



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

PEDRO GUGLIELMI JUNIOR

**UTILIZAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO
DO USO DO SOLO:
REGIÃO DE LONDRINA-PR**

Londrina
2014

PEDRO GUGLIELMI JUNIOR

**UTILIZAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO
DO USO DO SOLO:
REGIÃO DE LONDRINA-PR**

Dissertação de mestrado em Geografia -
Dinâmica Sócio Ambiental apresentado ao
Departamento de Geociências da Universidade
Estadual de Londrina, como requisito à
obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mirian Vizintim
Fernandes Barros.

Londrina
2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

G942U Guglielmi junior, Pedro.
Utilização de sensoriamento remoto no estudo do uso do solo: região de Londrina-PR / Pedro Guglielmi Junior. – Londrina, 2014.
158 f. : il.

Orientador: Mirian Vizintim Fernandes Barros.
Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2014.
Inclui bibliografia.

1. Geografia agrícola. 2. Solo rural – Uso – Sensoriamento remoto. 3. Satélites artificiais em agricultura. 4. Satélites artificiais em pesquisa geográfica. 5. Satélites artificiais em sensoriamento remoto. 6. Landsat (Satélites). 7. Produtividade agrícola. I. Barros, Mirian Vizintim Fernandes. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU 528.8

PEDRO GUGLIELMI JUNIOR

**UTILIZAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO DO USO
DO SOLO:
REGIÃO DE LONDRINA-PR**

Dissertação de mestrado em Geografia -
Dinâmica Sócio Ambiental apresentado ao
Departamento de Geociências da Universidade
Estadual de Londrina, como requisito à
obtenção do título de Mestre em Geografia.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa Dra Mirian V. F. Barros
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa Dra Ruth Youko Tsukamoto
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Marcos Adami
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais –
INPE

Londrina, 30 de maio de 2014.

*Dedico este trabalho a meus pais,
esposa e filho.*

AGRADECIMENTOS

A Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná pelas concessões de horários para o cumprimento de minha carga de estudo presencial, pelo custeio das viagens técnicas necessárias e pelo apoio durante a etapa de campo.

A minha orientadora Mirian Vizintim F. Barros pela orientação, amizade e paciência.

Aos professores, doutores, Adriana Castreghini de Freitas Pereira e Ruth Youko Tusakamoto pelo apoio, aconselhamento e amizade.

Aos demais professores da Universidade Estadual de Londrina pelos conhecimentos compartilhados.

Aos colegas de trabalho Antonio José da Silva, Francisco Simioni, Otmar Hubner, Rosângela Zapparoli Vieira e Willian Meneguel, que contribuíram para a realização da pesquisa.

A meus pais pela formação de caráter e incentivo, sempre acreditando na importância das conquistas intelectuais e na minha capacidade.

A minha esposa pelo amor, carinho, paciência e apoio.

E a meu filho, pelos momentos em que me privei de estar ao seu lado e pela alegria e conforto que ele me proporcionou nos momentos em que foi possível estar.

GUGLIELMI JUNIOR, Pedro. **Utilização de sensoriamento remoto no estudo do uso do solo:** Região de Londrina-PR. 2014. 158 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

RESUMO

Para possibilitar uma análise eficiente do uso do solo rural, o emprego de metodologias cientificamente comprovadas e que apresentem menor custo e rapidez na obtenção de resultados como o uso do sensoriamento remoto e de técnicas estatísticas de amostragem, chegou-se a uma opção viável no atual estágio tecnológico brasileiro. Este trabalho empregou um modelo testado e que mostra bons resultados, onde objetiva atualizar os métodos já utilizados por outros mais adequados a atual possibilidade de aquisição de imagens de satélite gratuitas fazendo uso de tecnologias mais aprimoradas de navegação por receptores GPS mais modernos que estão disponíveis no mercado. Para a realização dos trabalhos foi feito a estimativa do uso do solo da região administrativa do Núcleo Regional de Londrina da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná, o qual totaliza dezenove municípios, com uma área de 7.226 km². Através de técnicas de segmentação, classificação de imagem do satélite Landsat-8, foi realizado o particionamento do recorte espacial alvo de interesse em segmentos quadrados de 1 x 1 km, utilizando técnicas estatísticas para realizar a amostragem da área segundo sua intensidade de uso com atividade agrícola. A pesquisa contou com a investigação e mapeamento à campo do uso do solo nos segmentos amostrais de forma a mensurar o uso do solo nas amostras. As informações foram processadas de forma a subsidiar uma análise geográfica, possibilitando uma estimativa da área plantada com as culturas de soja, milho e cana-de-açúcar na safra 2013/2014, assim como as áreas de pastagem e matas presente na região pesquisada, permitindo obter-se o coeficiente de área agricultável na região. Os resultados deste trabalho demonstram que a Imagem Landsat 8 utilizada é adequada ao processo de segmentação e classificação do uso do solo, e a utilização das imagens do aplicativo Google Earth propiciaram um incremento na localização dos segmentos no campo, assim como facilitou o desenho dos polígonos devido a sua melhor resolução espacial em comparação a imagem Landsat 8. A amostragem da área propiciou a obtenção de dados com uma confiabilidade aceitável, obtendo resultados em tempo curto e a baixo custo.

Palavras-chave: Previsão de safras. Sensoriamento remoto. Pesquisa por amostragem. Geografia agrícola. Uso do solo.

GUGLIELMI JUNIOR, Pedro. **Use of remote sensing in the study of land use: Region of Londrina-PR.** 2014. 158 f. Dissertation (Master's degree in Geography) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

ABSTRACT

To enable an efficient analysis of rural land use, the use of scientifically proven methodologies and with lower cost and speed in getting of results such as the use of remote sensing and statistical techniques of sampling, a viable option in the current Brazilian technological stage. This study employed a tested model that shows good results, which aims to update the methods already used by other suitable to the current possibility of acquiring free pictures making use of satellite navigation technologies more enhanced by modern GPS receivers that are available in market. For the realization of the work was done to estimate land use Core Regional Administrative Region of Londrina from the Secretariat of agriculture and supply of Paraná, which totals 19 municipalities, with an area of 7,226 km². Through segmentation techniques, image classification of the satellite Landsat-8, was achieved the partitioning of the space clipping, target of interest into square segments of 1 x 1 km, using statistical techniques to perform sampling of the area according their intensity of use with activity Farm. The research involved research and mapping the field of land use in the sample segments in order to measure the use of ground in the samples. The information were processed in order to subsidize a geographical analysis, enabling an estimate of the area planted with crops of soybeans, corn and sugarcane in the harvest 2013/2014, as well as the areas of pasture and forests present in the region surveyed, allowing to obtain the coefficient of farmland in the region. The results of this study demonstrated that Landsat Image 8 used it's suitable for the process of segmentation and classification of land use, and images using the Google Earth application provided an increase in the location of segments in the field, as well as facilitated the drawing of polygons due to its better spatial resolution compared to Landsat-8 image. The sampling area provided to take of the data with acceptable reliability, obtaining results in short time and low cost.

Keywords: Crop forecast. Remote sensing. Sample survey. Agricultural geography. Land use.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução da área em produção de café no Brasil e no Paraná entre 1970 e 2012	26
Figura 2 – Evolução da Área Produtiva de Soja no Brasil e no Paraná – entre 1970 e 2012	27
Figura 3 – Produção de grãos no Brasil na Safra 2012/2013.....	29
Figura 4 – Formas indiretas para obtenção da área cultivada	36
Figura 5 – Erro de locação da amostra no plano real.....	41
Figura 6 – Amostra aleatória simples e de Limiar de Distância.....	42
Figura 7 – Localização da área de estudo	57
Figura 8 – Imagem Landsat 8 da Região de Londrina-PR	58
Figura 9 – Clima segundo a classificação de Köppen na Região de Londrina-PR	61
Figura 10 – Mapa de solos da região de Londrina-PR.....	64
Figura 11 – Mapa de zoneamento pedoclimático de aptidão do solo para a cultura da soja na região de Londrina-PR - 2001	65
Figura 12 – Mapa de degradação do solo na região de Londrina-PR - 1995.....	67
Figura 13 – Etapas dos procedimentos adotados no trabalho	70
Figura 14 – Fluxograma dos trabalhos realizados para a obtenção do mapa temático.....	76
Figura 15 – Fluxograma da amostragem e expansão dos dados do painel amostral	79
Figura 16 – Resultado e disposição dos estratos amostrais	81
Figura 17 – Resultado da geração da grade amostral	83
Figura 18 – Resultado da grade amostral com segmentos inteiros.....	85
Figura 19 – Painel amostral com os segmentos sorteados na região de Londrina-PR	90

Figura 20 – Seleção dos segmentos através dos pontos sorteados na região de Londrina-PR	92
Figura 21 – Mapa com a imagem de um segmento amostral pronto para inspeção no campo	95
Figura 22 – Representação da alimentação do banco de dados	97
Figura 23 – Classificação Supervisionada - Região de Londrina-PR - 2013.....	101
Figura 24 – Limites dos estratos homogêneos com a grade amostral	105
Figura 25 – Estratificação do uso do solo com agricultura na região de Londrina-PR	106
Figura 26 – Segmentos do estrato B com ocupação com agricultura elevada.....	113
Figura 27 – Comparativo da ocupação do solo agrícola aferido pela pesquisa na Região de Londrina-PR - Safra 2013/2014	125
Figura 28 – Imagem Landsat 7 TM utilizada por Adami (2003).....	129
Figura 29 – Zoneamento pedoclimático de aptidão do solo para a cultura da soja na região de Londrina – 2001	129
Figura 30 – Mapa de Uso do Solo da região de Londrina-PR com destaque das áreas com concentração de pastagem e/ou mata.....	133
Figura 31 – Valor bruto da produção rural do município de Guaraci-PR - 2012	133
Figura 32 – Valor bruto da produção rural do município de Cafeara-PR - 2012	135
Figura 33 – Valor bruto da produção rural do município de Porecatu-PR - 2012	136
Figura 34 – Valor bruto da produção rural do município de Cambé-PR - 2012	137
Figura 35 – Valor bruto da produção rural do município de Tamarana-PR - 2012	138

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Valor e participação dos segmentos rurais em 2011 e 2012 no Paraná.....	30
Tabela 2	– Valor da produção rural dos principais produtos em ordem de valor em 2012 no Estado do Paraná.....	31
Tabela 3	– Requisitos dos métodos de amostragem por lista e por área	38
Tabela 4	– Características dos métodos de amostragem por área.....	39
Tabela 5	– Tabela empregada na avaliação da aptidão dos solos para a cultura da soja – 2001	63
Tabela 6	– Distribuição das classes de aptidão pedoclimático para a soja na Mesorregião Norte-Central do Paraná- 2001	66
Tabela 7	– Milho e Soja - Área e Produção na Região de Londrina-PR - 2008 a 2012	68
Tabela 8	– Informações da imagem Landsat-8 utilizada.....	72
Tabela 9	– Definição de nh por estrato e percentual do uso do solo para agricultura na região de Londrina.....	87
Tabela 10	– Disposição segundo estrato do número total de segmentos sorteados e percentual da área ocupada para a região de Londrina-PR	88
Tabela 11	– Classe de Uso do Solo: Região de Londrina-PR – Agosto de 2013	102
Tabela 12	– Estrato A - Mapeamento do uso do solo por segmento amostral - Região de Londrina-PR.....	111
Tabela 13	– Estrato B - Mapeamento do uso do solo por segmento amostral - Região de Londrina-PR.....	115
Tabela 14	– Estrato C - Mapeamento do uso do solo por segmento amostral - Região de Londrina-PR.....	118
Tabela 15	– Resultado da expansão direta dos dados para a variável soja	119
Tabela 16	– Expansão direta dos dados para a variável milho.....	120
Tabela 17	– Expansão direta dos dados para a variável pastagem nos estratos A, B e C	120
Tabela 18	– Área estimada, participação e coeficiente de variação das variáveis pesquisadas	121

Tabela 19 – Expansão direta dos dados para a variável Reflorestamento	122
Tabela 20 – Limites de confiabilidade da pesquisa.....	122
Tabela 21 – Comparativo entre estimativas calculadas e a do DERAL/EMATER - safra 2013/2014 - Região de Londrina-PR.....	124
Tabela 22 – Comparativo entre a área estimada na classificação e a estimada pela amostragem – Região de Londrina-PR – Nov./dez./2013.....	127

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEE	Comunidade Econômica Europeia
CMNP	Companhia Melhoramentos Norte do Paraná
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CTNP	Companhia de Terras Norte do Paraná
DERAL	Departamento de Economia Rural
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MA	Ministério da Agricultura
NASS	National Agricultural Statistics Service
PREVS	Pesquisa Objetiva de Previsão de Safras
SEAB	Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná
SIAG	Sistema de Informações Agropecuárias
SR	Sensoriamento Remoto
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UGI	União Geográfica Internacional
UGI	União Geográfica Internacional
UNESP	Universidade Estadual Paulista
VBP	Valor Bruto da Produção

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 A GEOGRAFIA E OS ESTUDOS AGRÁRIOS NO BRASIL	18
1.1 AS TRANSFORMAÇÕES NO ESPAÇO AGRÍCOLA NORTE PARANAENSE E SUA ATUAL CONFIGURAÇÃO.....	23
1.2 A PRODUÇÃO AGRÍCOLA PARANAENSE PÓS 1970.....	25
2 ESTIMATIVAS DA ÁREA AGRÍCOLA: IMPORTÂNCIA, ABORDAGENS E MÉTODOS DE AQUISIÇÃO	34
2.1 MODELO ESTATÍSTICO DE LEVANTAMENTO DE ÁREA CULTIVADA POR AMOSTRAGEM.....	43
2.2 MODELOS DE ESTIMADORES DE ÁREAS AGRÍCOLAS	45
2.3 UTILIZAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS NO LEVANTAMENTO E ESTIMATIVA DE ÁREA CULTIVADA	51
2.3.1 Imagens Orbitais no Mapeamento e Estimativa de Área Cultivada.....	51
2.3.2 Sistema Global de Navegação por Satélite	54
3 MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS NO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	56
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	56
3.2 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS	69
3.2.1 Criação de Banco de Dados Geográfico	73
3.2.2 Classificação e Mapeamento Temático	74
3.2.3 Estratificação da Área de Estudo.....	77
3.2.4 Coleta dos Dados em Campo.....	93
3.2.5 Inserção, Extração e Expansão dos Dados.....	97
3.2.6 Caracterização das Variáveis Usadas na Pesquisa	98
4 ESTIMATIVA DE USO DO SOLO RURAL NA REGIÃO DE LONDRINA – NOV/DEZ - 2013	100

4.1	UTILIZAÇÃO DAS IMAGENS OBTIDAS PELO GOOGLE EARTH PARA COLETA DOS DADOS A CAMPO.....	107
4.2	ESTIMATIVA DO USO DO SOLO NA REGIÃO DE LONDRINA	110
4.2.1	Estrato A.....	110
4.2.2	Estrato B.....	112
4.2.3	Estrato C.....	117
4.3	ESTIMATIVAS DE OCUPAÇÃO POR MEIO DA EXPANSÃO DIRETA.....	119
5	ANÁLISE ESPACIAL DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NA REGIÃO DE LONDRINA.....	131
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	141
	REFERÊNCIAS.....	143
	APÊNDICES	150
	APÊNDICE A.....	150
	APÊNDICE B.....	151
	APÊNDICE C	152
	APÊNDICE D	153
	APÊNDICE E.....	154
	ANEXOS	155
	ANEXO A	155
	ANEXO B	158
	ANEXO C	160
	ANEXO D	161

INTRODUÇÃO

O conhecimento do uso do solo de um determinado local é importante para nortear ações mitigadoras de problemas históricos recorrentes, sejam elas aplicadas ao planejamento territorial, social ou empresarial, ou para a compreensão dos processos que atuaram ou que continuam exercendo influência na dinâmica um determinado espaço.

Os processos encontrados nas áreas rurais não dizem respeito somente a este espaço, mas eles são fruto das relações entre os agentes da sociedade como um todo, tanto urbana quanto rural. Atualmente sofre menos as limitações de distância frente a realidade de maior velocidade nas informações e da facilidade no transporte de produtos.

O mercado de alimentos mundial, a dinâmica populacional, a renda das famílias e a qualidade de vida das pessoas tanto no campo como nas cidades é fruto de trocas culturais, comerciais e de exercício de poder. Já não se pode mais conceber que o campo é um setor com movimento de dimensão própria, ele é hoje o reflexo de ações globais, da mesma maneira que também exerce sua influência na sociedade urbana, não importando a escala de análise.

A necessidade de racionalização do uso dos recursos naturais, e a crescente cobrança da sociedade por informações mais fidedignas são justificativas já bem discutidas no meio acadêmico que expressam o anseio por informações do uso do solo agrícola. Com a evolução do meio técnico científico e a mudança de paradigmas impostos pelo sistema capitalista ao modo de produção no campo, as transformações no meio rural apresentam mudanças mais intensas e em tempo mais curto, tornando mais difícil ao analista acompanhar em tempo hábil as transformações em curso.

Neste trabalho objetivou-se obter dados do uso do solo de um dos recortes espaciais mais importantes do Estado do Paraná quanto a questão da

produção de alimentos e energia renovável¹, a região do município de Londrina-PR, que apresenta intenso interesse agrário pelos empresários rurais, seja pelas suas terras férteis ou pela infraestrutura e tecnocultura agrícola já formada. Os dados levantados, possibilitaram uma análise do uso do solo agrícola, bem como comparar metodologias de estimativa de área plantada. Também foi possível exercitar e adaptar na medida da necessidade, metodologias já aplicadas que se prestam a servir de referência a possíveis programas de estimativa de uso do solo rural em recortes sob escalas diversas pelo poder público ou pelo setor privado. Os resultados alcançados poderão ser importante fonte de pesquisa para outros trabalhos que objetivem a análise do uso do solo rural.

Como premissa a realização desta pesquisa, em 2011 foi realizado um teste aplicando metodologia similar para a estimativa de área plantada com as principais culturas de inverno no município de Sertãozinho-PR (GUGLIELMI JUNIOR, 2011). Teste este que possibilitou avaliar e ajustar a proposta metodológica apresentada neste trabalho.

Para esta pesquisa, foi escolhido o recorte espacial de uma região administrativa adotada pela Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná, órgão governamental sob administração direta do Governo do Paraná, e principal financiador da pesquisa. Este recorte abrange dezenove municípios com uma área total estimada em 7.226 km².

Em consulta a várias metodologias já empregadas como opção a estimativa de safra agrícola, optou-se pela utilização de uma metodologia já testada e que tenha apresentado resultados satisfatórios frente a pouca disponibilidade de recursos. A construção de uma nova metodologia demandaria tempo e recursos que não estavam disponíveis para o recorte espacial pretendido.

Sob este aspecto, e de forma a evitar o exercício de metodologias que requereriam maiores recursos e poderiam apresentar resultados contraditórios, escolheu-se o método utilizado por Adami (2003) como embasamento à pesquisa.

¹ Cana-de-açúcar e biodiesel.

Assim, houve a preocupação com a utilização de novos softwares e facilidades computacionais que foram aperfeiçoadas desde a realização de seu trabalho a mais de dez anos, como forma de diminuir o custo, melhorar os resultados e também reduzir o tempo de obtenção dos dados.

Dentre as muitas culturas presentes na região de Londrina na safra de verão, se destacam pela importância econômica e pela grande área ocupada as culturas de soja, milho e cana-de-açúcar. Por esse motivo, e pela impossibilidade da investigação de todas as culturas que ocupam o solo, estas culturas foram adotadas como classe de investigação para o levantamento das áreas ocupadas. Como a maioria das estimativas de safra partem de uma área de cultivo que se contrapõe a presença de áreas de pastagem e de matas, decidiu-se também realizar a mensuração do uso do solo com estas coberturas, para que seja atualizado o coeficiente das áreas utilizadas com pecuária ou que abriguem reservas florestais.

Com a necessidade de racionalização dos recursos e pouco tempo disponível, e devido a natureza das ferramentas empregadas na pesquisa, não se objetivou ser mais preciso na mensuração do uso do solo do que os meios permitiam, e, devido a grande complexidade do uso do solo agrícola, não foi possível realizar análises geográficas mais aprofundadas do que os dados coletados consintiam.

Diante disso, o objetivo geral deste trabalho é a proposição metodológica para o levantamento de uso do solo, visando estimativa de área cultivada das culturas de soja, milho e cana-de-açúcar na safra 2013/2014, e obter índices do uso do solo rural na Região de Londrina-PR. Já os objetivos específicos de investigação são:

- mensurar a área agricultável e a ocupada com pastagem e mata;
- realizar uma análise geográfica do uso do solo agrícola, realizando comparações com os resultados obtidos.
- testar uma metodologia de estimativa de safra agrícola que possa ser adotada pela SEAB em diferentes recortes espaciais;
- aprimorar ferramentas e metodologias de localização no campo para investigação.

Estes objetivos foram traçados visando atender a necessidade do setor agropecuário em obter informações sobre a ocupação de áreas com as principais atividades econômicas do setor, de forma ágil e com o melhor grau de precisão possível em conformidade com o racional dispêndio de recursos públicos para a sua obtenção. Este mencionado "setor agropecuário", abrange as instituições públicas e privadas atuantes na área rural, e que diretamente dão suporte a uma parcela da sociedade interessada no desenvolvimento agrícola, os produtores rurais.

A organização do trabalho foi realizada de forma a apresentar o referencial teórico que norteou a metodologia utilizada na estimativa de uso do solo e que também fundamentou as análises geográficas posteriormente. No referencial teórico, foram abordadas tanto as idéias de autores que confirmaram as visão do pesquisador, como os autores que contestam essa visão, de forma a apresentar ao leitor idéias antagônicas sobre os agentes, processos e produtos reconhecidos no recorte espacial e no setor rural como um todo.

Deve ser esclarecido que as análises tecidas são feitas a partir de uma ótica da Geografia Agrícola, onde prevalece uma concepção mais técnica e particionada, necessária, na visão do autor, a uma compreensão de dados técnicos e fatores correlacionais entre a produção rural, e aspectos naturais e sociais presentes.

1 A GEOGRAFIA E OS ESTUDOS AGRÁRIOS NO BRASIL

O campo e suas relações sociais, econômicas, culturais e consequentemente espaciais, sempre foram temas de debates na Geografia e em outras ciências. A complexidade de relações e mudanças que ocorrem no setor agrícola, além dos geógrafos, foram também colocadas em análise pelo teórico político alemão Karl Kautsky (1980). Sua obra, concebida final do século XIX, onde debatia as propostas de transformação da sociedade e o papel da agricultura e o campesinato, Kautsky trata fundamentalmente das relações entre o capital, a produção e a função da propriedade rural.

Na compreensão do campo além de discussões teóricas, se faz necessário a pesquisa da realidade, e mais especificamente na Geografia é necessário saber observar a organização do espaço, no caso, o agrário e por meio da teoria adotada é possível interpretar o real motivo da atuação de diversos agentes da sociedade no meio rural.

No sistema de produção capitalista, a produção do campo é regida predominantemente pelos interesses de duas classes sociais antagônicas, a camponesa e a capitalista, onde nas últimas décadas o sistema de exploração capitalista têm influenciado também as pequenas propriedades. Isto em parte pode ser explicado pelo estudo das grandes transformações no campo nas últimas décadas, nas quais se deve levar em conta obrigatoriamente o desenvolvimento das máquinas que propiciariam um grande salto no modelo de produção agrícola como foi previsto por Kautsky (1980) no século XIX. A agricultura, que passou por grandes períodos de estagnação nos métodos de exploração, passa a ser uma das mais revolucionárias modalidades de exploração, com grande utilização de processos científicos na obtenção de novos e mais eficazes métodos de produção.

Os métodos de produção, passam a ser determinados também por uma questão de escala, onde, segundo o próprio Kautsky (1980) já no século XVIII havia uma preocupação crescente com a viabilidade da pequena propriedade rural frente a grande exploração e novas formas de produção. Para Kautsky, o agricultor que não adotasse os conhecimentos necessários a nova forma de produção não

conseguiria persistir no método antigo, pois os processos a que ele estava acostumado já não são mais possíveis (KAUTSKY, 1980).

Para ele, a produção na propriedade capitalista passaria a não custar mais trabalho, mas, mais dinheiro. Dessa maneira, seriam as despesas de produção e o dinheiro gasto, que determinariam o preço, não mais o trabalho despendido.

Assim, ainda segundo o autor, se o campo seguisse o modelo capitalista de produção, inevitavelmente passaria por um processo de mecanização e adaptação de modelos de produção que visam a produção por meio de métodos mecânicos, onde os mais tecnificados acabariam por iniciar um processo de absorção dos produtores mais tradicionais. Apesar da idéia deste autor não ter se concretizado por completo (a absorção do pequeno produtor pelo mais tecnificado), o processo pode ainda estar lentamente em curso, e é possível que nem seja derradeiro para o produtor tradicional pois há movimentos contraditórios dentro deste contexto.

[...] a pequena exploração na agricultura não obedece de modo algum a um processo de desaparecimento rápido, [...] as grandes explorações só lentamente conquistam terreno, perdendo-o mesmo em alguns lugares (KAUTSKY, 1980, p.26).

Analisando esta questão quanto a qualidade de vida dos trabalhadores rurais, mesmo estando inserido em um contexto histórico pré-modernização do campo no Brasil, o geógrafo e historiador Caio da Silva Prado Júnior, que teve diversos trabalhos publicados a partir da década de 1960, defendia que esse novo modelo de produção, não representa necessariamente um avanço no modo de vida dos trabalhadores rurais, e adverte que:

A técnica é um meio, e não um fim a si próprio; e por isso somente vale em função do fim a que se destina e dos problemas concretos que com ela se objetiva resolver. Doutro lado, o processo tecnológico não significa necessariamente uma melhoria de condições do trabalhador (PRADO JÚNIOR, 2007, p.27).

Segundo o autor, a introdução de uma agricultura regida somente pela técnica não traria benefícios ao trabalhador rural, pois ela seria dirigida a produção e não às pessoas do campo. Dessa maneira, apesar de um incremento na produção, a técnica se destina a resolver um problema de viabilidade da produção, não levando

em conta outros problemas do campo.

Kautsky (1980), alertava para as consequências da modernização da agricultura sob o modo capitalista de produção. A maior demanda por alimentos criada pelo crescimento das cidades forçaria a melhorar os níveis de produtividade no campo, e com isso a utilização de máquinas seria um instrumento para a produção ou para baixar os custos.

Outro fator relevante a ser destacado, é que a exigência de melhores índices de produtividade levou a utilização de grande quantidade de adubos químicos, pois a adubação orgânica não conseguiu acompanhar a demanda da agricultura pela suplementação dos elementos retirados do solo em tamanha escala, situação esta prevista por Kautsky século XIX, (KAUTSKI,1980).

Mas não seria somente a pressão demográfica e o esgotamento do solo que estimularia uma modernização do sistema produtivo do campo, o capital, com a finalidade de criar mercado para seus produtos industrializados e também garantir os insumos necessários, através do sistema de mercado mundial criou uma forma de pressionar os países em desenvolvimento a aderirem a este sistema. Segundo Oliveira (1996, p.468):

A lógica do desenvolvimento capitalista na agricultura se faz no interior do processo de internacionalização da economia brasileira. Esse processo se dá no âmago do capitalismo mundial e está relacionado, portanto, com o mecanismo da dívida externa. Através dele os governos dos países endividados criam condições para ampliar a sua produção, sobretudo a industrial. Para pagar a dívida eles têm que exportar, sujeitando-se a vender seus produtos pelos preços internacionais.

No Brasil, em decorrência de processos históricos, a estrutura fundiária se apresentava bastante concentrada no na década de 1970, e nesse processo de concentração e tecnificação, o uso e ocupação do solo foi moldado para atender aos interesses da agricultura que visa particularmente a geração de commodities. Segundo Prado Junior,

[...] a grande exploração de tipo comercial [...] tende, quando a conjuntura lhe é favorável, a se expandir e absorver o máximo de terras aproveitáveis, eliminando lavradores independentes, proprietários ou não, bem como suas culturas de subsistência (PRADO JÚNIOR, 2007).

Esse processo ficou conhecido como a modernização da agricultura, e está aliada às transformações geradas pelo capital no campo, através do aperfeiçoamento da técnica e utilização de maquinário na agricultura visando dar suporte a internacionalização da economia brasileira. Oliveira (2003, p.469) salienta que *"As exportações da soja foram incentivadas pelos governos militares pós-64 com a finalidade de ampliar o comércio internacional do Brasil com a CEE e com o Japão"*, portanto, a modernização da agricultura seguiu um plano de Estado para o setor econômico brasileiro.

A partir da década de 1960, , houve um incremento no sistema de produção da sociedade brasileira, e o campo passa a ser um dos setores que mais contribuíram em um processo intenso de modernização.

O processo de modernização da agricultura levou ao campo novas formas de produzir, relações de trabalho mais apropriadas à lógica do sistema capitalista de mercado, numa situação na qual a indústria passa a ser produtora de insumos para a agricultura e consumidora de bens agrícolas (FERREIRA, 2002, p.51).

Portanto essa nova maneira de produzir que se moldava, traria a necessidade de uma conexão entre a produção no campo e a indústria.

Diante disso, se amplia a discussão no meio geográfico sobre o modo de produção capitalista principalmente em sua fase monopolista, e esta fase se apresenta marcada no campo pela presença de grandes complexos industriais a integrar a produção agropecuária, sendo que:

Esse processo contínuo de industrialização do campo traz na sua esteira transformações nas relações de produção na agricultura, e, conseqüentemente, redefine toda a estrutura socioeconômica e política no campo (OLIVEIRA, 1990, p5).

Esta fase monopolista pode ser entendida como a territorialização do capital no campo, onde grupos capitalistas passam a pressionar o setor de forma a garantirem tanto o mercado para os seus produtos como a matéria prima para a transformação/comercialização. Como muito bem nos elucida Oliveira (2010, p.11), *"o processo de produzir é também um processo de consumir"*.

A política voltada a modernização da agricultura acarretaria a dinamização de setores pouco produtivos, e seria intensificada desde que não se alterasse a política de posse e uso da terra, inserindo o país na economia internacional. Mas isso também acarretou problemas sociais, pois o camponês, ao produzir cada vez mais para o mercado, tornar-se-ia vítima ou fruto desse processo, pois ficaria sujeito às crises decorrentes das elevadas taxas de juros e subordinado a um mercado pouco estável em épocas de grande produção (OLIVEIRA, 1990).

A modernização da agricultura não significa necessariamente uma industrialização da mesma, para Kageyama (1990), isso estaria muito mais ligado a mudança dos tipos de culturas e a utilização de variedades mais eficientes; enquanto para Oliveira (1990), esta foi de fundamental importância para a mecanização no campo, onde os latifúndios evoluíram para empresas rurais capitalistas.

O capitalista ao se apropriar de grandes extensões de terra acaba por reter a terra como reserva de valor ou como forma de maximizar a apropriação da renda da terra.

A tendência do capital é o de subordinar todos os ramos da produção, e, a terra se impõe a isso pois é necessário que se pague uma renda a seu proprietário ou o capital não poderá subordinar a agricultura (MARTINS, 1983). A subordinação da agricultura ao capital é realizada na forma de imposição de preços, contrato de fornecimento exclusivo, vendas antecipadas, entre outras. Para resolver essa questão, o capitalista passa a conceber a terra, no contexto do modo capitalista de produção e sob a consolidação da propriedade privada, como mercadoria. Na concepção de Oliveira (1986), a terra é erroneamente concebida pelo capitalista por esse motivo como capital, se valorizando, e isso é um erro de concepção pois não é produzida pelo homem, é um bem natural, como nos esclarece Martins (1983):

Quando alguém trabalha na terra, não é para produzir a terra, mas para produzir o fruto da terra. O fruto da terra pode ser produto do trabalho, mas a própria terra não o é.

A terra não pode ser confundida com o capital; não pode ser analisada em suas consequências sociais, econômicas e políticas como se fosse capital igual aquele representado pelos outros meios de produção (MARTINS, 1983, p. 160).

Oliveira (1986) afirma que ao se comprar a terra se converte capital-dinheiro em renda capitalizada, renda antecipada, ou seja, adquire-se o direito a extração da renda da terra. Dessa forma, o capitalista regula em parte o preço da terra pelo juros de mercado, onde quanto menor for o juros, maior será o preço da terra pois a possibilidade de renda da terra se torna mais atrativo do que o juros do mercado disponibilizado pela aplicação do capital.

Quando se agrega valor a terra devido a seu diferencial na produção, na verdade estamos somando a ela o seu potencial extra de aumentar a sua extração de renda. Parte dessa valorização pode ser explicada também pela necessidade do fruto da terra, isto é, a medida que a terra já trabalhada é insuficiente para atender essa necessidade, o valor dela aumenta.

Segundo esse autor, a terra no Brasil adquiriu o caráter de “reserva de valor”, ou seja, a terra é terra é adquirida com a finalidade de especulação, não como meio de produção de alimentos. Para isso, o valor mercado da terra é acompanhado de forma que ele nunca se desvalorize, se tornando assim um investimento seguro; a terra passa a se valorizar sem produzir nada.

A terra, sob o sistema capitalista de produção assume um caráter rentista, onde ela perde a função social de produtora de alimentos e assume a função de geradora de renda ao capitalista. Mesmo o camponês, que tenta produzir culturas de subsistência acaba subjulgado a um mercado e a um sistema de produção voltado a este mercado, onde a escala de produção define a viabilidade da propriedade rural.

1.1 AS TRANSFORMAÇÕES NO ESPAÇO AGRÍCOLA NORTE PARANAENSE E SUA ATUAL CONFIGURAÇÃO

O Estado do Paraná têm seu processo de ocupação historicamente marcado por processos econômicos bem distintos como os ciclos do tropeirismo, madeira, erva-mate, café e mais recentemente a cultura da soja (FAJARDO, 2006).

Especificamente o Norte do Paraná, recorte em que se insere este trabalho, o processo de ocupação foi intensificado a partir do interesse pela cultura do café devido a crise da economia ervateira e avanço da madeireira. Segundo Kozen e

Zaparolli (1990), o ciclo do café aparece como o sexto ciclo econômico do estado, quase como uma extensão do café paulista. No início, predominava uma colonização espontânea que acompanhou a construção da ferrovia São Paulo - Paraná, que atingiria o rio Tibagi somente em 1932 (NICHOLLS, 1971), e mais tarde se inicia uma colonização incentivada por companhias de desenvolvimento de capital privado.

Em decorrência de tal política foi fundada em 1925 uma companhia de terras, a Companhia de Terras Norte do Paraná (subsidiária da *Paraná Plantation Ltd. of London*). Tendo adquirido 4.806 milhas quadradas de terras do Estado não reclamadas na Zona Nova, essa companhia particular de terras e sua sucessora brasileira (1944) merecem inteiramente todo crédito por terem executado o esquema de colonização mais bem sucedido na História do Brasil, seja público ou privado. Apesar de que outras companhias de terras também desempenharam um papel menos importante, a ocupação intensiva da Zona Norte começou com a fundação em 1929 pela CTNP da cidade de Londrina (Pequena Londres) (NICHOLLS, 1971, p.33).

Durante o processo de ocupação do Norte do Paraná, a maneira que se foi avançando em direção a oeste, criou-se uma regionalização que hoje é muito utilizada por diversos autores, pois, segundo Kozen e Zaparolli (1990), a ocupação do norte do Paraná se deu em três épocas distintas criando uma regionalização compartimentada:

Assim, o chamado “norte velho” foi o primeiro espaço ocupado (nas áreas entre os rios Itararé e Tibagi) pelos pioneiros. Entre os rios Tibagi e Ivaí (“norte novo”) predominou a colonização dirigida (destacando os empreendimentos da Cia. de Terras Norte do Paraná, denominada mais tarde Companhia Melhoramentos do Norte do Paraná) e além do rio Ivaí até o Paraná, além de uma colonização dirigida, problemas fundiários (como conflitos com posseiros) caracterizaram a ocupação. O café passou a dominar a paisagem, sendo explorado principalmente em pequenas propriedades (muitas instaladas na colonização dirigida pelas companhias colonizadoras) (KOZEN E ZAPAROLLI, 1990, p.159-161).

A partir das primeiras décadas do século XX, se intensifica a ocupação do Norte do Paraná com o intuito inicial do cultivo do algodão para suprir a demanda das tecelagens inglesas na Europa, mas que veio a ser adaptado ao modelo de produção do café por motivos estruturais.

O tamanho das propriedades foi de grande influência no tipo de cultura que se implantou, pois pequenas propriedades gozavam de facilidade na obtenção de mão de obra familiar para a condução das lavouras de café.

As dimensões das propriedades condicionaram evidentemente o tipo de economia que surgiu na região. De dimensões limitadas, as áreas a serem cultivadas exigiam um volume de capital relativamente modesto e, em muitos casos, a força-de-trabalho da família era suficiente para atender as necessidades de cultivo. (PADIS, 1981, p.106).

Rapidamente a cultura torna-se um motor de desenvolvimento da região tornando-se a maior produtora de café do país e foi necessária a melhoria da comunicação com São Paulo para ser feito o escoamento da produção. Assim, construiu-se uma rodovia e foi interligada a ferrovia ao trecho da Sorocabana que chegava a Ourinhos (PADIS, 1981).

Problemas de comercialização do café no mercado internacional vieram novamente a demandar políticas de contenção da produção, e a partir de 1961, o recém criado Grupo Executivo de Racionalização da Agricultura (GERCA), passa a procurar diversificar as culturas implantadas (MORO, 2000).

1.2 A PRODUÇÃO AGRÍCOLA PARANAENSE PÓS 1970

Somando ao cenário descrito, as constantes geadas causavam prejuízos aos produtores, que principalmente após a geada de 1975 passam a decisão por uma substituição da cultura.

Para conseguir atingir seus objetivos, o governo gerou uma política de desestímulo à cafeicultura e de estímulo à cultura de oleaginosas, em rotação com o trigo. Para tanto, colocou à disposição dos agricultores uma série de subsídios oficiais, com finalidade de agilizar o processo. Ao contrário, para a cafeicultura a política oficial foi de completo desestímulo. (MORO, 1990, p.155-156).

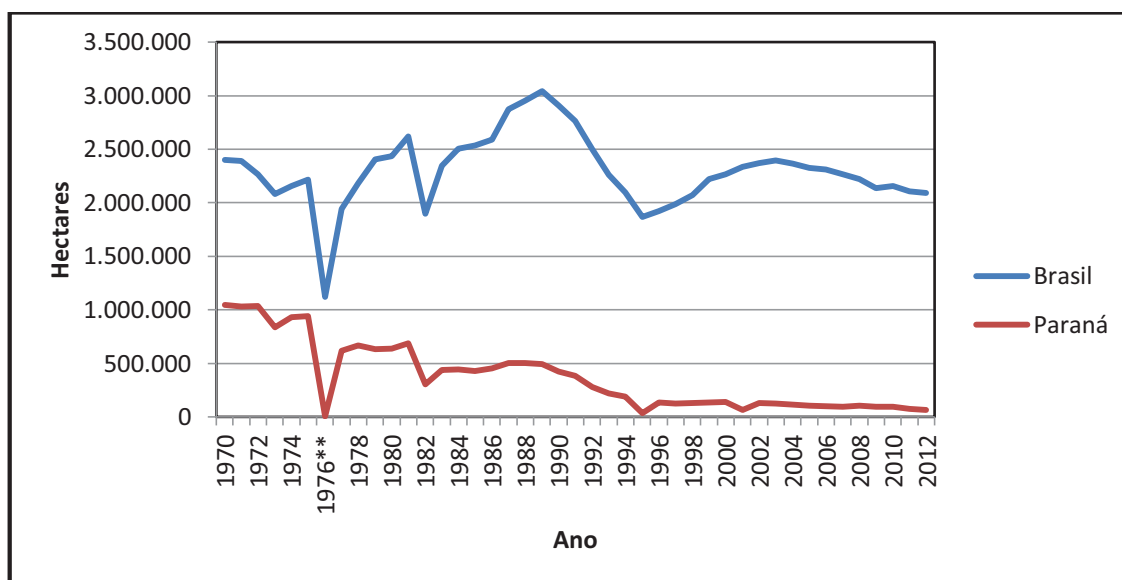
Como na época havia demanda por soja e a importação de trigo sempre foi um problema na balança comercial, foi necessário um incremento na base técnica de produção para que houvesse uma substituição das lavouras de café, o que foi possível devido à modernização da agricultura já estar em andamento.

A modernização da agricultura pode ser interpretada como a utilização na agropecuária de máquinas, equipamentos, bem como de insumos industriais, provocando grandes mudanças na economia agrícola estadual. Como a

economia agrícola do Paraná tinha um caráter dinâmico, a agricultura passa a focar em melhores rendimentos e a moldar seu sistema produtivo tendo como exemplo os sistemas industriais, onde esse processo passa a ser conhecido como a industrialização da agricultura (IPARDES, 1982).

A implantação da soja como opção em rotação com o trigo se deu não só no norte, mas no estado todo. Isto acarretou numa grande diminuição na área plantada de café, como representado na Figura 01, que apresenta a evolução da área ocupada com café no Paraná e no Brasil entre 1970 a 2012.

Figura 01 - Evolução da área em produção de café no Brasil e no Paraná entre 1970 e 2012

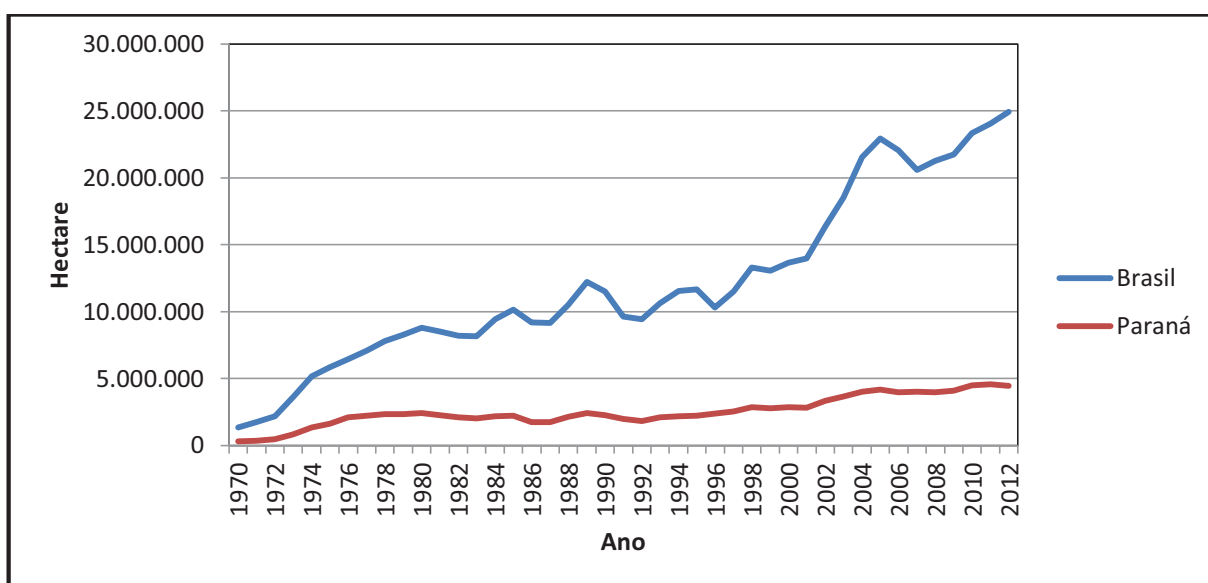


Fonte: SEAB (2013a)

Como se pode observar na tabela do ANEXO A e na Figura 01, já no ano de 1970, há uma queda acentuada da área de café brasileiro e paranaense, e no ano de 1976 (um ano após a geada de 1975) a área com colheita de café no Paraná representa apenas 0,06% da área brasileira com esta cultura. Assim, a geada ocasionou uma queda de produção em quase um milhão e cem mil hectares em todo o Brasil, dos quais mais de novecentos mil hectares foram somente no Paraná. Cinco anos depois da geada, o Paraná contava com uma área produtiva de apenas 635.877 ha, o que equivale a considerarmos que o estado erradicou mais de 300.000 hectares antes ocupados com café, área que nunca mais foi retomada.

Em 1970 já existem áreas de cultivo da soja tanto no Brasil quanto no Paraná, mas é a partir de 1973 que o cultivo se intensifica no Brasil, e o Estado do Paraná apresenta os primeiros saltos de ocupação de área com essa cultura, Figura 02 e Anexo B. Apesar do Paraná não apresentar saltos tão expressivos de área como o total brasileiro, ele sempre se manteve em constante crescimento.

Figura 02 – Evolução da Área Produtiva de Soja no Brasil e no Paraná – entre 1970 e 2012.



Fonte: SEAB (2013a)

É importante enfatizar que não foi a introdução da soja que propiciou a modernização da agricultura, mas foi o dinamismo e a tendência modernizante da agricultura paranaense que utilizou a cultura da soja para efetivar a sua tecnificação (IPARDES, 1982).

A transformação no campo e a mudança de culturas resultaram na migração de trabalhadores do campo para a cidade, pois não havia mais ocupação para tantos trabalhadores que foram substituídos pelas máquinas nas lavouras (KOHLHEPP, 1991). Outro fator relevante que modificou a estrutura fundiária do Norte do Paraná foi o início da concentração de terras, seja pelo alto custo de implantação dos maquinários, ou pela necessidade de uma economia de escala para tornar a produção destas culturas lucrativa (MORO, 1995).

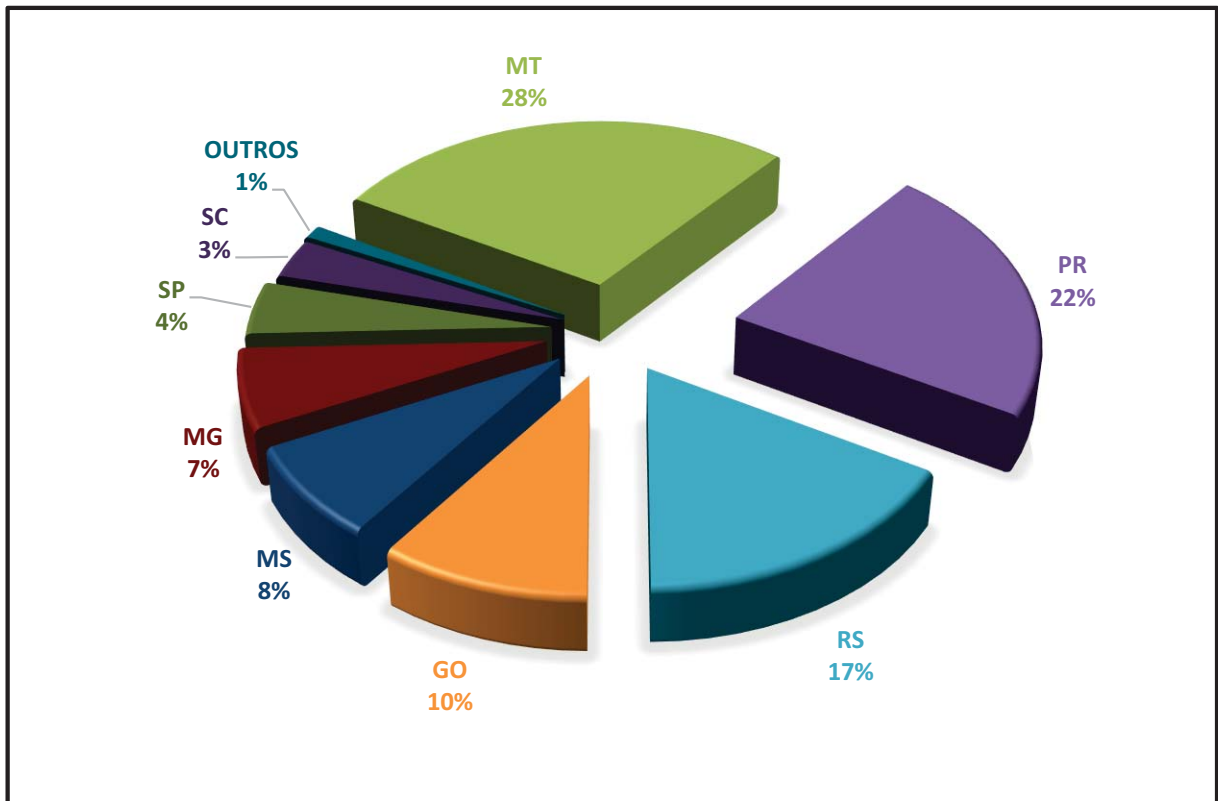
De forma a conhecer a evolução das culturas que serão abordadas na pesquisa, é necessário que seja apresentado alguns dados em escala nacional, estadual e regional.

Segundo a CONAB (2013), a área plantada brasileira da safra de 2012/2013 foi de 53,34 milhões de hectares, e apresenta um incremento de 4,8% maior do que a safra passada. O maior destaque fica por conta da cultura da soja que apresentou um aumento de 10,7% (2,68 milhões de hectares), com o milho também apresentando um aumento de 18,1% (1,38 milhão de hectares) na área plantada. No restante, a maioria das principais culturas apresentaram decréscimo da área plantada, (conforme dados apresentados no Anexo C).

A produção da safra 2012/2013 é de 187,09 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 12,6% na produção da safra do ano passado. A soja particularmente apresenta um aumento de 22,7% na produção (15,05 milhões de toneladas), e o milho crescimento de 18,1% (7,07 milhões de toneladas).

No cenário brasileiro segundo a CONAB (2013) (no anexo C), o Paraná foi na safra 2012/2013 o segundo maior produtor de grãos (entre eles milho, soja, trigo, café, etc) com participação de 19,71% sendo que o estado de Mato Grosso passou a ocupar a primeira posição que anteriormente pertencia ao Paraná, dados que podem ser observados na Figura 03.

Figura 03 - Produção de grãos no Brasil na Safra 2012/2013



Fonte: Adaptado de CONAB (2013). Elaborado pelo autor.

Dentre os principais produtores de grãos brasileiros na safra 2012/2013 o Mato Grosso é o com maior produção, seguido do Paraná e em terceiro lugar o Rio Grande do Sul.

Segundo o SEAB (Tabela 01), no ano de 2012 o valor bruto da produção rural do Estado do Paraná² (VBP) totalizou 54,01 bilhões de reais, o que representa um aumento de 1,2% do que no ano anterior. A agricultura contribuiu com um volume de 50,8% de tudo o que foi produzido pelo setor em 2012, mesmo com este grande volume, isto representa um decréscimo de 0,7% em relação ao ano de 2011.

¹ Em sua primeira versão

Tabela 01 - Valor e participação dos segmentos rurais em 2011 e 2012 no Paraná

Segmento	VBP (R\$ bilhões)		Var. % 11/12	Part. (%)	
	2011	2012		2011	2012
Agricultura	27,65	27,44	-0,70%	51,80%	50,80%
Pecuária	22,19	23,04	3,90%	41,60%	42,70%
Florestais	3,41	3,52	0,20%	6,60%	6,50%

Fonte: SEAB (2013b).

Dentre os produtos mais importantes em valor de produção, a soja, o milho e o frango são os de maior expressão (Tabela 02). A variação entre os anos de 2011/2012 foi negativa em 21% para a cultura da soja, fato este devido principalmente a frustrações de safra por intempéries e oscilações de preço no mercado internacional (SEAB, 2013b), quando o milho apresentou um crescimento na ordem de 27%. Os demais produtos mantiveram o mesmo valor de produção, com uma variação positiva do frango, feijão e trigo. Na tabela, é interessante também observar que os principais produtos da bovinocultura (leite e bovinos de corte) correspondem a apenas 11% no VBP.

Tabela 02 - Valor da produção rural dos principais produtos em ordem de valor em 2012 no Estado do Paraná.

Segmento	VBP. (R\$ bilhões)		Var. (%)	Part. (%)
	2011	2012		
Soja	11,58	9,15	-21%	17%
Frango de corte	6,83	7,5	10%	14%
Milho	5,07	6,45	27%	12%
Leite bovino	3,34	3,34	0%	6%
Bovinos - corte	2,47	2,48	1%	5%
Cana-de-açúcar	2,31	2,35	2%	4%
Serraria e laminadora	2,12	2,1	-1%	4%
Suíno de raça-corte	1,92	1,91	-1%	4%
Feijão	0,99	1,34	35%	2%
Trigo	1,05	1,26	20%	2%
TOTAL	53,35	54,01	1%	

Fonte: SEAB (2013b).

As tres principais culturas em valor de produção no estado são a soja, o milho e a cana-de-açúcar. A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma leguminosa, dicotiledônea que se origina da China e hoje é amplamente cultivada em vários países sendo que os Estados Unidos, Brasil, Argentina e China são os maiores produtores (FAGERIA, 1989; NORMAN *et al.*, 1995), e no Paraná é a principal cultura tanto em área plantada quanto em valor de produção³.

Segundo as previsões do DERAL, a cultura da soja primeira safra⁴ no Paraná deverá alcançar na safra 2013/2014 um volume de 16,1 milhões de toneladas contra uma produção de 15,8 milhões de toneladas na safra 2012/2013, o que representará, caso se confirme, um aumento de 2% na produção a ser obtida. A área a ser ocupada com a cultura deve alcançar 4,9 milhões de hectares, enquanto que em 2012/2013 ficou em 4,6 milhões de hectares, representando assim, caso se confirme,

³ Ordem atualizada segundo a média de 2009 a 2011 da Food and Agriculture Organization – FAO.

⁴ Safra de verão.

um incremento de 4% (SEAB, 2013c).

Na região de Londrina, a soja também é a principal cultura de safra de verão, onde ocupou na safra 2012/2013 uma área próxima de 274 mil hectares, e tem uma previsão de ocupar novamente uma área próxima desta para a safra de 2013/2014 (SEAB, 2013c).

Para compreender o estágio da cultura no momento da pesquisa no campo afim de possibilitar a definição visual da cultura instalada, deve-se atentar que a recomendação de plantio do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 2013) para a soja na região de Londrina, segundo o tipo de solo, vai de 01 de outubro a 31 de dezembro.

Outra cultura importante em área plantada e valor de produção Paraná é o Milho (*Zea mays L.*) gramínea, monocotiledônea originária do México e com cultivo expandido por todas as Américas e posteriormente para todos os continentes (Fageria, 1989; Norman *et al.*, 1995).

A safra 2012/2013 brasileira deste grão ultrapassou os 14 milhões de hectares ocupados, obtendo produção de mais de 71 milhões de toneladas. No Paraná a área ocupada foi de 2.156 mil hectares, com produção de 10,4 milhões de toneladas; enquanto que a região de Londrina computou área de 238 mil hectares, colhendo perto de um milhão de toneladas do grão (SEAB, 2013d).

No Norte do Paraná, o plantio de milho ocorre praticamente durante todo o ano, mas obedecendo a temporalidade da safra frente às características climáticas. Com isso, a SEAB nomeou as concentrações de plantio sob a denominação de Milho 1ª Safra para os plantios de primavera/verão, e Milho 2ª Safra para os plantios de outono. A recomendação de plantio do IAPAR vai, dependendo do tipo de solo e variedade da semente, de 01 de setembro a 30 de novembro para o Milho de 1ª Safra, e de 1º de janeiro a 20 de março para o Milho de 2ª Safra (IAPAR, 2013).

A cultura da cana-de-açúcar vem crescendo grandemente nos últimos anos no país e também no Paraná e mais recentemente na região de Londrina, o que evidencia atender à necessidade de energia renovável pelos programas governo federal.

A cana-de-açúcar é proveniente do Sudeste Asiático, é uma gramínea que pertence ao gênero *Saccharum L.* Há pelo menos seis espécies do gênero, sendo a cana-de-açúcar cultivada um híbrido multiespecífico, recebendo a designação *Saccharum spp* (ESALQ, 2011).

No Brasil, esta gramínea é a principal matéria prima das usinas na obtenção de açúcar e álcool. Seu cultivo é aproximadamente de 9,5 milhões de hectares, com uma produção perto de 970 milhões de toneladas. O Paraná é o quarto produtor nacional, com uma área cultivada perto de 650 mil hectares e produção de 43.882 mil toneladas na safra de 2012. Na região de Londrina, na safra de 2012/2013 ocupou 49.326 hectares e produção de 4,1 milhões de toneladas (SEAB, 2013d).

2 ESTIMATIVAS DA ÁREA AGRÍCOLA: IMPORTÂNCIA, ABORDAGENS E MÉTODOS DE AQUISIÇÃO

O principal objetivo em se obter a área cultivada das culturas é a possibilidade de traçar estratégias mais acertadas de intervenção, seja para alcançar melhor remuneração no mercado, seja para adequar a produção à demanda ou simplesmente conhecer os agentes que atuam no setor. O interesse por estas informações pode ser despertado tanto por segmentos privados como por órgãos governamentais já que ambos atuam neste setor.

O melhor conhecimento do setor agropecuário possibilita ao planejador escolher a forma mais eficaz de intervir, assim como também o momento mais favorável a isto. A produção agropecuária é afetada por uma série de fatores como clima, fertilidade do solo, valor de insumos, valor do produto no mercado, tecnologia empregada, potencial genético e etc. Estes fatores podem ser compreendidos através da teoria de MARX (2008, p.868), onde se atribui a esses fatores como sendo a “Renda da Terra Diferencial I”⁵. Há também, fatores que acabam agregando valor ao produto como a “Renda da Terra Diferencial II” que é conferida pela localização da propriedade e pelos investimentos de capital para melhorar a produtividade do solo ou sua localização, como é o caso da proximidade de portos, terminais ferroviários, cooperativas, indústrias, etc.

A maneira de produzir vai influenciar diretamente o quanto se produzirá, e é claro que isto estará também condicionado a fatores previsíveis ou não. Nesse contexto, saber o quanto se produzirá também está ligado a tomada de decisão do que produzir, e isso pode estar diretamente condicionado a estímulos despendidos por ações públicas ou de mercado.

⁵ Segundo Oliveira (1986, p.93), “é a diferença entre o preço individual de produção de cada produtor em particular (que tem a sua disposição solos naturalmente mais férteis, por exemplo) e o preço de produção dos piores solos cultivados”.

A quantificação da área plantada é um estudo que visa prioritariamente preparar os agentes atuantes quanto a uma situação que já teve seu curso iniciado, isto é, os estímulos já exerceram sua influência, a tomada de decisão do que plantar e quando já foi tomada e realizada; então é o momento de se quantificar o quanto foi plantado, o que, e se isto atende ao mercado. Após a quantificação da expectativa de produção, as análises de cenários futuros pode determinar ações de correção de curso no setor; como é o caso de armazenamento, venda antecipada para controle de mercado, disponibilização de insumos e atendimento a demanda, de forma gradativa.

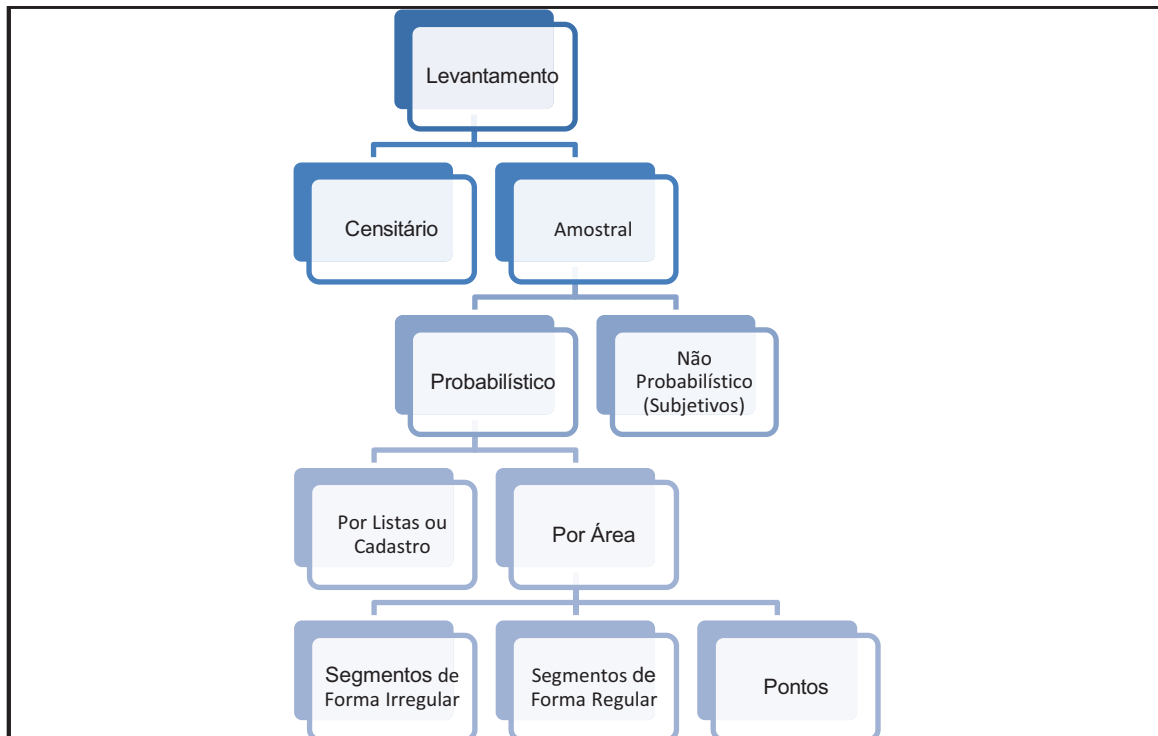
Para se quantificar as áreas ocupadas com as culturas agrícolas, pode-se proceder de duas maneiras: diretamente, ou indiretamente (ADAMI, 2003). Fazendo a medição direta, estamos realizando a medição da totalidade de um fenômeno em contato direto com o mesmo; enquanto que, utilizando-se métodos indiretos, se produzirá resultados sem que haja a necessidade de mensuração de cada elemento, onde é possível utilizar métodos que quantifiquem o fenômeno através de informações obtidas por meios que são o produto da ação do fenômeno, como o caso do controle da venda de sementes, insumos, financiamentos liberados, seguros agrícolas, consulta a informantes, etc.

Como os meios diretos geralmente demandam tempo e recursos consideráveis para a sua execução, busca-se utilizar meios indiretos para obter a mesma informação.

As estimativas de áreas agrícolas são geralmente obtidas ou por censos agropecuários, ou por levantamentos amostrais, que podem ainda ser classificados como subjetivos ou probabilísticos segundo a *Food And Agriculture Organization of the United Nations* (FAO,1996).

No fluxograma apresentado na Figura 04, tem-se uma síntese destas etapas:

Figura 04 - Formas indiretas para obtenção da área cultivada



Fonte: Adami (2003).

Quando se realiza um levantamento de safra através de dados coletados por censos agropecuários, o objetivo principal é coletar a informação de toda a população diretamente, isto é, é feita a abordagem junto as propriedades e através de entrevista são coletados os dados (forma direta). No ato da coleta, não há uma conferência de sua exatidão, e nem sempre os dados são coletados qualitativamente (Cochran, 1977).

Os Censos Agropecuários, por realizarem uma ampla coleta de informações e atenderem um universo muito grande de propriedades acabam por apresentar custos muito elevados e por isso são realizados com uma temporalidade de re-visita muito baixa. Também, devido ao grande volume de dados coletados, os dados demoram a ser disponibilizados ao público, como nos explica Gallego:

Quando um censo é feito a cada 5 ou 10 anos, os resultados obtidos diretamente, claramente não são válidos para todo o período entre os censos. Levantamentos anuais podem ser feitos por uma observação parcial do setor agropecuário. A teoria da amostragem fornece ferramentas para fazer uma

extrapolação objetivando toda a população apenas observando uma pequena parte (amostra) da população (GALLEGO,2005, p.1).

Já os levantamentos de safra por amostragem trazem a vantagem de pesquisar apenas uma parte da totalidade tornando-o muito mais econômico, essa parte é chamada amostra, e através de um modelo estatístico adequado é possível realizar estimativas para o restante da população (COCHRAN, 1977; GALLEGO, 1995). Esse método foi pensado como uma opção para contornar os problemas da pesquisa censitária citados anteriormente, apresentando vantagens como: menor custo, maior rapidez e apresentando medidas de exatidão associadas.

Nos levantamentos por amostragem é possível direcionar a pesquisa a um setor específico (GALLEGO, 1995). Dessa forma, levantamentos por amostragem podem ser classificados em seu método de emprego de duas maneiras: métodos subjetivos e métodos probabilísticos (GALLEGO, 1995; FAO, 1996; PINO, 1999). Os levantamentos de safra pelo método subjetivo geralmente são realizados com base no conhecimento de pessoas ligadas ao setor agropecuário, sem que haja uma preocupação de utilização de métodos estatísticos mais aprimorados onde leva-se em conta fatores ligados a fitossanidade das culturas, indicadores de venda de insumos entre outros (GALLEGO, 1995; FAO, 1996; PINO, 1999).

Quando utilizado o método probabilístico, é mensurado um fator de erro, isto é, se calcula a precisão da estimativa por meio de um coeficiente de variação e através dele se utiliza de um intervalo de confiança como parâmetro que é calculado sobre a variância estimada.

Para realizar levantamentos probabilísticos é necessário definir o delineamento amostral, que consiste em esquematizar todos os procedimentos de amostragem, bem como a locação (posição) de cada segmento amostrado dentro do universo amostral. Para estabelecer o delineamento amostral é necessário ter o conhecimento do comportamento da variável, sua média e sua variância. É necessário também saber o procedimento para seleção das amostras e o estimador a ser utilizado. Em função disto é possível realizar a estimativa e mensurar sua precisão. Para a previsão de safras agrícolas são adotados basicamente três esquemas de amostragem: por listas ou cadastros, por área ou territorial e a combinação de ambas, por meio de painéis múltiplos (GALLEGO, 1995; FAO, 1996 apud ADAMI, 2003, p.38).

As amostragens derivadas de listas (exemplo: censo, informantes,

clientes, etc) apresentam a desvantagem da rápida desatualização do cadastro, pois a população que servirá de base está em constante movimento, incorporando áreas, dividindo, mudando de endereço ou alterando qualquer outra variável que se tenha utilizado (Gallego, 1995).

Na Tabela 03 são relacionados os principais requisitos necessários a implementação de uma amostragem por lista e por área para que seja feito uma comparação entre elas:

Tabela 03 - Requisitos dos métodos de amostragem por lista e por área

Item	Lista	Área
Atualização	Depende de manutenção para atualização do cadastro.	Pode ser realizada por meio da classificação de imagens
Entrevista	Necessita entrevista com o produtor.	Não depende da entrevista com o produtor
Localização da área	Não necessita localizar a área.	Necessita localizar a área
Erros	Podem ser oriundos tanto da anotação do agente quanto da resposta do entrevistado	Podem ser oriundos da anotação do agente

Fonte: Adami (2005).

Uma alternativa a isso é a utilização do refenciamento geográfico da população, isto é, a população passa a ser mensurada pela sua localização no espaço. Isso pode ser feito através de pontos dispersos em determinada área, ou através de áreas definidas sob determinados critérios, que podem ser regulares ou não e são chamados de segmentos.

Quadrados regulares asseguram uma abordagem diferente para as estatísticas agrícolas. As unidades de uma área emoldurada estão diretamente ligadas a uma área geográfica. Sabendo-se os limites da região, vamos saber exatamente os elementos da população (o quadrado). Esses elementos podem ser de dois tipos principais: pontos ou pedaços de terra, muitas vezes conhecidos como "segmentos". Esta abordagem é usada principalmente para estimativas da área cultivada, embora o rendimento ou a produção estimada é obtida digitalmente se os inspetores são capazes de dar uma avaliação subjetiva da produção em cada campo (GALLEGO, 1995, p. 4).

Neste caso, o conhecimento dos limites da área a ser pesquisada deve ser muito bem definido por que “a probabilidade de selecionar um desses segmentos para compor a amostra de área é proporcional à medida de sua área total considerada” (GALLEGO, 1995, p.8).

Os segmentos podem ser definidos através de limites físicos para melhor visualização do pesquisador; por quadriláteros com vértices identificados por coordenadas, onde linhas imaginárias ligam os vértices e mantém em constante controle a estrutura da amostragem; e por pontos sorteados na população. Este método foi usado na Espanha, Grécia, República Checa, bem como em algumas regiões de Portugal, Eslovénia, Polónia, Hungria e Eslováquia (GALLEGO, 1995).

Na Tabela 04, estão relacionadas as principais características dos métodos de amostragem por área:

Tabela 04 - Características dos métodos de amostragem por área

Item	Pontos	Segmentos regulares	Segmentos irregulares
Localização	Depende de GPS	Depende de GPS	Independe de GPS
Estimador	Expansão direta	Expansão direta e regressão	Expansão direta e regressão
Variáveis	Prudutividade maior	Todas as variáveis associadas à área	Todas as variáveis associadas à área
Deslocamento	Maior	Menor	Menor
Necessidade de imagem de alta resolução espacial	Não	Não	Sim

Fonte: Adami (2005).

O método de amostragem por segmentos irregulares traz como principal desvantagem a necessidade de utilização de imagem orbital de alta resolução espacial, de custo elevado, e, como principal vantagem a facilidade de reconhecimento do perímetro do segmento.

Um bom exemplo de pesquisa utilizando segmentos definidos por limites físicos foi a PREVS (IBGE, 2004), em que o pesquisador levava a campo os

limites dos segmentos já delimitados, e por fim realizava o desenho das unidades de produção e seus respectivos usos do solo em “*overlay*”. Este método acaba tendo o inconveniente de ser obrigatório o desenho das unidades de exploração (propriedades) a cada nova pesquisa conforme a dinâmica territorial, feito através de entrevista direta, demandando muito tempo e portanto elevando os custos.

A PREVS (IBGE, 2004) também baseava a coleta de dados através da aplicação de questionário com entrevista, onde o informante detalhava o uso de máquinas, insumos, estrutura instalada e tecnologia aplicada no cultivo, justificando a produtividade esperada e detalhando eventuais problemas enfrentados. Como maior inconveniente, esta pesquisa demandava bastante tempo dos investigadores na localização do informante, aplicação do questionário e na mensuração do tamanho dos talhões por contagem de pontos de área em *overlay* sobre fotografia aérea.

No método por pontos, há o inconveniente de pouca viabilidade de emprego de receptores GNSS de alta precisão⁶, ficando o investigador necessariamente com um erro de mais de 10 metros do receptor GPS de navegação. Assim, pontos que se encontram localizados perto de cercas ou adjacências de talhões podem gerar confusão em sua interpretação.

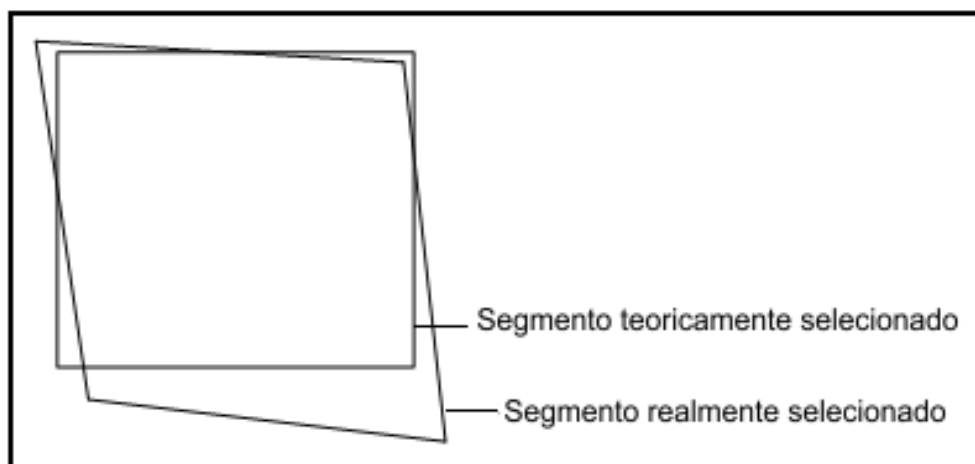
Para estimar o uso do solo em uma pesquisa realizada por amostragem em segmentos, existem três abordagens clássicas, a saber: segmento aberto, fechado e ponderado (NEALON, 1984; HENDRICKS; SEARLS; HORVITZ, 1965). No modelo por segmento fechado, só se pesquisa a informação na área que está dentro do segmento; no modelo por segmento aberto, se coleta as informações da propriedade como um todo, desde que a sede da propriedade esteja localizada dentro do segmento. No estimador ponderado leva-se em consideração a área

⁶ Os receptores GNSS de alta precisão, apesar de obterem uma precisão de centímetros, requerem para conseguir isso necessitam de um tempo de rastreamento elevado e a correção das efemérides, o que acaba por tornar a sua adoção pouco viável devido ao tempo demandado e ao trabalho adicional de pós-processamento dos dados no escritório. A adoção desta ferramenta é também inviabilizada quando reconhecemos o grande volume de segmentos amostrais e o aumento do custo da investigação no campo.

total da propriedade, ponderando-a pela área contida pelo segmento (GALLEGO, 1995).

Gallego (1995) conclui em seu trabalho que entre os três modelos de segmentos, o painel amostral por segmento quadriculado apresentou o menor custo, evitando o uso de um considerável esforço de equipamentos de apoio, além de ser muito mais barato. O autor também recomenda especial atenção para erro de interpretação à campo, devido a dificuldade de associar os limites do segmento a delimitação no plano real, (Figura 05), que enfatiza o equívoco de interpretação do investigador ou deformação da geometria durante a plotagem.

Figura 05 - Erro de locação da amostra no plano real



Fonte: Gallego (1995).

Quando os segmentos não têm limites físicos, existe um risco maior de mudança na sua delimitação no campo, interpretação falha do inspetor ou modificação da forma do segmento pesquisado em relação ao segmento que tenha sido previamente desenhado (GALLEGO, 1995). Ainda segundo o autor, todos os parâmetros da ampliação fotográfica são propensos a ter algum erro: localização, dimensão, orientação e forma (especialmente se a região é montanhosa). No entanto, isto não irá introduzir um viés na área ou estimativas de produção pois:

- Os erros na localização e forma são independentes da cobertura

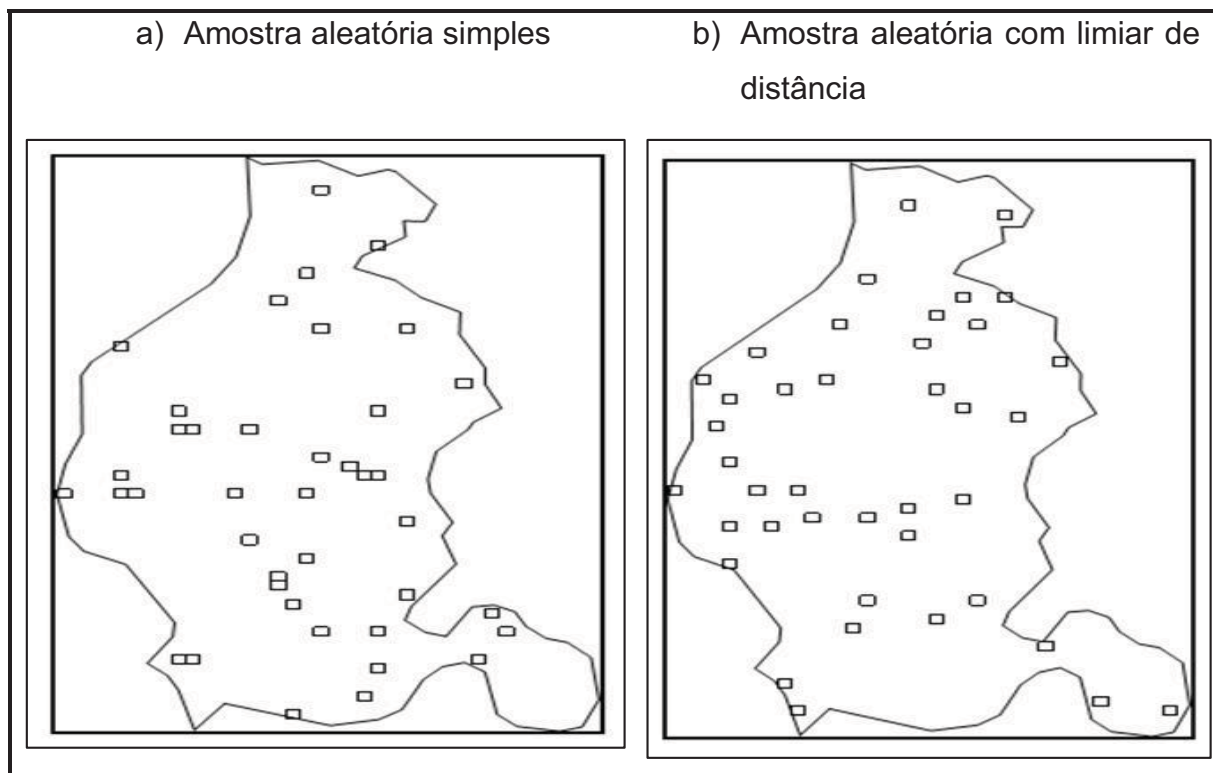
da terra.

- As estimativas são baseadas no percentual de cobertura do solo, em vez de na própria área.

Já Cochran (1977) adverte para a possibilidade de quatro principais fontes de erros: variação acidental da amostragem, impossibilidade de se obter dados de toda a amostra, erros por unidades de medida e erros de compilação e tabulação dos dados.

Para evitar a variação acidental da amostragem, Gallego (1995) sugere que se utilize uma amostragem aleatória com limiar de distância, onde os segmentos são sorteados espacialmente desde que obedeçam a uma distância mínima entre eles como exemplificado nas Figura 06:

Figura 06 - Amostra aleatória simples e de Limiar de Distância



Fonte: Gallego (1995).

Na amostra aleatória simples há uma concentração de segmentos amostrados, com algum ordenamentos menos representativo espacialmente ao

apresentar limites adjacentes.

Na seleção aleatória simples, dois ou mais elementos podem ser locados geograficamente próximo um do outro. Em geral, isto vai gerar informação redundante se o comportamento de dois elementos da amostra tender a ser parecido pela proximidade (Gallego, 1995, p.13).

A seguir são apresentados diferentes metodologias ou modelos para estimativa de uso do solo, que são empregadas por distintos pesquisadores, onde as argumentações que foram levantadas para a definição do modelo adotado nesta pesquisa é apresentado no Capítulo 3.

2.1 MODELO ESTATÍSTICO DE LEVANTAMENTO DE ÁREA CULTIVADA POR AMOSTRAGEM

O emprego de modelos estatísticos para levantamento de área cultivada foi utilizado por vários países como Canadá, Brasil, Estados Unidos, Argentina, Colômbia, França, Itália, Espanha entre outros.

Em 1986, em estudo na Bahia, Rudorff e Krug (1986), utilizaram fotografias aéreas e amostragem aleatória composta por retângulos de 2 x 1 km, para estimarem área cultivada de feijão, milho e mamona. Eles amostraram 5% da área do município e realizaram fotointerpretação da área cultivada, onde posteriormente aplicaram a expansão direta nos dados, com o coeficiente de variação ficando entre 6 a 26%. Coeficientes de variação acima de 10% são considerados ruins, pois não possibilitam um ganho de acurácia frente a outros métodos de estimativa de safra comumente empregados.

O emprego de métodos estatísticos como metodologia de previsão de safras agrícolas através de dados coletados por Sensoriamento Remoto se destacou no Brasil pelo Projeto de Pesquisa de Previsão e Acompanhamento de Safras (PREVS) (FAO, 1998), anteriormente denominado SIAG. Correspondendo a descrição em IBGE (2004), o projeto PREVS teve início em 1986 como parte do Programa de Aperfeiçoamento das Estatísticas Agropecuárias, se desenvolveu com o aporte de recursos provenientes do BIRD até 1993, tendo a Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República como

responsável pela dotação orçamentária e pela avaliação técnica do projeto. O projeto foi conduzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, e contou com a participação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, através de um convênio de cooperação técnica.

A metodologia utilizada foi basicamente a mesma empregada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos nas suas pesquisas agrícolas (*June Enumerative Survey* e *December Enumerative Survey*), e objetivou a melhoria da produção das estatísticas agropecuárias brasileiras, através da operacionalização de um sistema de coleta de dados baseado em métodos probabilísticos. O projeto se baseava em desenho probabilístico; construção de painel amostral; seleção de amostra probabilística; aplicação de estimadores por expansão direta e; aplicação de estimadores de painéis múltiplos (Muller *et al.*, 1988).

O modelo utilizado por Muller *et al.* (1988) utilizou imagens Landsat-5/TM e fotografias aéreas com os estratos sendo delimitados em transparências sobrepostas às imagens (*overlays*), onde os limites dos segmentos eram definidos segundo características naturais ou rodovias presentes. O modelo estatístico escolhido foi por expansão direta, onde se obtém resultados correspondentes às diversas variáveis. O coeficiente de variação apresentado para a área cultivada foi de 5,2% a 48,6%, onde os autores observaram problemáticas quanto à adequação da metodologia de estratificação para algumas culturas devido a características de cultivo.

Declarando preocupação quanto à utilização da regressão linear para culturas que ainda não atingiram um estágio pleno de desenvolvimento, Allen (1990) enfatiza que é necessária uma classificação bem feita das culturas, assim, as diferenças espectrais necessárias a classificação deve ser bem definida. O autor comenta que ao esperar pelo estágio ideal da cultura, pode-se atrasar a divulgação dos resultados.

Já Gonzáles-Alonso *et al.* (1991) em seus experimentos na Espanha chegam a conclusão de que a precisão dos estimadores foi similar para os segmentos regulares e irregulares, e que é mais indicado se utilizar segmentos regulares para o estimador por regressão por terem obtido melhor eficiência nesse modelo. Em outro estudo, Gonzáles-Alonso *et al.* (1997) chegam a conclusão de que o estimador de

regressão direta em comparação ao de regressão obteve uma eficiência relativa nove vezes melhor do que a expansão direta.

Adami (2003) realizou uma pesquisa de safra na região de Cornélio Procópio-PR, onde empregou dois modelos, um para a região englobando vinte e três municípios e outro modelo em nível municipal. O autor utilizou imagens Landsat-7/ETM com procedimento de amostragem aleatória estratificada para estimar as áreas de milho, soja e café. Os estimadores utilizados foram o de expansão direta e o de regressão, com segmentos fechados. A metodologia de expansão direta foi empregada em duas escalas diferentes, uma para a região, composta pelos 23 municípios e outra para o município de Cornélio Procópio. A metodologia de regressão foi aplicada apenas na escala municipal, para a cultura do café. Para as culturas de milho e soja o modelo de regressão foi aplicado apenas numa parte do estrato, livre de cobertura de nuvem. Assim, a estimativa de área dessas culturas no município foi realizada por meio da combinação do estimador de regressão (parte do estrato) e da expansão direta no restante do município.

Adami (2003) enfrentou problemas quanto à obtenção de imagens sem cobertura de nuvens, nas áreas em que não conseguiu imagem sem cobertura de nuvens ele utilizou a expansão direta. No restante das áreas pesquisadas, o autor realizou comparações entre os métodos por expansão direta e por regressão, onde o modelo de regressão se apresentou mais eficiente, sem que tenha sido desmerecida a utilização deste segundo.

2.2 MODELOS DE ESTIMADORES DE ÁREAS AGRÍCOLAS

Os principais modelos de estimadores de áreas agrícolas utilizados são por expansão direta ou por regressão. O modelo por expansão direta utiliza somente dados coletados diretamente no campo, isto é, não necessita de um conhecimento prévio do que existe naquele espaço, reproduz para toda a população as proporções relativas encontradas nas amostras (LUIZ, 2002). Já o modelo por regressão, se baseia em um pré-conhecimento do que se vai encontrar durante a pesquisa, é o caso de investigações por meio de classificações de imagens ou pela

utilização de dados oriundos de outras fontes com os censos agropecuários ou dados de previsão de safra de outras fontes oficiais ou não (Muller *et al.*, 1988; Gonzáles-Alonso *et al.*, 1991; Gallego, 1995; FAO, 1996).

É recomendado ao se utilizar as funções de regressão fazer a estratificação da área, que consiste em subdividir a área em subáreas homogêneas quanto ao uso e ocupação do solo, criando estratos. Dessa maneira, têm que se buscar uma menor variância dentro do estrato e uma maior variância entre os estratos com a finalidade de uma separação distinta entre eles (COCHRAN, 1977; GALLEGO, 1995; FAO, 1996).

Gallego (1995) argumenta que com o intuito de diminuir a população, é recomendado que não se ultrapasse os limites do recorte espacial, que se estabeleça níveis de utilização do solo para a agricultura e que se exclua áreas não agrícolas como represas, grandes áreas de reserva florestal, áreas urbanas e etc. (ADAMI, 2003, GALLEGO 1995; FAO, 1996).

O autor também afirma que para se adequar o estrato ao segmento, pode-se proceder de três formas: coletar as informações apenas na parte do segmento que se encontra dentro do estrato, por meio da eliminação dos segmentos da borda do estrato ou por meio do ajuste do limite do estrato ao limite do segmento. Segundo o autor, esta última forma seria a mais adequada, e foi a utilizado por Adami (2003) em seu experimento. Gallego (1995) também comenta que no cenário Europeu, o tamanho dos segmentos é estipulado levando-se em conta o relevo, tamanho do recorte espacial e geralmente englobam de 25 a 100 hectares. E enfatiza que o importante é que o segmento contenha uma diversidade de usos da terra e ainda seja pequeno o suficiente para ser vistoriado em menos de um dia de trabalho.

A estratificação é a divisão de uma população com um determinado tamanho em sub populações não sobrepostas de maneira que haja um comportamento similar dos elementos dentro do estrato. Esta similaridade-dissimilaridade é para ser considerada com relação ao item que está sendo estimado. Os intervalos de utilização do solo para agricultura na definição dos estratos são funções que dependem dos objetivos da pesquisa (Gallego, 1995; FAO, 1998).

Estratificações mais refinadas podem ser obtidas por meio de algoritmos multivariados, através da combinação de diferentes camadas de

informações de uma forma mais automática ou por um melhor processamento de imagens de satélite (GALLEGO, 1995).

O modelo proposto e aplicado em todo o Paraná (MULLER *et al.*, 1988; FAO 1988) na década de 1980, com a finalidade de estimar o uso do solo agrícola, abrangeu sete estratos da seguinte maneira:

- Estrato A - agricultura intensiva. De 80% e mais de área cultivada;
- Estrato B - agricultura intensiva. Entre 50% e 79% de área cultivada;
- Estrato C - estrato referente à batata-inglesa;
- Estrato D - agricultura extensiva. Entre 15% e 49% de área cultivada, com predominância de pastagens;
- Estrato E - agricultura extensiva. Com menos de 15% de área cultivada;
- Estrato F - áreas não agrícolas (instalações militares, parques e reservas florestais, montanhas, etc.);
- Estrato G - agricultura extensiva. Entre 15% e 49% de área cultivada, sem a predominância de pastagens.

Para isso, foram utilizadas cartas topográficas, imagens Landsat-5/TM, fotos aéreas, dados estatísticos do censo de 1985, do Levantamento Sistemático da Produção Agropecuária (LSPA) da pesquisa da Produção Agrícola Municipal (PAM), entre outros (ADAMI, 2003; MUELLER *et al.*, 1988). É importante ressaltar que a estimativa da percentagem da área agrícola para cada estrato foi realizada de maneira subjetiva, com base apenas na interpretação visual das imagens de satélite e na opinião do foto intérprete (ADAMI, 2003; MUELLER *et al.*, 1988; FAO, 1998).

No estimador por expansão direta, a área da cultura de interesse é obtida através dos dados coletados nos segmentos amostrados multiplicados por um fator de expansão previamente determinado, estabelecido pelo inverso da probabilidade de ocorrência da amostra. De posse das áreas das diferentes culturas nos diferentes estratos, faz-se o somatório destas áreas para obter a área cultivada na região estabelecida.

Mesmo apresentando resultados menos precisos do que o estimador por regressão, mas apresentando ganho de produtividade e precisão aceitável e objetivando a obtenção de resultados em menor tempo, com baixo custo e metodologia estatisticamente bem fundamentada, o estimador por expansão direta foi escolhido para ser utilizado como método nesta pesquisa.

Na expansão direta, segundo Hansen et al. (1953), Cochran (1977), Krug e Yanasse (1986), Mueller et al. (1988), Allen (1990), Pradhan (2001), Day (2002) e também utilizado por Adami (2003), a estimativa da cultura é dada pela equação:

$$\hat{Z}_{c,i} = \sum_{a=1}^A \sum_{j=1}^{s_{ai}} e_{aij} \sum_{k=1}^{n_{aij}} z_{c,aijk} \quad (\text{Equação 1})$$

sendo que:

$$Z_{c,aijk} = \begin{cases} \sum_{l=1}^{n_{aijk}} z_{c,aijkl} & \text{se } n_{aijk} > 0 \\ 0 & \text{se } n_{aijk} = 0 \end{cases} \quad (\text{Equação 2})$$

Cuja variância estimada é:

$$v(\hat{Z}_{c,i}) = \sum_{a=1}^A \sum_{j=1}^{s_a} N_{aij} (N_{aij} - n_{aij}) \frac{s_{aij}^2}{n_{aij}} \quad (\text{Equação 3})$$

sendo quê:

$$s_{c,aij}^2 = \frac{\sum_{k=1}^{n_{aij}} (z_{c,aijk} - \bar{z}_{aij})^2}{(n_{aij} - 1)}$$

(Equação 4)

O total estimado para a cultura “c”na área de estudo é obtido por:

$$\hat{Z}_c = \sum_{a=1}^A \sum_{i=1}^{s_a} \sum_{j=1}^{s_{ai}} e_{aij} \sum_{k=1}^{n_{aij}} z_{c,aijk}$$

(Equação 5)

E a variância estimada para este total é dada por:

$$v(\hat{Z}_c) = \sum_{a=1}^A \sum_{i=1}^{s_a} \sum_{j=1}^{s_{ai}} \frac{N_{aij}(N_{aij} - n_{aij})}{n_{aij}} s_{c,aij}^2$$

(Equação 6)

Sendo que $s_{c,aij}^2$ foi definido na equação 06, onde:

a = índice para representar o distrito de análise; a = 1,...,A;

i = índice para representar o estrato de uso do solo; i = 1, ...,s_a;

c = índice para representar a cultura de interesse;

j = índice para representar o substrato geográfico; j = 1,..., s_{ai}, indicando a posição geográfica do estrato;

k = índice para representar o segmento amostrado; k = 1,..., n_{aij};

l = índice para representar os estabelecimentos respondentes; l = 1, ..., n_{aijk};

A = número de distritos de análise dentro da região de estudo;

s_a = número de estratos de uso do solo no a -ésimo distrito de análise;

s_{ai} = número de subestratos geográficos no i -ésimo estrato de uso do solo, no a -ésimo distrito de análise;

n_{aij} = número de segmentos amostrados (ou réplicas) no j -ésimo subestrato geográfico, no i -ésimo estrato de uso do solo e no a -ésimo distrito de análise;

n_{aijk} = número de segmentos respondentes no k -ésimo segmento, j -ésimo subestrato geográfico, no i -ésimo estrato de uso do solo e no a -ésimo distrito de análise;

N_{aij} = número total de segmentos no j -ésimo subestrato geográfico, no i -ésimo estrato de uso do solo, a -ésimo distrito de análise;

$e_{aij} = (n_{aij}/N_{aij})^{-1}$ = fator de expansão ou inverso da probabilidade de que um segmento tem de estar na amostra retirada do j -ésimo subestrato geográfico, no i -ésimo estrato de uso do solo e no a -ésimo distrito de análise;

$Z_{c,aijkl}$ = valor da característica desejada (cultura "c"), relatada pelo l -ésimo operador agrícola, no k -ésimo segmento, no j -ésimo subestrato geográfico, no i -ésimo estrato de uso do solo, a -ésimo distrito de análise;

—
 Z_{aijkl} = valor médio da característica desejada, relatada por segmento no j -ésimo subestrato geográfico, no i -ésimo estrato de uso do solo e no a -ésimo distrito de análise.

No próximo item serão apresentados os métodos de tratamento da imagem orbital empregados na estimativa de área cultivada e que subsidiaram esta pesquisa.

2.3 UTILIZAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS NO LEVANTAMENTO E ESTIMATIVA DE ÁREA CULTIVADA

2.3.1 Imagens Orbitais no Mapeamento e Estimativa de Área Cultivada

Quando da utilização de imagens orbitais, para obter dados previamente organizados tematicamente necessários a sua investigação, o pesquisador utiliza de uma série de procedimentos que são basicamente: pré-processamento, classificação e pós-processamento. As técnicas mais comumente utilizadas para a investigação do uso do solo em sensoriamento remoto são: georreferenciamento, registro, realce, filtragem e classificação (ADAMI, 2003; RICHARDS, 1986; SCHOWENGERDT, 1997; LILLESSAND E KIEFER, 1999; MATHER, 1999; MOREIRA, 2001).

O georreferenciamento de imagens é o processo de se atribuir uma posição (coordenada) a cada pixel apresentado na imagem sob um modelo de projeção da superfície terrestre. Esse georreferenciamento é necessário para que a informação da imagem seja localizada na superfície terrestre (Lillessand e Kiefer, 1999; Mather, 1999).

Com o objetivo de aumentar a diferenciação dos elementos da imagem, é aplicado um contraste na imagem que faz com que se desloque os valores de cinza mais altos para próximo de 255, e se deslocar os valores mais baixos para próximo de zero, criando um *degradê* mais espaçado das cores (ADAMI, 2003; RICHARDS, 1986; SCHOWENGERDT, 1997; LILLESSAND E KIEFER, 1999; MATHER, 1999; MOREIRA, 2001).

Para realçar um determinado objeto na cena, também é possível escolher entre várias opções de atributos espectrais registradas na imagem pelos sensores do satélite. O Atributo Espectral refere-se a um intervalo específico de comprimento de onda do espectro-eletromagnético armazenado pelo sensor (exemplo: bandas do visível e infravermelho). A resolução espectral indica a quantidade de regiões do espectro eletromagnético e o intervalo de comprimento de onda. Estas imagens denominam-se bandas espectrais e representam a energia

registrada pelos detectores do sensor numa determinada região do espectro eletromagnético, segundo a resposta espectral de cada objeto (JANSEN, 1986; MULLER, 1988; RICHARDS, 1997; GONZALES e WOODS, 2000).

Dessa maneira, pode-se, alternar a conjugação de uma gama de bandas espectrais (registros singulares dos sensores) com a finalidade de se dar ênfase a exibição de um determinado objeto na imagem conforme a sua resposta espectral captada pelos sensores. Também é possível a composição de tonalidades diferentes de cores nas bandas objetivando uma visualização ou reconhecimento mais preciso dos objetos na imagem. Realizadas as etapas de pre-processamento, é possível utilizar as imagens para gerar mapas de uso do solo, e entre as técnicas existentes tem-se a segmentação e a classificação de imagens.

A segmentação de imagens consiste em se aglutinar em regiões áreas que apresentam aspecto reflectivo similar, onde o software realiza a análise pixel a pixel segundo sua vizinhança. A segmentação tem como objetivo evitar a subjetividade do analista como quando ele faz a classificação supervisionada (MOREIRA, 2001). Os algoritmos de segmentação baseiam-se em dois padrões: descontinuidade e similaridade (González e Woods, 2000). A detecção de descontinuidade é o processo pelo qual um grupo de pixels com informação semelhante é separado de outro grupo que apresenta informação com salto diferencial, ou seja, por meio de variações abruptas de frequência dos níveis de cinza (GONZÁLES E WOODS, 2000). Na segmentação realizada por similaridade, o algoritmo trabalha identificando regiões de baixas frequências e agrupando os pixels conforme a medida que encontra uma variação abrupta na frequência (GONZÁLES E WOODS, 2000).

A aplicação desta técnica exige que se defina preliminarmente dois parâmetros a serem aplicados no processo de classificação do logaritmo, limiar de similaridade, em que os pixels serão aceitos como sendo da mesma classe e área mínima a que eles possam formar um novo núcleo de classe (Mather, 1999). A especificação do limiar de similaridade conseqüentemente determina a densidade da segmentação: se for muito baixo (pequeno intervalo de reflectância), o processo agregará poucos pixels às regiões e se for muito alto (grande intervalo de reflectância), pixels representativos de muitas regiões serão incorretamente agrupados (ALMEIDA-

FILHO; CARVALHO, 2007).

No software Spring⁷, o segmentador por crescimento de regiões utiliza dois limiares que devem ser definidos pelo analista: similaridade ou de área.

O limiar de similaridade é um parâmetro que indica a diferença máxima de NC⁸ que um dado pixel da imagem pode assumir em relação ao NC médio da classe em consideração. Em outras palavras, se a diferença do valor do NC do pixel for menor ou igual ao valor do limiar, o pixel é agrupado a essa região, caso contrário, o pixel é agrupado a outra região. Em síntese, pode-se dizer que a similaridade serve como regra de decisão para associar ou não um pixel da imagem a uma dada região. O limiar de área é utilizado para limitar o tamanho mínimo da área na imagem que deve ser individualizada (INPE, 2001 apud ADAMI, 2003, p.64).

A classificação das imagens digitais é realizada atribuindo um valor de classe temático a cada pixel. A classificação de imagens é um processo de reconhecimento de classes ou grupos cujos membros exibem características comuns. Uma classe poderia ser, por exemplo, soja, um grupo de classes poderia ser áreas cultivadas (FIGUEIREDO, 2005).

Classificação de imagens refere-se à extração de diferenciadas classes ou temas, geralmente de cobertura do solo e as categorias de uso da terra, a partir de dados de sensoriamento remoto por satélite digitais. As informações contidas em uma imagem podem ser usadas para a classificação utilizando-se um padrão espectral, espacial ou temporal. Existe uma combinação de padrão espectral que é

⁷ O software SPRING é um SIG (Sistema de Informações Geográficas) com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais. É um projeto do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas espaciais) / DPI (Divisão de Processamento de Imagens) com a participação da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)/CNPTIA - Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para Agricultura, IBM Brasil (Internacional Business Machines) -Centro Latino-Americano de Soluções para Ensino Superior e Pesquisa, TECGRAF - PUC Rio (Pontifícia Universidade Católica) - Grupo de Tecnologia em Computação Gráfica da PUC-Rio e PETROBRÁS (Petróleo Brasileiro S/A)/CENPES - Centro de Pesquisas "Leopoldo Miguez", além de contar com apoio financeiro do CNPq (Petróleo Brasileiro S/A), através dos programas RHAE e PROTEM/CC (projeto GEOTEC). O projeto SPRING tem como objetivo construir um sistema de informações geográficas para aplicações em Agricultura, Floresta, Gestão Ambiental, Geografia, Geologia, Planejamento Urbano e Regional, tornar amplamente acessível, para a comunidade brasileira um SIG de rápido aprendizado, fornece um ambiente unificado de Geoprocessamento e S.R. Para aplicações urbanas e ambientais, ser um mecanismo de difusão do conhecimento desenvolvido pelo INPE e seus parceiros, sob forma de novos algoritmos e metodologias (SPRING, 2011)

⁸ Nível de cinza

transformada em números digitais, para diferentes tipos com características distintas. O padrão espacial refere-se à relação espacial entre os pixels, como a textura de imagem, pixel proximidade, tamanho e forma.

Os métodos de classificação em pixel, utilizando técnicas de classificação multi-espectrais, consiste em atribuir um pixel para uma classe fundamentalmente de acordo com as similaridades espectrais (JENSEN, 1986, CASALS-CARRASCO *et al.*, 2000).

Richards (1986), Schowengerdt (1997) e Mather (1999) defendem que a classificação se baseia na relação entre o objeto alvo e as características espectrais que se apresentam na imagem. Dessa maneira, a correlação entre estes dois elementos pode ser feita através de parâmetros definidos pelo pesquisador ou diretamente por ele, subdividindo a classificação entre supervisionada ou não-supervisionada.

O uso de classificadores não-supervisionados, é indicado para os casos em que o analista não possui conhecimento *a priori* da área de estudo. Hoje, este método é utilizado para eliminar a subjetividade decorrente do processo de aquisição de amostras de área (Moreira, 2001).

Para o caso em que o pesquisador possui o conhecimento da localização de parte dos objetos na cena, uma opção é o classificador supervisionado do algoritmo Bhattacharya. Este classificador é baseado no índice de probabilidade das classes desejadas, sempre trabalhando com um par de classes de cada vez, o método depende diretamente do treinamento supervisionado para organizar as amostras de acordo com a menor distância encontrada com determinada classe, associando-o à mesma.

2.3.2 Sistema Global de Navegação por Satélite

Os Sistemas de Navegação por Satélite (GNSS) são sistemas de satélites artificiais na órbita da Terra, colocados lá com o intuito de fornecer a coordenada de um ponto em qualquer lugar do planeta. Para propiciar a localização de um ponto em qualquer lugar da superfície do Globo a qualquer tempo. Dada a

configuração de órbita destes satélites, são necessários pelo menos 24 satélites para se obter uma constelação mínima, possibilitando a obtenção do sinal de pelo menos três satélites no momento do georreferenciamento em qualquer ponto da superfície terrestre, mediante a ausência de restrições inerentes à recepção do sinal.

O principal sistema GNSS usado atualmente é o *Global Positioning System* (GPS), ele foi concebido na década de 1960 com objetivos militares pelo Departamento de Defesa dos EUA. Inicialmente, era programado uma constelação de 24 satélites chegando a atingir 32, habitando seis órbitas diferentes à 20.200 Km de altitude ao redor da Terra. O intuito era manter pelo menos seis satélites sempre com visibilidade de qualquer ponto terrestre, fornecendo sinais com dados que através de receptores na superfície da Terra pudessem estimar suas localizações em latitude, longitude e altitude, perante um modelo de projeção elipsoidal. Os militares inicialmente atribuíram uma degradação de sinal que imputava um erro de até 100 metros na navegação, mas, perante a grande demanda gerada pela sociedade civil, decidiram pela retirada do ruído do sinal, o que propiciou uma melhora na precisão passando a ser de até 15 metros para receptores direcionados a navegação (DANA, 2003; FERREIRA JR, 2013).

Atualmente, existem outros sistemas GNSS em uso, como GLONASS russo (em fase reestruturação da constelação atualmente), e o COMPASS chinês (em fase de implantação). Para a utilização destes outros sistemas, os receptores GNSS devem estar configurados para aproveitar o sinal disponibilizado, o que ocorre em poucos modelos de receptores de navegação.

O GNSS é utilizado pelo investigador no campo através de aparelhos receptores do sinal no momento em que ele procura definir a exata localização do segmento na paisagem. Receptores GNSS mais modernos auxiliam o investigador ao serem alimentados com os desenhos vetoriais georreferenciados dos segmentos, estradas, rios e demais feições auxiliaadoras na navegação. Estes aparelhos também são utilizados na marcação de coordenadas dos vértices dos talhões quando há dificuldade de sua definição na imagem, permitindo ao investigador utilizar o computador posteriormente, buscando uma melhor interpretação dos campos a serem desenhados.

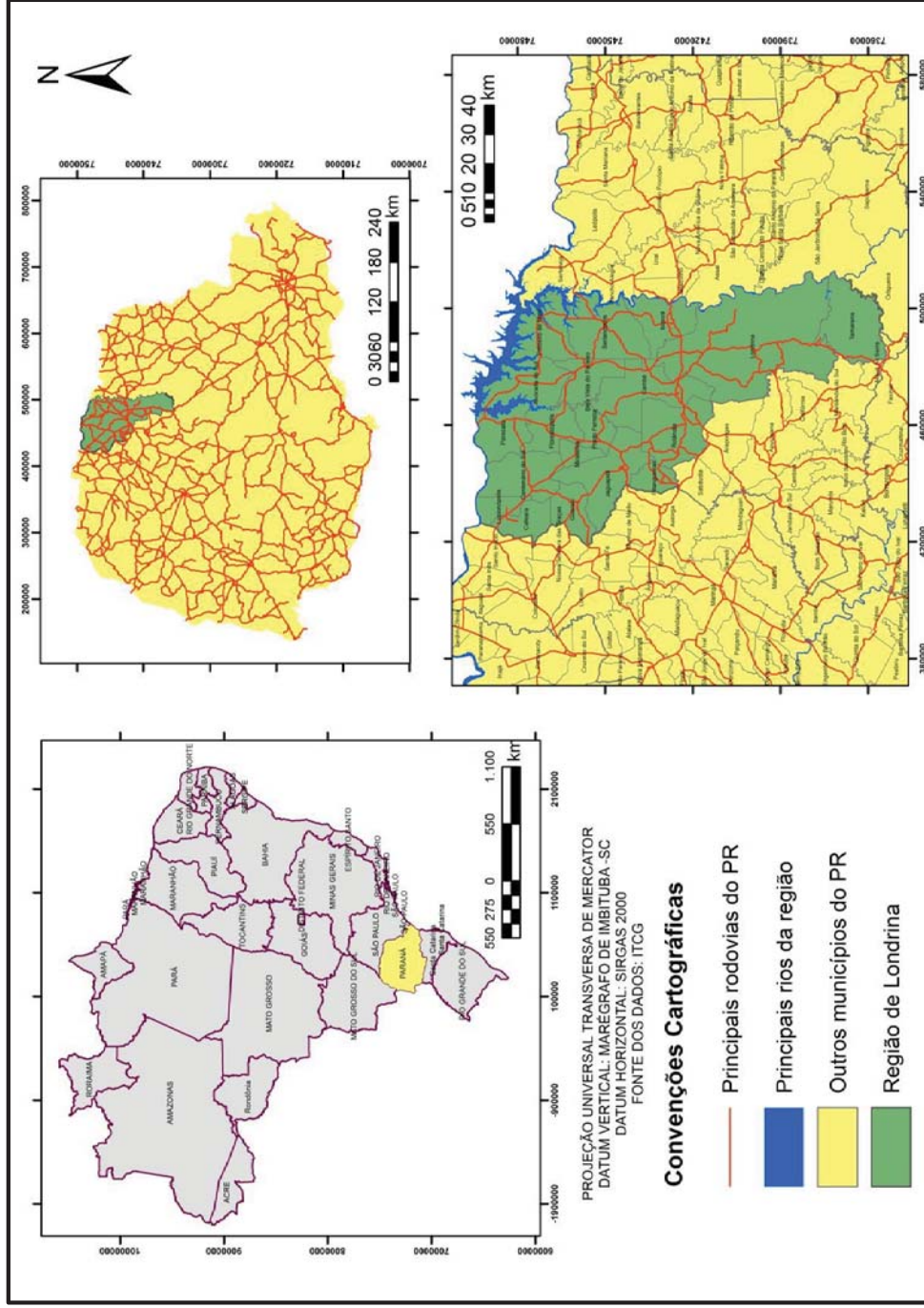
3 MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS NO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado em um recorte espacial que engloba dezenove municípios do norte paranaense, este recorte específico foi adotado devido a necessidade de disponibilização dos dados de uma região que pudessem ser aproveitados pelo poder público estadual (principal financiador deste trabalho), dessa maneira, foi definido que seria utilizada a regionalização administrativa utilizada pela Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB) através do Núcleo Regional de Londrina. Se o recorte espacial fosse menor do que esta região, para obedecer a uma região funcional, ele teria que ser a nível municipal, onde seria necessário a realização de uma pesquisa individualizada para cada município, pois os dados de uso do solo são divulgados em recortes político-administrativos e regiões funcionais.

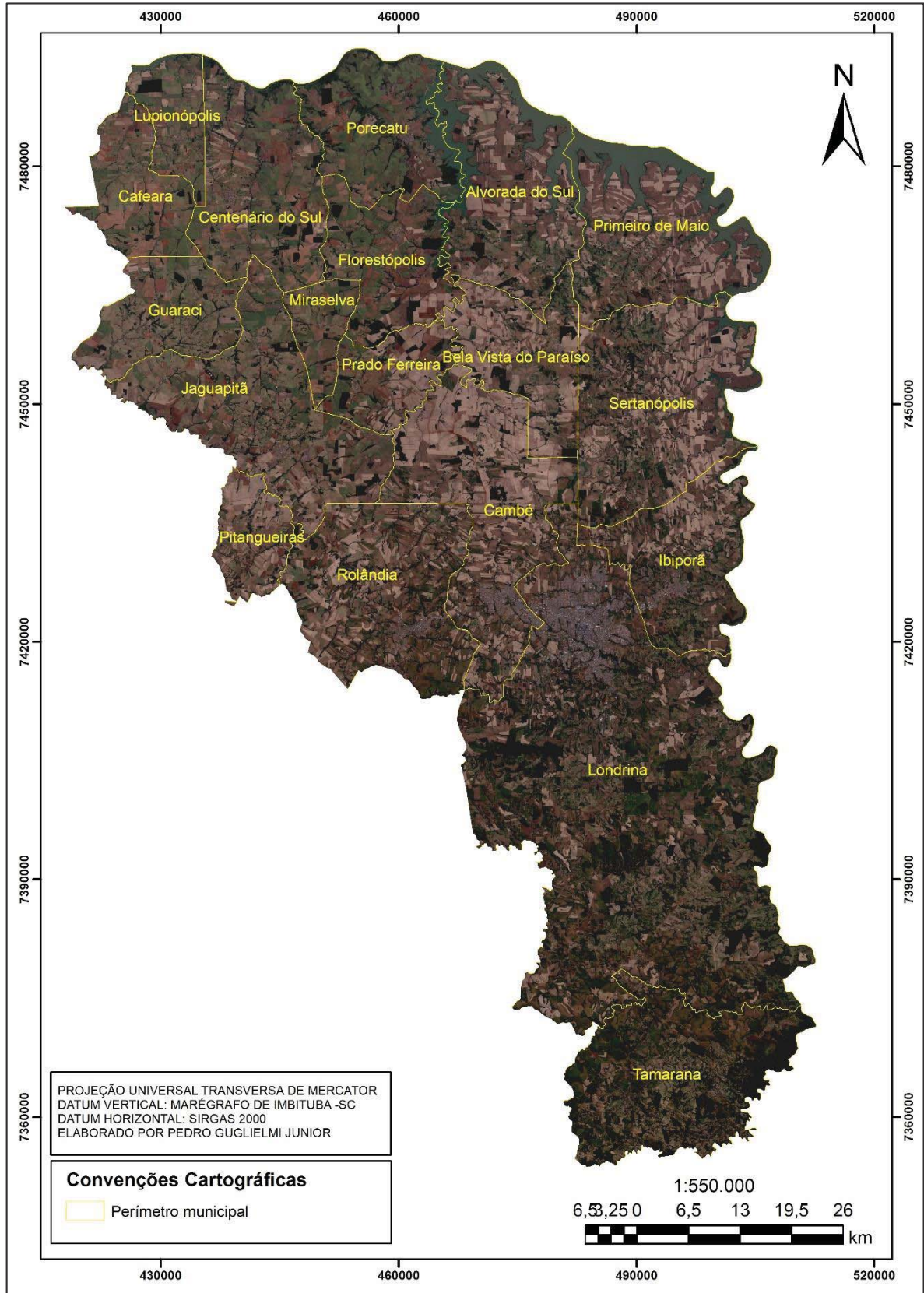
O Núcleo Regional de Londrina, doravante também denominado "Região de Londrina", abrange uma área de 7.226 km², situada na porção norte do Estado do Paraná, entre as coordenadas latitudes -22 38' Longitude -51 49' 03 e latitude -23 57' 09/ Longitude -50 52' 20. Ao norte é delimitada pelo Rio Paranapanema, a oeste pelos municípios de Santo Inácio, N. Sr.^a das Graças, Santa Fé, Munhoz de Melo, Astorga, Sabaudia, Arapongas, Apucarana, Marilândia do Sul e Mauá da Serra; ao sul é delimitada pelo município de Ortigueira; a leste pelo Rio Tibagi. Os dezenove municípios da Região de Londrina estão representados na Figura 07 e na Figura 08.

Figura 07 - Localização da área de estudo



Fonte: Dados ITCG (2013), elaborado pelo autor.

Figura 08 - Imagem Landsat 8 da Região de Londrina-PR



Fonte: Elaborado pelo autor. Composição colorida 4R3G2B.

Segundo a classificação de Köpen (UFG, 2013) na área ocorrem nove tipos climáticos, sendo que o Cfa e o Cfa/Cwa são predominantes, enquanto os tipos Cwa e o Cfa/Cwf são pouco representativos. A Figura 09 representa os tipos climáticos da área que tem a noroeste a ocorrência do tipo Cwa/Cfa, caracterizado por:

- clima temperado ou clima temperado quente
- com climas mesotérmicos
- temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C
- estações de Verão e Inverno bem definidas
- clima úmido
- Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano
- inexistência de estação seca definida
- chuvas de Verão
- Verão quente
- temperatura média do ar no mês mais quente $> 22^{\circ}\text{C}$

Nas áreas central, norte e nordeste, o clima é classificado como Cfa/Cwa, onde apresenta:

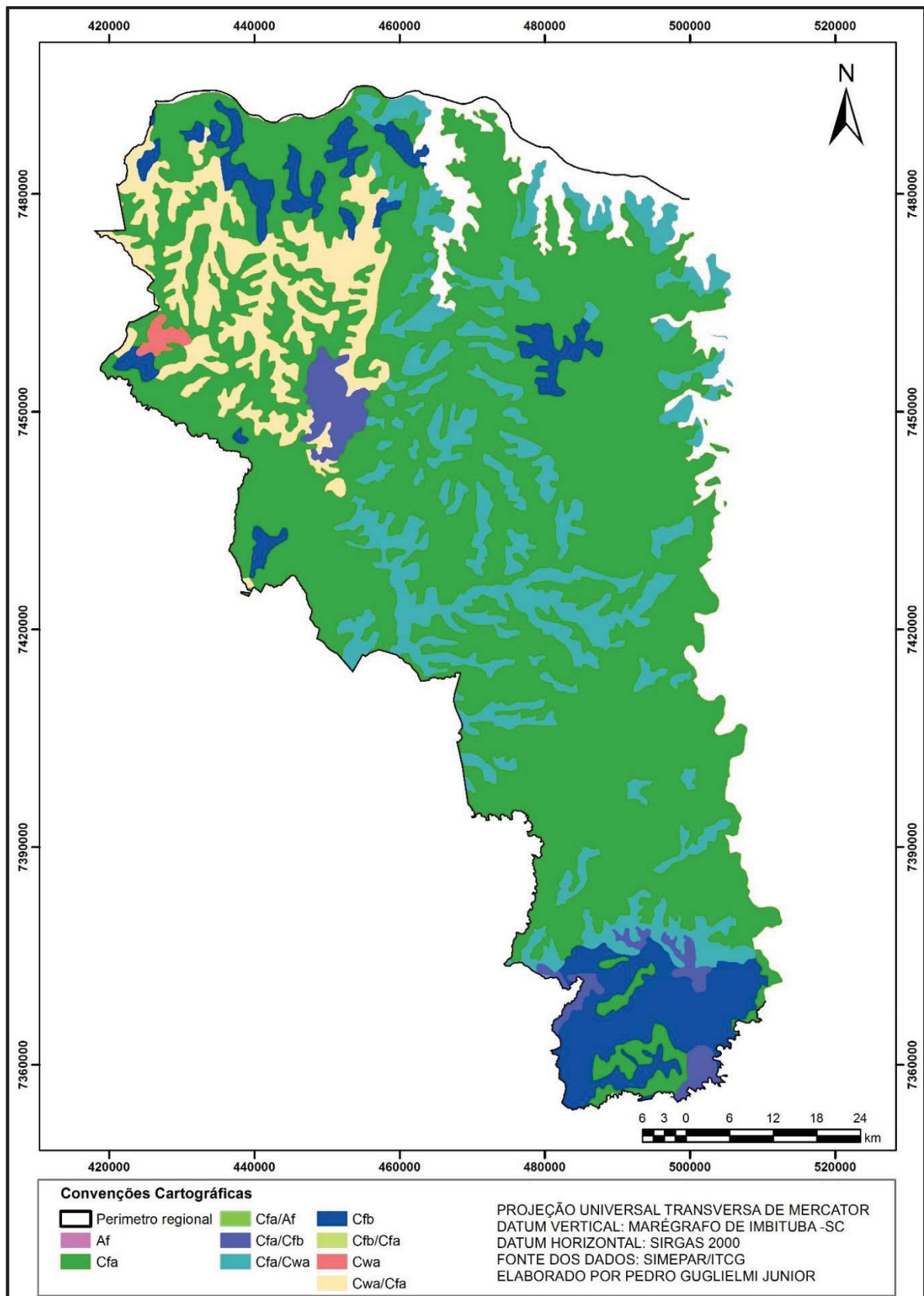
- clima temperado ou clima temperado quente
- climas mesotérmicos
- temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C
- estações de Verão e Inverno bem definidas
- clima úmido
- ocorrência de precipitação em todos os meses do ano
- inexistência de estação seca definida
- chuvas de Verão
- verão quente

- temperatura média do ar no mês mais quente $> 22^{\circ}\text{C}$

Já na área sul, o clima segundo é do tipo Cfb, o que representa:

- clima temperado ou clima temperado quente
- climas mesotérmicos
- temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C
- estações de Verão e Inverno bem definidas
- clima úmido
- ocorrência de precipitação em todos os meses do ano
- inexistência de estação seca definida
- verão temperado
- temperatura média do ar no mês mais quente $< 22^{\circ}\text{C}$
- temperaturas médias do ar nos 4 meses mais quentes $> 10^{\circ}\text{C}$

Figura 09 - Clima segundo a classificação de Köppen na Região de Londrina-PR



Fonte: Dados ITCG (2013), elaborado pelo autor.

O solo encontrado na região de estudo pode ser observado quanto a sua classificação na Figura 10, onde predomina Latossolos, Argissolos e Neossolos (ITCG, 2013).

Segundo a EMBRAPA (2006), a estas classes apresentam os seguintes conceitos:

- a) Latossolos - Compreende solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos.
- b) Argissolos - Compreende solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos.
- c) Neossolos - compreende solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por

influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos.

No ano de 2001 a EMBRAPA (CARVALHO JUNIOR *et al*, 2001) em parceria com a EMATER-PR (2001) divulgaram um estudo em que se definia as regiões aptas ao cultivo da soja no Estado do Paraná. Este estudo correlacionava fatores climáticos com as características do solo: fertilidade, textura, relevo, profundidade, suscetibilidade à erosão, drenagem e pedregosidade, conforme informações apresentadas na Tabela 05, que indica coeficientes de sucesso no cultivo frente as características da planta e do método de cultivo mais usados, criando assim um mapa temático apresentado na Figura 11. Este mapa, quando comparado aos apresentados nas Figura 09 e Figura 10, possibilita observar que na porção sul e noroeste, encontram-se as áreas com pior aptidão para o cultivo da soja, devido a correlação entre os fatores climáticos, pedológicos e de relevo presentes nestas áreas.

Tabela 05 - Tabela empregada na avaliação da aptidão dos solos para a cultura da soja – 2001

Classes de aptidão	Características do solo						
	Relevo	Suscetibilidade à erosão	Profundidade efetiva	Drenagem	Rochosidade	Fertilidade	Textura
Boa	Plano, suave ondulado e ondulado ¹	Nula, nula a ligeira, ligeira, ligeira a moderada, moderada	Muito profundo e profundo	Forte, acentuada e boa	Ausente	Alta, média e baixa	Média, argilosa e média/argilosa, média/argilosa pouco cascalhenta, média pouco cascalhenta e argilosa pouco cascalhenta
Regular	Ondulado ²	Moderada a forte	Pouco profundo	Moderada	Pouca	Muito baixa/	Arenosa/média ³
Inapta	Forte ondulado, montanhoso e escarpado	Forte e muito forte	Raso	Imperfeita, excessiva e má	Moderada e abundante	-	Arenosa, arenosa/média ⁴ e siltosa

¹ associado a suscetibilidade à erosão inferior a moderada/forte.

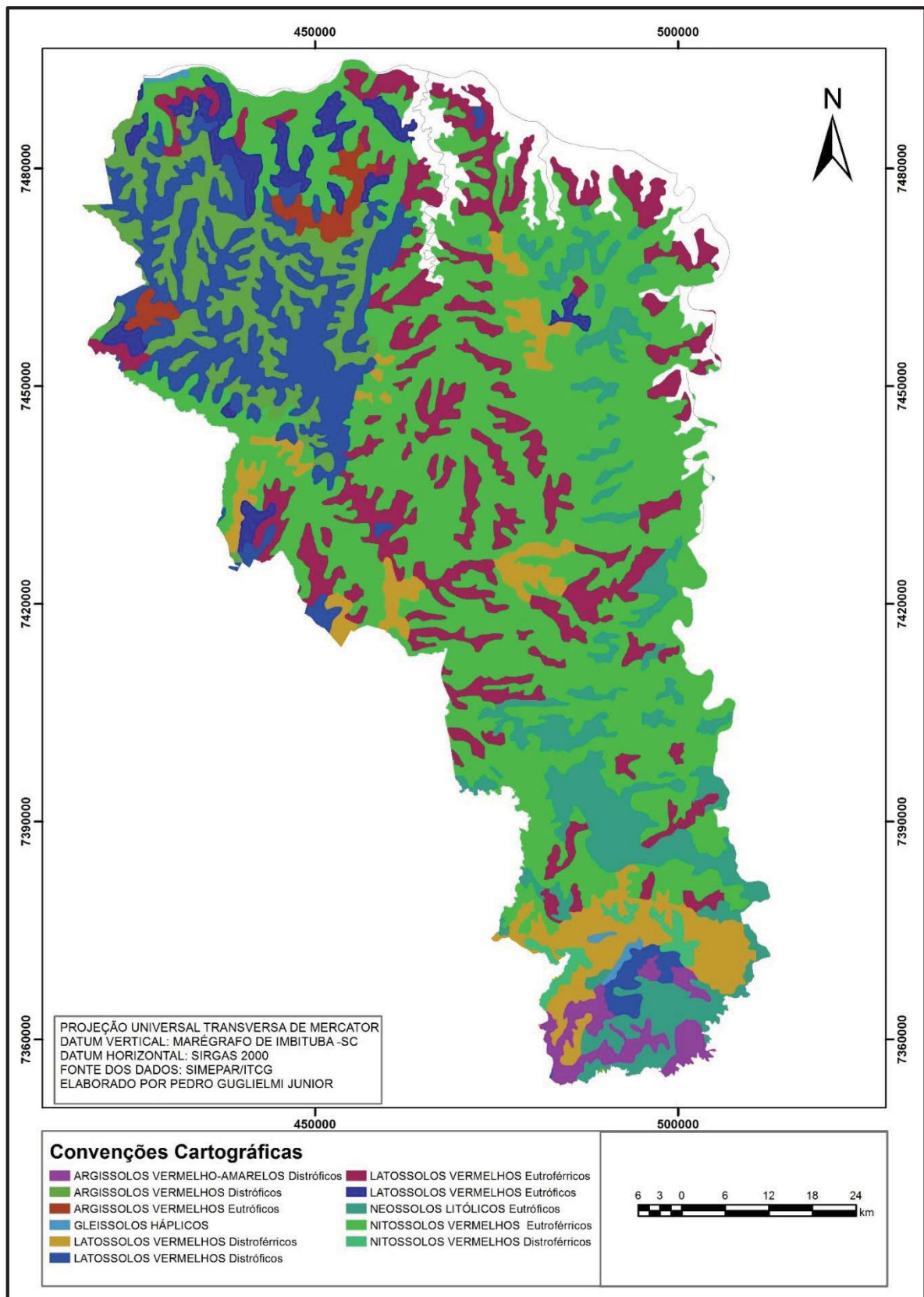
² quando associado a suscetibilidade à erosão moderada/forte.

³ quando associado ao relevo plano ou suave/ondulado.

⁴ quando associado ao relevo ondulado ou mais forte

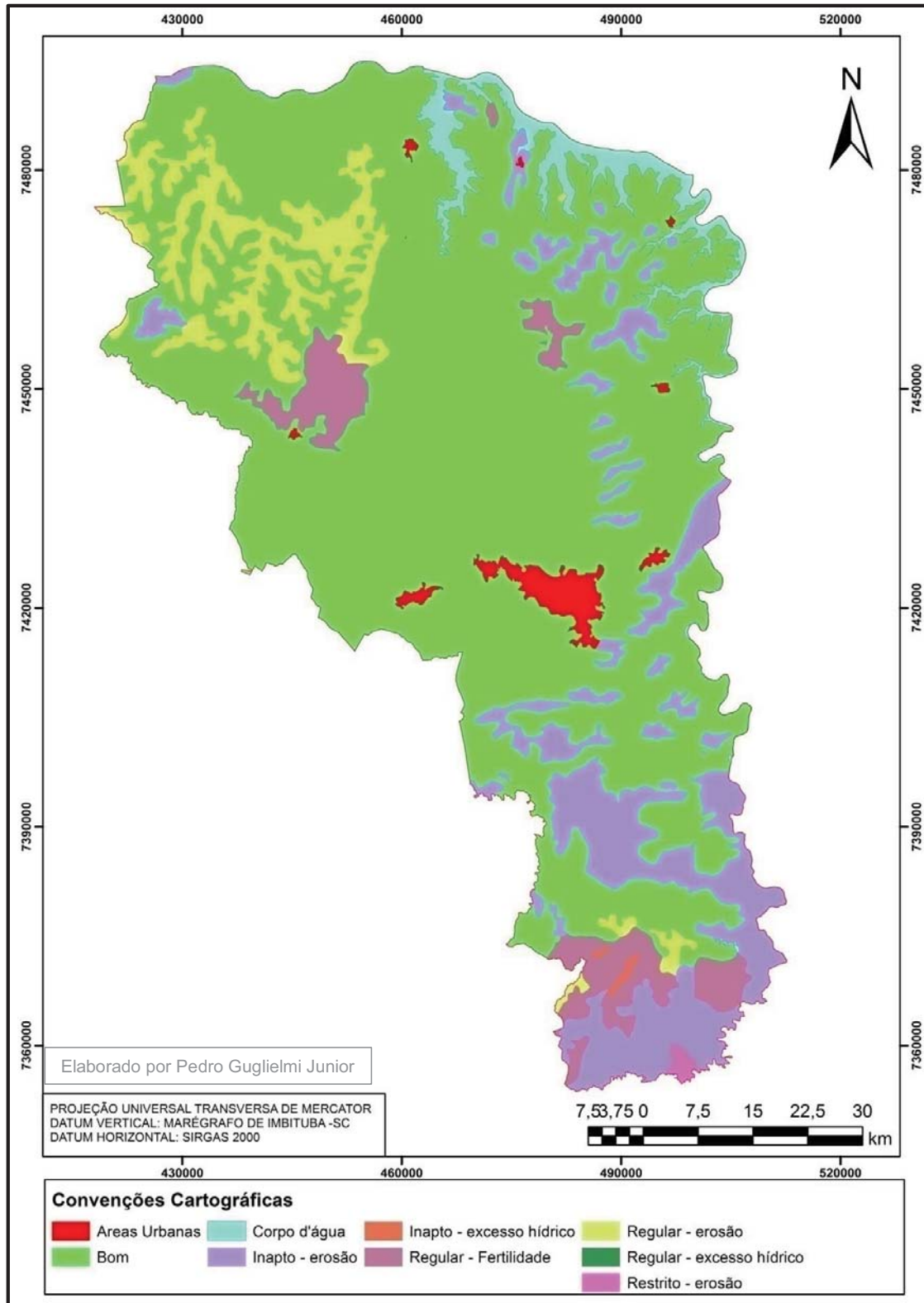
Fonte: EMBRAPA (CARVALHO JUNIOR *et al*, 2001)

Figura 10 - Mapa de solos da região de Londrina-PR



Fonte: Dados ITCG (2013), elaborado pelo autor.

Figura 11 - Mapa de zoneamento pedoclimático de aptidão do solo para a cultura da soja na região de Londrina-PR - 2001



Fonte: Adaptado de EMATER (2001). Elaborado pelo autor.

Segundo este estudo, na Mesorregião Norte-Central (ANEXO D,) em que se insere a maioria dos municípios foco desta pesquisa, as áreas indicadas para o cultivo da soja perfazem 75% do total das terras destes municípios. Em todos os municípios, a área apta para o cultivo da soja é superior à área plantada, de acordo com os dados da produção agrícola municipal divulgada pelo IBGE em 2001, os quais constam na Tabela 06.

Tabela 06 - Distribuição das classes de aptidão pedoclimático para a soja na Mesorregião Norte-Central do Paraná- 2001

Classes de aptidão	Área		
	(ha)	(%) ¹	(%) ²
Preferencial	1.798.195	73,4	9,0
Tolerada	39.457	1,6	0,2
Não recomendada	566.885	23,1	2,8
Total dos municípios	2.449.423		

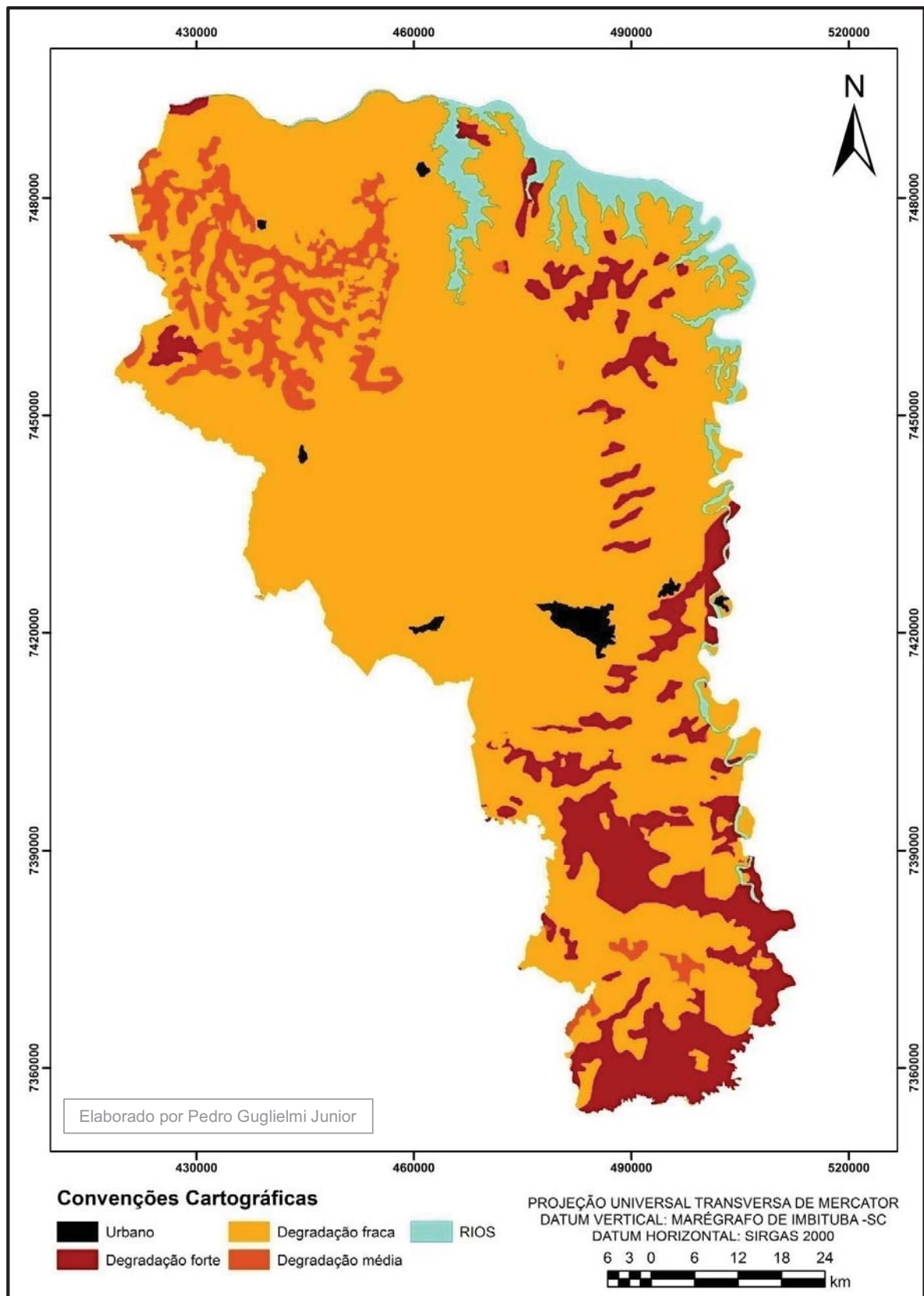
¹ Porcentagem em relação ao total dos municípios.

² Porcentagem em relação ao estado

Fonte: EMBRAPA (CARVALHO JUNIOR *et al*, 2001)

A EMBRAPA (CARVALHO JUNIOR *et al*, 2001) em conformidade com o Instituto EMATER (2001) e conforme apresentado na Figura 11, define que a maior parte do recorte de estudo apresenta solos e clima propícios a cultura da soja. Mas, existem áreas com fragilidade a ocorrência de erosão ou com relevo que dificulta a mecanização necessária às modernas práticas de cultivo. Nestas áreas apontadas, também estão destacadas as áreas com solo degradado, conforme mapeamento realizado pela SEMA (1995), representado na Figura 12:

Figura 12 - Mapa de degradação do solo na região de Londrina-PR - 1995



Fonte: EMATER (2001). Elaborado pelo autor.

Diferentemente da soja que apresentou aumento da área plantada entre 2008 a 2012, o milho teve regreção de sua área ocupada em 2009 e 2010 em relação ao ano de 2008, mas em 2011 devido a fatores climáticos e de mercado ocorreu uma recuperação da área ocupada com esta cultura, (Tabela 07).

Tabela 07 - Milho e Soja - Área e Produção na Região de Londrina-PR - 2008 a 2012

	ÁREA (ha)					PRODUÇÃO (t)				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Milho	151.051	148.822	149.572	165.402	241.805	740.601	490.851	745.534	708.366	1.338.382
Soja	234.837	236.658	253.039	252.553	252.576	665.948	557.883	772.660	852.878	678.473

Fonte: SEAB (2013e)

No caso da cultura de soja, as áreas cultivadas têm se mostrado estáveis ao longo dos últimos quatro anos, porém com queda de produção em 2009 devido a uma frustração de safra por motivos climáticos.

Segundo a SEAB, no norte do Paraná, a época de plantio de soja se estende de 15 de novembro a 30 de dezembro, com início de colheita a partir da segunda semana de fevereiro e geralmente se estendendo até o final de março. A cultura do milho inicia seu plantio em setembro até o início de novembro, a colheita é efetuada no período de janeiro a abril. A cana-de-açúcar é plantada de janeiro a março, enquanto a colheita se estende de março a dezembro.

Em observação às informações de períodos de plantio usuais nas na região, estabeleceu-se que a pesquisa a campo deveria ser efetuada entre a segunda quinzena de novembro até meados do mês de dezembro. Como havia a possibilidade de se encontrar áreas ainda não plantadas, ou com culturas em fase de pré germinação, se estabeleceu que em uma eventual impossibilidade de interpretação pelo inspetor da cultura, seria considerado que a área receberia a cultura de soja, pois esta, além de ocupar uma área muito maior do que a de milho, ainda têm seu ápice de plantio mais tardio do que a do milho, portanto, as lavouras de milho já deveriam estar plantadas quando da visita do investigador. A cana-de-açúcar, que possui uma relativa fidelidade de área devido a contratos de arrendamento entre o proprietário e

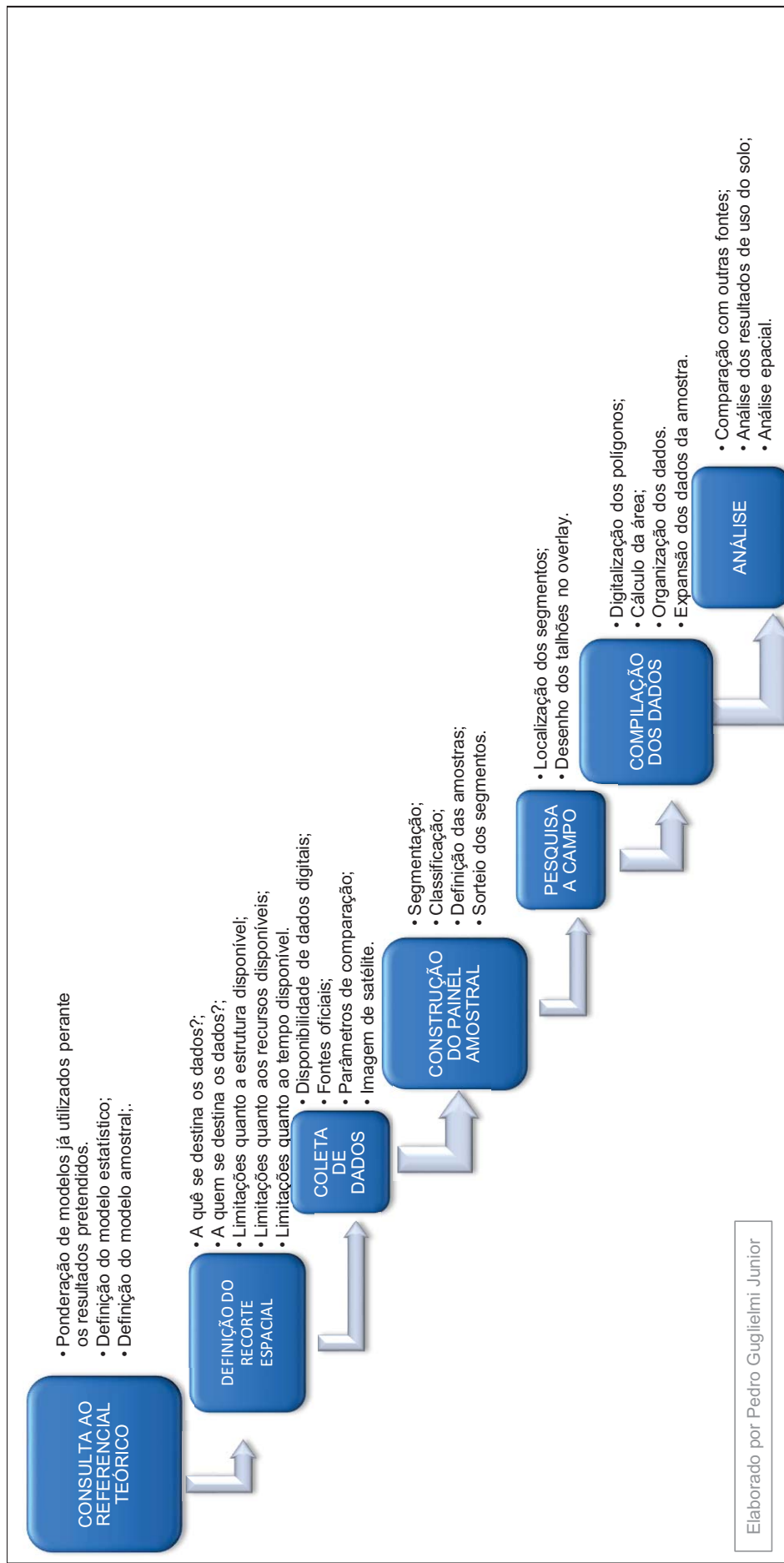
a usina, e por possuir restos culturais facilmente reconhecidos no campo, mesmo que as lavouras apresentem área em preparo para plantio, os talhões têm sua determinação mais facilmente definida pelo inspetor, seja pela presença de restos culturais ou pelo característico aramento do solo em preparo para receber as manivas (mudas).

3.2 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS

Neste item serão apresentados os materiais e os procedimentos metodológicos adotados na realização desta pesquisa.

Para um melhor entendimento, é apresentado na Figura 13 as etapas e os principais procedimentos na sequência de sua realização.

Figura 13 - Etapas dos procedimentos adotados no trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor

Durante a consulta ao referencial teórico, buscou-se dentre os modelos semelhantes já empregados por outros autores, o que mais atendesse aos objetivos almejados. Definido o modelo, foi definido o recorte espacial de trabalho em concordância com os recortes espaciais já adotados por órgãos oficiais de maneira a gerar dados para comparação com outros já disponíveis.

Iniciado a coleta de dados, buscou-se preferencialmente dados em formato digital que fossem facilmente trabalhados pelos softwares disponíveis. Utilizando estes softwares, a construção do painel amostral⁹ primou pela melhor precisão espacial possível, assim como a adoção de uma base estatística confiável.

Posteriormente, a pesquisa a campo foi planejada objetivando diminuir o tempo de realização e de custos. Com a etapa de coleta de dados a campo concluída, deu-se início à compilação dos dados, onde foi realizado a transformação dos dados matriciais (desenho dos talhões) em digitais, através da poligonização digital dos talhões e construção do banco de dados, de forma a apresentar os dados de forma a serem utilizados para a expansão a toda a região possibilitando a obtenção da estimativa do uso do solo em todo o recorte espacial pesquisado. Como etapa final, utilizando os dados da pesquisa, foi possível comparar aspectos físicos presentes no recorte espacial com a estimativa de uso do solo e tecer conclusões para entender a análise espacial da região.

⁹ Representação espacial de amostras estatisticamente definidas e georreferenciada

Os materiais utilizados nesta pesquisa para alcançar os objetivos propostos foram:

- Imagem Landsat 8 cujas características estão descritas na Tabela 08, obtida pelos sensores na data de 21 de agosto de 2013 e disponibilizada em formato geotiff de forma gratuita pelo *U.S. Department of the Interior*, através do *U.S Geological Survey* (USGS, 2013) dos EUA.

Tabela 08 - Informações da imagem Landsat-8 utilizada

Identificação da imagem	LC82220762013233LGN00
Órbita	222
Ponto	076
Latitude central (WGS84)	23°06'46.40"S
Longitude central (WGS84)	51°08'51.83"W
Identificação do sensor	OLI = Operational Land Imager TIRS = Thermal Infrared OLI_TIRS = Operational Land Imager (OLI)/Thermal Infrared Sensor (TIRS)
Data da imagem	21/08/2013
Projeção	UTM = Universal Transversa de Mercator WGS84

Fonte: USGS (2013)

- os seguintes softwares: SPRING, ARCGIS, ACCESS, e COREW DRAW, para tratamento da imagem, armazenamento dos dados, aplicação de métodos estatísticos e criação dos overlays¹⁰;

- o mapa de cana-de-açúcar disponibilizado pelo INPE (2013) como material de apoio;

Para a auxiliar na elaboração dos *overlays dos segmentos*, foram adquiridas imagens gratuitas com melhor resolução espacial através do aplicativo

¹⁰ *Overlay* – camada transparente colocada sobre a imagem a fim de propiciar o desenho sobre a imagem sem agir diretamente sobre ela com a finalidade de definir os campos de uso do solo.

Google Earth. Estas imagens, por serem provenientes de vários satélites e em datas diferenciadas, apresentaram resolução espacial que variou entre 0,60 x 0,60 metros a 4 x 4 metros/pixel. Nestas imagens, foram plotados os pontos dos vértices e os limites dos segmentos e posteriormente elas foram sobrepostas por plástico de retroprojeter, com características de rigidez e transparência necessária à utilização como *overlay*, onde foram desenhados os talhões.

As imagens do Google Earth contendo o desenho com os limites dos segmentos em conjunto com os *overlays* foram entregues aos técnicos para realização do trabalho de campo objetivando mapear o uso do solo. Também foi fornecido uma ficha de registro do uso do solo, onde o investigador definia um número para o campo e registrava o seu uso. Para a localização dos segmentos em campo foi utilizado um receptor GPS marca Garmin Oregon 550 e um Garmin 62 CSX.

Como procedimento estatístico, utilizou-se o estimador por expansão direta com segmentos fechados conforme recomendado por Adami, 2003; Cochran, 1977; Krug e Yanasse, 1986; Mueller et al., 1988; Gonzáles-Alonso *et al.*, 1991; Gallego, 1995; FAO, 1996 e Gonzáles-Alonso *et al.*, 1997.

3.2.1 Criação de Banco de Dados Geográfico

O banco de dados foi alimentado com a imagem de satélite Landsat-8, com as divisas municipais obtidas junto ao IBGE (2007), com o mapeamento de cana obtido junto ao projeto CANASAT do INPE, principais estradas existentes (BRASIL, 2013), bacia hidrográfica, represas e lagos (BRASIL, 2013), principais estradas rurais e área urbana (Elaborado pelo Autor).

Utilizando o *software* Spring foi realizado o tratamento, segmentação e classificação das imagens; recorte de área de estudo, expurgo de áreas sem interesse para a pesquisa, classificação, determinação dos estratos amostrais e adequação dos estratos ao tamanho dos segmentos. Buscando utilizar um *software* que possui uma *interface* mais simples na manipulação de vetores foi adotado o

software Arcgis/Arcmap¹¹, onde também foi necessário a criação de um projeto, ao qual foi agregado as informações de estradas rurais e as imagens obtidas através do aplicativo Google Earth. Neste *software*, também foi realizado a criação da grade amostral subdividida em estratos, através da qual foi possível realizar o sorteio aleatório dos segmentos amostrais e a criação de uma camada temática com os segmentos sorteados, como forma de facilitar a sua localização e posterior poligonização dos campos através da informação registrada no campo.

Na sequência, por meio do *software* ArcGis foi realizado o mapeamento da mancha urbana por interpretação visual na imagem Landsat-8, gerando assim um plano de informação (PI) específico com a finalidade de excluir da classificação estas áreas, visando diminuir a área pesquisada e consequentemente o número de amostras necessárias a sua avaliação do uso do solo.

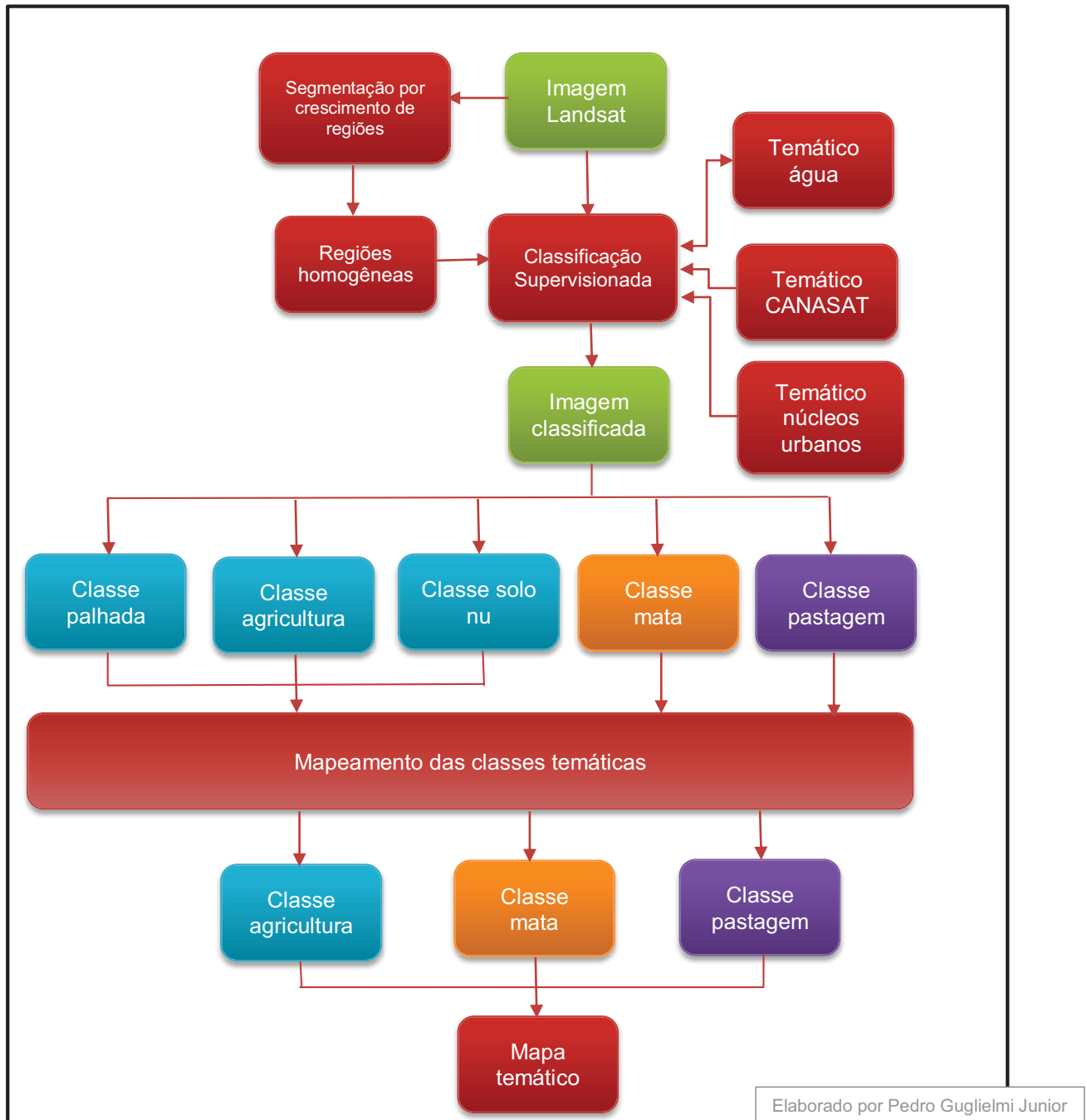
3.2.2 Classificação e Mapeamento Temático

Para obter um conhecimento prévio da área de estudo e para referenciar espacialmente os estratos e consequentemente adequar o número de amostras, foi necessário realizar a classificação da área de estudo. Para isso, definiu-se as seguintes classes de mapeamento: área agrícola, corpos d'água, mata, pastagem e área urbana. Esta classificação foi precedida de uma segmentação com a finalidade de criar regiões homogêneas de uso do solo, onde foi necessário a definição dos parâmetros de 8 tons de cinza e 100 *pixels* de área. No processo foram utilizadas as bandas 4, 5 e 6 da imagem Landsat-8, onde, conforme treinamento realizado, estas mostraram-se adequadas ao mapeamento do uso do solo agrícola, levando-se em consideração os aspectos dos sensores utilizados para a sua obtenção, conforme consta na Tabela 08 (p. 63).

¹¹ O *software* ArcGis/ArcMap é de propriedade da empresa ESRI, e destina-se a manipulação e geração de dados em ambiente SIG (Sistemas de Informações Geográficas). Este *software* busca otimizar a criação e utilização de mapas; compilação de dados geográficos; análise de informações mapeadas; compartilhar e gerar informações geográficas; e realizar a gestão das informações geográficas em um banco de dados.

Para um melhor entendimento, é apresentado um fluxograma (Figura 14), no qual é apresentado as etapas do trabalho para a obtenção do mapa temático necessário à construção do painel amostral.

Figura 14 - Fluxograma dos trabalhos realizados para a obtenção do mapa temático



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a primeira classificação do uso do solo, optou-se pelo classificador supervisionado Bhattacharya presente no *software* Spring, onde foi utilizado um limiar de aceitação de 95%. No treinamento, foram coletadas diversas amostras para as classes temáticas estabelecidas: palha, solo, pasto, agricultura e mata. Esse classificador foi adotado em detrimento de um classificador não-supervisionado devido a possibilidade de uma interpretação confiável do uso do solo

através das imagens obtidas no *software* Google Earth, onde frequentemente se realizava uma conferência do uso do solo quando havia dúvida. Essas imagens, mesmo sendo de data mais antiga, possibilitaram uma obtenção de amostras confiáveis em áreas em que se tinha informações de campo e são tradicionais com relação ao uso do solo (exemplo: pastagem, agricultura e mata nativa). Com a possibilidade de utilização de amostras confiáveis, a classificação supervisionada se mostra de melhor acerto do que a não-supervisionada. Após a classificação foi realizada a etapa de estratificação.

3.2.3 Estratificação da Área de Estudo

No processo de estratificação, foram criados seguidos PI's (Planos de Informação) numéricos onde cada classe de interesse assume o valor igual a cem (100) e as demais o valor igual a zero (0). Esses PI's foram transformados PI em formato raster, e no caso do PI de corpos d'água, foi feita a fusão deste com o PI de áreas urbanas traçado previamente, que foi denominado como PI de "uso não agrícola" (MUELLER *et al.*, 1988; FAO, 1998), pois, nestas áreas haviam informações que não se prestavam ao trabalho. Este mesmo procedimento gerou também quatro outros PI's, correspondendo: agricultura, mata, não agrícola e pastagem.

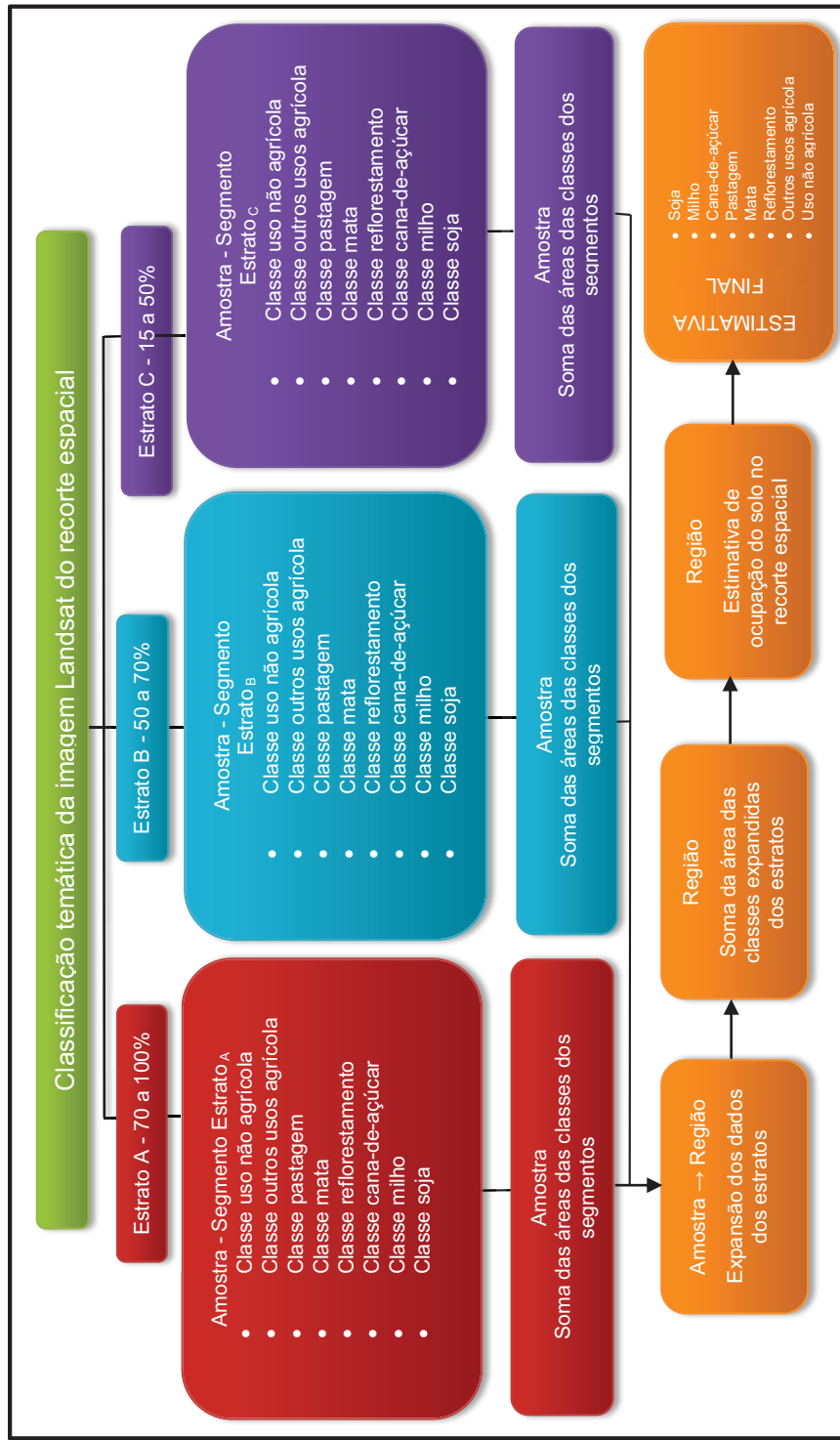
Posteriormente, sobre os PI's, foi aplicado o segmentador por crescimento de região com limiar de similaridade igual a 1nc, sendo que a área mínima foi definida em 44.000 *pixels*, onde a imagem Landsat 8 apresenta uma resolução espacial de 30 x 30 metros/pixel. Essa segmentação é realizada sem a intervenção direta do pesquisador, que contribui fornecendo somente os parâmetros para o processamento.

Conforme Adami (2003) e recomendado por Hansen *et al.* (1953); Cochran (1977); Krug e Yanasse (1986); Mueller *et al.* (1988); Gallego (1995); FAO (1996), realizou-se divisão das áreas em estratos homogêneos de uso do solo para a agricultura, onde as classes temáticas solo, palha e agricultura foram agregadas em uma classe denominada uso agrícola. Também foi convertido na classe de uso "agrícola" as áreas de cana-de-açúcar constantes no mapeamento feito por Rudorff,

Aguiar e Silva (2010) de forma a melhorar a classificação temática não-supervisionada do uso e ocupação do solo.

No fluxograma da Figura 15, é possível observar como foi realizado o trabalho de estratificação da área de estudo.

Figura 15 - Fluxograma da amostragem e expansão dos dados do painel amostral



Fonte: Elaborado pelo Autor

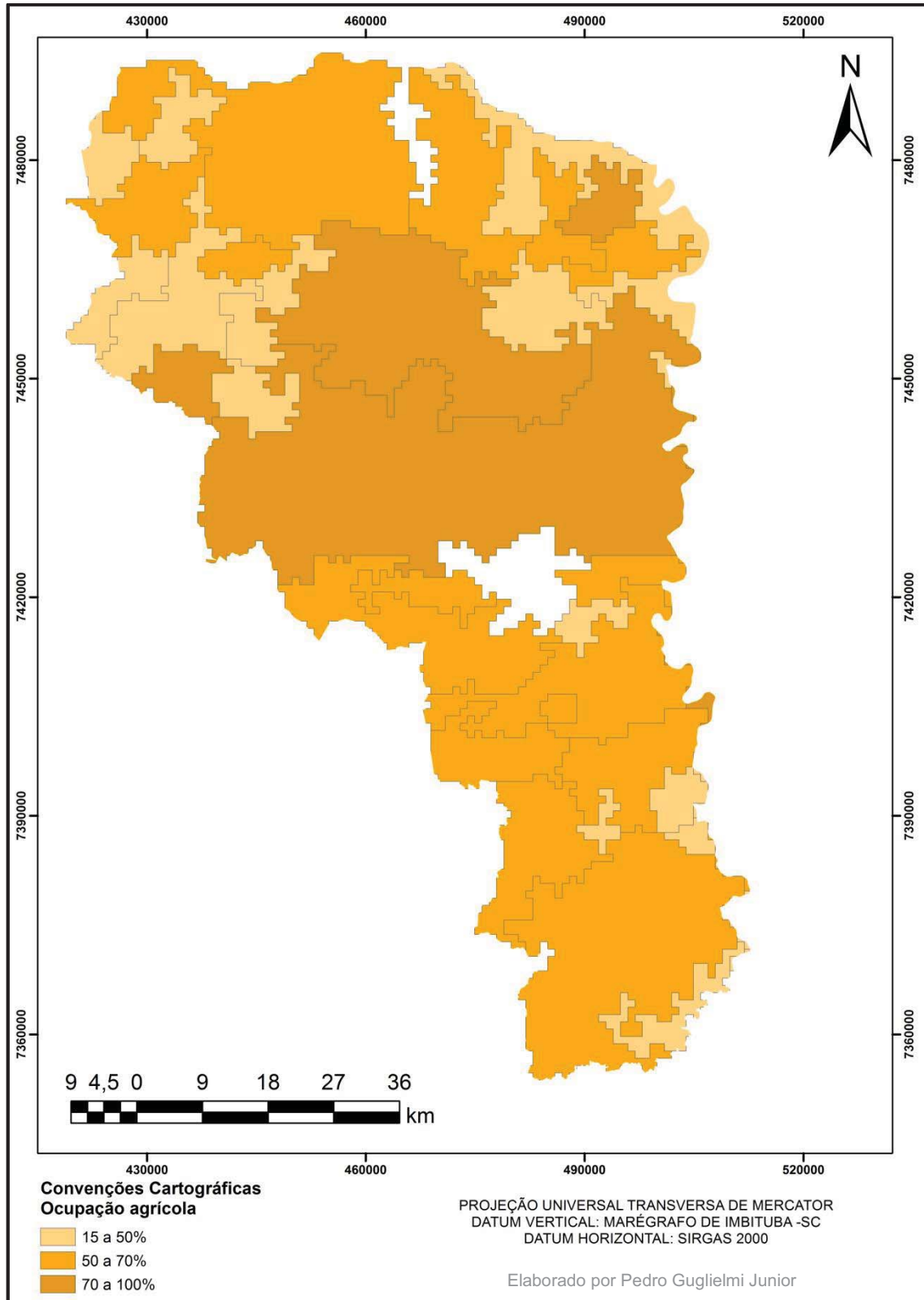
Devido a presença de erros de segmentação e fragmentos isolados, realizou-se a edição matricial do plano temático através da edição manual sobre a imagem Landsat-8, conforme indicado por Adami (2003) e Shimabukuro *et al.* (1997).

Utilizando o PI resultante da segmentação, realizou-se a fusão de estratos com a mesma representação que se encontravam adjacentes, de forma a facilitar a adequação à grade amostral. Posteriormente, foi realizado o cálculo de porcentagem de uso agrícola em cada estrato através de um programa desenvolvido em LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) no Spring, em que o operador percorre toda a área coberta pelo polígono cadastral e calcula a média, para gerar um mapa com os PIs dos estratos, conforme observa-se na Figura 16.

O programa em LEGAL é uma forma de operação sobre dados geográficos, onde são possíveis os seguintes tipos de operações: transformação, booleanas, matemáticas de classificação contínua e operadores zonais (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001). Ele é estruturado em três partes: declarações, instanciações e operações. Nas operações, o programa pode realizar transformações, e as operações de transformação são usadas para realizar mapeamentos entre diferentes tipos de campos geográficos:

- Pondere: transforma uma instância do campo Temático em um Numérico;
- Fatie: transforma uma instância do campo Numérico ou Imagem em um Temático;
- Reclassifique: transforma uma instância do campo Temático em outra com diferentes classes.

Figura 16 – Resultado e disposição dos estratos amostrais



Fonte: Dados obtidos através de classificação de imagem Landsat 8. Elaborado pelo autor.

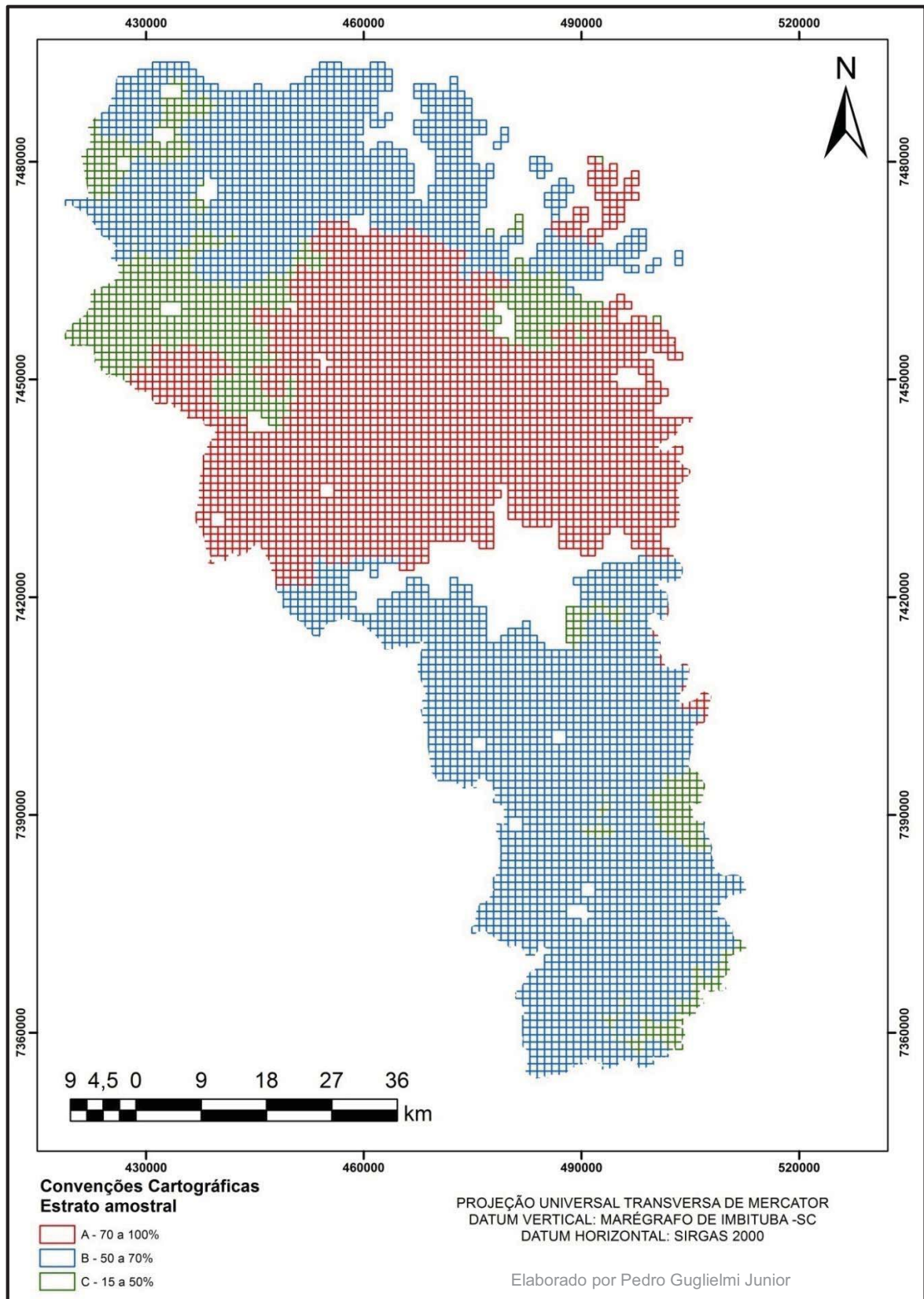
A área de estudo foi estratificada conforme a ocupação agrícola, segundo critérios que diferiram pouco dos utilizados na PREVS. A alteração dos critérios obedeceu a média de ocupação aferida pelos estratos antes da expansão por região. Sendo:

- Estrato A - de 70 a 100% de ocupação;
- Estrato B - de 50 a 70% de ocupação;
- Estrato C - de 15 a 50 % de ocupação
- Estrato D - de 0 a 15% de ocupação.

O Estrato C, com limiar de ocupação com agricultura entre 0 a 15% não teve ocorrência expressiva na região de Londrina, e a estratificação automática por crescimento de região não concedeu uma área a ser pesquisada.

No prosseguimento, foi exportado o PI em formato matricial ao banco de dados do *software* ArcGis, para a construção de uma grade amostral com segmentos quadrados com 1,0 km por 1,0 km de perímetro. Para adequar os limites dos segmentos da grade amostral ao formato dos estratos, fez-se o deslocamento de registro do vetor grade à matriz estrato. A informação de núcleos urbanos e corpos d'água foi novamente utilizada para recortar a grade amostral de maneira a diminuir o número de segmentos. Ao se eliminar estas áreas do sorteio amostral, diminuiu-se assim o número de segmentos amostrais necessários pois a área pesquisada ficou menor (Figura 17).

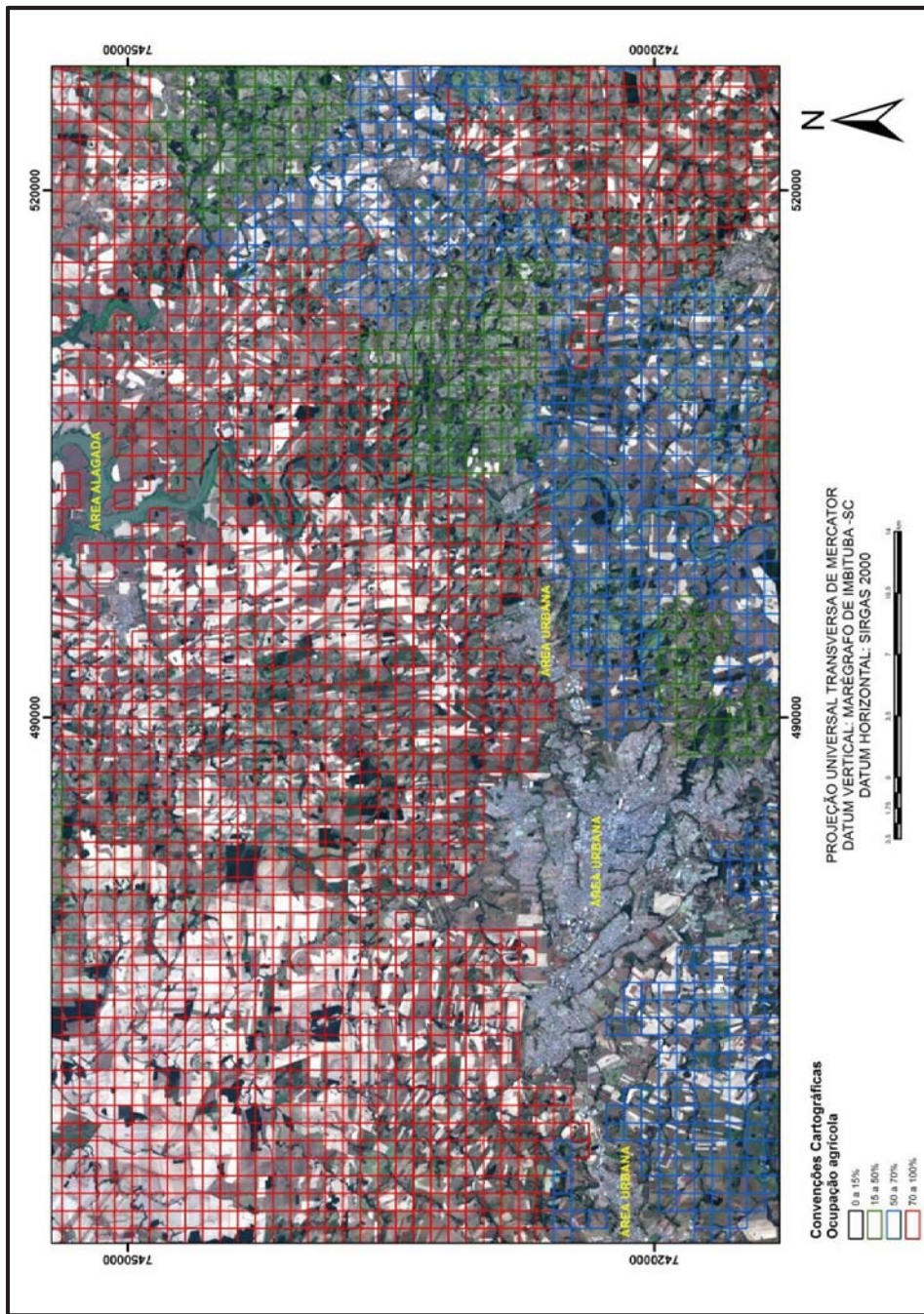
Figura 17 – Resultado da geração da grade amostral



Fonte: Estratos obtidos através classificação de imagem Landsat 8. Elaborado pelo autor.

O recorte das grades amostrais gerou segmentos parciais, e as áreas não correspondiam mais a 100 hectares (1,0 km x 1,0 km), esses segmentos gerariam aumento de custo ao serem incluídos no sorteio das amostras pois haveria a necessidade de se pesquisar mais de um segmento para obter os 100 ha de área investigada de um segmento inteiro, aumentando o custo da pesquisa. Deve-se salientar que os elementos amostrais foram definidos estatisticamente como sendo a população dos segmentos de 100 ha, e que no caso de optar por pesquisar áreas menores que 100 ha, a metodologia estatística teria de ser ajustada. Outro fator que traz um aumento de custo na pesquisa é a possibilidade de ser sorteado segmentos localizados nas margens de áreas urbanas onde, além dos motivos descritos, existe uma grande possibilidade desses segmentos serem pouco ocupados com agricultura, o mesmo acontecendo com as áreas próximas a áreas alagadas. Por estas razões, estes segmentos incompletos foram excluídos da grade amostral (Figura 18).

Figura 18 - Resultado da grade amostral com segmentos inteiros



Fonte: Imagem e estratos obtidos através de imagem Landsat 8. Elaborado pelo autor.

Visando fazer o sorteio amostral separadamente entre os estratos, estes foram separados em planos vetoriais distintos em cada área, criando uma identidade para cada segmento em cada estrato no banco de dados, possibilitando sua identificação espacial singular.

Após a criação da grade amostral estratificada, o próximo passo foi realizar a amostragem dos segmentos para cada estrato dentro da região de Londrina.

Para determinar o tamanho da amostra de área para cada estrato, foi utilizado a equação (ADAMI, 2003):

$$n = \frac{(z_{\alpha/2})^2 pq}{E^2}$$

(Equação 7)

sendo:

n = o número total de elementos a ser amostrado;

z = representa a distribuição normal padronizada;

$\alpha/2$ = o nível de significância;

p = o percentual de uso do solo utilizado para a agricultura;

q = o percentual da área utilizado para outros fins ($1 - q$);

E = o erro esperado para a estimativa.

Para determinar o tamanho das subamostras, em cada estrato, empregou-se a equação (ADAMI, 2003):

$$n_h = \frac{N_h S_h I}{\sum L(N_h S_h I)} n$$

(Equação 8)

sendo:

n_h = o número de elementos a ser amostrado, no estrato;

N_{hi} = o número total de elementos no estrato;

N_h = o número de elementos do estrato após a ponderação pela área agrícola;

L = o número de estratos

n = o número total de elementos a ser amostrado

O número de segmentos estipulados pela fórmula a serem amostrados nos diferentes estratos e o percentual do uso do solo com agricultura destes, pode ser observado na Tabela 09:

Tabela 09 - Definição de n_h por estrato e percentual do uso do solo para agricultura na região de Londrina.

Estimativa de ocupação com agricultura	Nº de segmentos do estrato (N_{hi})	Amostras (N_h)
15 a 50%	948	21
50 a 70%	3.052	40
70 a 100%	2.248	30
SOMA	6.248	91

Fonte: Elaborado pelo autor.

O desvio padrão do estrato foi calculado com base no percentual médio de uso do solo para agricultura, através da Equação 9 (ADAMI, 2003):

$$S_h = \sqrt{\frac{P_h q_h}{N_h}}$$

(Equação 9)

sendo que:

p_h = o percentual da área do estrato utilizado para agricultura;

q_h = o percentual da área do estrato utilizado para outros fins ($1-p_h$);

N_h = o número total de elementos do estrato

Ao se aplicar a Equação 07 e 08, foi definido o número de segmentos amostrados para a região de Londrina conforme contido na Tabela 10.

Tabela 10 - Disposição segundo estrato do número total de segmentos sorteados e percentual da área ocupada para a região de Londrina-PR

Estrato	Número total de segmentos (a)	Número de segmentos sorteados (b)	Percentual (%) da área sorteado (b/a)
D - 0 a 15%	0	0	0
C - 15 a 50%	948	21	2,22
B - 50 a 70%	3.052	40	1,31
A - 70 a 100%	2.248	30	1,33
Soma	6.248	91	1,46

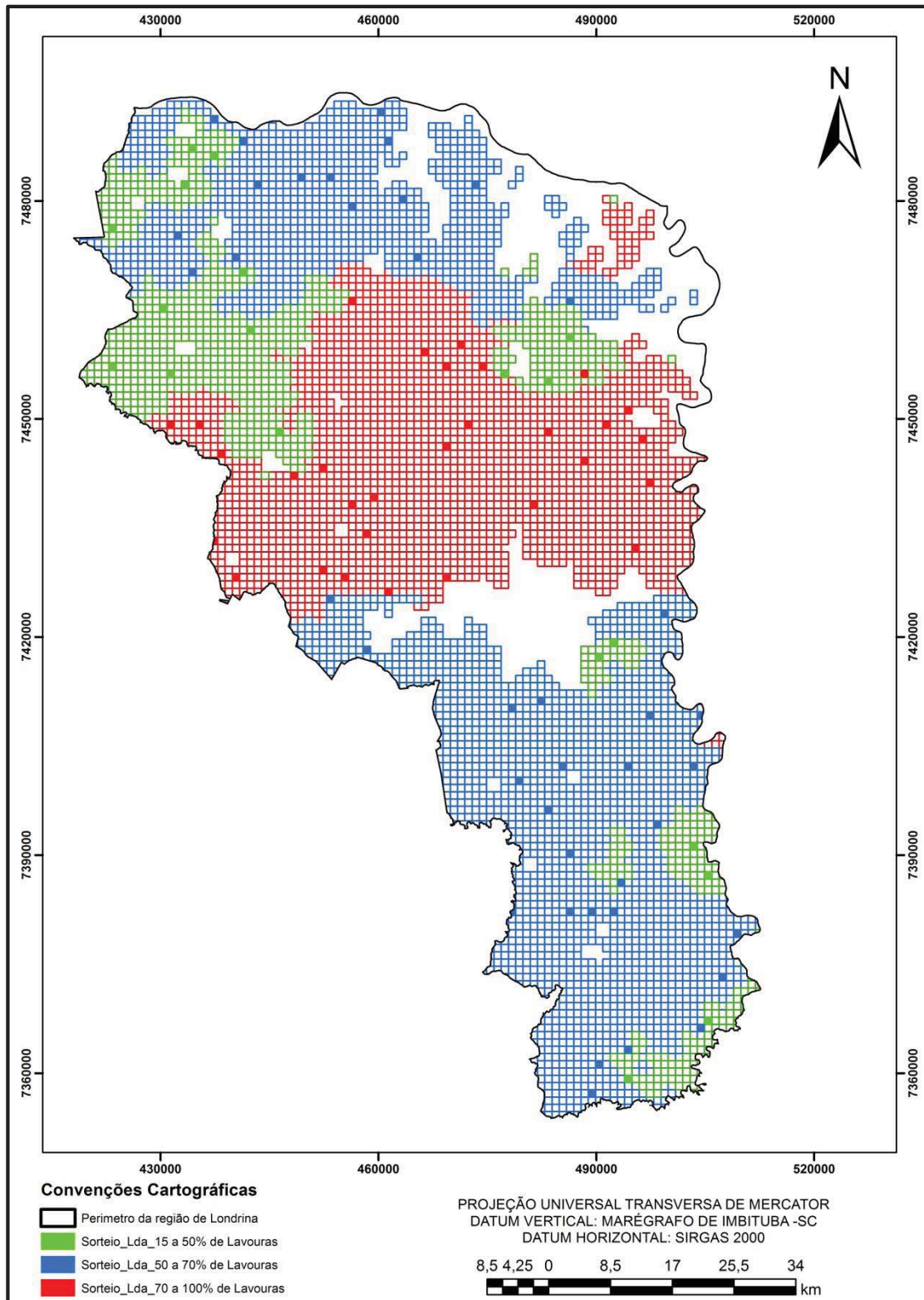
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Região de Londrina, foram sorteados 91 segmentos, que correspondem a um total de 1,46% do total da área dos 6.248 segmentos constantes nos 4 estratos. Não houve a necessidade de um estrato de ocupação na classe de 0 a 15%, portanto, não ocorreu locação de amostras neste estrato.

A partir da Figura 19, pode-se observar como foram alocadas as amostras segundo seu estrato e região. No método adotado, foi estipulado que os segmentos amostrais não poderiam estar a menos de 3.000 metros um do outro. O motivo para a estipular esta regra foi a de gerar um sorteio que melhor representasse espacialmente a população, sem que houvesse concentrações de segmentos amostrados em determinada localidade em detrimento de outras sem representação alguma (GALLEGO, 1995), como foi demonstrado através da Figura 06 (p.42). Com isso, as amostras foram locadas de forma mais bem espaçada nas áreas dos estratos

quando comparado a locação das amostras por Adami (2003), melhorando a representatividade espacial e evitando áreas sem representação.

Figura 19 - Painel amostral com os segmentos sorteados na região de Londrina-PR

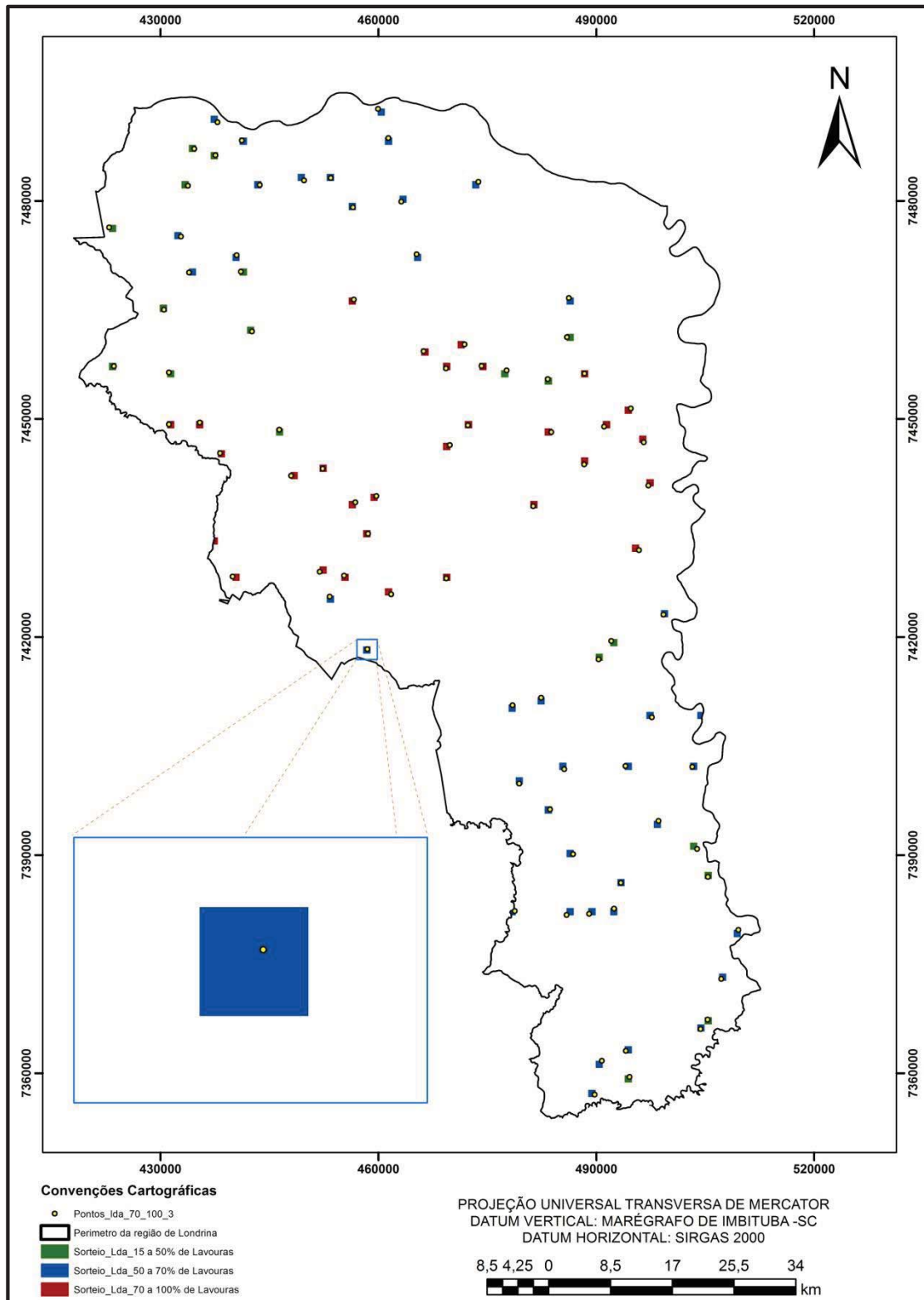


Fonte: Dados obtidos através de classificação de imagem Landsat. Elaborado pelo autor.

No campo “id” do banco de dados dos estratos no *software* Arcgis, é disponibilizado automaticamente uma sequência numeral de 0 a n, conforme o número de segmentos no estrato, sendo assim, cada segmento apresenta um número de identificação automaticamente gerado pelo *software*. O método empregado consistiu na utilização da ferramenta de geração de pontos aleatórios no *software* ArcGis, para gerar os pontos dentro dos estratos correspondentes. Nesse momento, foi estipulada a regra de que os pontos não poderiam estar em um raio de proximidade menor do que 3.000 metros de outro ponto sorteado. Cogitou-se em aumentar a distância, mas havia a possibilidade de que nos estratos menores as amostras ficassem muito concentradas nas bordas, prevalecendo por este motivo a regra com distância mínima de 3.000 metros.

A etapa seguinte foi a criação de um PI em formato *shapefile* com os segmentos que continham, dentro de seus limites, os pontos sorteados conforme se observa na Figura 20.

Figura 20 - Seleção dos segmentos através dos pontos sorteados na região de Londrina-PR



Fonte: Obtido através de classificação de imagem Landsat 8. Elaborado pelo autor.

3.2.4 Coleta dos Dados em Campo

Na tarefa de observar no campo o uso do solo na área demarcada do segmento, é necessário aos investigadores um material de apoio para a navegação até o segmento e sua identificação. Isso foi possível através do uso de receptores GPS e das características físicas dos campos, propiciando a identificação dos limites do segmento.

Visando facilitar essa tarefa, foram coletadas imagens disponibilizadas gratuitamente *pelo software Google Earth*. A utilização dessas imagens foi preferida em detrimento da imagem Landsat-8 utilizada até então, devido a sua melhor resolução espacial. A imagem Landsat-8 apresenta uma resolução espacial de 30 x 30 metros/pixel quando não interpoladas¹², enquanto que as imagens disponibilizadas pelo Google Earth apresentam uma resolução espacial geralmente melhor que 5,0 x 5,0 metros, o que ajuda na interpretação de aspectos naturais, divisas de talhões, relevo e estradas na paisagem.

As imagens do Google Earth apresentam como desvantagem a maior temporalidade de sua captura, enquanto a imagem Landsat-8 foi captada no final de agosto de 2013, as imagens do Google Earth apresentam data de 2 a 4 anos passados. O maior problema desta diferença temporal, é que ela pode ocultar mudanças dos traçados dos talhões, surpreendendo o investigador no campo. Mesmo com esse problema, foi definido que seria utilizado as imagens do Google Earth, e que eventuais mudanças de traçados dos talhões poderiam ser registrados através de pontos coletados no campo com os receptores GPS.

Como os receptores GPS de navegação apresentam erro de acurácia de até 15 metros, foi interpretado que este erro ainda seria menor do que o erro de observação na imagem Landsat, por ela apresentar uma resolução espacial de 30 metros, isto é, o receptor pode apresentar um erro menor do que a metade do erro de

¹² Criação de novos pixels a partir dos pixels já existentes, geralmente utilizando uma outra imagem com melhor resolução para promover um ganho de resolução em outra que coletou uma informação de interesse, mas que conta com uma resolução menor.

um pixel na imagem Landsat-8, representando no final um ganho de precisão quando comparado a utilização de imagens com esta resolução.

Com a necessidade de delimitação dos segmentos nas imagens do Google Earth, foi então gerado, a partir do *shapefile* com a grade amostral, um arquivo em formato “kml” compatível com o *software* Google Earth, e assim podendo ser realizado a importação a este software. Cada um dos segmentos foi identificado nas imagens e posteriormente exportadas estas imagens para o banco de dados do ArcGis onde foi feito o georreferenciamento, utilizando as coordenadas dos vértices que foram impressas no arquivo raster da imagem, no momento da exportação pelo Google Earth.

De posse das imagens no banco de dados, foi possível a criação de mapas que continham os limites dos segmentos, através das coordenadas dos vértices, e de linhas ligando os pontos (formando o perímetro). Nos mapas, foram disponibilizadas ao inspetor de campo a escala, a identificação da imagem, o ano de sua captura e a posição junto a articulação no painel amostral como se pode observar na Figura 21:

Eventuais imagens que continham cobertura de nuvens foram substituídas por outras de captura em data anterior, mantendo-se assim a disponibilidade, mesmo com uma maior perda no fator atualização.

O próximo passo foi a impressão dos segmentos e cada uma das imagens recebeu um filme plástico do tipo que se usava para apresentações em retroprojetor servindo também como *overlay* para o desenho dos talhões de uso do solo. Cada imagem foi adequada a escala de 1:10.000, esta escala foi preferida para possibilitar uma melhor visualização pelo inspetor durante o traçar dos segmentos.

A escala de impressão dos segmentos foi considerada menos relevante para a localização do segmento devido a uma melhora da tecnologia presente nos receptores GPS que além de apresentar os pontos com as coordenadas, foi possível a locação dos limites dos segmentos em forma de polígono e da imagem georreferenciada. Assim, além de contar com a navegação do receptor GPS mostrando a distância e a direção até o ponto selecionado, através da observação na tela, é possível visualizar o momento em que se adentra aos limites do segmento, e até o "caminhar" pela imagem na tela durante a inspeção do uso do solo.

Para facilitar o registro dos principais elementos dentro do segmento, foi impresso também uma planilha em que foi anotado o número do talhão e seu uso/ocupação (APÊNDICE A). Dessa maneira, pequenos talhões podem ser registrados sem a preocupação com espaço para isso no polígono traçado no *overlay*.

A cada equipe de inspetores também foi entregue um mapa de articulação mais completo, onde consta a localização dos segmentos, suas identificações, os limites municipais, seus núcleos urbanos, principais rodovias de acesso e no caso de estradas rurais mapeadas, estas também poderão ser observadas.

Uma vez identificado o segmento, o inspetor desenha os limites dos segmentos diretamente sobre o plástico condicionador da imagem com o uso de um pincel atômico adequado a escrita em plástico; posteriormente é feito a enumeração do talhão e seu uso/ocupação no formulário que acompanha a imagem. No caso de ocorrer divergência entre os limites dos talhões observados na imagem e o constante no campo, o inspetor faz o registro dos limites dos segmentos com a marcação de pontos (coordenadas) e conseqüente registro disso no formulário do segmento.

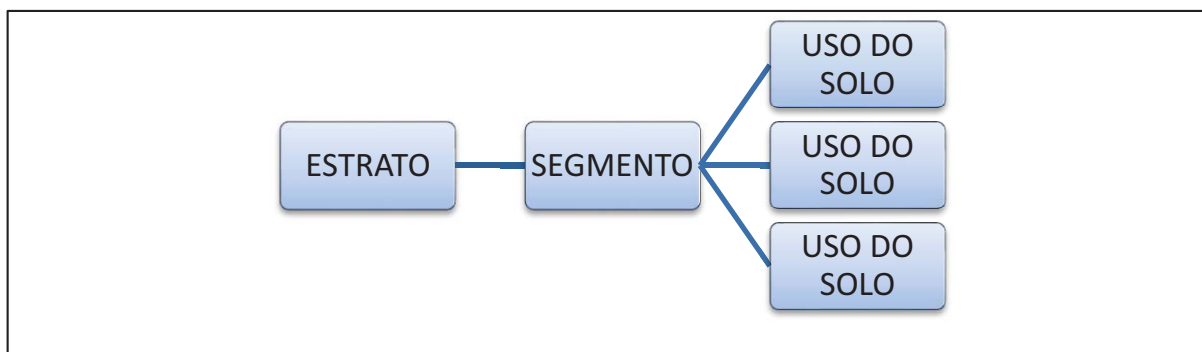
3.2.5 Inserção, Extração e Expansão dos Dados

De posse do desenho dos polígonos (campos) no *overlay*, é identificado na imagem Google Earth inserida no banco de dados do software ArcGis/ArcMap, se a forma e tamanho do talhão corresponde a forma e tamanho apresentado na imagem, se for correspondente, é então desenhado digitalmente o polígono no estrato/classe correspondente no mesmo *software*, seguindo a ordem de registro: ESTRATO > CLASSE DE USO DO SOLO. Se há divergência, e esta não possa ser sanada pelos registros na ficha, é necessário o retorno a campo para uma nova investigação.

Depois de alimentado o banco de dados, as informações estarão disponibilizadas em blocos. Estes polígonos serão então dissolvidos de forma a apresentarem a informação global das classes.

Para que sejam conhecidos os coeficientes de uso do solo por segmento, é necessário que seja dividido o banco de dados de maneira a fornecer os dados por segmento, para tanto, é realizado o recorte vetorial das informações pela grade amostral, decompondo assim as classes pela unidade espacial do segmento individualizado. Desta forma, cada segmento apresentará seus talhões organizados em estratos e também por uso do solo (Figura 22).

Figura 22 - Representação da alimentação do banco de dados



Fonte: Elaborado pelo autor.

Isto é necessário para que seja extraído os dados por segmento, e assim seja possível o seu aproveitamento durante aplicação da estatística, calculando

médias e variâncias de ocupação de um determinado elemento.

3.2.6 Caracterização das Variáveis Usadas na Pesquisa

As principais variáveis alvo da pesquisa foram as áreas ocupadas com milho, soja, cana-de-açúcar e pastagem. Mas devido às características do uso do solo no recorte estudado, foi necessário o registro de algumas variáveis que poderiam ser relevantes em futuros estudos de uso de solo, assim como apresentar dados para a atualização do coeficiente de ocupação com agricultura e pecuária. As variáveis pesquisadas foram:

- a) Milho – área da amostra em hectares que estava ocupada com esta cultura ou que tinha a sua decisão de plantio já confirmada por um informante;
- b) Soja - área da amostra em hectares que estava ocupada com esta cultura ou que tinha a sua decisão de plantio já confirmada por um informante;
- c) Cana-de-açúcar - área da amostra em hectares que estava ocupada com esta cultura, que tinha a sua decisão de plantio já confirmada por um informante, ou que apresentava colheita recente onde se deduzia sua intensão de replantio;
- d) Pastagem – área em hectare ocupada com pastagem natural ou plantada, ou área que estava em evidente reforma e receberia novo plantio;
- e) Mata – área em hectare ocupada com cobertura vegetal natural, em estágio de recuperação ou sendo implantadas;
- f) Reflorestamento – área em hectare que apresenta plantio de árvores destinado a silvicultura;
- g) Outros usos agrícolas – área em hectare com uso agrícola, mas que não se encontra com nenhuma das culturas anteriormente descritas;

- h) Não agropecuário – área em hectare que apresenta uso do solo diferente das variáveis descritas anteriormente, ou que não apresenta qualquer definição de uso no momento.

4 ESTIMATIVA DE USO DO SOLO RURAL NA REGIÃO DE LONDRINA – NOV/DEZ - 2013

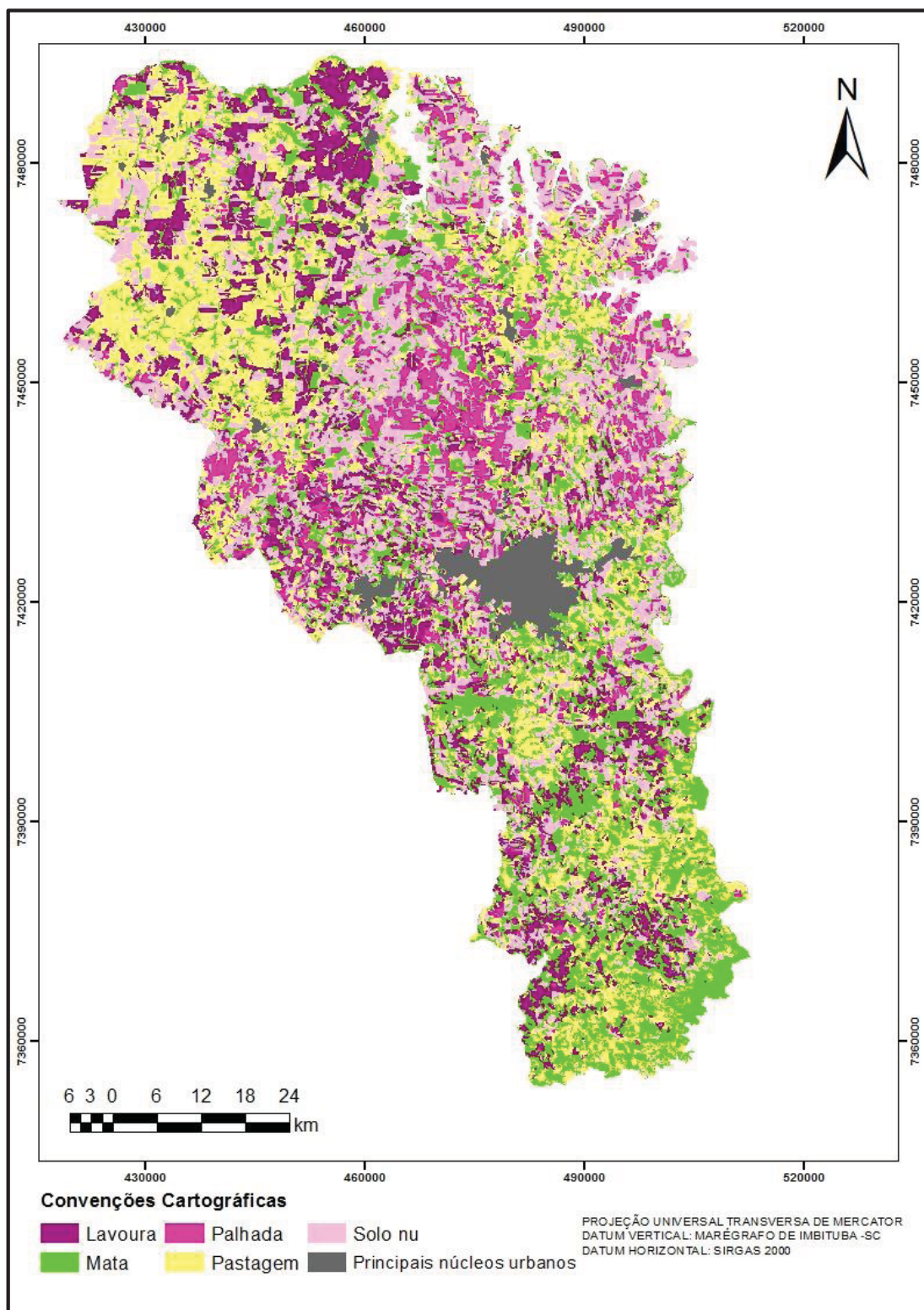
Como premissa a realização desta pesquisa, utilizando uma metodologia ligeiramente diferente da proposta neste trabalho, foi realizado no ano de 2011 um teste de aplicação no município de Sertanópolis-PR (GUGLIELMI JUNIOR, 2011), com objetivo estimar a área plantada com as principais culturas de inverno naquele município.

Este ensaio atendeu o objetivo de testar a viabilidade metodológica do uso do sensoriamento remoto em conjunto com a amostragem de área na estimativa do uso do solo. Os resultados alcançados naquele momento motivaram o desenvolvimento desta pesquisa numa área de maior dimensão, bem como o incremento metodológico através da estratificação e classificação empregados.

Devido ao período de transição entre o fim de um ciclo de culturas e o início de outra, houve uma grande ocorrência de áreas com palhada ou solo nu, provavelmente decorrente das lavouras de milho e trigo que foram colhidas e se encontravam em preparo de solo (Figura 23). Contrastando com isso, foram classificadas outras áreas ainda com cobertura vegetal em ciclo de desenvolvimento. A presença de áreas atingidas por geadas criou refletâncias adversas que causaram "ruídos", isto é, pequenas áreas com classificação diferente dentro de áreas homogêneas.

É possível verificar comparando a Figura 10 (Mapa de Solos, p.64), Figura 11 (Mapa pedoclimático, p.65) e Figura 23 (Uso do Solo), que as áreas predominantes de pecuária são justamente as áreas de relevo mais acidentado e/ou com solo menos fértil.

Figura 23 - Classificação Supervisionada - Região de Londrina-PR - 2013



Fonte: Obtido através de classificação de imagem Landsat 8. Elaborado pelo autor.

A região de Londrina concentra áreas de pastagem nas localidades situadas a noroeste, centro-sul, sul e uma menor concentração em área de relevo mais acidentado a nordeste. As áreas de maior concentração de mata ficam na porção média e sul do recorte.

As classes de solo nu, lavoura e palhada foram então agregadas em uma única classe que corresponde a área de provável plantio agrícola, denominada então de “agricultura”. Na Figura 23, estas classes foram apresentadas em cores similares (rosa), indicando que seriam agregadas em uma única classe. Obtendo-se assim os seguintes resultados conforme consta na Tabela 11:

Tabela 11 - Classe de Uso do Solo: Região de Londrina-PR – Agosto de 2013

Tema	Área (ha)	(%)
Água	48.188,3	6,7
Agricultura	328.225,6	45,4
Mata	147.902,8	20,5
Pastagem	175.111,5	24,2
Urbana	23.129,9	3,2
Área total	722.558,1	100,00

Fonte: Autor.

Deve-se atentar ao fato de que os dados das classes solo nu, agricultura, palhada e cana-de-açúcar (Figura 23, p.101), foram agregadas em uma única classe denominada Agricultura (Tabela 11). Com a associação, a classe agricultura totalizou 328.225,6 hectares para a região de Londrina.

Este dado está bem próximo da estimativa realizada pela SEAB de aproximadamente 340.300 hectares ocupadas com as 17 principais culturas na safra de verão de 2013/2014. A classificação supervisionada realizada a partir da imagem Landsat 8 aponta uma área 3,54% menor do que a estimada pela SEAB.

Essa diferença, apesar de estar dentro de uma margem de erro de 5% almejada pela pesquisa, pode ser decorrente de três grupos de fatores principais: o levantamento feito pela SEAB é subjetivo e mais sujeito a erros; pode ter ocorrido algum erro associado à delimitação dos talhões durante a classificação; os dois fatores podem estar agindo em somatória.

Outro fator que ainda não pode ser comprovado, mas que é importante na mensuração da área ocupada é a destinação de áreas de pastagem para a agricultura. Supõe-se que normalmente isso ocorre por dois fatores: revitalização das pastagens através de troca por uma ou duas safras do uso do solo; por flutuações do mercado de cereais e da carne.

Na classificação das matas, o percentual de área ocupada ficou em 20,5%, um índice que pode ser considerado razoável em uma região bastante antropizada. Esse índice pode ser decorrente da proximidade de refletância entre cana, terra em abandono e mata em regeneração. Também se deve levar em conta que muitos agricultores, sob a pressão das novas leis de preservação ambiental destinaram uma área maior a regeneração por cobertura vegetal nativa, o que favorece a maior ocorrência de áreas com mata.

Inicialmente as linhas das regiões homogêneas delimitadas pelo segmentador, não coincidiam com os limites da grade amostral, pois estas já foram geradas com o tamanho definido para as unidades amostrais de 1,0 km por 1,0 km. Para resolver esta questão, foi realizado o ajuste dos estratos adequando eles ao formato e tamanho dos segmentos. As áreas urbanas foram excluídas objetivando diminuir o tamanho da área pesquisada e evitando a visita do inspetor de campo em áreas que não precisam ser mapeadas, pois apresentam uso do solo conhecido (Figura 24).

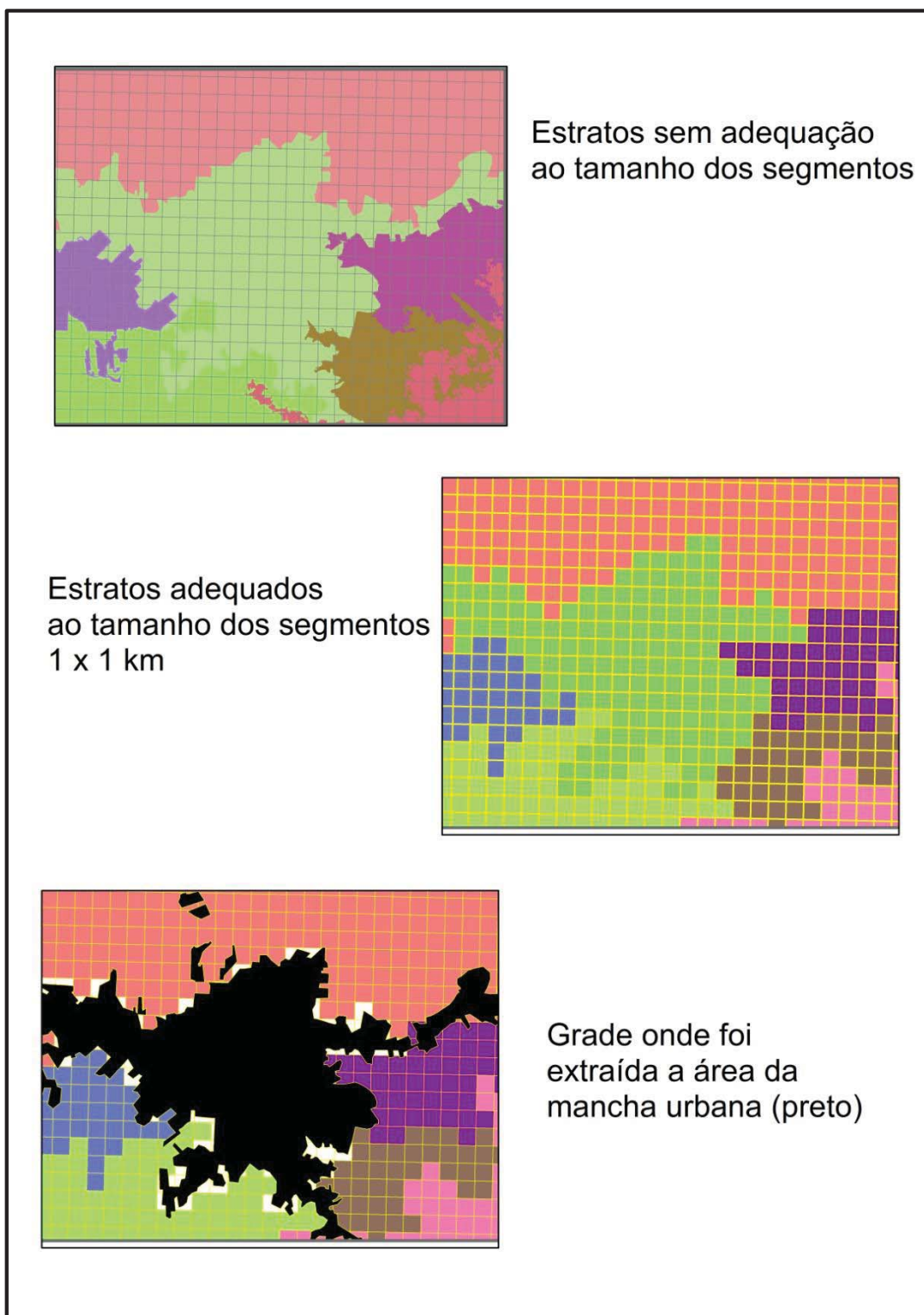
Na Figura 25, estão representados os estratos do uso do solo. E, onde os estratos de mesmo índice de uso do solo que apresentavam adjacência de perímetro (separados por linha de cor preta) foram aglutinados formando estratos homogêneos maiores.

A aplicação do método de estratificação, conforme recomendado por Adami (2003), diminuiu a subjetividade observada na PREVS, pois foram utilizados sistemas computacionais para adquirir os índices de uso do solo, e o ajustamento dos

estratos para coincidirem com a grade amostral, eliminando a necessidade de ajustar os estratos aos limites identificáveis no campo, possibilitando poupar tempo e trabalho em manipulação de dados em ambiente GIS, conforme recomendado por Krug e Yanasse (1986), Muller et al. (1988), FAO (1996) e Tsiligrides (1998).

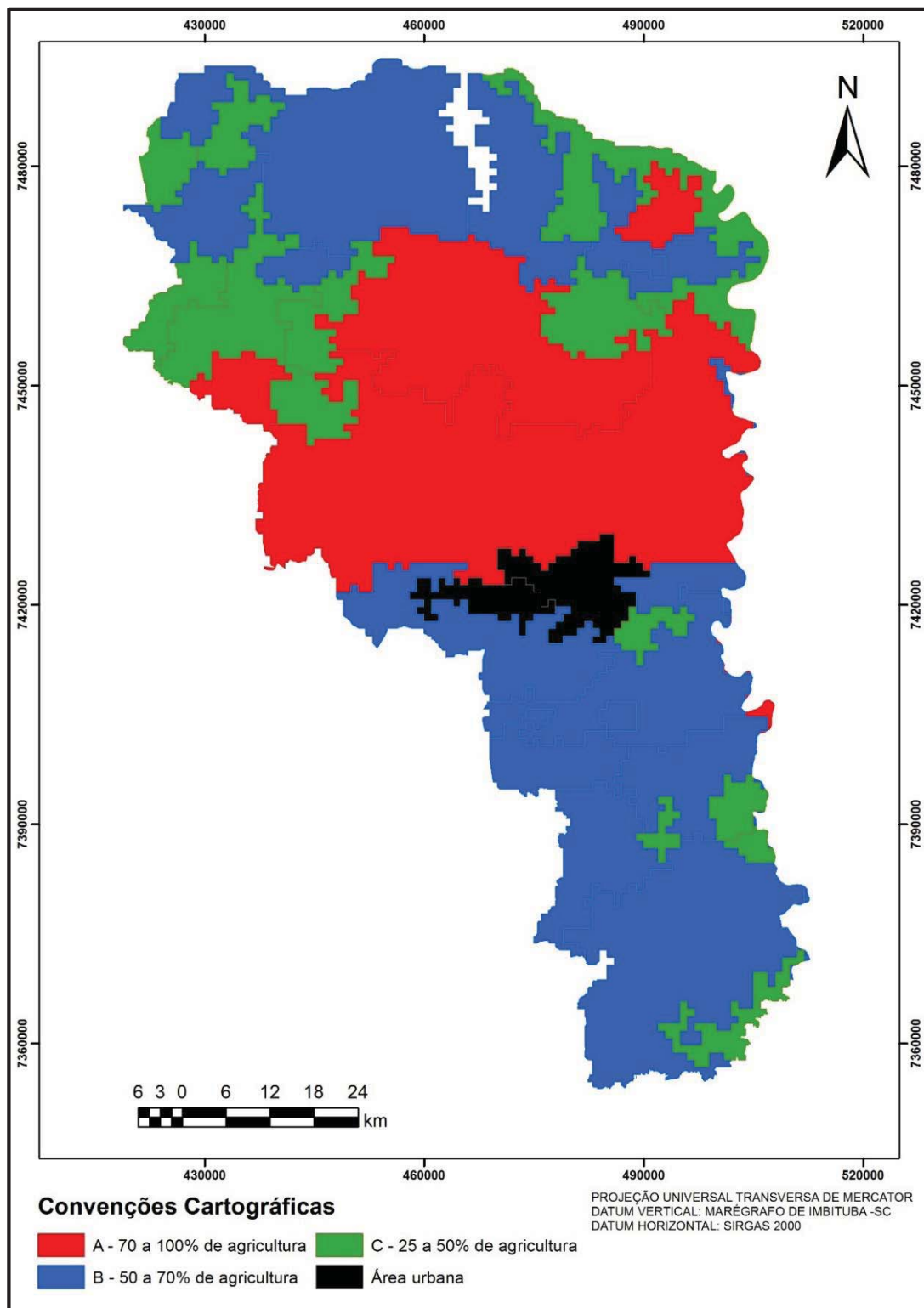
É importante ressaltar, que esse método empregado tem como base a intensidade de uso do solo, e não mais os limites identificáveis no campo como na PREVS; propiciando a adequação da pesquisa a diferentes escalas de estudo, sejam municipais, regionais ou estaduais.

Figura 24 - Limites dos estratos homogêneos com a grade amostral.



Fonte: Obtido através de classificação de imagem Landsat 8. Elaborado pelo autor.

Figura 25 - Estratificação do uso do solo com agricultura na região de Londrina-PR



Fonte: Obtido através de classificação de imagem Landsat 8. Elaborado pelo autor.

4.1 UTILIZAÇÃO DAS IMAGENS OBTIDAS PELO GOOGLE EARTH PARA COLETA DOS DADOS A CAMPO

Para a localização dos estratos no campo, optou-se pelo emprego de imagens obtidas gratuitamente através do *software* Google Earth devido sua melhor resolução espacial do que a imagem Landsat 8 utilizada durante o processo de estratificação.

O emprego de imagens do Google Earth se mostrou bastante acertada nos trabalhos a campo devido aos seguintes motivos:

- Facilidade de obtenção;
- Gratuidade;
- Boa resolução espacial;
- Disponibilidade em mais de um intervalo temporal;
- Não necessitavam de tratamento prévios.

Mas estas imagens também apresentaram as seguintes desvantagens:

- Pouca disponibilidade de imagens atualizadas;
- Possibilidade de erro no encaixe¹³ das imagens;
- Diferença de resolução espacial entre as imagens.

Estas desvantagens embora ocorram, não foram observadas nos trabalhos de campo, já que não houve qualquer problema de encaixe das imagens, e a diferença de resolução espacial não foi um agravante, pois estas imagens mesmo as de menor resolução espacial, apresentaram resoluções muito melhores do que as

¹³ Duas imagens apresentam deslocamento dos objetos nas adjacências comuns da cena.

do Landsat 8, mesmo se fosse realizado uma interpolação de bandas¹⁴ com finalidade de melhorar a resolução espacial das mesmas

Como descrito anteriormente, para facilitar a obtenção das imagens dos segmentos a partir das imagens do aplicativo Google Earth, foi exportado o PI com os segmentos amostrais e as coordenadas dos seus vértices no software ArcMap para o formato kml, formato padrão do Google Earth. Depois de importado os dados no Google Earth, cada segmento era então visualizado na tela de forma a ter uma boa visualização dos seus limites e das coordenadas dos seus vértices (Figura 21, p.95); então foi capturada a imagem e salva em formato jpg não georreferenciada. Depois de salva a imagem, esta foi novamente importada para o Google Earth, georreferenciada através da visualização das coordenadas dos vértices e salva em formato kml (georreferenciado). As imagens kml foram então salvas no sistema de arquivos dos receptores GPS.

Com as imagens kml salvas nos receptores GPS, depois de serem ativadas pelo menu interno dos aparelhos, elas eram visualizadas na tela juntamente com os limites dos segmentos no campo, o que facilitou em muito a tarefa de localização dos limites dos segmentos, pois, a visualização da posição do inspetor no campo era em tempo real na imagem. Dessa maneira, a utilização das imagens Google Earth na tela do receptor GPS se torna o grande diferencial do emprego de aparelhos mais modernos nesta pesquisa.

Deve-se esclarecer que as imagens do Google Earth também podem ser utilizadas em navegação em tempo real através da conexão do receptor GPS a um computador portátil com acesso à internet, e isto só não foi utilizado devido à dificuldade de recepção de sinal de internet pela rede GSM (telefone celular) na área rural.

As imagens salvas em formato kml não precisam ser oriundas do Google Earth, podem ser qualquer imagem georreferenciada e salva neste formato,

¹⁴ Utilização de bandas obtidas com diferentes resoluções espaciais objetivam a obtenção de uma imagem com uma resolução espacial melhorada e mantendo as características do sensor da banda de menor resolução.

até mesmo as imagens Landsat 8. Também existe a possibilidade de utilização de serviços pagos que fornecem imagens, como o Birdseye, empregado pela fabricante de receptores GPS Garmin.

Algumas imagens oriundas do aplicativo Google Earth utilizadas, apresentaram uma variação considerável do desenho dos talhões devido data mais antiga de sua captura, mas, em contrapartida, a característica da resolução espacial melhor foi mais vantajosa na determinação do uso do solo em locais inacessíveis, onde o investigador podia contar somente com a interpretação de um eventual informante sobre a imagem Google Earth.

4.2 ESTIMATIVA DO USO DO SOLO NA REGIÃO DE LONDRINA

4.2.1 Estrato A

Os dados coletados em campo para o estrato A, que inicialmente apontava uma ocupação entre 70 a 100% do uso do solo com agricultura pela classificação supervisionada efetuada pelo software Spring, totalizaram 30 segmentos, estão apresentados na Tabela 12.

Os segmentos 1100, 2183, 375, 419 e 819 apresentaram coeficiente de ocupação com agricultura bem abaixo do parâmetro mínimo de 70% do estrato. A ocupação nestes segmentos variou bastante entre a cobertura com mata e o cultivo de pastagem. Esse mesmo problema foi relatado no trabalho de Adami (2003), que argumentou a proximidade dos segmentos com outros estratos como uma provável explicação. Já no caso desta pesquisa, esse fator não pode elucidar estas variações, mas, seria de grande valia um posterior ajuste dos estratos ao se repetir a classificação supervisionada utilizando-se do mapeamento da ocupação do solo feito a campo pela pesquisa como amostra segura para esta classificação.

Contanto, é possível afirmar que esta variação não compromete a eficácia da estatística empregada na pesquisa, pois a média de ocupação com agricultura entre os segmentos do Estrato A ficou dentro do parâmetro de 70 a 100% de ocupação com agricultura, valor bem próximo ao encontrado pelo classificador não supervisionado usado durante a expansão dos dados.

Pode-se notar também, que há uma relevante ocupação do solo com mata nos segmentos amostrais. O único segmento que não apresentou cultivo de soja foi o segmento 1004, segmento que apresentou 66,28% de ocupação com a cultura de cana-de-açúcar.

Tabela 12 - Estrato A - Mapeamento do uso do solo por segmento amostral - Região de Londrina-PR

NÚMERO DO SEGMENTO	USO DO SOLO (hectáres)										REFLOR.	MATA	TERRA EM ABANDONO	USO NÃO AGRÍCOLA	% USO AGRÍCOLA	% USO NÃO AGRÍCOLA	% PASTO	% COBERTURA VEGETAL
	CANA	MILHO	SOJA	OUTROS USOS AGRÍCOLAS	PASTAGEM	TERRA EM ABANDONO	MATA	REFLOR.	USO NÃO AGRÍCOLA	% USO AGRÍCOLA								
1	66,28											24,37		9,57	66,28	33,94	-	24,37
2			35,50		24,01							35,11		5,39	35,50	64,51	24,01	35,11
3			100,00												100,00	-	-	-
4			76,59		1,94							18,75		2,72	76,59	23,41	1,94	18,75
5	0,73		82,78									16,48			83,51	16,48	-	16,48
6			100,00												100,00	-	-	-
7			82,82	0,47	10,32							1,87		2,09	83,29	16,71	10,32	4,30
8			82,37									2,49		5,64	82,37	17,63	-	11,99
9			100,00												100,00	-	-	-
10			58,37	27,24		1,75						10,88		1,75	85,61	14,38	-	10,88
11			30,52		7,38							25,77		0,74	66,04	33,89	7,38	25,77
12			69,88	3,83	1,23							19,62		5,47	73,71	26,32	1,23	19,62
13			33,71	28,70								37,60			62,41	37,60	-	37,60
14			73,47	13,87								4,18		8,47	87,34	12,65	-	4,18
15			70,03	3,83	2,52							13,31		3,23	73,86	26,14	2,52	20,40
16			82,49	3,05								12,13		2,44	85,53	14,57	-	12,13
17			30,62	3,22	13,36	2,27						24,96		0,47	33,84	66,21	13,36	50,11
18			100,00												100,00	-	-	-
19			67,61		10,34							21,46		0,50	67,61	32,30	10,34	21,46
20			82,61									16,82		0,57	82,61	17,39	-	16,82
21			52,68		37,09							9,18		1,07	52,68	47,33	37,09	9,18
22			27,98		34,87							37,15			27,98	72,02	34,87	37,15
23			89,19		0,54							5,61		4,67	89,19	10,82	0,54	5,61
24	72,51		0,77		7,93							18,80			73,27	26,73	7,93	18,80
25	64,81		32,04												96,85	3,15	-	-
26			63,37	2,78								32,49		3,15	66,15	33,89	-	32,49
27			56,03	0,69	23,11							17,66		2,51	56,72	43,28	23,11	17,66
28			87,58	3,91	0,67							6,07		1,77	91,49	8,51	0,67	6,07
29			86,05									7,39		6,53	86,05	13,93	-	7,39
30			82,44		6,71							8,93		1,93	82,44	17,57	6,71	8,93
MÉDIA	6,81	1,18	64,58	3,05	6,07	0,13						14,30		2,40	75,63	24,38	6,07	15,78
VARIÂNCIA	429,66	42,0429	822,70	53,49	109,11	0,26						137,92		7,04	379,32	379,53	109,11	170,71
Total	204,33	35,51	1.937,48	91,58	182,00	4,02						429,09		72,08	2.268,90	731,36	182,00	473,26

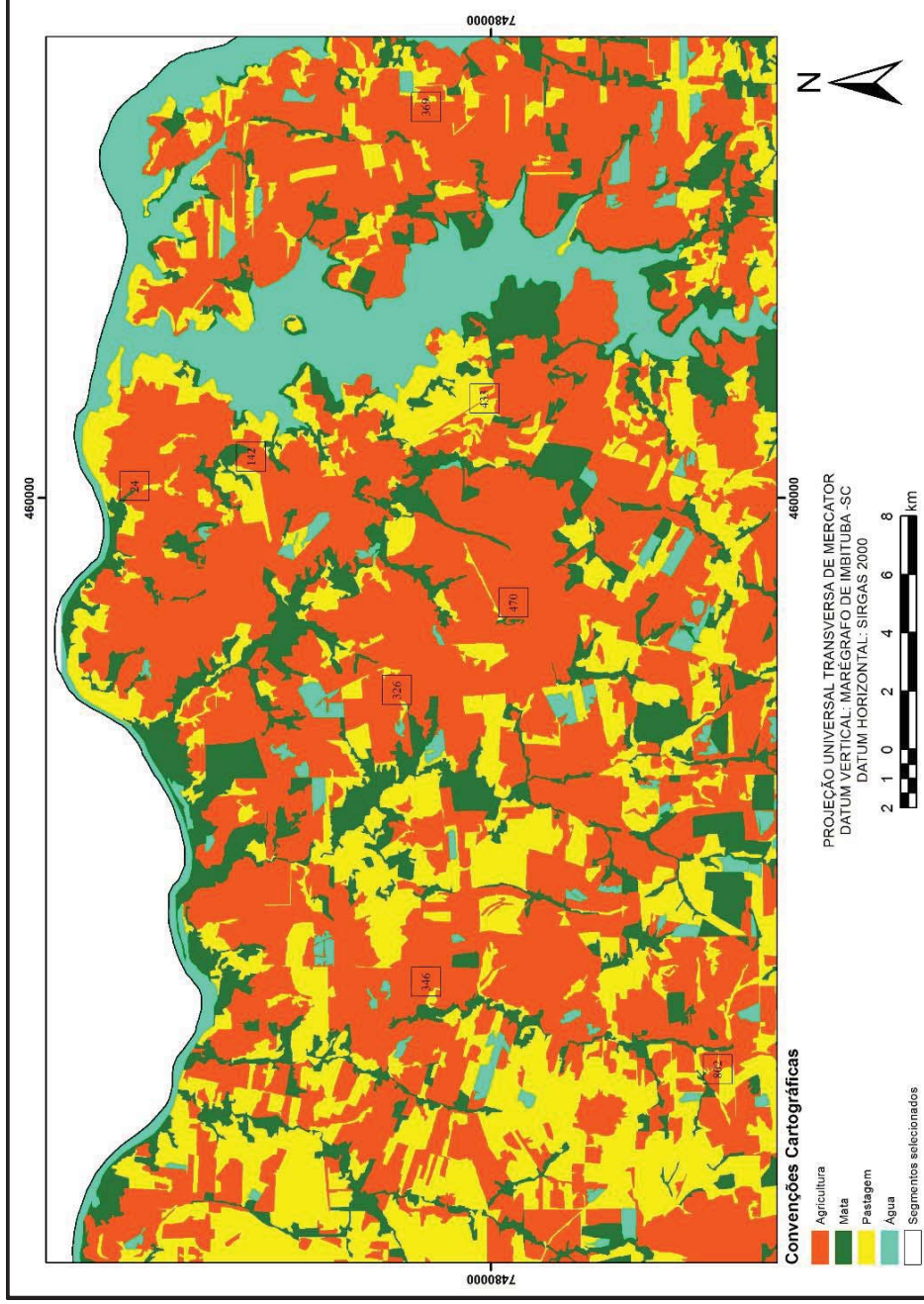
Fonte: Pesquisa a campo realizado entre novembro e dezembro de 2013. Elaborado pelo autor.
 Cobertura vegetal = mata + reflorestamento.

4.2.2 Estrato B

Os estratos B são os que representam de 50 a 70% de ocupação com agricultura, os dados obtidos no mapeamento de uso do solo em campo estão relacionados na Tabela 13. Os resultados apresentados pelos segmentos do Estrato B se mostraram com uma variação maior ainda quando analisado a percentagem de uso do solo com agricultura. Os segmentos 1123, 143, 1861, 24, 326, 346, 369, 433, 470, e 802 apresentaram uma ocupação com agricultura bem acima do parâmetro de 50 a 70% estipulado para o estrato; enquanto que os segmentos 1521, 1614, 1870, 2061, 2373, 2881, 2384, 2689, 2954, 3009, e 322 apresentaram taxa de ocupação bem abaixo dos 50% estipulados, sendo que os segmentos 637, 2872, 2925, 2504, e 2278 nem apresentaram a presença de culturas agrícolas.

Nota-se pela representação de alguns destes segmentos (Figura 26) que na classificação supervisionada eles já estavam inseridos em áreas com grande ocupação agrícola. Provavelmente, estes segmentos tiveram sua estratificação definida pela presença de cana-de-açúcar onde é possível ocorrer uma similaridade de refletância com pastagem dependendo do estágio da cultura no momento da captura da imagem pelo sensor; ou pela presença de áreas com pastagem em sua vizinhança, conforme é confirmado por Adami *et al* (2012): “ *A inclusão em erro no estrato [...] pode estar associada com atividade pecuária nas proximidades da área cultivada de cana o que pode causar erros de interpretação, especialmente com pastagem bem cultivada*”.

Figura 26 - Segmentos do estrato B com ocupação com agricultura elevada



Fonte: Obtido através de imagem Landsat 8. Elaborado pelo autor.

A média de ocupação do uso do solo com agricultura ficou dentro dos parâmetros estipulados na classificação, se situando em 50,17%.

No Estrato B, nota-se um incremento na cobertura com mata e reflorestamento, próprio de áreas com baixa ocupação agrícola.

Tabela 13 - Estrato B - Mapeamento do uso do solo por segmento amostral - Região de Londrina-PR

	Número do segmento	USO DO SOLO (hectáres)										% USO AGRÍCOLA	% USO NÃO AGRÍCOLA	% PASTO	% COBERT. VEGETAL	
		CANA	MILHO	SOJA	OUTROS USOS AGRÍCOLAS	PASTAGEM	TERRA EM ABANDONO	MATA	REFLOR.	USO NÃO AGRÍCOLA						
1	1061			64,95	1,17	29,51						3,08	66,12	34,12	29,51	1,54
2	1123	28,59	17,85	38,49								2,81	84,93	15,07	-	12,26
3	1173			75,22		15,86						1,71	75,22	24,78	15,86	7,22
4	122	59,36			16,61							20,73	75,97	24,03	-	3,31
5	1301		3,30	63,94	0,57	11,84						1,24	67,81	32,17	11,84	19,09
6	142	77,05			3,58	2,29						2,77	80,63	19,36	2,29	14,30
7	1521			35,16	2,33	23,93						3,27	37,49	62,54	23,93	35,35
8	1551		0,77	51,42		16,64	1,78					3,40	52,18	47,82	16,64	25,99
9	1607			53,57			14,31					2,34	53,57	46,44	-	29,79
10	1614			28,71								25,38	28,71	71,29	-	45,91
11	1852		3,81	41,58		35,56	0,82					4,44	45,38	54,57	35,56	13,75
12	1861			84,10		2,49						0,28	84,10	15,91	2,49	13,13
13	1870			33,51		22,32	6,72					20,40	33,51	66,41	22,32	37,38
14	1916			54,46		19,37	1,77					0,40	77,55	22,40	19,37	0,87
15	2061			31,49	23,10	40,36	4,58					3,23	31,49	68,53	40,36	20,36
16	2135			61,56	0,96	14,42						4,30	62,53	37,52	14,42	18,80
17	2200			57,46		9,54						5,90	57,46	42,53	9,54	27,09
18	2278					49,09							-	100,02	49,09	50,93
19	2373		12,47	15,85		17,27							28,32	71,68	17,27	54,41
20	2381			18,49		72,97						4,85	18,49	81,80	72,97	3,98
21	2384			30,91		56,04						0,59	30,91	69,09	56,04	12,45
22	2387			56,69	1,53	14,38						7,89	58,22	41,80	14,38	19,53
23	24	84,80											84,80	15,20	-	15,20
24	2504					64,45							-	100,01	64,45	35,56
25	2699			2,47								1,40	2,47	97,52	-	96,13
26	2872					48,04							-	100,00	-	100,00
27	2925		4,54		0,09	28,47	3,25					2,53	-	100,00	48,04	49,42
28	2954			2,54		28,47						3,70	7,18	92,82	28,47	57,41
29	3009			1,00		49,64						1,00	1,00	99,01	49,64	49,37
30	322			35,48		55,33						0,97	35,48	64,52	55,33	8,22

Número do segmento	USO DO SOLO (hectáres)											% COBERT. VEGETAL	
	CANA	MILHO	SOJA	OUTROS USOS AGRÍCOLAS	PASTAGEM	TERRA EM ABANDONO	MATA	REFLOR.	USO NÃO AGRÍCOLA	% USO AGRÍCOLA	% USO NÃO AGRÍCOLA		% PASTO
31	99,27				0,63		0,10			99,27	0,73	0,63	0,10
32	82,26						17,73			82,26	17,73	-	17,73
33			62,77		5,78		29,84		1,60	62,77	37,22	5,78	29,84
34			100,00							100,00	-	-	-
35			26,47	63,37	2,68				7,49	89,84	10,17	2,68	-
36	99,06					0,94				99,06	0,94	-	0,94
37					100,00					-	100,00	100,00	-
38			95,61				0,91	1,03	2,45	95,61	4,39	-	1,94
39	46,17						29,15		24,70	46,17	53,85	-	29,15
40	50,41						30,41		1,56	50,41	49,59	-	30,41
MÉDIA	15,67	1,07	30,60	2,83	20,22	1,27	23,31	1,41	3,62	50,17	49,84	20,22	24,72
VARIÂNCIA	993,55	12,18	932,39	116,09	616,66	13,70	588,36	22,41	37,83	1.076,26	1.076,60	616,66	579,24
TOTAL	626,97	42,74	1.223,89	113,31	808,91	50,85	932,54	56,31	144,98	2.006,91	1.993,59	808,91	988,85

Fonte: Pesquisa a campo realizado entre novembro e dezembro de 2013. Elaborado pelo autor.

Cobertura vegetal = mata + reflorestamento.

4.2.3 Estrato C

Os dados obtidos na investigação a campo para o Estrato C estão apresentados na Tabela 14.

O mapeamento do Estrato C apresentou uma variação um pouco menor do que a observada nos Estratos A e B, neste, somente os segmentos 142, 203 e 296 apresentaram um percentual de ocupação com agricultura muito acima do parâmetro máximo de 50% estipulado na classificação. Já os segmentos 20,32, 474, 523, 579, 723, 758, 782, 801, 881 e 930 apresentaram coeficientes muito abaixo dos 15% mínimos determinados na classificação. O coeficiente médio de ocupação com agricultura para este estrato, também igualmente como os demais, ficou dentro do esperado, atingindo 24,70% com uso agrícola. A ocupação com pastagem (43%) e com mata (25,77%) ficou dentro do esperado.

Tabela 14 - Estrato C - Mapeamento do uso do solo por segmento amostral - Região de Londrina-PR

	Número do segmento	USO DO SOLO (HECTARES)										% USO AGRÍCOLA	% USO NÃO AGRÍCOLA	% PASTO	% COBERT. VEGETAL	
		CANA	MILHO	SOJA	OUTROS USOS AGRÍCOLAS	PASTAGEM	TERRA EM ABANDONO	MATA	REFLOR.	USO NÃO AGRÍCOLA	USO AGRÍCOLA					
1	118			38,42	3,86	51,18		5,05				1,52	42,28	57,74	51,18	5,05
2	142	63,39		15,58		0,59		6,36				14,08	78,97	21,03	0,59	6,36
3	20			2,03		84,69		10,92				2,36	2,03	97,96	84,69	10,92
4	203	78,29				20,79						0,92	78,29	21,71	20,79	0,00
5	296			68,66		28,35						2,99	68,66	31,34	28,35	0,00
6	32					92,91		5,42				1,67	0,00	100,00	92,91	5,42
7	354			46,84				53,15					46,84	53,15	0,00	53,15
8	474	1,38				66,09		21,63				10,89	1,38	98,62	66,09	21,63
9	523					89,15		10,85					0,00	100,00	89,15	10,85
10	539			41,75		43,58		14,68					41,75	58,26	43,58	14,68
11	579					43,19		15,74					0,00	100,05	43,19	56,85
12	65	19,96		3,68	6,26	58,97			6,52			0,11	29,90	70,10	58,97	4,49
13	683	33,75	1,76	0,09	5,79	33,07						1,06	41,39	58,86	33,07	24,73
14	723			6,99	1,40	41,62						21,89	8,39	91,62	41,62	28,12
15	758				2,13	88,22						5,20	0,00	100,00	88,22	6,58
16	737			33,90		14,00		36,49	11,72			1,74	36,03	63,96	14,00	36,49
17	782					6,45		93,55					0,00	100,00	6,45	93,55
18	801					73,65		26,35					0,00	100,00	73,65	26,35
19	843			29,58	2,84	17,35		44,16				6,04	32,42	67,56	17,35	44,16
20	881		2,97		5,87			91,16					8,84	91,16	0,00	91,16
21	930		0,75		0,79	49,10		49,07				0,32	1,54	98,49	49,10	49,07
	MÉDIA	9,37	0,26	13,69	1,38	43,00	0,87	25,77	0,87	2,31	3,37	24,70	75,31	43,00	43,00	28,08
	VARIÂNCIA	492,14	0,55	426,24	4,87	968,76	8,20	745,07	8,20	80,32	32,27	755,24	755,05	968,76	968,76	771,50
		196,76275	5,48326	287,54385	28,93029	902,95847	18,24117	541,20606	48,42294	70,78103	518,72	1581,61	902,96	589,63	589,63	589,63

Fonte: Pesquisa a campo realizado entre novembro e dezembro de 2013. Elaborado pelo autor.

Cobertura vegetal = mata + reflorestamento.

4.3 ESTIMATIVAS DE OCUPAÇÃO POR MEIO DA EXPANSÃO DIRETA

Na Tabela 15 é apresentado os dados da área estimada nos três estratos da amostra e já expandido a toda a região. A cultura de soja é a cultura mais representativa em área ocupada totalizando 251.545,34 há, ou seja, 40,26% do total. O coeficiente de variação (C.V.) para esta cultura foi de 7,63%, um coeficiente pouco acima do encontrado por Adami (2003) em seu projeto para a região de Cornélio Procópio (6,59%).

Tabela 15 - Resultado da expansão direta dos dados para a variável soja

SOJA	ESTRATO			TOTAL
	A	B	C	
Área na pesquisa (ha)	1.937,48	1.223,89	287,54	3.448,92
Área estimada na região (ha)	145.181,64	93.383,15	12.980,55	251.545,34
Coeficiente de variação	8,05%	15,68%	32,54%	7,63%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A área estimada de safra de milho ficou abaixo de 1%, correspondendo apenas 6.169,65 ha. Devido a sua baixa representação espacial, é compreensível que ocorra um coeficiente de variação tão alto como o apresentado, de até 50,77. Outro fator relevante é o fato de que uma grande variação no tamanho dos campos com a cultura acaba por gerar uma maior erro nas amostras. Assim, o milho, por ser uma planta cultivada em pequenas e atualmente cada vez mais em grandes propriedades acaba tendo uma variação do tamanho dos campos muito grande, o que ocorre em menor intensidade com a cultura da soja, que exige uma escala de cultivo maior para se tornar rentável. É necessário que seja informado que, conforme consta na Tabela 16, o grande diferencial no C.V. foi registrado no Estrato A, com 99,33%, contra 51,31% no Estrato B e 61,43% no Estrato C; o que indica uma

grande preferência pela cultura de soja (C.V. de apenas 8,05%) nas áreas com uso agrícola mais intenso (Estrato A, 70 a 100% de uso agrícola).

Tabela 16 - Expansão direta dos dados para a variável milho

MILHO	ESTRATO			TOTAL
	A	B	C	
Área na pesquisa (ha)	35,51	42,74	5,48	83,74
Área estimada na região (ha)	2.661,23	3.260,89	247,53	6.169,65
Coefficiente de variação	99,33%	51,31%	61,43%	50,77%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A cultura da cana-de-açúcar apresentou um C.V. um pouco menor (25,85%), mas o que mais chama a atenção é a presença de segmentos com praticamente 100% de ocupação com esta cultura (segmentos 326 e 470), o que pode indicar uma concentração espacial em seu cultivo. Nestas áreas de concentração, observa-se uma baixa frequência de ocorrência desta cultura nos estratos, conforme registrado na Tabela 12, Tabela 13 e Tabela 14.

A pastagem atingiu um C.V. de 12,19%, o que confirma a presença desta atividade em grande parte das amostras, principalmente nos estratos B e C, conforme já esperado, Tabela 17.

Tabela 17 - Expansão direta dos dados para a variável pastagem nos estratos A, B e C

PASTAGEM	ESTRATO			TOTAL
	A	B	C	
Área na pesquisa (ha)	182,00	808,91	902,96	1.893,88
Área estimada na região (ha)	13.638,21	61.720,00	40.762,12	116.120,34
Coefficiente de variação	31,22%	19,29%	15,62%	12,19%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Podemos observar que o C.V. da pastagem foi maior no estrato A, isto pode ser decorrente devido a menor ocorrência espacial neste estrato.

As variáveis Outros Usos Agrícolas, Uso não Agrícola e Terra em Abandono, apresentaram C.V. entre 35 a 37%. Considerando que estas variáveis têm uma baixa ocorrência e baixa concentração, é esperado que apresente um C.V. nos níveis mais altos, como é apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 - Área estimada, participação e coeficiente de variação das variáveis pesquisadas

VARIÁVEL	ÁREA ESTIMADA PELA PESQUISA	PARTICIPAÇÃO (%)	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
CANA	72.031,71	11,53	24,85%
MILHO	6.169,65	0,99	50,77%
SOJA	251.545,34	40,26	7,63%
OUTROS USOS AGRÍCOLAS	16.813,79	2,69	35,57%
USO NÃO AGRÍCOLA	19.658,10	3,15	35,57%
PASTAGEM	116.120,34	18,58	12,19%
TERRA EM ABANDONO	5.004,16	0,80	37,58%
MATA	127.738,13	20,44	10,77%
REFLORESTAMENTO	9.792,21	1,57	36,25%
TOTAL	624.873,42		

Fonte: Pesquisa a campo, nov./dez-2013. Elaborado pelo autor.

Se pode observar também que a variável Mata apresentou um C.V. mais uniforme, ficando em 10,77% nos três estratos pesquisados, o que pode representar uma preocupação dos proprietários rurais com a restauração da cobertura vegetal suprimida, isto, perante uma legislação ambiental mais rígida que entrará em vigor nos próximos anos. Já a variável Reflorestamento apresentou um C.V. alto, onde também deve ser decorrente da menor ocorrência espacial da silvicultura na área pesquisada (Tabela 19).

Tabela 19 - Expansão direta dos dados para a variável Reflorestamento

REFLORESTAMENTO	ESTRATO			TOTAL
	A	B	C	
Área na pesquisa (ha)	44,17	56,31	48,42	148,90
Área estimada na região (ha)	3.309,72	4.296,54	2.185,95	9.792,21
Coefficiente de variação	61,12%	52,82%	83,87%	36,25%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando é observado os limites de confiança projetados para a pesquisa, e que constam na Tabela 20, pode-se concluir que o uso do solo estimado entre as variáveis pesquisadas se manteve dentro deste intervalo, atestando uma boa performance do modelo estatístico e amostral empregado.

Tabela 20 - Limites de confiabilidade da pesquisa

Classe	Área estimada pela pesquisa	Área limite inferior	Área limite superior
Cana-de açúcar	72.031,71	71.646,22	75.709,04
Milho	6.169,65	6.102,19	6.813,17
Soja	251.545,34	251.131,69	255.491,29
Outros usos agrícola	16.813,79	16.684,97	18.042,66
Pastagem	116.120,34	115.815,44	119.028,83
Terra em abandono	5.004,16	4.963,66	5.390,51
Mata	127.738,13	127.441,78	130.565,10
Reflorestamento	9.792,21	9.715,75	10.521,60

Área em hectares. Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando comparado os resultados apontados pela pesquisa na ocupação do solo agrícola com os dados dos agentes oficiais de agricultura do estado

(DERAL e EMATER), conforme consta na Tabela 21, pode-se afirmar que a cultura da cana-de-açúcar apresentou uma grande diferença entre a área apontada pela pesquisa e a área estimada pela SEAB (2013d). Primeiramente deve-se esclarecer que a área divulgada pela SEAB é a área que será colhida naquela safra, enquanto que a área estimada pela pesquisa não pode ser diferente do que a área efetivamente ocupada com cana-de-açúcar, isto é, a SEAB não divulga a área plantada ou em preparo para plantio que será colhida em safra posterior. Enquanto a pesquisa indicou ocupação de 72.031,71 ha, a SEAB divulga uma área estimada em 49.329,00 ha, o que representa uma diferença de 22.702,71 ha, ou seja, a pesquisa estima uma área 46,02% maior que a da SEAB.

Tendo este fato como premissa, deve ser esclarecido que a área divulgada pela SEAB também é utilizada por outros órgãos como base para realizar suas próprias estimativas, como é o caso da CONAB e do IBGE. Dessa maneira, não seria proveitosa uma comparação com a área estimada por estes órgãos, pois a diferença de área seria também verificada em seus dados. Assim, buscou-se uma fonte de dados que poderia apontar onde haveria maior probabilidade de inconsistência, na pesquisa ou nos dados da SEAB.

O INPE (2013) realiza uma pesquisa de cultivo de cana-de-açúcar através do monitoramento por satélite denominado CANASAT. Segundo Adami (et al., 2012), o erro médio global do mapeamento do projeto CANASAT ficou em 2%, com erro associado de apenas -0,5%, o que representa uma grande confiabilidade do mapeamento feito pelo INPE. Comparando os dados do CANASAT constantes na Tabela 21, nota-se que o INPE estimou a área de cana-de-açúcar para os dezenove municípios da região de Londrina-PR como sendo de 70.996,59 ha, o que representa uma diferença de apenas 1,46% a menos do que a área apontada pela pesquisa. Esta diferença situa a previsão da pesquisa dentro da margem de erro de 5% estipulada, o que vem a ratificar a área da pesquisa na estimativa de ocupação do solo por esta cultura na região de Londrina.

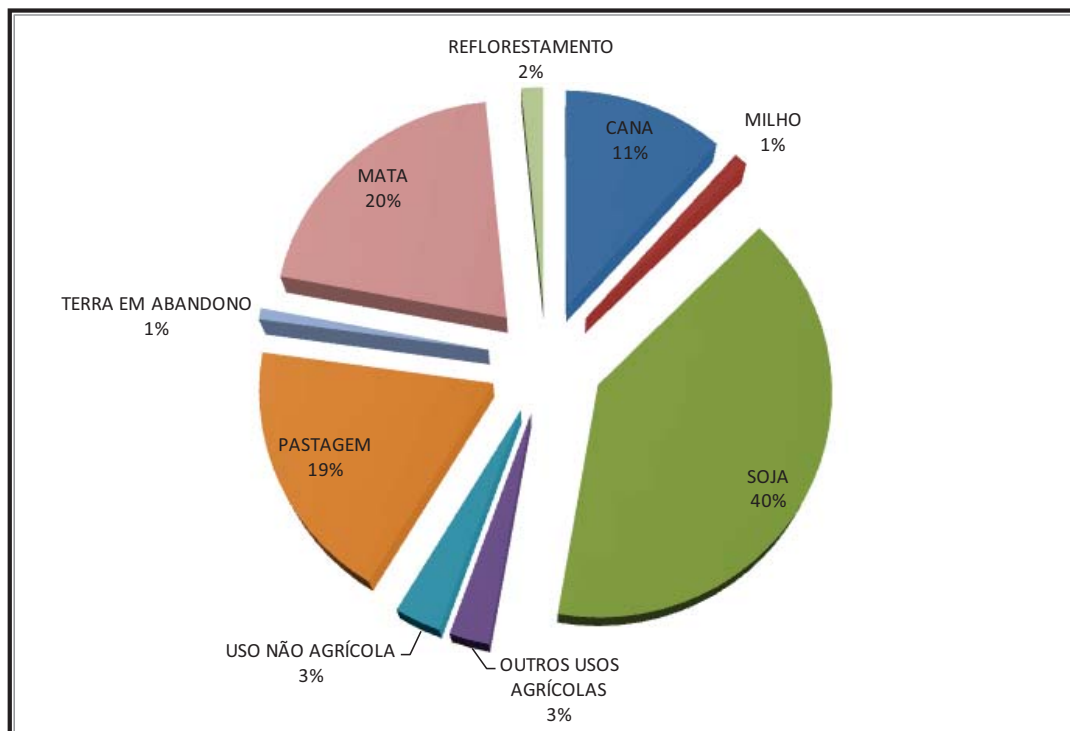
Tabela 21 - Comparativo entre estimativas calculadas e a do DERAL/EMATER - safra 2013/2014 - Região de Londrina-PR

VARIÁVEL	Área (ha)			% diferença	Área (ha)		% diferença
	DERAL/EMATER	Pesquisa	Diferença		CANASAT	Diferença	
Cana	49.329,00	72.031,71	22.702,71	46,02	70.996,59	1.035,12	1,46
Milho	8.970,00	6.169,65	-2.800,35	-31,22	-	-	-
Soja	270.235,00	251.545,34	-18.689,66	-6,92	-	-	-
Outros usos agrícolas	80.288	16.813,79	-63.474,13	-79,06	-	-	-
Uso não agrícola	42.643,00	19.658,10	-22.984,90	-53,90	-	-	-
Pastagem	153.016,00	116.120,34	-36.895,66	-24,11	-	-	-
Terra em abandono	-	5.004,16	-	-	-	-	-
Mata	153.415	127.738,13	-25.676,86	-16,74	-	-	-
Reflorestamento	11.634	9.792,21	-1.842,13	-15,83	-	-	-
SOMA	799.530	624.873,4	-144.656,6	-18,8	-	-	-

Fonte: SEAB/DERAL, Instituto EMATER. Elaborado pelo autor.

No caso da cultura do milho, a diferença entre os dados da SEAB e os da pesquisa também são grandes, sendo que a pesquisa indicou área de 6.169,69 ha e a SEAB de 8.970,00 ha, ou seja, a estimativa da pesquisa é 31,22% menor que a da SEAB. Ao observar o gráfico na Figura 27, nota-se que o milho safra de verão ocupa apenas 1% de toda a área agrícola na região, fato que dificulta a representatividade nas amostras, pois foi amostrado apenas 1,46% da área total da região, somando-se os 91 segmentos amostrais. Outro fator relevante é a perda de área ocupada com essa cultura nos últimos anos na Região de Londrina devido a melhor rentabilidade da soja, e a necessidade de rotação de culturas com a safra de inverno, em que o milho segunda safra assume a preferência dos agricultores frente ao trigo.

Figura 27 - Comparativo da ocupação do solo agrícola aferido pela pesquisa na Região de Londrina-PR - Safra 2013/2014



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A soja, cultura que ocupa uma extensa área na região, é apontada pela pesquisa com uma estimativa de 251.545ha, sendo que a SEAB divulga uma área de 270.235 ha. A diferença de 18.689 ha, ou 6,92% menor na pesquisa, fica bem próxima do intervalo de 5% de margem de erro definida, lembrando que a previsão de safra da SEAB ainda não foi fechada e que pode sofrer alterações até o fechamento, portanto deve-se esperar o fechamento para uma análise final.

As variáveis: Outros Usos Agrícolas e Uso não Agrícola, apesar de apresentarem grandes variações na comparação, não são objeto da pesquisa, mas foram levantadas como fatores de exclusão para explicar as variáveis analisadas.

As áreas ocupadas com pastagem apontadas pela pesquisa apresentaram um percentual de 24,11% menor quando comparado a área da EMATER. A área de pastagem divulgada pela EMATER é proveniente do relatório "Realidade Municipal" feito anualmente por este instituto, e serve principalmente para estimar a área agricultável dos municípios. Dessa maneira, quando se observa um

incremento na área de cultivo das principais culturas, quase que automaticamente os técnicos da EMATER ajustam as áreas de pastagem do município para que não se ultrapasse a área física do município.

Devido à dificuldade de mensuração das áreas de pastagem, pois não se conta com a facilidade de obtenção de dados como as lavouras (venda de sementes, recepção da produção nos entrepostos, financiamentos, etc.), as áreas de pastagem divulgadas podem apresentar maiores erros. Dessa maneira, é plausível que se considere a diferença encontrada na mensuração da ocupação com pastagem como esperada.

A variável Terra em Abandono foi registrada como indicadora de possíveis áreas agricultáveis que podem ser cultivadas no futuro, mas que não apresentam culturas comerciais implantadas, o que pode ser temporário ou permanente (áreas que serão destinadas a regeneração de matas nativas). Não há dados disponíveis para a realização de comparação.

As variáveis de Mata e Reflorestamento apresentaram coeficientes de ocupação muito próximas de 15%, sendo a área calculada na pesquisa nas duas variáveis menor do que a apontada pelo Instituto EMATER. De posse de amostras confiáveis para a realização de uma classificação supervisionada mais aprimorada na imagem de satélite, talvez seja proveitoso a reclassificação como meio de investigar a possibilidade de confirmação destes números. Nesta variável, se deve atentar para o fato da dificuldade na delimitação do contorno da área pois dependendo do estágio de regeneração, pode ter sua definição confundida com área em abandono ou pastagem aguardando roçagem.

Quando comparado os dados da classificação supervisionada com os dados oriundos da amostragem na pesquisa (Tabela 22), pode-se avaliar que existe pouca diferença na estimativa da variável soja e mata. Já na variável pastagem, a diferença é significativa de 33,69%. Essa diferença é decorrente dos seguintes fatores:

- Na classificação, as bordas do recorte espacial são classificados também (maior área);

- Na amostragem, as bordas dos estratos foram eliminados (menor área);
- A classificação é feita também em áreas que são consideradas como outros usos na inspeção a campo (exemplo: campo de futebol, beira de rodovias, gramados, etc.);
- Na classificação, áreas com afloramentos rochosos ou voçorocas são somadas, na amostragem são classificadas como uso não agrícola.

Tabela 22 - Comparativo entre a área estimada na classificação e a estimada pela amostragem – Região de Londrina-PR – Nov./dez./2013

Uso do solo	Classificação (ha)	Amostragem (ha)	Diferença (ha)	Diferença (%)
Agricultura	328.225,60	351.564,65	23.339,05	7,11
Pastagem	175.111,52	116.120,34	-58.991,18	-33,69
Mata	147.902,76	137.530,34	-10.372,42	-7,01

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, deve-se levar em conta também que no processo de digitalização do uso do solo investigado no campo, geralmente se tende a separar os talhões das culturas das áreas adjacentes, sendo que na classificação, toda a área é registrada. Imagens com resolução espacial menor, prejudicam a separação nas bordas dos talhões e as do tipo disponibilizadas pelo Google Earth propiciam maior rigor na delimitação dos talhões.

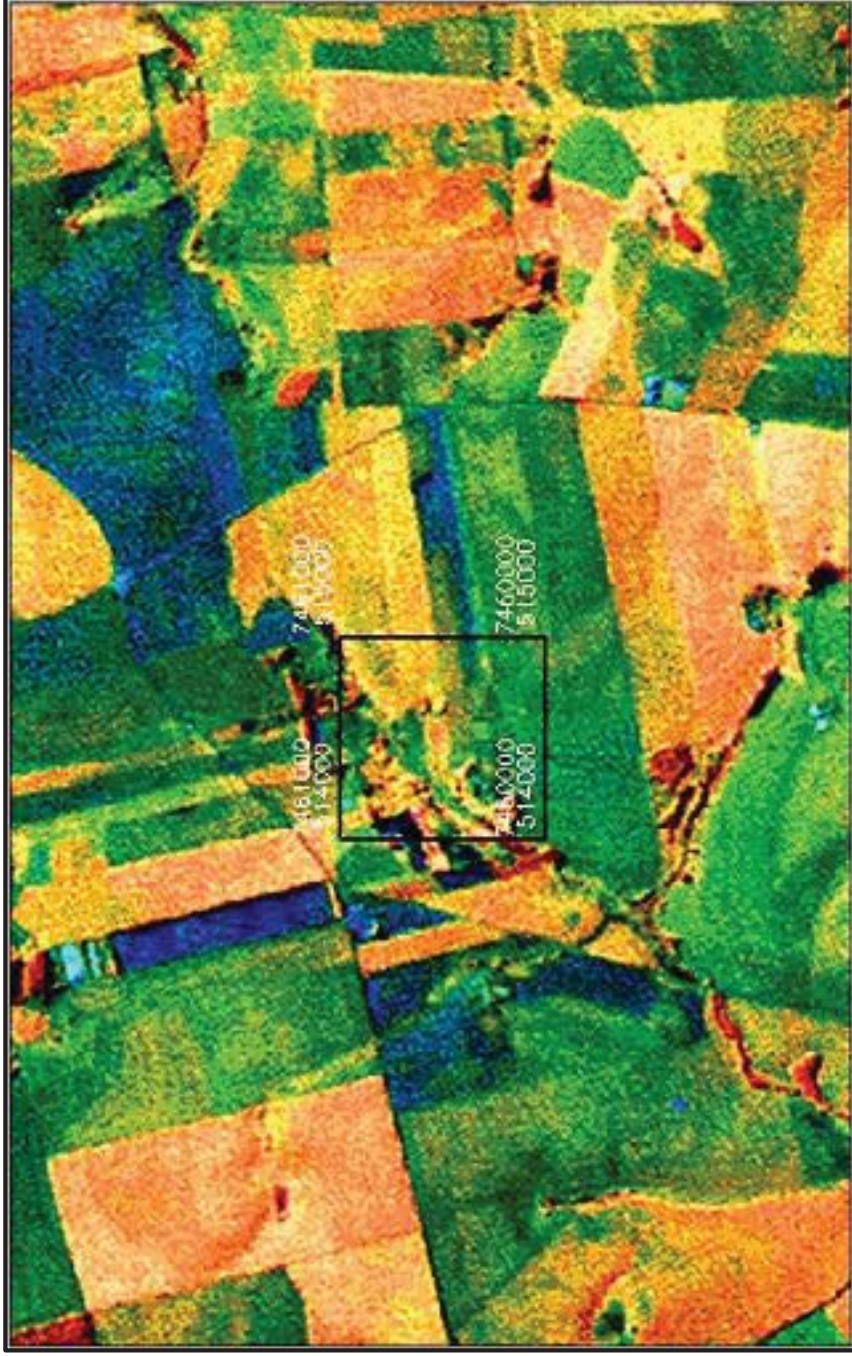
O processo de estratificação da área quanto ao uso do solo poderia ter apresentado um resultado melhor se as amostras que propiciaram a estratificação tivessem passado por uma conferência em campo antes da determinação final de sua ocupação. Mesmo assim, os resultados apresentados não afetaram a acurácia e a viabilidade do processo, a observação indica que esse cuidado poderia melhorar os resultados, e que a utilização do mapeamentos dos segmentos amostrais podem ser de grande valia em uma eventual nova classificação do uso do solo, seja com a finalidade de estratificar, ou só realizar a classificação.

É importante salientar que método automático de sorteio das amostras por meio do software ArcGis com distância mínima entre os segmentos amostrais foi uma solução que proveu uma melhor distribuição dos segmentos na área de interesse, o que melhorou a representatividade das amostras nos estratos.

A utilização da imagem Landsat 8 no processo de classificação e segmentação, devido a sua boa temporalidade, apresentou bons resultados, mas a adoção de uma imagem com melhor resolução espacial poderia propiciar um ganho de tempo e acurácia na determinação do uso do solo nas amostras iniciais para a classificação e segmentação do uso do solo. Enquanto que as imagens obtidas através do *software* Google Earth, tendo em vista sua melhor resolução espacial, apresentaram-se como uma opção viável a utilização da imagem Landsat 8, melhorando consideravelmente a interpretação e localização dos segmentos no campo, mas sua temporalidade acabou gerando interpretações equivocadas do uso do solo em momentos em que isso foi necessário.

Quando comparadas as imagens utilizadas por Adami (2003) (Figura 28) com as imagens Google Earth utilizadas na pesquisa (Figura 21, p. 95), chegou-se à conclusão de que houve um incremento substancial na resolução da imagem adotada, facilitando a localização no campo e a vetorização dos polígonos em etapa posterior.

Figura 28 - Imagem Landsat 7 TM utilizada por Adami (2003)



Fonte: Imagem Landsat 7, Adami (2003)

Adami (2003) optou por realizar a correção da imagem com a finalidade de obter uma resolução de 5 metros/pixel, medida que julgou necessária a fim de melhorar a resolução espacial que é de 20 metros/pixel na imagem original.

Devido a melhor resolução espacial das imagens Google Earth para o recorte de estudo, não foi necessário nenhum trabalho neste sentido durante a preparação das imagens para a impressão dos segmentos.

A oferta de imagens gratuitas pela Google têm fomentado uma série de trabalhos de pesquisa e uma ampla gama de utilização por parte de usuários que não contam com um orçamento que possibilite a compra de imagens. Dessa maneira, a sociedade passou a usar essas imagens como diferencial, onde a resolução espacial possibilita análises e mapeamentos antes muito mais difíceis com as imagens Landsat e Cbers disponíveis, mesmo tendo que trabalhar com limitações temporais e com a possibilidade de ocorrência de problemas de encaixe de imagens no mosaico do Google Earth.

Os receptores GPS de navegação que possibilitam a visualização de imagem de satélite na sua tela se mostram uma ferramenta que agrega melhores possibilidades de acerto e rapidez na localização e interpretação do perímetro do segmento no campo, tornando recomendável o seu emprego.

A combinação da utilização dos softwares Spring e ArcGis/ArcMap possibilitou uma redução do tempo de execução e facilitou os trabalhos de tratamento da imagem e construção do painel amostral. Alguns *softwares* de ambiente SIG acabam por apresentar uma especificidade de utilização, a adoção de mais de um desses softwares pode trazer vantagens na otimização dos trabalhos.

Ao se estipular as classes de uso do solo a serem pesquisadas, deve-se observar que quanto menor a representação espacial e menor a homogeneidade de sua ocorrência no espaço, maior será a probabilidade de as amostras apresentarem esta classe com um coeficiente de variação elevado no resultado final. Classes melhor representadas no espaço geram dados mais precisos em sua amostragem.

5 ANÁLISE ESPACIAL DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NA REGIÃO DE LONDRINA

É necessário esclarecer que esta análise, longe da pretensão de ser neutra, é tecida com base na experiência de vida e de trabalho deste autor nos mais de vinte anos de atividade como técnico do Departamento de Economia Rural da Secretaria de Estado da Agricultura do Paraná, lotado no Núcleo Regional de Londrina. Atividades estas que propiciaram um enriquecimento de experiências e de considerações que não são livres de equívocos, mas que contribuem para esta explanação.

Quando se inicia uma análise do espaço, é fundamental deixar claro sob qual aspecto vai ser feita a análise. A complexidade de fatores atuantes e carentes de discussão torna a Geografia uma ciência intrigante, pois ela engloba uma série de visões antagônicas sobre o que é mais urgente ou de maior importância à análise.

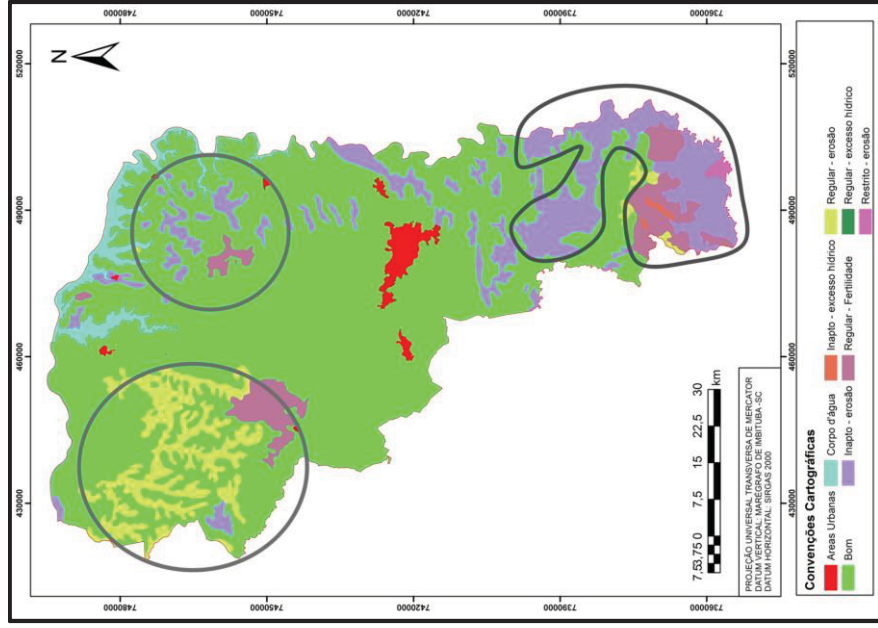
Seria precipitado fazer uma análise espacial da produção no meio rural sem mencionar que grande parte dos problemas e características presentes hoje nesse meio é fruto da luta de classes, de setores da sociedade e do posicionamento dos atores em defesa de seus interesses. Mais do que o estudo do espaço, a Geografia estuda a ação e movimento desses atores, e essa dinâmica acarreta uma série de marcas na construção antropizada do meio rural em consonância a características físicas também presentes. Características que facilitam, propiciam, inviabilizam ou limitam o desenvolvimento das atividades no campo.

O recorte espacial de análise, apresenta um clima claramente influente sob as atividades agrícolas desenvolvidas. Mas o clima por si só não é um fator determinante, ele é influenciado e influente nas questões relativas à fertilidade do solo e ao relevo, fatores que atuando em conjunto criam ambientes conforme as possibilidades de cultivo que propiciam.

Considerando as características climáticas da área (Figura 09, p. 61), as pedológicas (Figura 10, p. 64) o zoneamento pedoclimático de aptidão do solo para a cultura de soja (Figura 11, p. 65) e também o mapa de degradação do solo (Figura 12, p. 67), é possível delimitar áreas mais propícias ao cultivo de lavouras, e que devido a características voltadas ao agronegócio moderno no Paraná requerem o

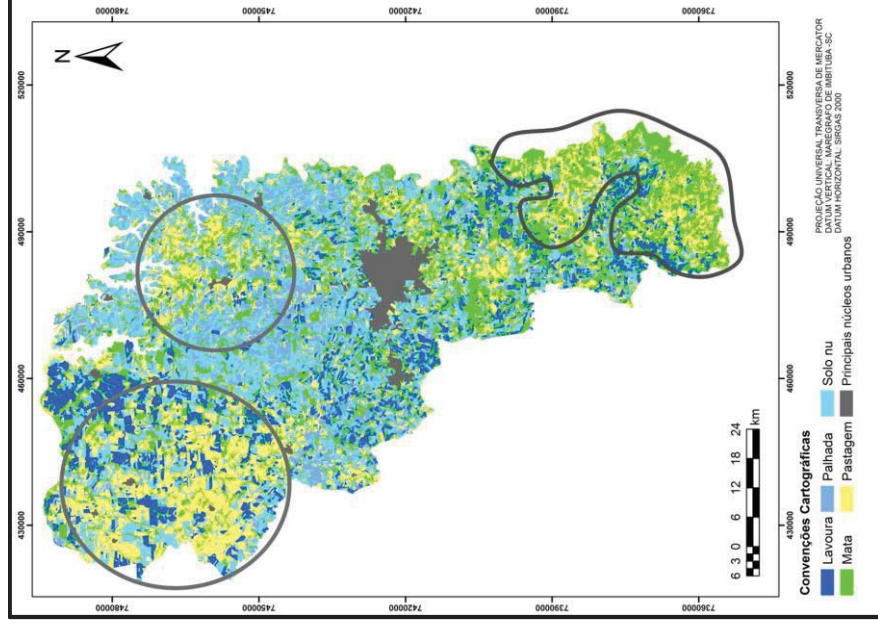
cultivo extensivo. Entre outras zonas menores, há concentração de áreas menos propícias ao cultivo, como por exemplo, nas regiões noroeste, pequena área no centro-nordeste, e sudoeste, conforme destacado na Figura 29.

Figura 29 - Zoneamento pedoclimático de aptidão do solo para a cultura da soja na região de Londrina – 2001



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 30 - Mapa de Uso do Solo da região de Londrina-PR com destaque das áreas com concentração de pastagem e/ou mata



Fonte: Adaptado de EMATER (2001), elaborado pelo autor.

Estas áreas foram facilmente reconhecidas quando era executada a classificação supervisionada da imagem orbital e também puderam ser reconhecidas no mapeamento do uso do solo, que são utilizadas preferencialmente com pastagem e mata, destacados na Figura 29.

Conforme pode-se observar na Figura 29 em comparação a Figura 30, justamente nas áreas de menor aptidão para o plantio de soja há uma grande concentração do cultivo de pastagem, tipo de exploração que indica uma concentração de propriedades com maior extensão. E é também na área noroeste, onde predomina um relevo pouco acidentado, mas que oferece um solo com menor fertilidade e propício a erosão que existe um grande cultivo de cana-de-açúcar. A cana-de-açúcar pode ser considerada a opção mais rentável ao cultivo de pasto, com necessidade de cultivo extensivo, baixa exigência nutricional do solo e relativa resistência a erosão, a cultura ocupa segmentos inteiros pesquisados naquela área.

O objetivo da comparação não é o de indicar um determinismo do meio ao indivíduo, como pregava a Geografia determinista em tempos passados, mas indica que os fatores físicos são relevantes quando na análise espacial da produção rural.

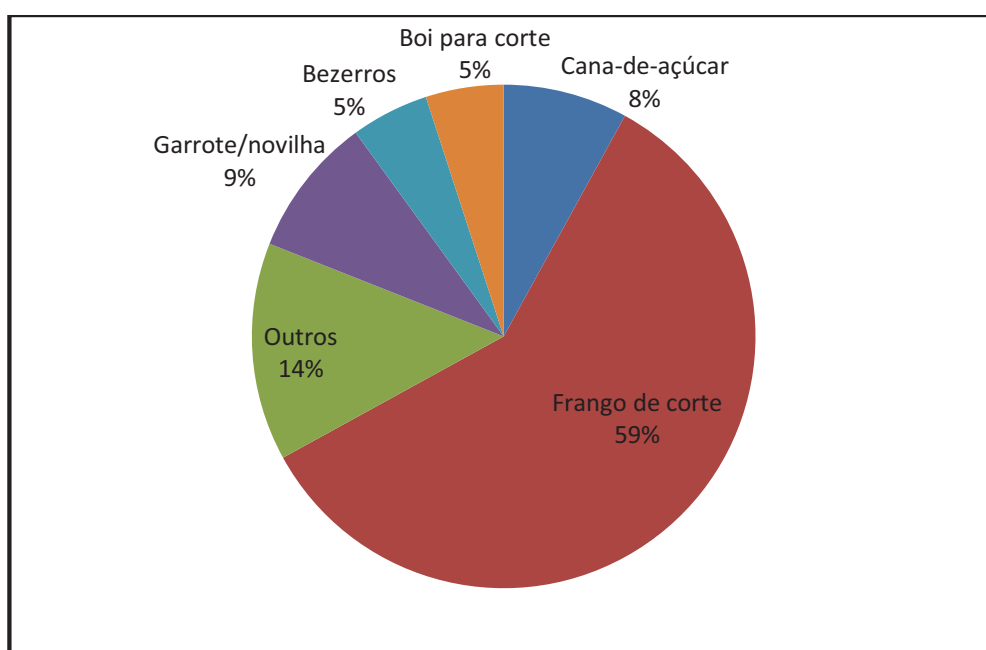
As áreas menos propícias ao cultivo da soja não são fadadas ao subdesenvolvimento, há alternativas também muito lucrativas se exploradas suas características, onde a princípio podem parecer limitantes ao desenvolvimento quando inseridas nos moldes da agricultura moderna.

É evidente que o relevo acidentado não possibilita um trato cultural baseado em máquinas de grande porte, mas mesmo assim, o agronegócio encontra um meio de obter a renda da terra mesmo exercendo suas atividades sob condições não ideais. A criação de gado em regime extensivo, a silvicultura (produção de madeira) e até mesmo o turismo podem ser exemplos de atividades rentáveis em áreas com menor possibilidade de exploração da renda diferencial da terra.

Como exemplo, o município de Guaraci, situado ao noroeste da área de estudo, em 2012 com a criação e abate de frangos se tornou um exemplo de como é possível utilizar o meio rural onde a aptidão agrícola é menor. Segundo a SEAB (2012a), 59% do VBP (Valor Bruto da Produção Rural) do município é proveniente da criação e abate de frangos (Figura 31). A criação de garrotes/novilhas, bezerras e

bovinos para corte soma outros 19%, e a cana-de-açúcar fica com apenas 8% do total produzido no campo. Com um montante de R\$138 milhões produzidos no campo do município em 2012, R\$81 milhões foram provenientes da criação de frango, índice muito alto e que reflete a importância para o município da presença de suas indústrias.

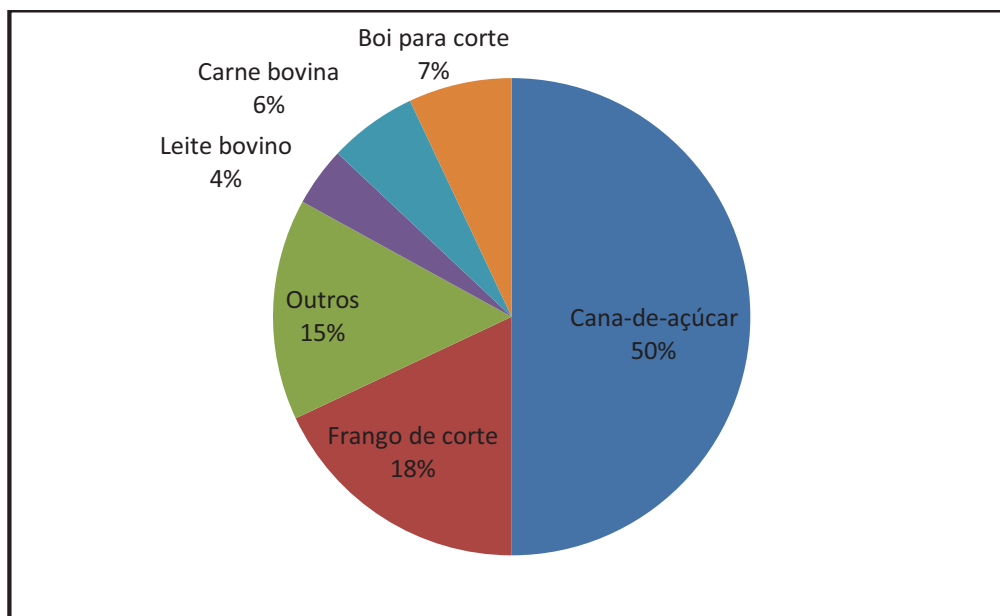
Figura 31 - Valor bruto da produção rural do município de Guaraci-PR - 2012



Fonte: SEAB (2012a). Elaborado pelo autor.

No município de Cafeara, localizado também na porção noroeste da Região de Londrina, em 2012 a cana-de-açúcar assume uma importância muito grande na economia. A produção de grãos ali nem sequer aparece entre as cinco mais importantes para o município, o que evidencia um domínio da produção pecuária e de cana-de-açúcar (Figura 32).

Figura 32 - Valor bruto da produção rural do município de Cafeara-PR
- 2012



Fonte: SEAB (2012a). Elaborado pelo autor.

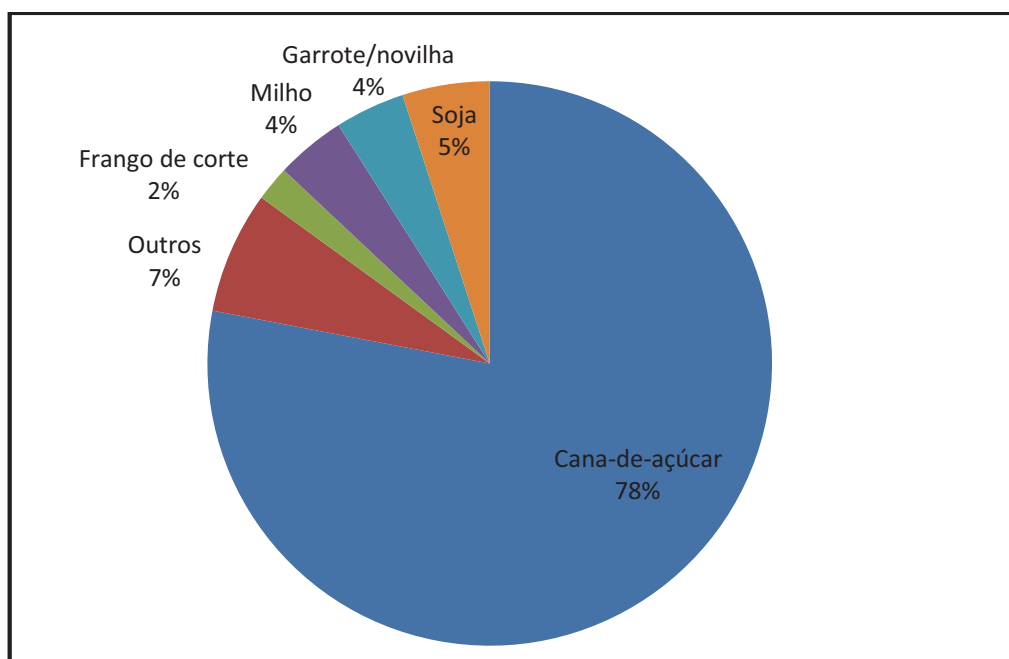
Estas regiões por serem menos favorecidas na obtenção da renda com a soja, por apresentarem menor fertilidade do solo, maior distância de grandes núcleos urbanos¹⁵ e em muitos casos um relevo acidentado, acabam por criar uma expectativa de menor renda relativa a renda diferencial da terra. Mas, o agronegócio, assumindo maneiras diversas de exploração, acaba gerando a renda diferencial também ali; seja pela proximidade a usinas de álcool e açúcar ou pela presença de abatedouros, o que reduz custos de transporte e logística na produção. É justamente pela limitação da fertilidade do solo e conseqüentemente menor custo e procura para compra que a cultura da cana-de-açúcar se instala, isto não acontece somente pelas suas características agrônômicas, mas o setor procura terras com custo de aquisição menor, que não apresentem muitas possibilidades rentáveis ao produtor, barateando assim o seu arrendamento. Assim as terras são também adquiridas com menos capital, podendo gerar concentração de terra, e quando na impossibilidade de adquirir,

¹⁵ Terras próximas a grandes centros urbanos, geralmente são mais valorizadas

a renda paga ao proprietário é menor, pois falta a ele melhores opções de retirar a renda de sua propriedade.

A Figura 33 traz o valor bruto da produção rural de Porecatu em 2012 e a cana-de-açúcar é responsável por 78% deste valor, o que em parte demonstra que a instalação da agroindústria de grande porte na região pode monopolizar a produção no campo. No caso de Porecatu-PR, a concentração da economia no campo em torno da produção de cana-de-açúcar, matéria prima essencial a Usina de álcool e açúcar é tão grande que as outras atividades quase nem assumem importância no valor bruto da produção rural.

Figura 33 - Valor bruto da produção rural do município de Porecatu-PR - 2012



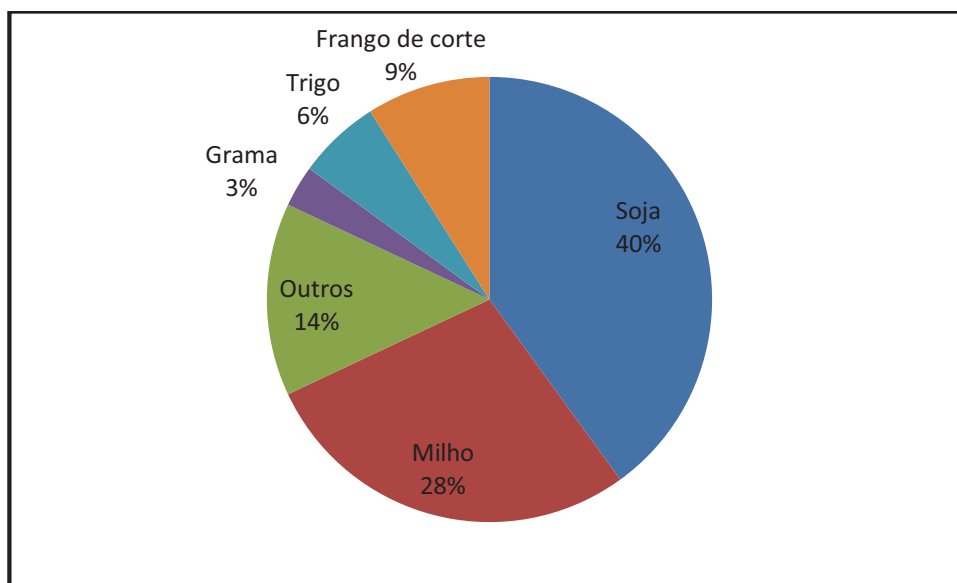
Fonte: SEAB (2012a). Elaborado pelo autor.

Nas demais áreas do recorte de estudo, a cultura da soja se expande, se mostra quase que uma monocultura, domina o cenário. Seja grande ou pequeno produtor, uma grande quantidade adere a esta leguminosa. O grande produtor amplia suas áreas de cultivo, o pequeno, sem condições de concorrer no mercado, pois não atinge a escala mínima para a manutenção de um sistema de cultivo altamente tecnificado e mecanizado, pode acabar por arrendar ou vender suas terras aos

maiores empresários do agronegócio. A soja está presente em 29 dos 30 segmentos amostrais (Tabela 14) pesquisados no Estrato A, com uma média de 64,58% de ocupação de área em cada um; em 27 dos 40 segmentos do estrato B, com uma média de ocupação de 30,6% da área dos segmentos; e em 11 dos 21 segmentos do estrato C, onde até mesmo neste estrato que indicava uma presença agrícola de 15 a 50% somente, a cultura apresentou uma média de 13,69% de ocupação.

O gráfico do VBP do município de Cambé-PR (Figura 34), que apresenta solos propícios a produção de grãos, nota-se que a conformação da economia do campo gira em torno desta atividade. A produção de soja, milho e trigo no município foi responsável por 74% de toda a renda bruta do campo no ano de 2012.

Figura 34 - Valor bruto da produção rural do município de Cambé-PR - 2012

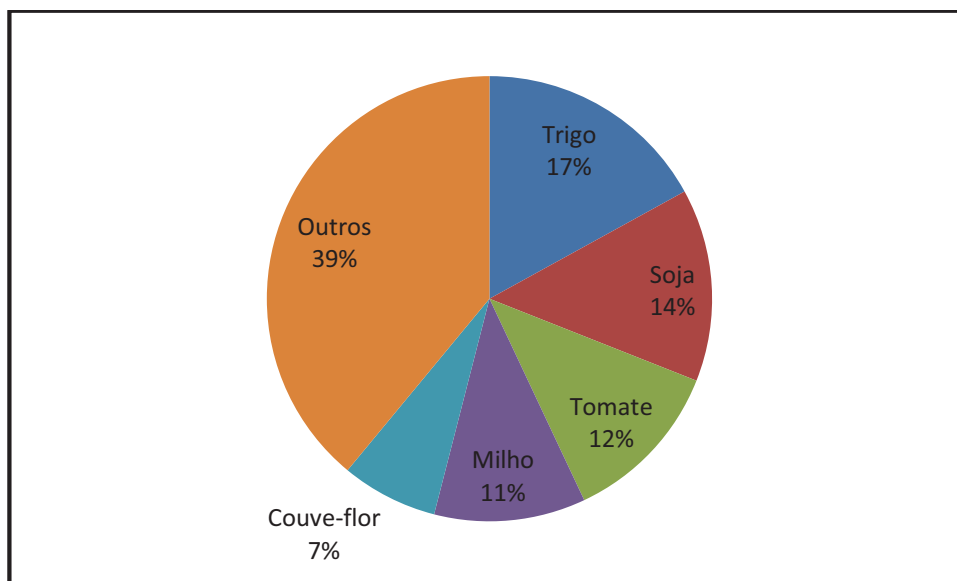


Fonte: SEAB (2012a). Elaborado pelo autor.

Municípios com uma maior diversificação das atividades no campo apresentam uma renda melhor distribuída entre as atividades, gerando uma riqueza mais pulverizada pelas diferentes escalas de produção, isto é, abrangendo pequenos, médios e grandes proprietários, pois as grandes propriedades concentram sua produção se especializando em culturas voltadas à exportação. Essa diversificação

pode ser observada como apresentado na Figura 35, que expõe o valor da produção do município de Tamarana-PR.

Figura 35 - Valor bruto da produção rural do município de Tamarana-PR - 2012



Fonte: SEAB (2012a). Elaborado pelo autor.

O município de Tamarana-PR possui uma maior diversidade de atividades rurais, pois a produção de grãos soma 42% da renda bruta obtida, sendo que culturas como o tomate e couve-flor, que empregam grande quantidade de mão-de-obra, obtêm outros 19% da renda; os 39% restantes estão distribuídos por uma série de outras atividades. Uma explicação para este cenário é a menor aptidão ao plantio de soja nas terras do município e a presença de assentamentos e vilas rurais, diminuindo a concentração de terra e elevando a oferta de mão-de-obra a ser empregado em atividades de menor porte, empregando maior número de trabalhadores. Dessa maneira, também há uma melhor distribuição da renda do campo. Esse cenário tem seu primeiro impulso pelas características físicas do município. Tamarana tem parte de suas terras em áreas com relevo acidentado devido à proximidade com a transição entre o terceiro e o segundo planalto paranaense.

Apesar de gerar problemas sociais e de diversificação da produção, a territorialização do capital no campo através do agronegócio gera riqueza, os problemas são decorrentes da má distribuição desta renda nas áreas onde isso ocorre.

Durante os trabalhos de investigação no campo, estas correlações entre aspectos físicos, econômicos e sociais puderam ser registrados nas observações dos investigadores, e assim foi possível a realização desta análise geográfica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos na estimativa de uso do solo agrícola da região pesquisada mostra que a metodologia adotada é viável e que pode contribuir com os levantamentos dos órgãos públicos na elaboração de políticas públicas que ajudam a moldar o espaço rural.

A estimativa do uso do solo pode propiciar uma melhor estimativa de safra agrícola ao mensurar com um coeficiente de erro conhecido a área que está disponível para a produção de alimentos e energia renovável. Assim, os informantes habituais dos órgãos públicos podem melhorar a sua subjetividade ao adotar parâmetros mais precisos na mensuração do uso do solo em sua área de conhecimento.

O percentual de área pesquisada na amostra ficou em apenas um por cento da área total da região, o que representa uma economia de recursos considerável tendo em vista que a pesquisa se baseou em um método objetivo, gerando dados cientificamente melhor embasados e passíveis de comprovação. Dados subjetivos, apesar de apresentarem resultados em tempo também bastante curto, apresentam problemas recorrentes de interpretação equivocada do espaço ou dos limites físicos (como é o caso dos limites municipais), além de que nem sempre a área de atuação dos informantes equivale a divisão política necessária aos órgãos públicos.

A estimativa de uso do solo realizada por esta proposta metodológica não objetiva substituir outros métodos de pesquisa, mas pode ser usado em conjunto com esses de forma a propiciar dados para comparação e balisamento metodológico de forma a obter números e análises cada vez mais aprimorados.

Um trabalho de mapeamento dos fluxos de recursos, insumos e da produção podem enriquecer consideravelmente a análise geográfica do meio rural. Dessa maneira, fazendo-se um cruzamento com dados sócio-econômicos, seria possível conhecer melhor a representação espacial dos processos atuantes no campo.

O tempo é um quesito que tem tido cada vez mais importância nas pesquisas rurais. Uma safra agrícola se inicia e termina em pouco mais de quatro meses, e em uma ou duas semanas é possível uma mudança muito grande no cenário rural devido a frustrações climáticas e pela atuação de um mercado globalizado dos produtos. Sobre esta ótica, a possibilidade de divulgação de dados de uso do solo durante o andamento da safra pode ajudar a direcionar políticas mitigadoras de problemas de circulação, armazenagem e provimento de insumos antes deles se agravarem, além de preparar o mercado para receber esta produção, diminuindo a possibilidade de baixa acentuada dos preços após a colheita.

A possibilidade de estimar as áreas de matas, reflorestamento e pastagens, assim como a de áreas com possibilidade de serem utilizadas com agricultura pode também trazer o benefício de acompanhar a degradação ambiental, assim como futuramente registrar a sua recuperação, tendo em vista a possibilidade de adoção de legislações ambientais mais rígidas no futuro.

Uma grande contribuição desta metodologia é a de basear o processo de estratificação na intensidade do uso do solo, dessa maneira, é possível reduzir consideravelmente o número de segmentos amostrais necessários a estimativa do uso do solo quando comparado a uma simples estimativa direta por amostragem de área, como foi utilizado por Guglielmi Junior (2011). Através da estratificação, foi possível concentrar os recursos de investigação em áreas que continham uma maior probabilidade de ocorrência das classes de interesse.

7 REFERÊNCIAS

- ADAMI, M. **Estimativa de áreas agrícolas por meio de técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e amostragem**. 2003. 185 fls. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – INPE, São José dos Campos. 2003.
- ADAMI, M. et al. A Web Platform Development to Perform Thematic Accuracy Assessment of Sugarcane Mapping in South-Central Brazil. **Remote Sens**. Basel, v. 4, n. 10, p. 3201-3214, ago. 2012.
- ALLEN, J. D. A look at the Remote Sensing Applications Program of the National Agricultural Statistics Service. **Journal of Official Statistics**, Washington, v. 6, n. 4, p. 393-409, fev. 1990.
- ALMEIDA-FILHO, R.; CARVALHO, C. M. Uso de imagens Landsat-TM para avaliar a extensão da desertificação na região de Gilbués, sul do estado do Piauí. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2007, p. 4365-4372.
- ALVES, F. D.; FERREIRA, E. R. **Elementos metodológicos da Geografia Agrária clássica: a produção em periódicos brasileiros**. Rio de Janeiro: Geo UERJ, 2008.
- ANDRADE, M. C. **Globalização e Geografia**. Recife: Ed. Universitária, UFPE, 1996.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Download de dados geográficos: Rodovias PNLT 2008**. Disponível em: < <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em 16 fev. 2013.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução a ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- CAMARA, G.; et al. **SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling**. 20: (3) 395-403, may-jun 1996. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>>. Acesso em 12 de out. 2011.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; Freitas, U. M.; GARRIDO, J. C. P. **SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling**. **Computers and Graphics**, v. 15, n. 6, p. 13-22, 1996.
- CANCIAN, N. A. **Cafeicultura paranaense: 1900-1970**. Curitiba: Graficar, 1981, 154p.
- CARVALHO JUNIOR, W. et al. **Zoneamento pedoclimático do Estado do Paraná para a cultura de soja** - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2001.
- CERON, A. O.; GERARDI, L. H. de O. **Geografia Agrária e Metodologia da Pesquisa**. In: Boletim de Geografia Teorética. v.9, n.17-18, 1979.

COCHRAN, W. G. **Técnicas de Amostragem**. 2 ed. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1977. 555p.

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, décimo primeiro levantamento, setembro 2013. Brasília: Conab, 2013.

COMTE, A. **La philosophie positive d'Auguste Comte**, condensée par Miss Harriet Martineau. Paris: L. Bahl, 1895

DANA, P. H. **The Global Positioning System**. Disponível em: <http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/GPS/GPS_f.html>. Acesso em: 11 Fev. 2003.

DAY, C. **A compilation of PEDITOR estimation formulas**. Washington: National Agricultural Statistics Service, 2002. 19 p. (RDD-02-03)

DINIZ, José A. F. **Geografia da Agricultura**. São Paulo: DIFEL, 1984.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ. **Biometria em Cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2011. Disponível em: <<http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv0684/Biometria%20em%20cana-de-acucar%20exemplo%20de%20texto%20aluno.pdf>>. Acesso em 12 jan. 2014.

FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA. 1989. 425 p.

FAJARDO, S. **Aspectos da ocupação e formação da estrutura produtiva e as transformações da paisagem rural no território paranaense**. Guarapuava: Revista Caminhos de Geografia, 2006.

FERREIRA JUNIOR, O. **O GPSTRACKMACKER**. Disponível em: <<http://www.GPStm.com/port/>>. Acesso em: 11 Fev. 2013.

FERREIRA, D. A. de O. **Mundo Rural e Geografia. Geografia Agrária no Brasil; 1930-1990**. São Paulo: Ed. UNESP, 2002.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos básicos de sensoriamento remoto**. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Brasília - DF, 2005. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pdf>. Acesso em 10 out. 2013.

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. **Multiple frame agricultural surveys**: current survey based on area and list sampling methods. Roma, 1996. v. 1.

_____. **Multiple frame agricultural surveys**: agricultural survey programmers based on area frame or dual frame (area and list) sample designs. Roma, 1998. v. 2.

GALLEGO, F. J. **Sampling frames of square segments**. Luxembourg: Joint Research Centre, 1995. 72p.

GONZÁLES-ALONSO, F. et al. Remote sensing and agricultural statistics: crop area estimation in north-eastern Spain through diachronic Landsat TM and ground sample data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 18, n. 2, p. 467-70, 1997.

GONZÁLES-ALONSO, F.; Soria, S. L.; Gozalo, J. M. C. Comparing two methodologies for crop area estimation in Spain using Landsat TM images and ground-gathered data. **Remote Sensing of Environment**, v.35, n.1, p 29-35, Jan. 1991.

GONZALEZ, R.C, WOODS, R. **Processamento de imagens digitais**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 2000.

GUGLIELMI JUNIOR, Pedro. **Aplicação de metodologia de previsão de safras agrícolas através da utilização de tecnologias de geoprocessamento**. 2011. 57 fls. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Geografia). Universidade Estadual de Londrina, 2011.

GUSMÃO, R. P. Os estudos de geografia rural no Brasil: revisão e tendências. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS AGB, 3, 1978, Fortaleza. 1978.

HENDRICKS, W.A.; SEARLS D.T.; HORVITZ, D.G. A comparison of three rules for associating farms and farmland with sample area segments in agricultural surveys. In: Zarkovich, S. S. (ed.) ESTIMATION OF AREAS IN AGRICULTURAL STATISTICS. FAO, Rome. 1965. pp. 191-198

Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR. **Zoneamento Climático**. 2013. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1044>>. Acesso em 23 set. 2013.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Malha Municipal Digital**. 2007. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#TERRIT. Acesso em 15 fevereiro, 2013.

_____. **Previsão e acompanhamento de safras nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina e no Distrito Federal: safras 1986/1987 e 1999/2000**. Estatísticas Básicas. Séries Retrospectivas, número 9. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **Monitoramento de cana-de-açúcar via imagem de satélite**. 2013. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/>>. Acesso em 20 dez. 2013. São José dos Campos, 2013.

Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER. **Mapa do Zoneamento pedoclimático do Estado do Paraná para a cultura da soja**. 2001. Curitiba. 2012. 1 CD Rom.

Instituto Paranaense de desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES. **Paraná: Economia e Sociedade**. Curitiba, 1982. Disponível em:<
http://www.ipardes.gov.br/webisis.docs/pr_economia_sociedade_02_82.pdf>.
Acesso em 10 dez. 2013.

JANSEN, J. R. **Introduction digital image processing**. New Jersey: Prentice Hall, 1986.

JANSSEN, L. L. F.; VAN DER WEL, F. J. M. **Accuracy assessment of satellite derived land-cover data: A review**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Pennsylvania, 1994.

KAGEYAMA, A. et al. (Coord.). O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais. In: DELGADO, et al. **Agricultura e Políticas Públicas**. Brasília, IPEA, 1990.

KAUTSKY, K. **A questão agrária**. 3. ed. São Paulo: Proposta, 1980.

KOHLHEPP, G. Mudanças estruturais na agropecuária e mobilidade da população rural no norte do Paraná (Brasil). **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 53, n. 2, p. 79-94, abr./jun. 1991.

KONZEN, O. G. ZAPAROLLI, I. D. Estrutura agrária e capitalização da agricultura no Paraná. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 28, n.4, p. 155-173. Out./Dez. 1990.

KRUG, T.; YANASSE, C. C. F. **Estimativa de safras agrícolas utilizando dados coletados por satélites de sensoriamento remoto e dados terrestres, através de amostras de substratos geográficos**. São José dos Campos: INPE, 1986. 51 p. (INPE-4102-RPE/534).

LILLESSAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. 4 ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 724 p.

LUIZ, A. **Sensoriamento remoto agrícola**. 2002. São José dos Campos: Trabalho realizado como parte das exigências do exame de qualificação do curso de Doutorado em Sensoriamento Remoto, INPE (INPE-88586-PUD/111). 102 p.

MARTINS, G. de S.. **Os camponeses e a política no Brasil**. Petropolis: Vozes. 1983.

MATHER, P. M. **Computer processing of remotely-sensed images: An introduction**. 2 ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1999. 292 p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. São José dos Campos: INPE, 2001. 250p.

MOREIRA, M. A.; LIMA, A. M.; MAIA, F. C. S. **Cultura do trigo: identificação e avaliação de áreas através de dados do Landsat** São José dos Campos: INPE, 1981. 9 p. (INPE-2204-RPE/397).

MORO, D. A. **Transformações sócio espaciais decorrentes da modernização da agricultura no Estado do Paraná.** In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 15, 2000, Goiânia. Anais... 2000. p. 352-355.

MULLER, J. P. **Digital Image Processing.** London: Taylor & Francis. 1988.

MUELLER, C. C.; *et al.* **Pesquisa Agropecuária do Paraná - Safra 1986/87** (Programa de Aperfeiçoamento das Estatísticas Agropecuárias). R. Bras. Estat, v. 49, n. 191, p. 55-84, 1988.

NEALON, J.P. **Review of the Multiple and Area Frame Estimators.** U.S. Department of Agriculture, Statistical Reporting Service. Washington D.C: Report, n. 80, 1984.

NICHOLLS, W. H. A fronteira agrícola na história recente do Brasil: o Estado do Paraná. REVISTA PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO. Curitiba, nº 26, p. 33-64, 1971.

NORMAN, M. J. T.; P., C. J.; S., P. G. E. **The ecology of tropical food crops.** 2 ed. Melbourne: Cambridge University Press, 1995. 430 p.

OLIVEIRA, A. U. Agricultura brasileira: transformações recentes. In: ROSS, J. S. (Org.) GEOGRAFIA DO BRASIL. 4a Ed. São Paulo: EDUSP, 2003.

_____. Agricultura Brasileira: transformações recentes. In: ROSS, J. L.S. GEOGRAFIA DO BRASIL. São Paulo: EDUSP, 1996.

_____. Agricultura e Indústria no Brasil. In: CAMPO-TERRITÓRIO, v.5, n.10, EDUSP. 2010.

_____. **Modo capitalista de produção e agricultura.** 3 ed. São Paulo: Ática, 1990.

_____. **Modo de Produção Capitalista, Agricultura e Reforma Agrária.** São Paulo: FFLCH, 2007.

_____. O que é. In: ORIENTAÇÃO Nº 1, São Paulo, Instituto de Geografia – Dep. Geografia, USP. 1986.

PADIS, P. C.. **Formação de uma economia periférica: o caso do Paraná.** São Paulo, Hucitec, 1981.

PINO, F. A. **Estatísticas agrícolas para o século XXI.** Agricultura em São Paulo, v.46, n.2, p.71-105, 1999.

PRADO JÚNIOR, Caio. **A questão agrária no Brasil.** 5. ed. São Paulo: Brasiliense, 2007.

RICHADS, J. A. **Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction.** Berlin: Springer-Verlag, 1986. 281 p.

RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR D. A.; SILVA W. F. **Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data.** São José dos Campos: INPE, 2010.

RUDORFF, B. F. T.; KRUG, T. Sensoriamento remoto na estimativa da área plantada com feijão, milho e mamona no município de Irece-BA. In: Simpósio Latino-Americano de Sensoriamento Remoto, 6. Gramado. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1986. v. 1, p. 380-4.

SCHOWENGERDT, R. A. **Remote Sensing: Models and Methods For Image processing.** 2 ed. New York: Academic Press, 1997. 522 p.

Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná - SEAB. **Produção agropecuária: Comparativo Paraná-Brasil.** 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/cprbr.pdf>>. Acesso em 13 de set. 2013a.

_____. **Culturas de verão: Área e Produção por região administrativa da SEAB - 2008 a 2012.** 2013e. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Tab_prod_ver__1.pdf>. Acesso em 10 out. 2013e.

_____. **Estimativa de safra.** 2013d. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. Acesso em 23 de set.

_____. **Gráficos Municipais referentes ao Valor Bruto da Produção Rural 2012: Gráficos e índices municipais.** Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/graregi.pdf>>. Acesso em: 20 dez de 2013. 2012a.

_____. **Levantamento da produção rural paranaense por município.** Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/relmun4v.pdf>>. Acesso em: 20 dez. de 2013. 2012c

_____. **Soja – Análise da Conjuntura Agropecuária.** 2013c. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/soja_2012_13.pdf>. Acesso em 23 de set.

_____. **Valor Bruto da Produção Agrícola Paranaense em 2012.** 2013b. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/analise_12_01.pdf>. Acesso em 25 de set. 2013b.

_____. **Valor Bruto da Produção Agrícola Paranaense em 2012: Análise resumida.** Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/analise_12_01.pdf>. Acesso em: 20 dez. de 2013. 2012b.

_____. **Valor Bruto da Produção Rural Paranaense 2010**: Análise completa. Disponível em: < http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/vbp_2010.pdf>. Acesso em: 20 dez de 2013. 2011.

SHIMABUKURO, Y. E.; et al. **Segmentação e classificação da imagem sombra do modelo de mistura para mapear reflorestamento na Amazônia**. São José dos Campos: INPE, 1997. 14 p. (INPE-6147-PUD/029).

TEIXEIRA, M. A. Geografia agrária no Brasil: contribuição aos estudos de revisão e tendências. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 1. Presidente Prudente, 1981.

THOME, R. **Interoperabilidade em geoprocessamento**: conversão entre modelos conceituais de sistemas de informação geográfica e comparação com o padrão OPEN GIS. 1998. São José dos Campos. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - INPE, São José dos Campos.

TOMAZI, N. D. **Norte do Paraná**: História e Fantasmagorias. 1997. Tese (Doutorado em História). Curitiba: UFPR, 1997.

TSILIGIRIDES, T. A. **Remote sensing as a tool for agricultural statistics**: a case study of area frame sampling methodology in Hellas. *Computers and Electronics in Agriculture*, n. 20, p. 45-77, 1998.

Universidade Federal de Goiás - UFG., **Classificação climática de Köppen-Geiger**. Disponível em: < http://portais.ufg.br/uploads/68/original_Classifica___o_Clim___tica_Koppen.pdf>. Acesso em 15 out. 2013.

USGS, United States Geological Survey. **Maps, Imagery, and Publications**. Disponível em: <<http://hdds.usgs.gov/EO/>>. Acesso em 21 ago. 2013.

WESTPHALEN, C.; MACHADO, B. P.; BALHANA, A. P. **Nota prévia ao estudo da ocupação da terra no Paraná moderno**. Boletim do Departamento de História, n 7. Curitiba: UFPR, 1968.

APÊNDICE B

PROGRAMA EM LEGAL PARA A GERAÇÃO DE GRADE RETANGULAR
(AMOSTRAS)

```
{  
Tematico t1 ("Classes");  
Imagem i1("Landsat8");  
  
i1=Recupere(Nome="Mata");  
  
t1=Novo(Nome="Mata",ResX=30, ResY=30, Escala=50000);  
  
t1=(i1==2) ? Classe(3) : Classe(0);  
  
}
```

APÊNDICE C

PROGRAMA EM LEGAL PARA CALCULAR A MÉDIA PONDERADA DO USO DO SOLO POR ESTRATO

{

Cadastral c1 ("Estrato_cadastro");

Objeto o1 ("estrato_pol.shp_O");

Imagem i1,i2,i3,i4 ("Est_Img");

c1 = Recupere(Nome = "estrato");

i1 = Recupere(Nome = "Im_agri");

i2 = Recupere(Nome = "Im_past");

i3 = Recupere(Nome = "Im_mata");

i4 = Recupere(Nome = "Im_urba");

o1."AGRIC" = Atualize (i1 , o1 NoMapa c1, MedZ);

o1."PAST" = Atualize (i2 , o1 NoMapa c1, MedZ);

o1."MATA" = Atualize (i3 , o1 NoMapa c1, MedZ);

o1."NAGRI" = Atualize (i4 , o1 NoMapa c1, MedZ);

}

APÊNDICE D

PROGRAMA EM LEGAL PARA A CRIAÇÃO DE IMAGEM TEMÁTICA ATRAVÉS
DA CLASSIFICAÇÃO DA IMAGEM LANDSAT 8

```
{  
Tematico t1 ("Classes");  
Imagem i1,i2,i3,i4 ("Est_Img");  
  
t1 = Recuperar( Nome = "Mapa_final_1" );  
i1 = Novo( Nome = "Im_exclusao", ResX = 30 , ResY = 30 );  
//i2 = Novo( Nome = "Im_past", ResX = 30 , ResY = 30 );  
//i3 = Novo( Nome = "Im_mata", ResX = 30 , ResY = 30 );  
//i4 = Novo( Nome = "Im_urba", ResX = 30 , ResY = 30 );  
  
i1=t1.Classe>=1 ? 100 : 0;  
//i2=t1.Classe==4 ? 100 : 0;  
//i3=t1.Classe==3 ? 100 : 0;  
//i4=(t1.Classe==1 || t1.Classe==5) ? 100 : 0;  
  
}
```

APÊNDICE E

PROGRAMA EM LEGAL PARA A EXCLUSÃO DA CLASSE ÁGUA A PARTIR DA
IMAGEM LANDSAT 8

```
{  
Tematico t1 ("Classes");  
Imagem i1("Landsat8");  
  
i1=Recupere(Nome="Mata");  
  
t1=Novo(Nome="Mata",ResX=30, ResY=30, Escala=50000);  
  
t1=(i1==2) ? Classe(3) : Classe(0);  
  
}
```

ANEXOS

ANEXO A

Evolução da área colhida, produção, rendimento, participação e colocação Paraná/Brasil.

Café beneficiado

Ano	Brasil				Paraná			Comparativo	
	Área (ha)	Produção (ton.)	Rendimento (kg/ha)	Área (ha)	Produção (ton.)	Rendimento (kg/ha)	%	Colocação	
							PR/BR	PR/BR	
1970	2.402.993	754.760	314	1.048.400	98.000	93	12,98	4 ^a	
1971	2.390.345	1.551.462	649	1.030.081	768.000	746	49,50	1 ^a	
1972	2.265.695	1.495.705	660	1.034.221	560.000	541	37,44	2 ^a	
1973	2.079.741	872.898	420	839.578	238.500	284	27,32	2 ^a	
1974	2.155.017	1.615.309	750	933.677	624.000	668	38,63	1 ^a	
1975	2.216.921	1.272.298	574	942.589	613.000	650	48,18	1^a	
1976**	1.121.015	375.985	335	3.724	231	62	0,06	13^a	
1977	1.941.473	975.386	502	619.101	106.887	173	10,96	3^a	
1978	2.183.673	1.267.662	581	670.400	310.152	463	24,47	2 ^a	
1979	2.406.239	1.332.773	554	632.485	119.033	188	8,93	4 ^a	
1980	2.433.604	1.061.196	436	635.877	165.335	260	15,58	3 ^a	
1981	2.617.836	2.032.211	776	687.458	456.222	664	22,45	3 ^a	
1982	1.895.486	957.931	505	302.812	81.342	269	8,49	4 ^a	
1983	2.346.007	1.671.588	713	438.937	304.470	694	18,21	4 ^a	
1984	2.505.435	1.420.282	567	442.266	247.145	559	17,40	3 ^a	

1985	2.533.762	1.910.646	754	431.000	294.046	682	15,39	3 ^a
1986	2.591.461	1.041.406	402	452.115	139.854	309	13,43	3 ^a
1987	2.875.641	2.202.708	766	504.889	495.475	981	22,49	3 ^a
1988	2.951.493	1.348.014	457	501.413	134.928	269	10,01	3 ^a
1989	3.041.387	1.532.335	504	493.324	267.039	541	17,43	2 ^a
1990	2.908.961	1.464.856	504	426.391	156.703	368	10,70	4 ^a
1991	2.763.439	1.520.382	550	383.355	201.922	527	13,28	4 ^a
1992	2.500.324	1.294.373	518	279.169	103.380	370	7,99	4 ^a
1993	2.259.332	1.278.759	566	220.027	96.690	439	7,56	4 ^a
1994	2.097.650	1.307.289	623	190.419	81.991	431	6,27	4 ^a
1995**	1.869.984	930.135	497	36.740	10.042	273	1,08	8 ^a
1996	1.920.253	1.369.196	713	134.857	76.893	570	5,62	4 ^a
1997	1.988.186	1.228.513	618	127.696	109.631	859	8,92	4 ^a
1998	2.070.409	1.689.366	816	128.127	135.707	1.059	8,03	4 ^a
1999	2.222.926	1.631.694	734	136.642	141.118	1.033	8,65	4 ^a
2000	2.267.968	1.903.562	839	142.118	132.435	932	6,96	4 ^a
2001	2.336.027	3.639.136	1.558	63.304	28.299	447	0,78	6 ^a
2002	2.370.908	2.649.609	1.118	129.313	139.088	1.076	5,25	4 ^a
2003	2.395.501	1.987.074	830	126.349	117.274	928	5,90	6 ^a
2004	2.368.040	2.465.710	1.041	116.759	148.257	1.270	6,01	4 ^a
2005	2.325.920	2.140.169	920	106.303	86.417	813	4,04	6 ^a
2006	2.312.154	2.573.368	1.113	100.973	139.376	1.380	5,42	5 ^a
2007	2.264.129	2.249.011	993	97.307	98.642	1.014	4,39	5 ^a
2008	2.222.224	2.796.927	1.259	105.365	158.619	1.505	5,67	6 ^a
2009	2.135.508	2.440.056	1.143	97.607	90.407	926	3,71	6 ^a
2010	2.158.564	2.906.315	1.346	94.062	138.694	1.474	4,77	6 ^a
2011	2.105.386	2.658.049	1.262	74.753	110.538	1.479	4,16	6 ^a
2012	2.092.582	3.061.513	1.463	67.070	91.897	1.370	3,00	5 ^a

Fonte: MA /SUPLAN-EAGRI (1970/1972), IBGE (Prod. Agrícola Municipal); SEAB/DERAL

NOTA: (**) Em 1976 a área total produtiva do Paraná era de 749.709 ha e em 1995 era de 141.139 ha.

Em função de severas geadas ocorridas em 1975 e 1994 a área colhida em 1976 foi de 3.724 ha e em 1995 foi de 36.740ha

ANEXO B

Evolução da área colhida, produção, rendimento, participação e colocação Paraná/Brasil.

Soja - Primeira e segunda safra

Ano	Brasil				Paraná			Comparativo	
	Área	Produção	Rendimento	Área	Produção	Rendimento	%	Colocação	
	(ha)	(ton.)	(kg/ha)	(ha)	(ton.)	(kg/ha)	PR/BR	PR/BR	
1970	1.318.809	1.508.540	1.144	304.211	368.006	1.210	24,39	2 ^a	
1971	1.716.420	2.077.291	1.210	357.701	461.746	1.291	22,23	2 ^a	
1972	2.191.455	3.229.631	1.474	452.692	688.158	1.520	21,31	2 ^a	
1973	3.615.058	5.011.614	1.386	817.627	1.326.338	1.622	26,47	2 ^a	
1974	5.143.367	7.876.527	1.531	1.340.000	2.588.880	1.932	32,87	2 ^a	
1975	5.824.492	9.893.008	1.699	1.631.897	3.624.946	2.221	36,64	2 ^a	
1976	6.417.000	11.227.123	1.750	2.083.300	4.500.000	2.160	40,08	1 ^a	
1977	7.070.263	12.513.406	1.770	2.200.000	4.700.000	2.136	37,56	2 ^a	
1978	7.782.187	9.540.577	1.226	2.348.541	3.150.103	1.341	33,02	2 ^a	
1979	8.256.096	10.240.306	1.240	2.340.460	4.000.000	1.709	39,06	1 ^a	
1980	8.774.023	15.155.804	1.727	2.410.800	5.400.192	2.240	35,63	2 ^a	
1981	8.501.169	15.007.367	1.765	2.266.200	4.983.210	2.199	33,21	2 ^a	
1982	8.203.277	12.836.047	1.565	2.099.996	4.200.120	2.000	32,72	2 ^a	
1983	8.137.112	14.582.347	1.792	2.022.000	4.315.000	2.134	29,59	2 ^a	
1984	9.421.202	15.540.792	1.650	2.177.900	4.121.000	1.892	26,52	2 ^a	
1985	10.153.405	18.278.585	1.800	2.196.370	4.413.000	2.009	24,14	2 ^a	
1986	9.181.587	13.330.225	1.452	1.745.000	2.600.000	1.490	19,50	2 ^a	
1987	9.129.795	16.977.151	1.860	1.718.000	3.810.000	2.218	22,44	2 ^a	

1988	10.518.371	18.011.662	1.712	2.123.379	4.771.264	2.247	26,49	1 ^a
1989	12.200.556	24.051.673	1.971	2.399.993	5.031.297	2.096	20,92	2 ^a
1990	11.487.303	19.897.804	1.732	2.267.638	4.649.752	2.050	23,37	2 ^a
1991	9.616.648	14.937.806	1.553	1.972.538	3.531.216	1.790	23,64	1 ^a
1992	9.441.391	19.214.705	2.035	1.810.657	3.440.466	1.900	17,91	3 ^a
1993	10.635.330	22.590.978	2.124	2.073.537	4.747.818	2.290	21,02	2 ^a
1994	11.525.410	24.931.832	2.163	2.154.077	5.332.893	2.476	21,39	2 ^a
1995	11.675.005	25.682.637	2.200	2.206.249	5.694.427	2.581	22,17	2 ^a
1996	10.291.470	23.155.274	2.250	2.386.523	6.440.344	2.699	27,81	1 ^a
1997	11.486.478	26.391.448	2.298	2.540.008	6.582.273	2.591	24,94	1 ^a
1998	13.303.656	31.307.440	2.353	2.858.697	7.313.460	2.558	23,36	1 ^a
1999	13.061.410	30.987.476	2.372	2.786.852	7.752.472	2.782	25,02	1 ^a
2000	13.656.771	32.820.826	2.403	2.859.362	7.199.810	2.518	21,94	2 ^a
2001	13.974.299	37.881.339	2.711	2.821.906	8.628.469	3.058	22,78	2 ^a
2002	16.365.441	42.124.898	2.574	3.316.379	9.565.905	2.884	22,71	2 ^a
2003	18.524.769	51.919.440	2.803	3.653.266	11.018.749	3.016	21,22	2 ^a
2004	21.538.990	49.549.941	2.300	4.014.820	10.241.894	2.551	20,67	2 ^a
2005	22.948.874	51.182.074	2.230	4.150.106	9.552.662	2.302	18,66	2 ^a
2006	22.047.349	52.464.640	2.380	3.948.520	9.466.405	2.397	18,04	2 ^a
2007	20.565.279	57.857.172	2.813	4.006.075	11.944.323	2.982	20,64	2 ^a
2008	21.246.302	59.833.105	2.816	3.970.533	11.800.464	2.972	19,72	2 ^a
2009	21.750.468	57.345.382	2.637	4.072.150	9.407.847	2.310	16,41	2 ^a
2010	23.327.296	68.756.343	2.947	4.478.234	14.095.253	3.148	20,50	2 ^a
2011	24.050.418	74.941.773	3.116	4.549.580	15.448.848	3.396	20,61	2 ^a
2012	24.937.814	65.700.605	2.635	4.454.418	10.925.878	2.453	16,63	2 ^a

Fonte: MA/SUPLAN-EAGRI(1970/1972), IBGE (Prod. Agrícola Municipal); SEAB/DERAL

ANEXO C

COMPARATIVO DE ÁREA, PRODUTIVIDADE E PRODUÇÃO DE GRÃOS - PRODUTOS SELECIONADOS(*)
SAFRAS 2011/2012 E 2012/2013

REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 11/12	Safra 12/13	VAR. %	Safra 11/12	Safra 12/13	VAR. %	Safra 11/12	Safra 12/13	VAR. %
	(a)	(b)	(b/a)	(c)	(d)	(d/c)	(e)	(f)	(f/e)
NORTE	1.795,9	1.874,6	4,4	2.760	2.936	6,4	4.956,0	5.503,2	11,0
RR	33,0	34,5	4,5	3.982	4.000	0,5	131,4	138,0	5,0
RO	411,1	421,4	2,5	2.662	2.859	7,4	1.094,3	1.204,7	10,1
AC	70,2	71,6	2,0	1.808	1.902	5,2	126,9	136,2	7,3
AM	26,8	21,5	(19,8)	2.026	1.953	(3,6)	54,3	42,0	(22,7)
AP	6,1	5,7	(6,6)	918	877	(4,5)	5,6	5,0	(10,7)
PA	507,0	506,0	(0,2)	2.313	2.666	15,3	1.172,7	1.349,0	15,0
TO	741,7	813,9	9,7	3.197	3.229	1,0	2.370,8	2.628,3	10,9
NORDESTE	7.331,7	7.329,4	-	1.700	1.675	(1,5)	12.466,7	12.278,4	(1,5)
MA	1.533,6	1.626,7	6,1	1.906	2.210	15,9	2.922,5	3.595,7	23,0
PI	1.173,9	1.264,4	7,7	1.947	1.268	(34,9)	2.286,0	1.603,1	(29,9)
CE	1.014,6	787,7	(22,4)	169	284	68,0	171,9	223,6	30,1
RN	17,3	29,1	68,2	474	450	(5,1)	8,2	13,1	59,8
PB	79,4	109,8	38,3	98	421	329,6	7,8	46,2	492,3
PE	442,1	314,6	(28,8)	165	301	82,4	73,1	94,6	29,4
AL	69,0	76,5	10,9	813	753	(7,4)	56,1	57,6	2,7
SE	243,0	244,4	0,6	2.510	4.207	67,6	609,9	1.028,2	68,6
BA	2.758,8	2.876,2	4,3	2.295	1.953	(14,9)	6.331,2	5.616,3	(11,3)
CENTRO-OESTE	18.828,9	20.644,7	9,6	3.781	3.760	(0,6)	71.196,7	77.615,3	9,0
MT	10.969,1	12.304,0	12,2	3.681	3.729	1,3	40.373,3	45.886,2	13,7
MS	3.256,3	3.640,7	11,8	3.567	3.825	7,2	11.616,1	13.925,6	19,9
GO	4.483,2	4.566,0	1,8	4.148	3.735	(10,0)	18.597,8	17.052,7	(8,3)
DF	120,3	134,0	11,4	5.067	5.603	10,6	609,5	750,8	23,2
SUDESTE	4.878,9	4.963,2	1,7	4.051	4.078	0,7	19.764,7	20.241,0	2,4
MG	2.979,7	3.053,4	2,5	4.098	3.948	(3,7)	12.209,8	12.054,5	(1,3)
ES	50,8	40,6	(20,1)	1.848	1.887	2,1	93,9	76,6	(18,4)
RJ	11,4	10,3	(9,6)	2.096	1.990	(5,1)	23,9	20,5	(14,2)
SP	1.837,0	1.858,9	1,2	4.049	4.352	7,5	7.437,1	8.089,4	8,8
SUL	18.049,8	18.529,6	2,7	3.203	3.856	20,4	57.814,1	71.455,9	23,6
PR	9.169,4	9.242,1	0,8	3.430	3.991	16,4	31.447,7	36.881,8	17,3
SC	1.303,2	1.306,1	0,2	4.203	4.827	14,8	5.477,6	6.304,7	15,1
RS	7.577,2	7.981,4	5,3	2.757	3.542	28,5	20.888,8	28.269,4	35,3
NORTE/NORDESTE	9.127,6	9.204,0	0,8	1.909	1.932	1,2	17.422,7	17.781,6	2,1
CENTRO-SUL	41.757,6	44.137,5	5,7	3.563	3.836	7,7	148.775,5	169.312,2	13,8
BRASIL	50.885,2	53.341,5	4,8	3.266	3.507	7,4	166.198,2	187.093,8	12,6

FONTE: CONAB - Levantamento: Setembro/2013.

(*) Produtos selecionados: Carão de algodão, amendoim (1ª e 2ª safras), arroz, aveia, centeio, cevada, feijão (1ª, 2ª e 3ª safras), girassol, mamona, milho (1ª e 2ª safras), soja, sorgo, trigo e tiliacale.

ANEXO D

TABELA15. Resultados da avaliação da aptidão pedoclimática nos municípios da Mesorregião Norte Central.

Município	Área municipal (ha) ¹	Área plantada (ha) ²	Área apta ³	
			(ha)	(%)
Alvorada do Sul	41.882	15.424	29.772	71,1
Ângulo	10.540	2.889	9.311	88,3
Apucarana	55.552	6.635	47.086	84,8
Arapongas	37.002	13.270	36.326	98,2
Arapuã	22.319	2.867	14.636	65,6
Ariranha do Ivaí	23.461	1.850	17.887	76,2
Astorga	43.478	9.602	34.248	78,8
Atalaia	13.689	2.177	10.102	73,8
Bela Vista do Paraíso	24.728	11.924	24.537	99,2
Bom Sucesso	32.292	1.600	23.616	73,1
Borrazópolis	33.948	4.822	27.194	80,1
Cafeara	17.989	127	9.770	54,3
Califórnia	13.739	157	10.823	78,8
Cambé	49.571	23.260	49.571	100,0
Cambira	16.648	1.321	14.664	88,1
Cândido de Abreu	146.689	360	60.665	41,4
Centenário do Sul	39.343	1.114	30.529	77,6
Colorado	41.782	239	29.102	69,7
Cruzmaltina	30.384	6.267	22.740	74,8
Doutor Camargo	11.829	7.280	11.241	95,0
Faxinal	70.177	6.559	42.884	61,1

Floraí	19.577	9.051	16.657	85,1
Floresta	15.899	12.061	15.713	98,8
Florestópolis	24.796	2.697	18.987	76,6
Flórida	8.274	333	7.227	87,3
Godoy Moreira	13.047	152	8.309	63,7
Grandes Rios	30.593	--	19.281	63,0
Guaraci	19.892	246	10.616	53,4
Ibiporã	29.781	11.075	26.043	87,4
Iguaraçu	16.571	3.117	13.884	83,8
Itaguajé	20.010	46	10.454	52,2
Itambé	24.397	15.171	23.623	96,8
Ivaiporã	43.701	6.031	33.766	77,3
Ivatuba	9.492	6.660	9.432	99,4
Jaguapitã	46.548	2.840	36.144	77,6
Jandaia do Sul	18.809	900	15.054	80,0
Jardim Alegre	39.557	2.043	24.402	61,7
Kaloré	19.483	4.258	15.169	77,9
Lidianópolis	16.810	893	14.109	83,9
Lobato	24.007	304	20.157	84,0
Londrina	172.470	27.275	142.800	82,8
Lunardelli	19.338	1.031	13.882	71,8
Lupionópolis	12.014	684	8.386	69,8
Mandaguaçu	29.327	5.616	24.728	84,3
Mandaguari	33.523	4.715	22.911	68,3
Manoel Ribas	56.048	6.061	43.829	78,2
Marialva	47.524	23.837	39.820	83,8
Marilândia do Sul	38.950	8.505	34.638	88,9
Maringá	48.975	22.111	47.043	96,1
Marumbi	20.826	831	16.055	77,1
Mauá da Serra	10.974	2.187	6.249	56,9
Miraselva	9.125	3.078	6.402	70,2
Munhoz de Melo	13.582	992	11.196	82,4
Nossa Senhora das Graças	18.252	237	10.400	57,0
Nova Esperança	40.157	1.460	21.458	53,4
Nova Tebas	55.270	122	29.342	53,1
Novo Itacolomi	15.898	95	11.165	70,2
Ourizona	17.551	8.283	17.551	100,0
Paçandu	17.064	8.676	16.452	96,4
Pitangueiras	12.287	2.896	12.160	99,0
Porecatu	29.072	1.598	24.928	85,7
Prado Ferreira	16.413	4.543	14.822	90,3
Presidente Castelo Branco	15.670	402	9.569	61,1
Primeiro de Maio	40.883	16.514	26.760	65,5
Rio Bom	17.700	810	10.744	60,7
Rio Branco do Ivaí	31.490	300	22.605	71,8
Rolândia	45.895	17.600	45.895	100,0
Rosário do Ivaí	44.529	--	16.089	36,1
Sabáudia	19.040	4.338	15.976	83,9
Santa Fé	27.713	1.148	20.300	73,2
Santa Inês	12.725	120	7.274	57,2

Fonte: EMBRAPA (2001)