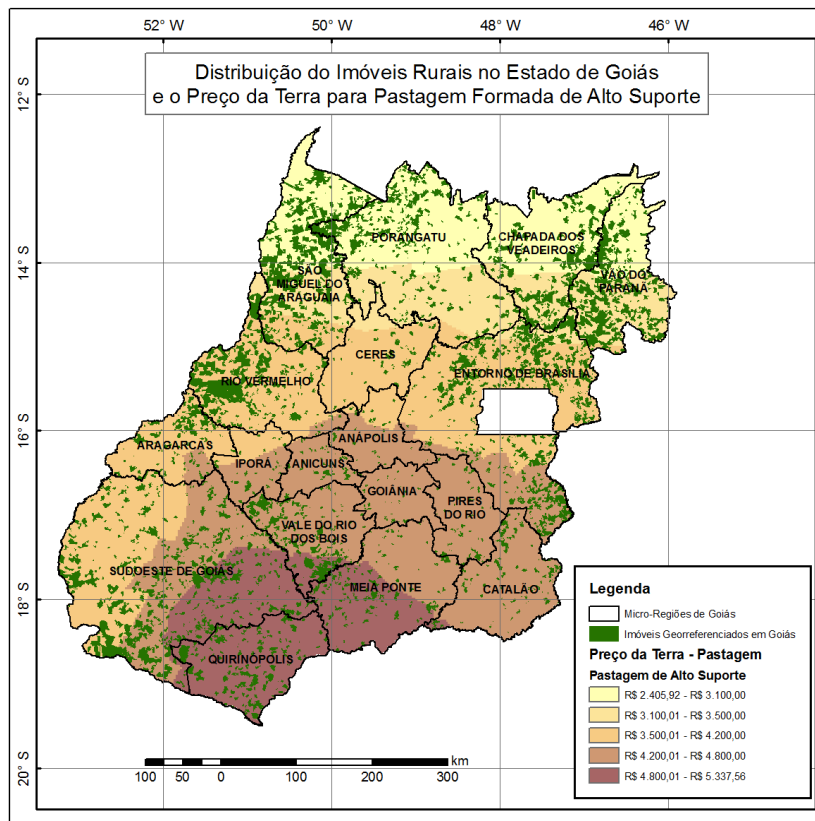
Observa-se que os maiores valores para terras agrícolas de baixa produtividade estão concentrados entre as micro-regiões de Aragarças, Sudoeste, Quirinópolis e Catalão e os menores valores estão concentrados entre as micro-regiões Chapada dos Veadeiros e Vão do Paranã. A Figura 4.19 mostra o quantitativo de áreas georreferenciadas distribuídas nas cinco faixas de preço da terra para agricultura de baixa produtividade no estado de Goiás.



**Figura 4.19** – Preço da Terra para Agricultura de Baixa Produtividade e quantitativo de áreas georreferenciadas em Goiás.

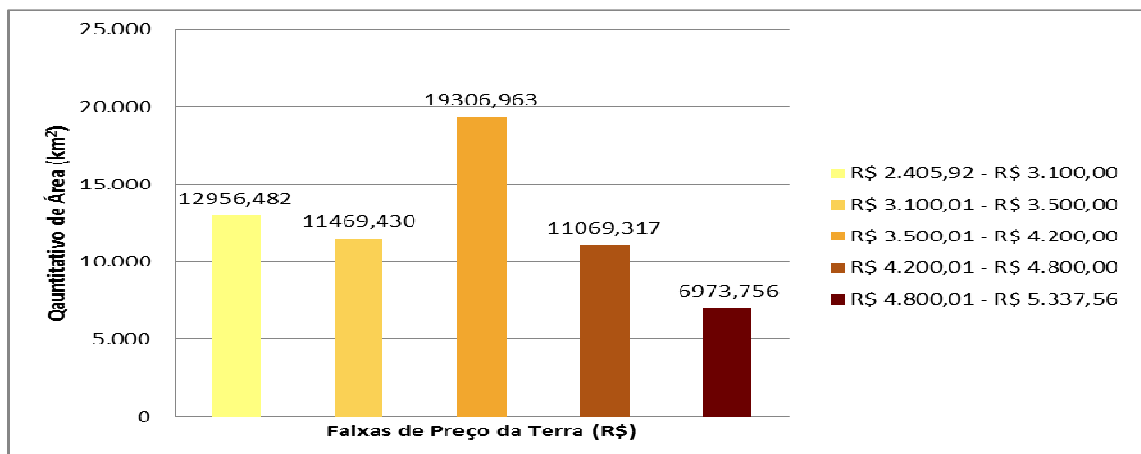
Baseado nos dados das Figuras 4.18 e 4.19 pode-se observar que, com relação à agricultura de baixa produtividade, o maior quantitativo de áreas georreferenciadas está concentrado nas maiores faixas de preço da terra; contudo, para a agricultura de baixa produtividade, os maiores valores se estendem desde as micro-regiões localizadas ao sul do estado até na micro-região do Rio Vermelho, à noroeste do estado. Por outro lado, existe uma grande concentração de imóveis rurais georreferenciados na faixa de menor valor, localizada na micro-região do Vão do Paranã, como mostra a Figura 4.18. Nota-se uma distribuição homogênea dos imóveis georreferenciados nas duas faixas de preços mais elevadas e nas três faixas menos valorizadas para agricultura da baixa produtividade em Goiás. Isso sugere que não há uma relação entre os imóveis georreferenciados e o Preço da Terra para Agricultura de Baixa Produtividade no estado de Goiás.

A Figura 4.20 mostra a distribuição do Preço da Terra para Pastagem Formada de Alto Suporte no Estado de Goiás, em 5 faixas de preço, e a distribuição espacial das propriedades georreferenciadas.



**Figura 4.20** – Preço da Terra para Pastagem Formada de Alto Suporte e distribuição dos imóveis georreferenciados no estado de Goiás.

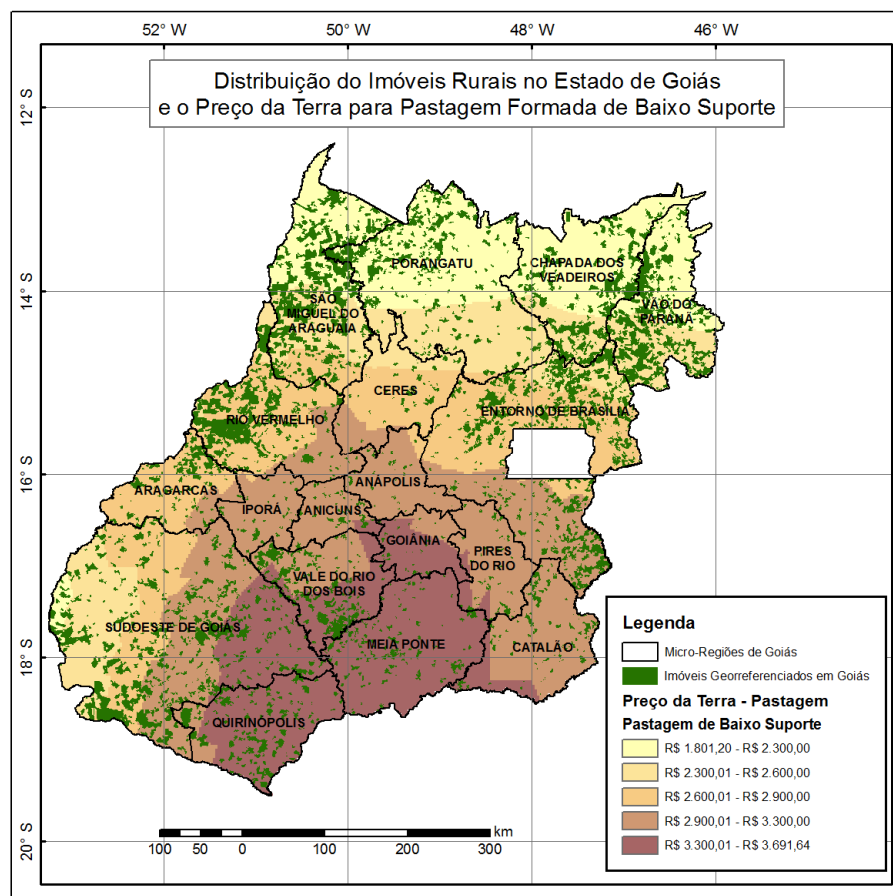
A Figura 4.20 mostra que os maiores valores para pastagem formada de alto suporte estão concentrados entre as micro-regiões Sudoeste, Quirinópolis e Meia Ponte e os menores valores estão concentrados ao norte do estado, entre as micro-regiões de São Miguel do Araguaia, Porangatu, Chapada dos Veadeiros e Vão do Paranã. A Figura 4.21 mostra o quantitativo de áreas georreferenciadas distribuídas nas cinco faixas de preço da terra para pastagem formada de alto suporte no estado de Goiás.



**Figura 4.21** – Preço da Terra para Pastagem Formada de Alto Suporte e quantitativo de áreas georreferenciadas em Goiás.

Os dados das Figuras 4.20 e 4.21 mostram uma maior concentração de imóveis georreferenciados na faixa intermediária de Preço para Pastagem Formada de Alto Suporte localizada principalmente em cinco micro-regiões: Sudoeste, Aragarças, Rio Vermelho, Ceres e no Entorno de Brasília. Isso mostra que não há relação entre os imóveis georreferenciados e os Preços da Terra para Pastagem Formada de Alto Suporte em Goiás, pois nessas 5 micro-regiões tem-se o uso do solo mais intenso para agricultura nas micro-regiões Sudoeste e Ceres, para pastagem nas micro-regiões de Aragarças e Rio Vermelho e remanescente de vegetação nativa no Entorno de Brasília.

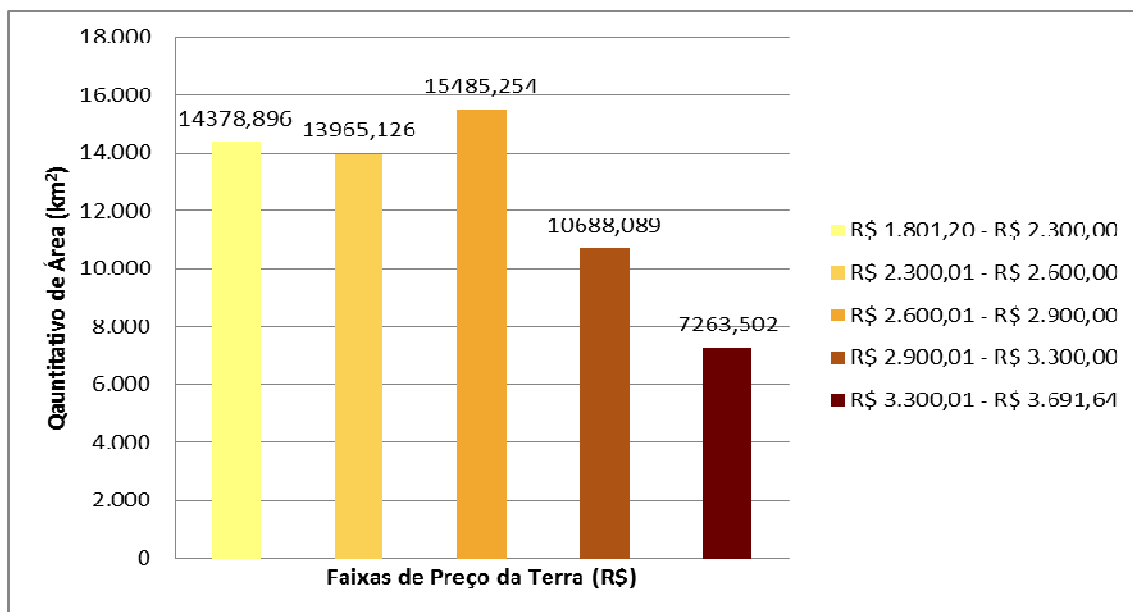
A Figura 4.22 mostra a distribuição do Preço da Terra para Pastagem Formada de Baixo Suporte, em 5 faixas de preço, e a distribuição espacial das propriedades georreferenciadas no estado de Goiás.



**Figura 4.22** – Preço da Terra para Pastagem Formada de Baixo Suporte e distribuição dos imóveis georreferenciados no estado de Goiás.

A Figura 4.22 mostra que os maiores valores para pastagem formada de baixo suporte estão concentrados entre as micro-regiões Sudoeste, Quirinópolis, Meia Ponte, Vale do Rio dos Bois e Goiânia e os menores valores estão

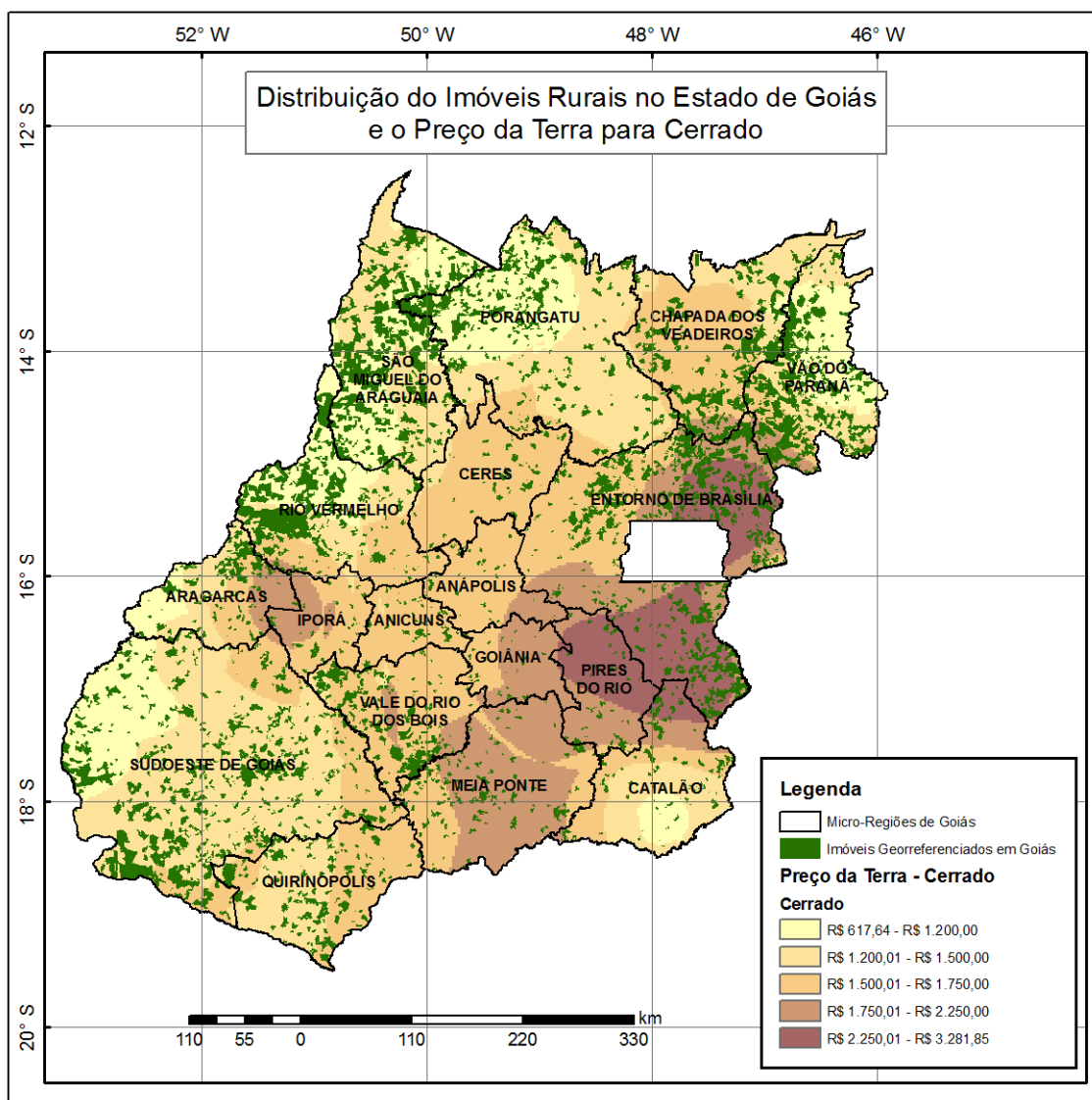
concentrados ao norte do estado, entre as micro-regiões de São Miguel do Araguaia, Porangatu, Chapada dos Veadeiros e Vão do Paranã, e na micro-região Sudoeste. A Figura 4.23 mostra o quantitativo de áreas georreferenciadas distribuídas nas cinco faixas de preço da terra para pastagem formada de baixo suporte no estado de Goiás.



**Figura 4.23** – Preço da Terra para Pastagem Formada de Baixo Suporte e quantitativo de áreas georreferenciadas em Goiás.

Os dados das Figuras 4.22 e 4.23 mostram uma maior concentração de imóveis georreferenciados nas faixas inferiores de preço para pastagem formada de baixo suporte, localizada ao norte do estado, nas micro-regiões de São Miguel do Araguaia, Porangatu, Chapada dos Veadeiros e Vão do Paranã, e ao sul, no extremo da micro-região Sudoeste. A faixa intermediária de preços ocorre nas micro-regiões Sudoeste, Aragarças, Rio Vermelho, Ceres e no Entorno de Brasília. Para a situação apresentada, é possível fazer uma relação da concentração de imóveis georreferenciados com os menores Preços da Terra para Pastagem Formada de Baixo Suporte, pois a presença de pastagens nas faixas inferiores de preço para pastagem formada de baixo suporte é compatível com a cobertura e uso do solo em Goiás, pois, de acordo com o PROBIO (2002), a presença de pastagem nessas regiões é significativa.

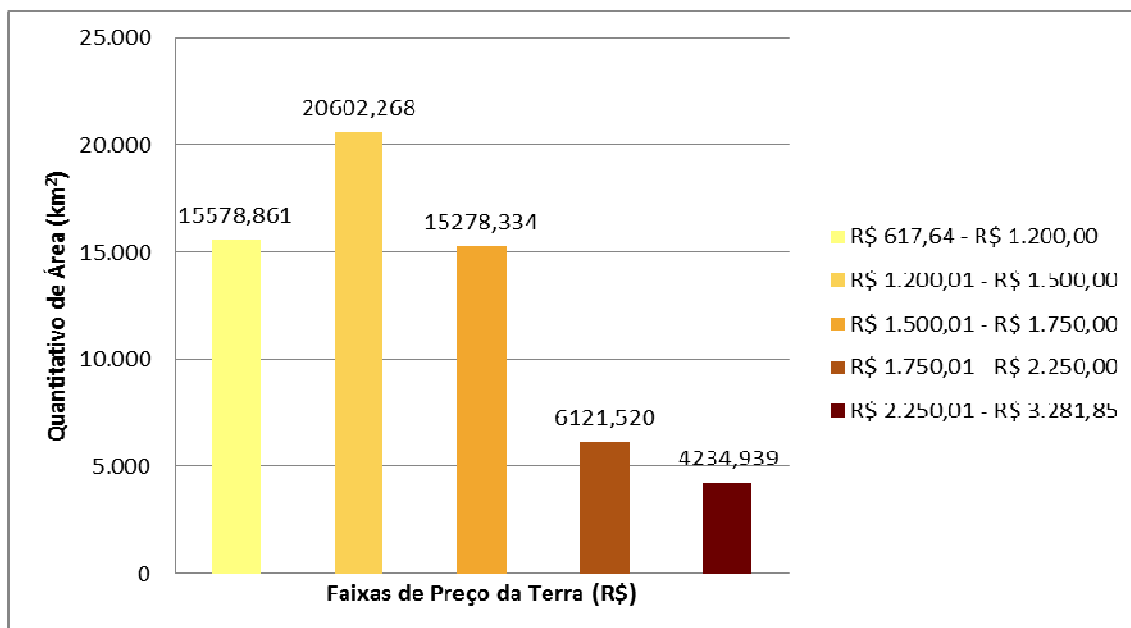
A Figura 4.24 mostra a distribuição do Preço da Terra para Cerrado, em 5 faixas de preço, e a distribuição espacial das propriedades georreferenciadas em Goiás.



**Figura 4.24** – Preço da Terra para Cerrado e distribuição dos imóveis georreferenciados no estado de Goiás.

A Figura 4.24 mostra que os maiores valores de preço da terra para cerrado estão concentrados principalmente na micro-região do Entorno de Brasília, e os menores valores estão distribuídos em diversas partes do estado, principalmente nas micro-regiões do Vão do Paranã, Porangatu, São Miguel do Araguaia, Rio Vermelho, Sudoeste e Catalão.

A Figura 4.25 mostra o quantitativo de áreas georreferenciadas distribuídas nas cinco faixas de Preço da Terra para Cerrado no estado de Goiás.



**Figura 4.25** – Preço da Terra para Cerrado e quantitativo de áreas georreferenciadas em Goiás.

Com base nos dados das Figuras 4.24 e 4.25 pode-se observar que o maior quantitativo de imóveis georreferenciados está concentrado nas faixas inferiores de Preço da Terra para Cerrado, principalmente nas micro-regiões do Vão do Paranã, Porangatu, São Miguel do Araguaia e Rio Vermelho. De acordo com o PROBIO (2002), nessas micro-regiões a conversão de vegetação nativa em pastagem e agricultura é significativa, sendo assim, existe uma relação inversa, ou seja, para as menores faixas de preço da terra para cerrado, maior é a presença de imóveis georreferenciados e, conseqüentemente, maior é a presença da conversão do cerrado em pasto ou lavoura. Por outro lado, onde ocorrem os maiores Preços da Terra para Cerrado (faixas superiores de preço), como no Entorno de Brasília, menor é o quantitativo de imóveis rurais georreferenciados.

A Figura 4.26 mostra a distribuição de imóveis georreferenciados no estado em função da cobertura e uso do solo no estado de Goiás baseado nos seguintes tipos de uso e cobertura: agricultura, pastagem, cerrado, floresta, área urbana e água. O mapa de uso e cobertura do solo para o estado de Goiás foi baseado no projeto PROBIO – Cerrado realizado em 2002.

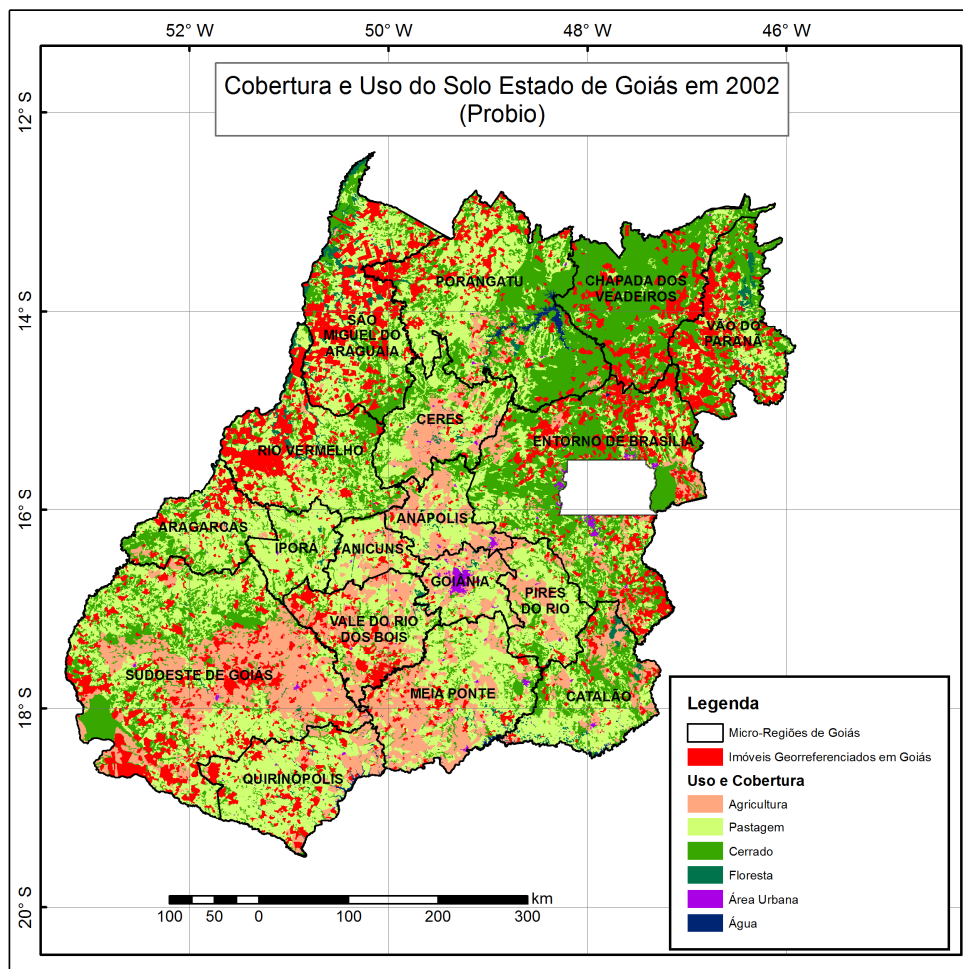


Figura 4.26 – Cobertura e uso do solo e a distribuição dos imóveis georreferenciados no estado de Goiás.

A Figura 4.27 mostra o quantitativo de áreas georreferenciadas distribuídas em função da cobertura e uso do solo para o estado de Goiás.

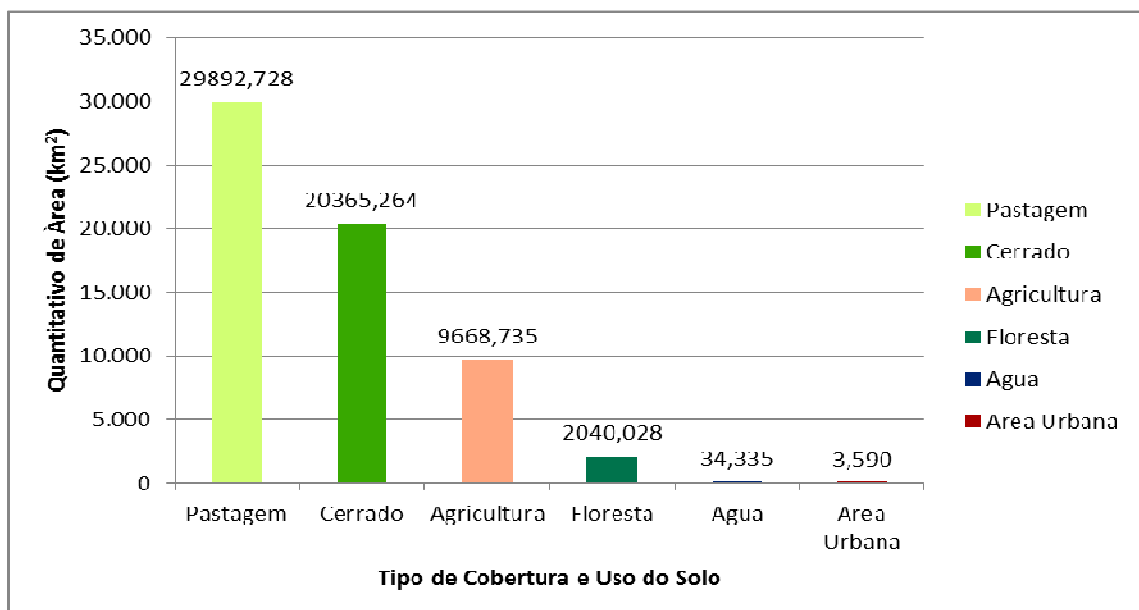


Figura 4.27 – Quantitativo de áreas georreferenciadas em Goiás por tipo de cobertura e uso do solo.

A Figura 4.27 mostra que cerca 48,2% dos imóveis rurais georreferenciadas no estado de Goiás são utilizadas para pastagem, 15,59% para agricultura e 32,84% ainda apresentam vegetação nativa remanescente. Esses valores estão próximos, em proporção, ao quantitativo de áreas para a cobertura e uso do solo definida para o PROBIO (2002) no estado de Goiás, ou seja: 45,0% do solo do estado é utilizado para pastagem, 18,1% utilizado para agricultura e 33,5% do território de Goiás apresenta vegetação nativa remanescente (cerrado). Sendo assim, o quantitativo de imóveis rurais georreferenciados é proporcional ao tipo de cobertura e uso do solo no estado. Esta comparação entre imóveis georreferenciados e tipo de cobertura mostra que um quantitativo significativo de área remanescente de cerrado (33%) foi georreferenciado, e sendo assim, ocorre um considerável processo de comercialização desse tipo de cobertura de solo no estado, para possível conversão dessas áreas para pastagem, agricultura ou especulação imobiliária próxima aos grandes centros urbanos em Goiás.

É importante observar que o mapa de uso do solo foi publicado em 2002 pelo projeto PROBIO, mas as imagens utilizadas são de 2000. Além disso, o mapa de uso do solo está na escala 1:250.000, enquanto que as propriedades rurais possuem precisão de 0,5 metro. Apesar das incompatibilidades entre as escalas dos mapas de propriedades rurais e uso do solo, as quantidades de áreas de pastagens e cerrado nas propriedades rurais são bastante significativas, e provavelmente se fosse utilizado um mapa de uso do solo mais atualizado e com melhor detalhamento, os resultados da intersecção topológica com as propriedades rurais seriam proporcionais aos valores encontrados na análise realizada.

#### **4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os profissionais, geomensores, aptos a executarem os serviços de georreferenciamento não estão necessariamente lotados ou residem nos municípios onde foi levantada a maioria das propriedades rurais. Do mesmo modo, nem todos os profissionais cadastrados no INCRA executam de fato o serviço de georreferenciamento, mostrando que uma menor quantidade de profissionais tem sido suficiente, até os dias atuais, para realizar esses procedimentos. No entanto, a partir de 2023, toda e qualquer propriedade rural deverá passar pelo processo de georreferenciamento no ato da mudança de titularidade, de acordo com o Decreto Presidencial 4449/2002. Esse fato poderá provocar a necessidade de um maior

número de profissionais que atuem na área de geomática. Atualmente, os profissionais vinculados ao sistema CONFEA/CREA que não apresentam, em sua grade escolar, a formação exigida para que possam atuar com georreferenciamento, têm se atualizado por meio de cursos de pós-graduação ou de formação continuada. Do mesmo modo, os cursos regulares de nível médio (técnico) ou de nível superior, como as engenharias ou os cursos de tecnologia, têm atualizado suas grades escolares com a finalidade de oferecer ao profissional recém-formado a possibilidade de trabalharem na área de geomática.

Quanto ao preço da terra para agricultura, pastagem ou cerrado, pode ser que ocorra um acréscimo no preço por hectare, em função dos custos para a execução dos serviços de georreferenciamento. Esse acréscimo não será significativo, pois como visto nesse trabalho, uma importante quantidade de imóveis rurais foi georreferenciada na micro-região do Vão do Paranã, onde ocorre uma concentração de vegetação nativa remanescente e o valor da terra é menor. No entanto, isso não foi um impedimento no processo de cadastro das propriedades rurais junto ao CNIR nessa micro-região.

O georreferenciamento de imóveis rurais poderá gerar problemas de ordem financeira e técnica para os pequenos proprietários rurais ou para o INCRA. De acordo com a Lei Federal 10.267/2001, todos os imóveis rurais têm de realizar o georreferenciamento e os imóveis com menos de quatro módulos fiscais são isentos da obrigatoriedade de pagar pelos serviços de georreferenciamento. Para os imóveis rurais com menos de quatro módulos fiscais, o INCRA será responsável por tal tarefa. O tamanho do módulo fiscal é definido para cada município brasileiro em função de sua aptidão agrícola (lavoura, pastagem ou hortifrutigranjeiro). No estado de Goiás, os maiores módulos fiscais são de 80 hectares, em municípios localizados ao norte do estado, e o menor módulo fiscal é de 7 hectares, em alguns municípios da região metropolitana de Goiânia. Contudo, a isenção de cobrança para georreferenciamento de pequenas propriedades gera um conjunto de questões ainda sem respostas: quem executará tais trabalhos para o INCRA? Quanto tempo o proprietário terá que aguardar para que tal serviço seja executado em sua propriedade? Os proprietários vão esperar de fato que o INCRA execute tal tarefa?

O INCRA tem realizado parcerias com instituições públicas, como por exemplo, o Exército brasileiro, com a finalidade de realizar o processo de

conferência das peças técnicas georreferenciadas e o cadastro de imóveis rurais junto ao CNIR. A possibilidade do INCRA de promover convênios para executar o processo de georreferenciamento de pequenas propriedades rurais pode ser possível, como ocorreu no estado de Goiás, quando precisou regularizar as divisas das comunidades de quilombos no município de Cavalcante, estabelecendo um convênio com o governo do estado.

Outra forma encontrada pelo INCRA para acelerar o processo de verificação das peças técnicas e cadastramento dos imóveis junto ao CNIR, será a implementação, entre Fevereiro e Março de 2013, de um sistema eletrônico (via internet), onde a certificação das peças técnicas passará a ser realizada de forma automatizada, através do Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF). O SIGEF será capaz de enviar, receber, validar, organizar e disponibilizar os dados georreferenciados dos imóveis rurais, analisando a possível sobreposição entre as propriedades rurais, para posterior certificação do imóvel rural, através da avaliação da planta e do memorial descritivo da propriedade rural de forma eletrônica. A comunicação sobre esse novo sistema foi enviada pelo INCRA a todos os profissionais credenciados via mensagem eletrônica no início de Fevereiro de 2013.

Quanto à amarração das divisas das propriedades rurais na Rede Geodésica Brasileira (RGB), ou seja, a determinação precisa das coordenadas geodésicas dos limites dos imóveis (latitude e longitude), o desenvolvimento tecnológico tem disponibilizado aos profissionais da área de geomática o uso de equipamentos geodésicos cada vez mais modernos e técnicas de processamento sofisticadas das coordenadas geográficas e de fácil acesso ao profissional. Contudo, o custo atual para a utilização ou aquisição de tais equipamentos ainda é elevado, pois um par de receptores pode chegar ao valor de R\$ 100.000,00, dependendo da configuração dos receptores, do tempo de coleta e da técnica de determinação das coordenadas. Seria ideal que os profissionais pudessem utilizar receptores de sinais GNSS denominados autônomos, porém, a precisão posicional que esses equipamentos oferecem é pior que 0,5 metro, exigido pela normatização do INCRA para o processo de georreferenciamento. Pesquisas têm analisado novas formas de coleta e processamento de dados brutos baseados em receptores GNSS autônomos com a finalidade de melhorar a precisão posicional dos pontos coletados. O avanço na qualidade da precisão de tais equipamentos não depende somente de programas

computacionais de processamento, mas de algoritmos para a correção das perturbações ocorridas na atmosfera terrestre durante o processo de transmissão dos sinais; no desenvolvimento de novas antenas de captação embarcadas em tais equipamentos; e, no lançamento de novos satélites orbitais que transmitam os sinais recebidos pelos receptores localizados na superfície terrestre.

Pôde-se observar que, com relação aos imóveis georreferenciados no estado de Goiás, em locais onde não ocorreu a conversão de vegetação remanescente ou o processo de desmatamento, como por exemplo, na micro-região do Entorno de Brasília, a quantidade de imóveis georreferenciados é menor. Esta tendência pode ser invertida no momento em que ocorrer um maior desmatamento nessa micro-região de Goiás. Isso pode ser avaliado em outras regiões ou estados do Brasil.

Um dos objetivos da criação do CNIR foi combater uma prática ainda comum no Brasil conhecida como “grilagem” de imóveis rurais. Com o avanço do processo de georreferenciamento e cadastro dos imóveis rurais junto ao INCRA, este processo tende a diminuir ou até mesmo desaparecer no Brasil. Por outro lado, nos estados do Brasil onde o georreferenciamento dos imóveis rurais está em menor ritmo, como nos estados do Pará, do Amazonas, do Amapá e de Roraima ( Figura 4.4), a prática da “grilagem” de terras infelizmente é comum.

O CNIR é de responsabilidade do INCRA e da Secretaria da Receita Federal (SRF). É de interesse da SRF que ocorra o crescente cadastro dos imóveis rurais ou sua certificação, pois isto pode elevar a arrecadação de Imposto Territorial Rural (ITR). Para que um imóvel seja certificado, a legislação federal exige que o imóvel esteja em dia com a SRF. É necessário que tenha ocorrido o recolhimento do ITR dos últimos cinco anos antes da certificação do imóvel junto ao CNIR.

Outro fator está relacionado aos empréstimos bancários nos estados grandes produtores de grãos ou rebanhos bovinos, como por exemplo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, onde a necessidade de crédito bancário é constante e se utiliza o desmembramento dos imóveis rurais para a aquisição das Cédulas de Crédito Bancário (CCB). Sendo assim, os imóveis rurais com diversas matrículas imobiliárias devem ser obrigatoriamente georreferenciados. Isto pode indicar que, indiretamente, o processo de georreferenciamento e cadastro dos imóveis rurais junto ao INCRA pode aumentar, assim como o registro das propriedades rurais junto aos cartórios de imóveis em todo o Brasil. Novamente, o processo de grilagem e de

falsificação de documentação tendem a ser controlados pelos órgãos de fiscalização federal, estadual ou municipal.

A questão do cadastramento dos imóveis rurais baseados no georreferenciamento tem que avançar para além das divisas das propriedades, em especial no que diz respeito às áreas de preservação permanente (APP) e de reserva legal. Os órgãos ambientais federais, estaduais e municipais têm exigido levantamentos baseados no uso de produtos de sensoriamento remoto para a definição das áreas de preservação permanente (APP) e de reserva legal com uma precisão inferior a 0,5 metro, permitindo inclusive que os profissionais contratados pelos proprietários definam a posição das reservas legais ou APP por meio do uso de receptores de sinais GNSS autônomos (receptores de navegação) com precisão posicional na ordem de 10 metros. O Ministério de Meio Ambiente (MMA) e o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) têm proposto sistemas de controle da depredação do meio ambiente, podendo ser citado como exemplo o programa Terra Legal e o Cadastro Ambiental Rural (CAR).

O programa Terra Legal foi criado em 2009 com o intuito de conservar e propor modelos para uma produção sustentável na exploração do solo na Amazônia Legal. Ele propõe a regularização da situação fundiária na Amazônia e a transferência da posse definitiva de propriedades rurais a pequenos produtores da região. Para tanto se faz necessário mais uma vez, o uso do georreferenciamento das propriedades rurais.

Por outro lado, de acordo com o novo Código Florestal Brasileiro (Lei Federal 12.651/2012), a propriedade rural deve ser obrigatoriamente cadastrada junto ao Cadastro Ambiental Rural (CAR). O CAR, definido pelo Decreto Federal 7.830/2012 estabelece a criação de um sistema eletrônico de gerenciamento das informações ambientais dos imóveis rurais, tendo como objetivo principal o controle do desmatamento. Os imóveis devem ser cadastrados no sistema, definindo a localização das APP e das reservas legais, baseadas em imagens de satélites georreferenciadas e gerenciadas pelo Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR). Contudo, não é estabelecido no Decreto 12.651/2012 o nível de precisão do georreferenciamento das imagens, resolução espacial e até mesmo a correção geométrica das imagens disponibilizadas pelo SICAR. O CAR deverá ser gerenciado

nos estados ou municípios do país através de suas agências, secretarias ou superintendências de controle ambiental em cada esfera institucional.

A possibilidade de integração de informações em relação às propriedades rurais em diferentes sistemas de gerenciamento oferecidos pela SRF, INCRA, MMA e MDA passa pela necessidade de uma precisa localização geográfica dos imóveis rurais do Brasil, que a princípio, é oferecido atualmente somente com a implementação do CNIR. O SICAR ou CAR não apresentam um detalhamento acerca da posição real do imóvel rural, definindo que isso é de responsabilidade do proprietário do imóvel, abrindo um caminho para a ilegalidade e o processo de “grilagem” de terras. Assim, o órgão ambiental não tem a certeza da existência ou da localização do imóvel rural durante o processo de licenciamento ambiental.

Um processo de integração entre as ações de governo poderia unificar os diversos sistemas contendo todas as informações cadastrais acerca das propriedades rurais, com a garantia de precisão posicional e as informações sobre os reais proprietários de imóveis rurais proposta pelo CNIR e as informações ambientais propostas pelo CAR. Somente após a regularização dos imóveis junto a esse sistema integrado é que se poderia, por exemplo, registrar as propriedades junto aos cartórios de registro de imóveis nas comarcas do país, como ocorre atualmente com o CNIR.

Por fim, a regularização fundiária proposta pela Lei Federal 10.267/2001 e implementada pelo INCRA apresenta um marco no Brasil sobre o controle das propriedades rurais. Tal regularização tende a avançar com a atualização na forma de coleta e processamento dos dados relativos ao georreferenciamento dos imóveis rurais, podendo servir de exemplo a outros órgãos federais, estaduais e municipais, no que diz respeito ao uso e ocupação da terra no Brasil. Como consequência, poder-se-á observar a minimização dos problemas de “grilagem” de terras e o controle sobre as questões de desmatamento desordenado sobre os biomas do país. As relações de preço das terras agrícolas, a disponibilidade de profissionais capacitados e a disponibilidade de formas e equipamentos para a coleta de dados faz com que o CNIR seja uma ferramenta fundamental ao cadastro de imóveis no Brasil, algo que já ocorre em muitos países desenvolvidos, tais como a França, Alemanha ou Inglaterra. Ademais, o Brasil tem dimensões continentais,

diferentemente dos países da Europa Ocidental, que possuem o tamanho de alguns estados brasileiros.

#### 4.6 REFERÊNCIAS

BRANDÃO, A. C., SANTOS FILHO, A. V. Sistema de Cadastro Territorial Georreferenciado em Áreas Urbanas. **Revista VeraCidade**, ano 3, nº 3, p. 1-25, maio/2008. Disponível em: <http://www.veracidade.salvador.ba.gov.br/v3/images/veracidade/pdf/artigo5.pdf>. Acesso em: 1 de fev. 2013.

BRASIL. Lei Federal 10.267, de 28 de Agosto de 2001. Altera dispositivos das Leis nº 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. Disponível em <http://www4.planalto.gov.br/legislacao>. Acesso em: 1 de fev. 2013.

BRASIL. Decreto Federal 4.449, de 30 de Outubro de 2002. Regulamenta a Lei no 10.267, de 28 de agosto de 2001, que altera dispositivos das Leis nº 4.947, de 6 de abril de 1966; 5.868, de 12 de dezembro de 1972; 6.015, de 31 de dezembro de 1973; 6.739, de 5 de dezembro de 1979; e 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. Disponível em <http://www4.planalto.gov.br/legislacao>. Acesso em: 1 de fev. 2013.

BRASIL. Lei Federal 10.931, de 2 de Agosto de 2004. Dispõe sobre o patrimônio de afetação de incorporações imobiliárias, Letra de Crédito Imobiliário, Cédula de Crédito Imobiliário, Cédula de Crédito Bancário, altera o Decreto-Lei nº 911, de 1º de outubro de 1969, as Leis nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964, nº 4.728, de 14 de julho de 1965, e nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ Ato2004-2006/2004/Lei/L10.931.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2004-2006/2004/Lei/L10.931.htm). Acesso em: 1 de fev. 2013.

BRASIL. Decreto Federal 5.570, de 31 de Outubro de 2005. Dá nova redação a dispositivos do Decreto nº 4.449, de 30 de outubro de 2002, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ Ato2004-2006/2005/Decreto/D5570.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2004-2006/2005/Decreto/D5570.htm). Acesso em: 1 de fev. 2013.

BRASIL. Decreto Federal 7.620, de 30 de Outubro de 2011. Altera o art. 10 do Decreto nº 4.449, de 30 de outubro de 2002, que regulamenta a Lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/ Ato2011-2014/2011/Decreto/D7620.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/ Ato2011-2014/2011/Decreto/D7620.htm). Acesso em 1 de fev. 2013.

BRASIL. Decreto Federal 7.830, de 17 de Outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/ Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/ Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm). Acesso em: 1 de fev. de 2013.

BRASIL. Lei Federal 12.651, de 19 de Dezembro de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). Acesso em: 1 de fev. 2013.

CONFEA. Decisão de Plenária nº 24, de 21 de fevereiro de 2003. Consulta: Profissionais habilitados a desenvolverem atividades definidas pela Lei nº 10.267, de 2001, no tocante à regulamentação de propriedades rurais junto ao INCRA. Relatório e Voto Fundamentado em Pedido de “Vista”. Aprovado. Disponível em: <http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=1411&idTiposEmentas=6&Numero=&AnoIni=2003&AnoFim=2003&PalavraChave=&buscarem=conteudo>. Acesso em: 1 de fev. 2013.

CONFEA. Decisão de Plenária nº 2087, de 3 de novembro de 2004. Reformulação da Decisão PL-0633/2003. Disponível em: <http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=23366&idTiposEmentas=6&Numero=2087&AnoIni=2004&AnoFim=2004&PalavraChave=&buscarem=conteudo>. Acesso em: 1 fev. 2013.

ESTEVES, M. P. Tecnologias da informação e organização do território brasileiro: as implicações do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR). Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Biomas do Brasil – Primeira Aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário do Brasil de 2006. Disponível em: [http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_estatisticas.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm). Acesso em: 1 de fev. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico do Brasil de 2010. Disponível em: [http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_estatisticas.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm). Acesso em: 1 de fev. 2013.

INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais**. 2ª. Edição Revisada. Brasília, DF, 2010. 82p.

LIMA, O. P. A Importância do Cadastro no Processo Civilizatório. In: Anais do 4º COBRAC - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2000.

MONICO, J. F. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 476p.

PAIXÃO, S. K. S., NICHOLS, S., CARNEIRO, A. F. T. Cadastro Territorial Multifinalitário: dados e problemas de implementação do convencional ao 3D e 4D. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 18, nº 1, p. 3-21, jan-mar de 2012. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/bcg/article/view/26454>. Acesso em: 5 de jan. 2013.

PEREIRA, K. D., AUGUSTO, M. J. O Sistema Geodésico Brasileiro e a Lei de Georreferenciamento de Imóveis Rurais. In: Anais do I Simpósio de Ciências Geodésicas e Tecnológicas da Geoinformação, setembro de 2004. Disponível em: <http://www.ufpe.br/cgtg/ISIMGEO/CD/html/geodesia/Artigos/G026.pdf>. Acesso em: 5 de jan. 2013.

PHILIPS, J. Breve histórico do cadastro de imóveis no mundo. **IRIB em Revista**, edição 327, p. 14-19, jul/2004.

PROBIO - Projeto Nacional de Ações Integradas Público-Privadas para Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. **Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros**. Brasília, 2002. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>. Acesso em: 01 de out. 2012.

SEGANTINE, P. C. L. **GPS: Sistema de Posicionamento Global**. São Carlos (SP): Ed. EESC/USP, 2005. 364p.

SILVA, J. F. Inovação Tecnológica e o Mercado de Trabalho do Engenheiro Cartógrafo. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 12, nº, p.37-44, jan-jun de 2006.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE

Essa pesquisa demonstrou que o preço da terra pode ser estimado com base na utilização de interpolador geoestatístico denominado *co-krigagem*. Na utilização desse interpolador, o preço da terra pode ser definido com base na determinação de pesos sobre variáveis independentes, no entanto, os pesos estabelecidos sofrem variações diferentes para a determinação do Preço da Terra para Agricultura, Pastagem ou Cerrado. Os melhores resultados na determinação do preço da terra com definição de pesos foram obtidos para pastagem, principalmente aquele relacionado à variável socioeconômica estabelecida com base no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios pesquisados.

A utilização do interpolador *krigagem* foi suficiente no processo de determinação do preço da terra, apresentando uma variação que pode ser desprezada em comparação com a *co-krigagem*, refutando a hipótese de que este último apresenta melhores resultados durante a determinação do preço da terra no estado de Goiás. A Figura 2.31 (capítulo 2) ilustra o resultado final do preço da terra para agricultura, pastagem e cerrado no estado de Goiás, considerando a interpolação por *krigagem* e o mapa de aptidão agrícola para o estado.

Constatou-se que o acesso às amostras de preço da terra é de difícil acesso, pouco difundidas e em geral devem ser adquiridas de forma paga (IFNP, 2009). Esses dados deveriam ser sistematicamente atualizados e amplamente difundidos para a sociedade, por serem tratados de elementos fundamentais de apoio na gestão territorial do estado.

A determinação do preço da terra baseada em um conjunto de amostral com confiabilidade pode oferecer processos de interpolação mais precisos em todo o território goiano, minimizando os problemas de superestimação ou subestimação.

A determinação do preço da terra em relação à agricultura, pastagem e vegetação nativa remanescente pode servir para apoiar os órgãos governamentais que trabalham com a questão fiscal, na determinação de ações de governo quanto à disponibilidade de recursos financeiros para o custeio da produção agropecuária, no apoio à determinação de garantias em empréstimos bancários e no controle do registro de imóveis rurais (cartórios).

A variação do preço da terra em Goiás não foi um fator primordial que influencia o processo de georreferenciamento de imóveis rurais no estado de Goiás, refutando

essa hipótese estabelecida como primordial nessa pesquisa. Para a região norte do estado, o processo de georreferenciamento de imóveis é mais avançado que ao sul, onde os preços da terra para agricultura e pastagem são mais valorizados, ou seja, ocorre atualmente, no estado de Goiás, uma inversão entre o preço da terra mais valorizado e o quantitativo de imóveis rurais georreferenciados e certificados junto ao INCRA, a partir do CNIR.

Não há uma relação entre a distribuição espacial de profissionais credenciados junto ao INCRA e as propriedades georreferenciadas no estado de Goiás, contudo, isso pode ser invertido, à medida que áreas rurais menores que 500 hectares passem pelo processo de georreferenciamento, e como isso, uma maior procura de profissionais ocorrerá até o ano de 2023.

Outras técnicas de interpolação e variáveis secundárias podem ser utilizadas em trabalhos futuros para a determinação do preço da terra em Goiás, no bioma Cerrado ou outros biomas no Brasil.

As análises topológicas realizadas baseadas nas variáveis propostas mostram que é possível obter respostas coerentes quanto ao processo de determinação do preço da terra, no aumento do processo de desmatamento e no avanço da necessidade da determinação precisa da localização geográfica dos limites dos imóveis rurais no estado de Goiás.

Por fim, a integração do processo de georreferenciamento com precisão de imóveis rurais entre os órgãos federais, estaduais e municipais de fiscalização, arrecadação e controle ambiental pode promover um avanço no processo de controle fundiário no estado de Goiás e no Brasil, sendo uma ferramenta primordial contra o processo de “grilagem” de terras e o avanço do desmatamento desordenado nos imóveis rurais do país.