

Averiguação da precisão no levantamento de dados declaratórios de uso da terra em sistemas de produção agrícola de Machadinho d'Oeste, RO

João Alfredo de Carvalho Mangabeira ^{1,2}

Célia Regina Grego ²

Evaristo Eduardo de Miranda ²

Oswaldo Tadatomo Oshiro ²

Camila Fabiana da Silva ²

¹ Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Instituto de Economia, Caixa Postal: 6135 - CEP 13083-857 - Campinas - SP, Brasil

manga@cnpm.embrapa.br

² Centro de Monitoramento por Satélite – Embrapa CNPM

Av. Soldado Passarinho, 303 Fazenda Chapadão CEP 13070-115 - Campinas - SP, Brasil

{manga, crgrego, mir, osvaldo, cfabiana}@cnpm.embrapa.br

Abstract. The survey and characterization of production systems, limited the scale of rural property, must take into account spatial information as a way to better ensure reliability of data collected. The objective of this work was, with satellite images, the accuracy of data declaratory of land use of agricultural settlement in Machadinho d'Oeste, RO, obtained during 20 years. Data from the cultivated area, and total forest acres in the lot were analyzed for approximately 460 lots georeferenced from 1986 to 2005 and comparing the data on the orbital declared by the producers was calculated to Estimated Relative Forecast (ERP) in percentage. The variables were submitted to the calculation of descriptive statistics and review spatializing using geostatistics. There was an increase in cultivated area and reduction of forest area with over time sampled, and spatial dependence was declared for the amount of cultivated area and forest (ha). The average values of the information contained in the questionnaire have to be lower than those obtained by satellite images, resulting in negative values mean the percentage of the Estimated Relative Forecast for all the years sampled. The highest level of accuracy of the information occurred for the florets area. The investigation of the accuracy of survey data declaratory of land use for the area sampled showed that the producer does not accurately scales with the area farmed, or area of your property, which validates this approach to finding the information declaratory with the help of image satellite.

Palavras-chave: family farm, remote sensing, satellite images, geostatistical analysis, agricultura familiar, sensoriamento remoto, imagem de satélite, análise geoestatística

1. Introdução

O Brasil, país de dimensão continental, apresenta grande diversidade espaço-temporal quanto à ocupação de suas terras: agricultura, pastagens, reflorestamentos, vegetação natural, urbanização, mineração, entre outras, cada uma delas apresentando características e dinâmicas específicas. Ademais, com essa imensidão territorial faz-se com que o país, pela escassez de recursos financeiros, não promova com agilidade necessária, censos e cadastros fundiários (numéricos e cartográficos) com precisões, que gerem informações úteis sobre o uso das terras e variáveis socioeconômicas dos sistemas de produção agrícola principalmente em locais de complexa estrutura fundiária. Segundo Mangabeira et. al. (2003), existe uma carência de metodologias que possam agilizar e disponibilizar as informações de maneira mais atual, e mais precisa.

Conforme Mangabeira (2002) o levantamento e a caracterização de sistemas de produção, de forma convencional, têm-se limitado à escala da propriedade rural sem levar em consideração informações espaciais tais como a localização das propriedades, tipo de solo, relevo, dentre outros, como forma de garantir melhor confiabilidade dos dados coletados, por meio de checagens das informações numéricas com as espaciais (cartográficas). Em geral, este tipo de levantamento tem alto custo financeiro e envolve muito tempo.

Dentro deste contexto, o processo de investigação pode ser facilitado pela utilização de imagens de satélites, apoiado por informações levantadas em campo com GPS, que pode gerar dados passíveis de serem geocodificados, e segundo Moreira (2001) e Florenzano (2002), podem ser integrados, relacionados e espacializados nos sistemas de informações geográficas (SIG's). Os SIGs, segundo Câmara et al. (2005), permitem inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e Modelos Numéricos de Terreno; e, além disso, oferecem mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, consultar, recuperar, visualizar e imprimir o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Assim, fica a seguinte pergunta, como levantar de forma precisa, dados subjetivos socioeconômicos sobre os usos das terras, respondidos pelos produtores? E como estes dados, passíveis de contestação pelas ciências exatas, podem ser aferidos e/ou confrontados por sensoriamento remoto?

Como forma de contornar esses problemas e criar um novo enfoque metodológico para levantar com uma certa precisão dados sobre o uso das terras e socioeconômicos em pequenas propriedades agrícolas, Mangabeira (2002), realizou um teste de acurácia dos dados quantitativos sobre o uso declaratório das terras por parte dos produtores rurais e confrontou com os dados de uso das terras calculados na imagem de alta resolução do satélite IKONOS em Holambra, no estado de São Paulo. Assim, foi corroborada a hipótese ou dada resposta parcial da acurácia dos dados levantados. A Previsão Relativa Estimada ou Erro Relativo Estimado foi de 3,94%, considerando uma imagem de alta resolução espacial em área pequena. Porém, não foi encontrado trabalhos similares na literatura que pudesse fazer uma comparação e estimar se o valor é considerado alto, médio ou baixo.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é verificar, com imagem de satélite de diferentes resoluções (LANDSAT e SPOT 5), a acurácia em dados declaratórios da área de assentamento agrícola em Machadinho d'Oeste, RO, na fronteira agrícola da Amazônia obtidos durante 20 anos de levantamento com o intuito de averiguar a precisão dos dados informados pelos produtores em um contexto diferenciado do ponto de vista do tamanhos das propriedades e do uso e ocupação da área.

2. Metodologia

A área de estudo localiza-se no município de Machadinho d'Oeste entre os Municípios de Ariquemes e Jaru, distanciados aproximadamente 400 km da capital do Estado de Rondônia, Porto Velho, entre as coordenadas geográficas 61°47' e 63°00' de longitude WGr e 9°19' e 10°00' de latitude S. (Figura 1.a).

A área vem sendo monitorada pela Embrapa Monitoramento por Satélite há cerca de 25 anos, apoiada por outras instituições nacionais, para acompanhando de aproximadamente 460 propriedades agrícolas (lotes) quanto as atividades de produção agropecuária e dados socioeconômicos através de métodos baseados na utilização de imagens de satélite LANDSAT de 1986 a 2002 e SPOT (5 metros) em 2005 (Figura 1.b). Os lotes foram monitorados, anualmente por sistemas de informações geográficas, e a cada 3 anos por levantamento de dados declaratórios em campo (1986, 1989, 1993, 1996, 1999, 2002 e 2005, e recentemente, em fase de tratamento dos dados, 2008). Os lotes são oriundos do Projeto de Assentamento demarcado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (o INCRA) que adotou um modelo de loteamento levando em conta a rede viária hierarquizada, ou seja, a topografia e a rede hidrográfica local. Assim, combinou lotes privados com reservas florestais em blocos.

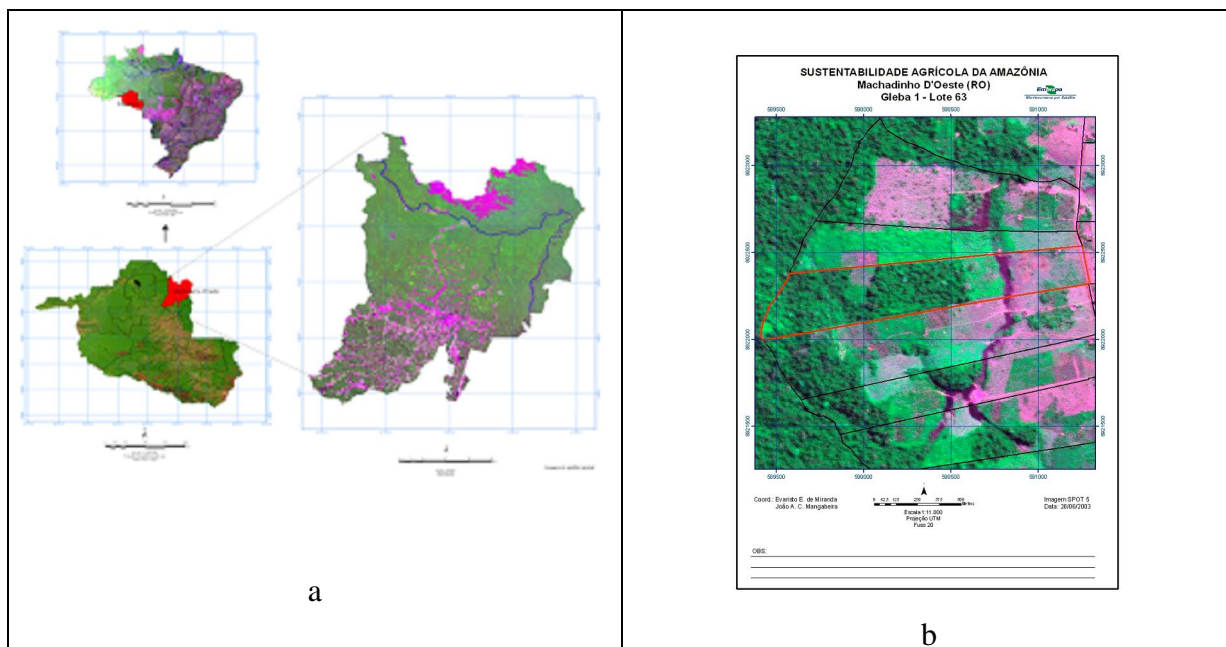


Figura 1. a) Localização georreferenciada do mosaico de imagens de satélite Landsat 5 e 7 de Machadinho d'Oeste-RO em relação ao Brasil. b) Lote amostrado em vermelho pela imagem de satélite SPOT 5.

Para garantir a confiabilidade e checar as informações declaradas pelos produtores foram comparadas as informações declaradas de forma qualitativa pelo produtor sobre sua área total e seu uso, área cultivada (considerando todos os cultivos, inclusive área com pasto), e área de mata, com as informações da interpretação na imagem de satélite, obtidas por classificação segundo metodologia descrita em Câmara et al. (2005) elaborados no aplicativo do ArcView 9.2. Afim de reforçar as informações evolutivas sobre o acerto da interpretação visual do uso das terras pela imagem de satélite e trabalhos de checagens no campo, partiu-se do pressuposto de que a informação sobre a quantificação da área do estabelecimento é verdadeira, dado o conhecimento que o produtor tem de sua propriedade, e também foram considerados possíveis erros de digitalização dos limites de cada propriedade.

Para comparação dos dados orbitais sobre a área total da propriedade com os declarados pelos produtores foi calculado o Erro Relativo Estimado ou Previsão Relativa Estimada (PRE), de acordo com a metodologia descrita por Mangabeira (2002), pela Equação 1:

$$PRE = \frac{D_p - D_o}{D_p} \times 100 \quad (1)$$

Onde,

D_p = Dados oriundo da declaração do produtor

D_o = Dados calculados via imagem de satélite.

Os dados obtidos pelas informações declaradas, pela interpretação na imagem de satélite e pelo cálculo da previsão relativa estimada (PRE) para aproximadamente 460 lotes georreferenciados nos dois anos iniciais e finais de monitoramento, foram submetidos ao cálculo da estatística descritiva e espacializados utilizando a análise geoestatística segundo Vieira (2000). Para verificar a existência de dependência espacial, foram construídos e ajustados semivariogramas segundo metodologia e programas desenvolvidos por Vieira et al. (2002), interpolação dos dados por *krigagem* e construídos mapas de isolinhas no software ArcView 9.2. Para os dados que não apresentaram dependência espacial, foram construídos mapas com classes separadamente para cada lote amostrado.

3. Resultados e Discussão

De acordo com a proposta metodológica deste trabalho, a fim de garantir a precisão nos dados coletados no campo via questionário foram comparados os valores de área cultivada, de mata e total nos lotes amostrados, aproximadamente 460, obtidos por declaração do produtor e calculados via imagem de satélite ao longo dos 20 anos de amostragem de 1986 a 2005. Na Figura 2 verifica-se que, para os valores médios, as informações declaradas e obtidas via imagem de satélite são muito próximas. As informações declaradas no questionário apresentam-se ligeiramente inferiores às obtidas pela imagem de satélite.

Na Figura 2 podemos observar as mudanças de uso nos lotes ao longo do tempo, onde ocorreu um crescimento da área cultivada, iniciando de 5 a 10ha em 1986 e atingindo cerca de 30 ha em 2005, e houve decréscimo da área de mata, partindo de 35 a 40 ha em 1986 e chegando a 13 ha de mata aproximadamente em 2005. A área total, como esperado, se manteve constante ao longo do tempo, como maior flutuação para dados da imagem de satélite devido a utilização de imagens de diferentes resolução. Interessante notar também que a inversão da quantidade de área cultivada e de mata ocorre por volta do ano de 1996, concordando com os resultados de Grego et al. (2007).

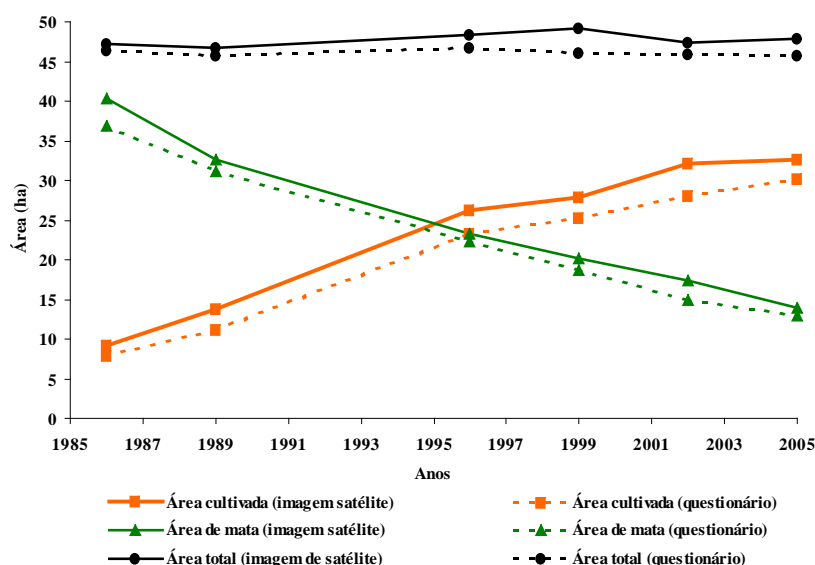


Figura 2. Média da área cultivada, área de mata e área total dos lotes em hectares obtidas por declaração do produtor e calculadas via imagem de satélite.

As variáveis, quantidade de áreas cultivada e de mata no ano de 1986 e 2005, apresentaram dependência espacial, sendo possível o ajuste dos semivariogramas e obtenção dos parâmetros de ajuste (Tabela 1) para os modelos esféricos, a maioria, e gaussiano. O alcance de dependência espacial, parâmetro importante que expressa a distância de alcance da dependência espacial, segundo Vieira (2000), variou de 12923,3 a 15811 m, ou seja, lotes com área cultivada e mata foram dependentes espacialmente neste raio de alcance. Em 1986, a área de mata apresentou distribuição log normal, e o ajuste foi realizado com os dados transformados, o que alterou os parâmetros de ajuste em relação aos demais (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros de ajuste do semivariograma para variáveis que expressaram dependência espacial em 1986 e 2005 para dados oriundos da declaração do produtor.

Variável	Ano	Efeito Pepita (Co)	Variância estrutural (C1)	Alcance	Modelo de ajuste
Área cultivada	1986	26,670	6,700	14690,0	Gaussiano
Área de mata	1986	0,048	0,087	1500,0	Esférico (lognormal)
Área cultivada	2005	122,360	20,500	15811,0	Esférico
Área de mata	2005	106,990	7,520	12923,3	Esférico

A inversão da quantidade de área cultivada e de mata que ocorreu ao longo do tempo apresentada na Figura 2, também pode ser verificada nos mapas espacializados por *Krigagem*, resultado da análise geostatística (Figura 3). Percebe-se nitidamente o aumento da área cultivada de 1986 para 2005 e diminuição da área de mata em toda a área de estudo. Contudo, a mancha com menor área cultivada em 1986 é a mesma apresentada no mapa de área cultivada em 2005, valendo lembrar que a área cultivada considerada neste trabalho, é composta não só por culturas, mas também por pastagem. Isto pode explicar o crescimento expressivo da área cultivada de 1986 para 2005, pois atualmente a pastagem juntamente com o café é uma das atividades predominantes em Machadinho d'Oeste, tanto no forma de pecuária leiteira como de corte. Este resultado está de acordo com os apresentados por Grego et al. (2007) que identificaram o aumento da área de pastagem, no período de 1986 a 2005 em Machadinho d'Oeste.

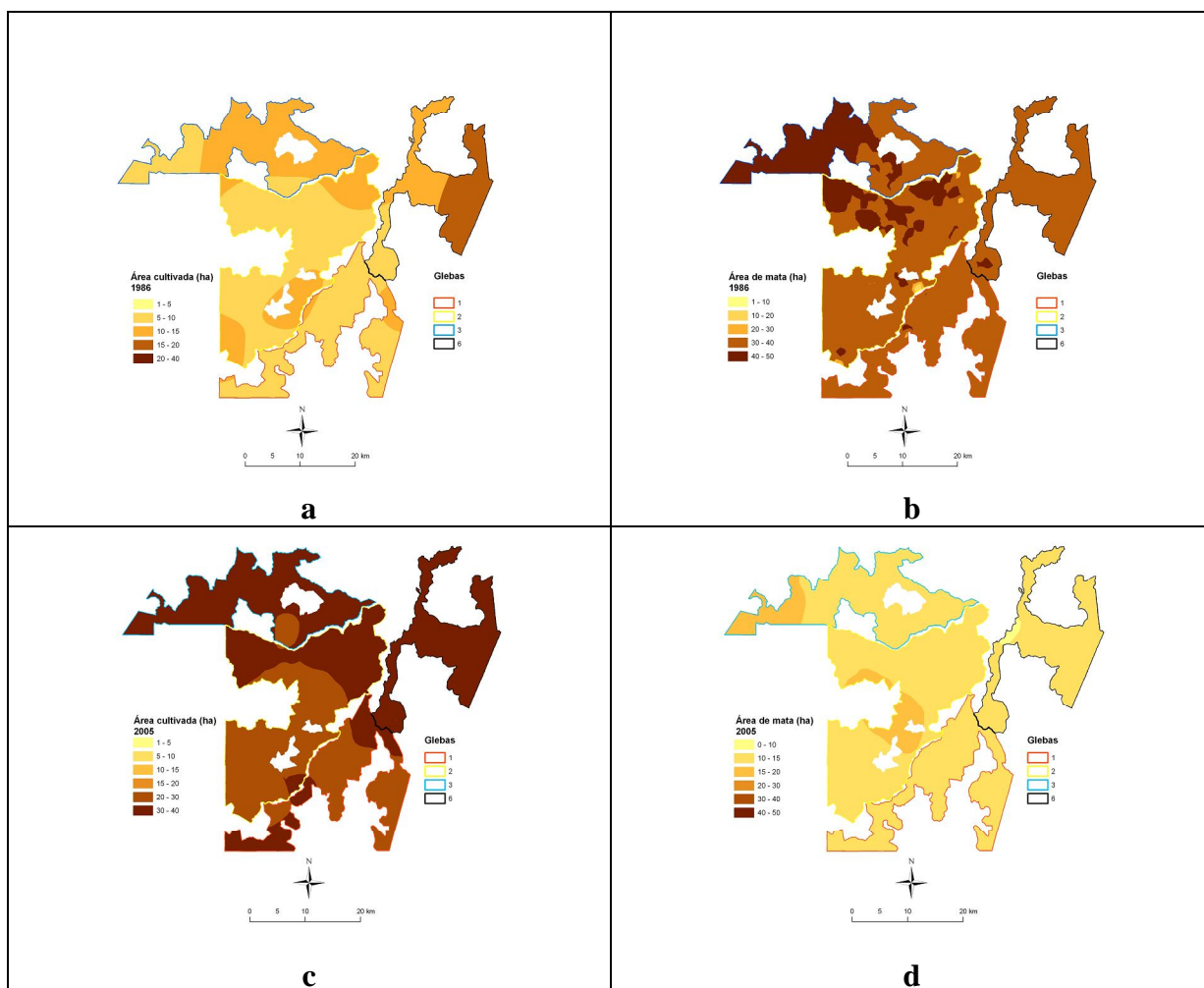


Figura 3. Mapas espacializados por krigagem para áreas cultivada e mata (ha) em 1986 e 2005 obtidos pela declaração do produtor. a) Área cultivada 1986; b) área de mata 1986; c) Área cultivada 2005; d) Área de mata 2005.

Na tabela 2 encontram-se os resultados da estatística descritiva para os valores calculados de Previsão Relativa Estimada da área cultivada, de mata e total em todos os anos amostrados. Os valores negativos para as médias estão de acordo com as informações apresentadas na Figura 2, onde os valores médios das informações declaradas no questionário apresentam-se inferiores às obtidas pela imagem de satélite, o que resultou em valores médios negativos de PRE. Este resultado discorda dos encontrados por Mangabeira (2002), que no caso de

Holambra-SP o cálculo da Previsão Relativa Estimada (PRE) ou Erro Relativo Estimado foi de 3,94%, entretanto, foi usada uma imagem de alta resolução espacial em área de pequeno tamanho e neste trabalho foram utilizadas imagens LANDSAT de baixa resolução e SPOT de média resolução e em área de fronteira agrícola na Amazônia bem maior do que a utilizada por Mangabeira (2002). Considerando os valores mínimos e máximos, houve grande variação nos dados de PRE, que variaram de -100% aproximadamente, para 100%, o que significa que em casos extremos, a diferença entre o valor declarado e o obtido pela imagem de satélite, foi de 100% tanto para menos quanto para mais. Esta variação resultou na não normalidade de distribuição dos dados, com valores de assimetria e curtose bem distantes de zero(0).

Tabela 2. Estatística descritiva para a Previsão Relativa Estimada (PRE) das áreas cultivada, mata e total de 1986 a 2005. A ocorrência de valores negativos para média e

Ano	Média	Variância	Desvio Padrão	Valor Mínimo	Valor Máximo	Assimetria	Curtose
Previsão Relativa Estimada da área cultivada (%)							
1986	-9,576	8373	91,5	-94,89	100	-2,961	6,31
1989	-20,1	2644	51,42	-81,5	67,2	-2,308	1,19
1996	-24,01	0,00013	113,7	-96,4	133,3	-4,292	5,32
1999	-19,04	0,0001	100	-85,1	100	-3,703	2,57
2002	-46,41	0,0002	142,8	-98,5	100	-3,436	5,43
2005	-32,07	0,00015	123,9	-97,6	100	-3,252	6,68
Previsão Relativa Estimada da área de mata (%)							
1986	-12,98	2331	48,28	-91,7	76,84	-4,623	3,75
1989	-4,737	796,4	28,22	-30,2	70,4	-1,122	2,537
1996	-2,224	610,7	24,71	-41,6	70,12	-0,2169	1,259
1999	-4,315	644,5	25,39	-40,7	62,08	-1,226	4,565
2002	-4,624	507,4	22,53	-48,9	57,46	-0,8568	2,546
2005	-3,978	499,7	22,35	-58,9	48,81	-0,9142	2,627
Previsão Relativa Estimada da área total (%)							
1986	-3,233	583,6	24,16	-91,9	73,31	-0,7832	1,945
1989	-1,348	4258	65,26	-44,7	97,97	-2,648	2,48
1996	-26,7	9164	95,73	-95,03	91,17	-4,606	3,56
1999	-34,22	7960	89,22	-91,6	87,26	-3,042	4,04
2002	-22,09	6588	81,16	-99,2	88,88	-4,898	3,97
2005	-25,89	4969	70,49	-96,24	63,72	-3,916	2,03

Comparando 1986 com 2005, não houve dependência espacial para os valores de PRE, mesmo utilizando a transformação dos dados devido a anormalidade da distribuição de frequência. Valores discrepantes próximos uns dos outros devem ter levado a este resultado, pois contraria a hipótese de geoestatística, que parte do princípio de que valores próximos são mais parecidos do que valores mais distantes. Quando isto não ocorre, a distribuição é aleatória, o que ocorreu com a distribuição dos valores calculados de PRE para área em estudo. Conseqüentemente, não foi possível o ajuste dos semivariogramas e espacialização por krigagem. Na Figura 4, os valores de PRE foram apenas classificados em cada lote amostrado devido a inexistência de dependência entre eles.

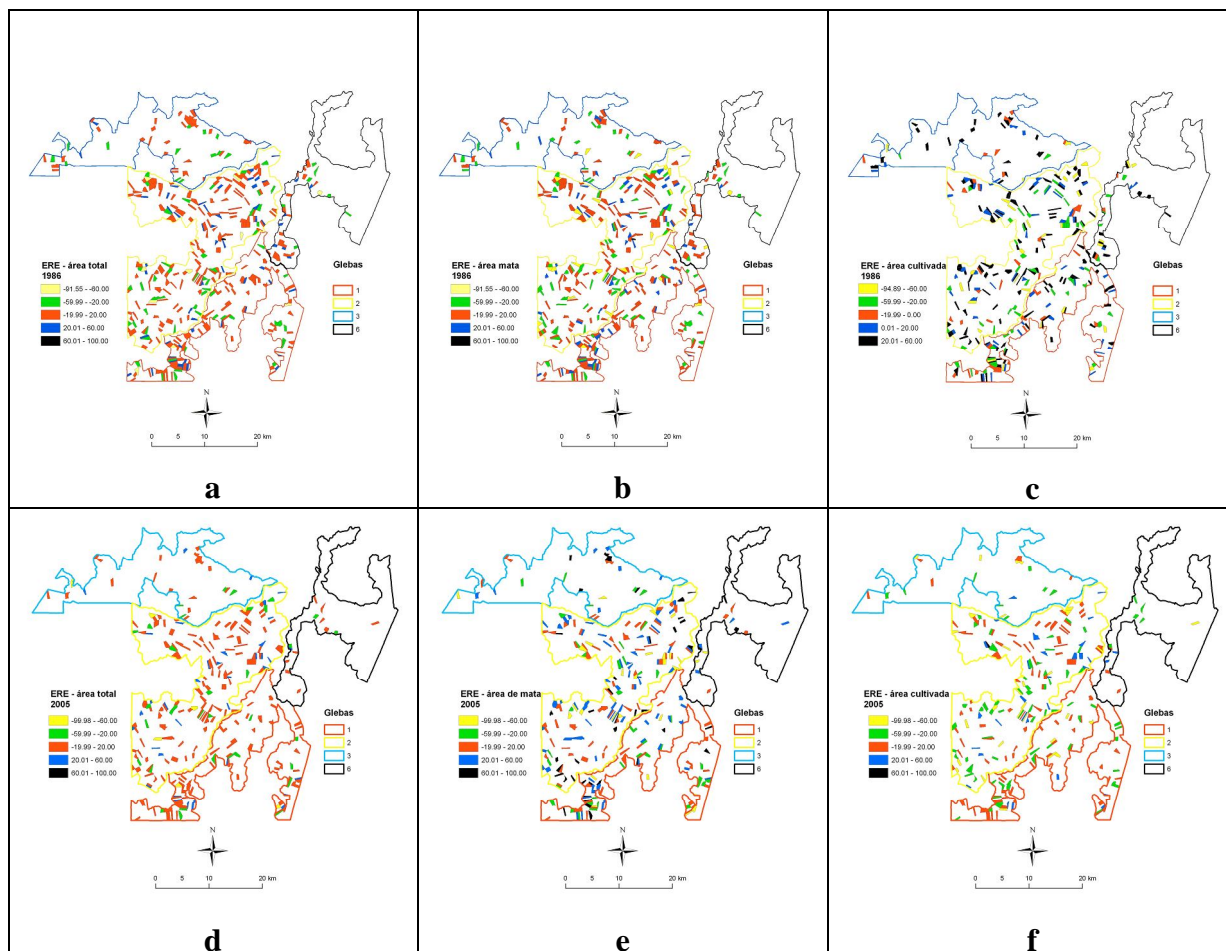


Figura 4. Espacialização da Previsão Relativa Estimada (PRE) nos lotes. a) Área total 1986; b) Área de mata 1986; c) Área cultivada 1986; d) Área total 2005; e) Área de mata 2005; f) Área cultivada 2005.

O maior nível de acerto entre as informações declaradas e da imagem de satélite estão na classe de cor vermelha (-19,99 a 20% de PRE), podendo ser visualizada pela Figura 4 predominância principalmente para área total (Figura 4.a e 4.d) e área de mata (Figuras 4.b e 4.e). Na tabela 2, verifica-se que os maiores valores médios de acertos ou PRE foram para área de mata na maioria dos anos amostrados. A predominância da Previsão Relativa Estimada que superestimou (classe de cor preta) os valores declarados dos calculados pela imagem de satélite ocorreu para a área cultivada em 1986 (Figura 4.c). Estes resultados indicam que o produtor que trabalha nos lotes do assentamento de Machadinho d'Oeste em Rondônia não dimensiona com precisão a área explorada ou cultivada de sua propriedade. O cultivo consorciado, usualmente implantado na área cultivada, pode explicar este resultado. Esta averiguação das informações obtidas pelos questionários com auxílio de imagem de satélite, principalmente se forem de alta resolução, pode auxiliar também na precisão das demais informações decorrentes destas áreas exploradas por meio de questionário, como o tipo de cultura agrícola implantada e as demais variáveis relacionadas.

4. Conclusões

As informações declaradas e obtidas via imagem de satélite de áreas cultivada, de mata e total ao longo dos 20 anos de amostragem em Machadinho d'Oeste, RO são em média, próximas as informações declaradas no questionário, porém apresentaram-se inferiores às obtidas pela imagem de satélite.

Ocorreu aumento da área cultivada e redução da área com mata ao longo do tempo amostrado, de 1986 a 2005. Houve dependência espacial para a quantidade de área cultivada e de mata, onde foi possível visualizar nos mapas as alterações espaciais em toda a área de amostragem.

Os valores médios das informações declaradas no questionário apresentam-se inferiores aos obtidos pela imagem de satélite, resultando em valores médios negativos de Previsão Relativa Estimada em todos os anos amostrados. O maior nível de acerto entre as informações ocorreu predominantemente para área total dos lotes e área de mata.

A averiguação da precisão no levantamento de dados declaratórios de uso da terra em lotes do assentamento agrícola de Machadinho d'Oeste em Rondônia mostrou que o produtor não dimensiona com precisão a área explorada de sua propriedade (já que na maioria a área é consorciada com alguma cultura), o que valida esta metodologia de averiguação das informações obtidas pelos questionários com auxílio de imagem de satélite. Esta metodologia pode auxiliar na precisão das demais informações decorrentes destas áreas exploradas.

Agradecimentos

Ao apoio logístico no trabalho de campo pela Estação Experimental da Embrapa em Machadinho d'Oeste, aos técnicos no levantamento do trabalho de campo da Emater, IDARON, Ceplac, SEDAN, Prefeitura Municipal em Machadinho d'Oeste-RO. Bem como a Embrapa Monitoramento por Satélite pelo apoio logístico e financeiro para realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; VIEIRA, A. M. M. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2005. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 03 nov. 2008.
- FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- GREGO, C.R.; MIRANDA, E.E de; MANGABEIRA, J.A. de C.; OLIVEIRA, A.F. de. Dinâmica da agricultura familiar: produtividade da terra e do trabalho de 1986 – 2005 no município de Machadinho d'Oeste: Rondônia. In: Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (ECOECO), 7., 2007, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ECOECO, 2007. Artigos CD-ROM, On-line. Disponível em: http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vii_en/vii_enc_eco.html. Acesso em 04 nov. 2008.
- MANGABEIRA, J. A de C.; LAMPARELLI, R. A C.; AZEVEDO, E. C. ; BATISTELLA, M. **Utilização de imagem Ikonos II para identificação de uso da terra em área com alta estrutura fundiária**. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05-10 abril 2003, INPE, p. 165-167.
- MANGABEIRA, J.A. de C. **Tipificação de Produtores Rurais Apoiada em Imagens de Alta Resolução Espacial, Geoprocessamento e Estatística Multivariada: Uma Proposta Metodológica**. Campinas, 2002. 146 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável) - Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP
- MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- VIEIRA, S. R.; MILLETE, J. A.; TOPP, G. C. & REYNOLDS, W. D. Handbook for Geostatistical analysis of variability in soil and meteorological parameters. In: ALVAREZ, V.H. (Ed.) **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.2, 2002. p 1-45.
- VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; SCHAEFER, G.R. (Ed.) **Tópicos em Ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, v.1, 2000. p. 1-54.