Correção geométrica de imagens *Landsat-5* em análise espaço-temporal do uso das terras de assentamentos em Eldorado do Carajás

Thiago Gerheim de Andrade, Maryá Cristina Rabelo, Marcos Cicarini Hott, Fábio Homero Diniz, Kasper Kok, Bas Arts

Resumo

As imagens do satélite *Landsat*-5 obtidas do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) são registradas espacialmente a partir de dados de navegação do satélite e pontos de controle da base de dados do instituto. Entretanto, apesar da localização das imagens estarem restritas à sua articulação em comparação com as adjacências, para a precisão requerida em análises espaciais deve-se verificar quanto à ortorretificação, remoção do efeito do relevo, e georreferenciamento dessas imagens em relação a um produto já corrigido, os quais sejam mapas topográficos ou outras imagens. Os produtos de imagem do *Global Land Cover Facility* (GLCF) podem ser utilizados como referência para georreferenciamento dessas imagens, com o uso dos produtos ortorretificados. Assim, foram lançados pontos de controle de fácil identificação para o georreferenciamento de imagens *Landsat*-5 entre Junho e Julho de 1985 a 2010, em intervalo de 5 anos para a finalidade de estudos espaço-temporais de uso das terras nos assentamentos de Eldorado do Carajás, PA. A partir do uso de imagem ortorretificada e método por polinômios de 2ª ordem atingiu-se uma fina precisão planimétrica, sempre com um erro quadrático inferior a 5 m.

Palavras–chave: *Landsat*-5; correção geométrica; assentamentos; Eldorado do Carajás.

Geometric correction of Landsat-5 in spatio-temporal analysis of land use settlement in Eldorado do Carajas

Abstract

The images from the Landsat-5 obtained from INPE (National Institute for Space Research) are spatially registered data from the satellite navigation and control points of the database of the institute. However, despite the location of the images are restricted compared his relationship with the surroundings, to the required accuracy in spatial analysis should be verified for orthorectification, removing the effect of relief, and georeferencing of the images in relation to a product already corrected, which are topographic maps or other images. The image products from the Global Land Cover Facility (GLCF) can be used as a reference for georeferencing these images with the use of ortho products. Thus, control points have been released for easy identification for the georeferencing of Landsat-5 between June and July from 1985 to 2010 in interval of 5 years for the purpose of spatial and temporal studies of land use in settlements of Eldorado do Carajás, PA. From the use of orthorectified image and method for 2nd order polynomial was reached a high planimetric accuracy, always with a quadratic error of less than 5 m.

Keywords: Landsat-5; geometric correction; settlements; Eldorado do Carajás.

Introdução

Eldorado do Carajás é um município brasileiro do estado do Pará, localizado aproximadamente na latitude 06º 06’ 15” S e longitude 49º 21’19” W, estando a uma altitude de 140 metros. Este município é provido de

assentamentos demarcados pelo INCRA com o intuito de promover a colonização na região, marcada por conflitos, desenvolver projetos agropecuários e o ordenamento territorial (Figura 1). A partir de estudos realizados na região e com o objetivo de analisar a dinâmica das terras, em termos das alterações no uso e cobertura do solo, obteve-se imagens do satélite *Landsat*-5, sensor TM, que datam de Julho de 1985 a 2010, com precisão temporal de 5 anos, as quais demandam correção geométrica em razão do registro ser efetuado em nível 4 ou 5 no INPE, onde as efemérides e altitude do satélite e pontos de controle oficiais em sua base. Entretanto, não é efetuado, em princípio, processo de ortorretificação ou mesmo refinamento no georreferenciamento das imagens, certamente, devido ao volume e especificidades das imagens tratadas. O objetivo deste trabalho foi atribuir precisão geométrica à base de dados satelitária, a qual será analisada para estudos do uso e cobertura da terra nos assentamentos em questão.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) mostram-se uma ferramenta útil para orientar o gerenciamento ambiental e realizar diversos estudos no campo geo-espacial, atrelando inteligência aos resultados obtidos, além da localização precisa dos objetos estudados em relação à superfície terrestre, de acordo com a escala cartográfica considerada (D'ALGE, 2001; SILVA, 2001; MOREIRA, 2005). A georreferência refere-se à localização de uma imagem ou arquivo vetorial no espaço, definida por um sistema referencial de coordenadas conhecido. Com imagens *raster*, uma forma comum de georreferência é indicar o sistema de coordenadas geográficas (latitude/longitude), dos cantos superiores e inferiores, esquerdo e direito da imagem (EASTMAN, 1995).

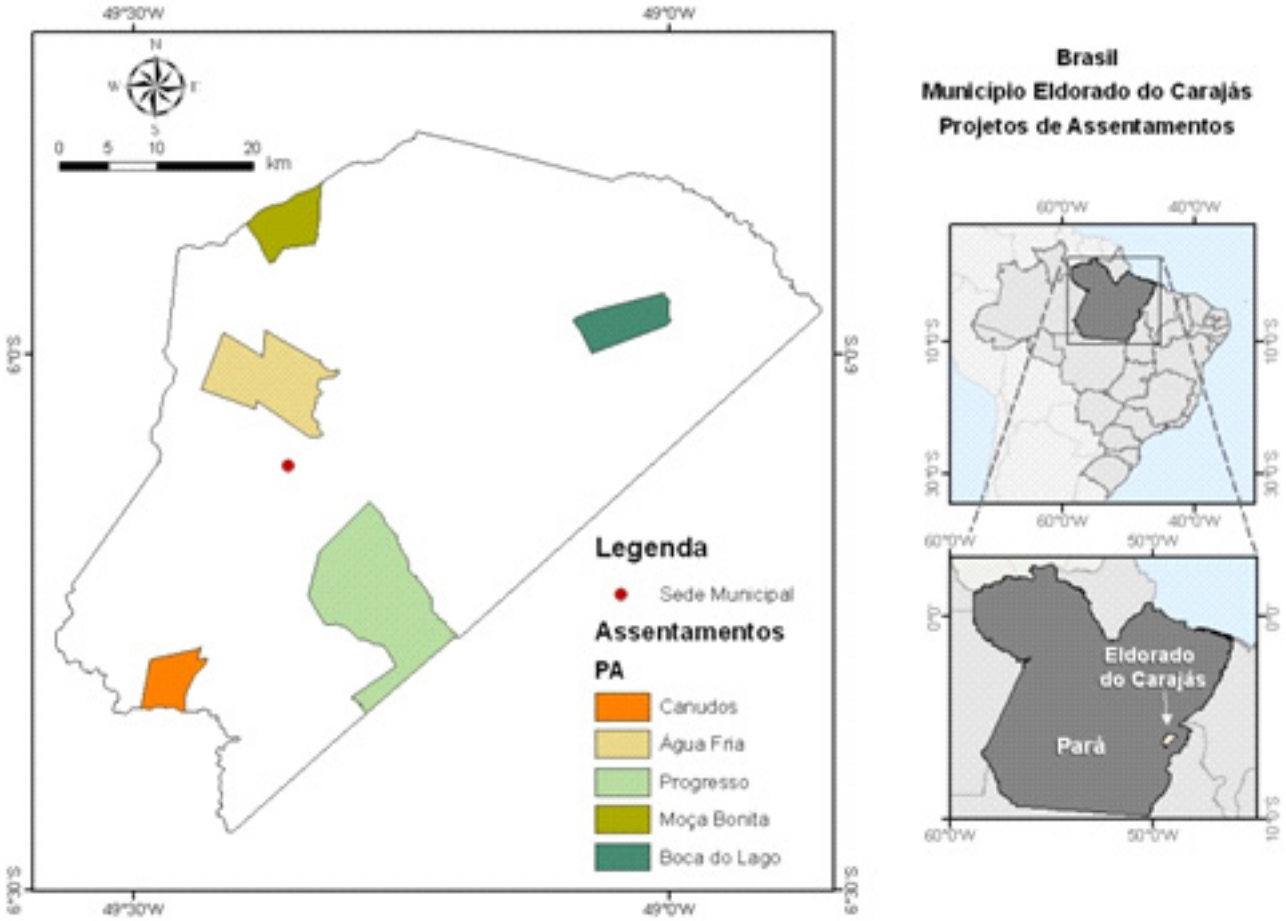

Figura 1. Localização da área de estudo, dos assentamentos e do município de Eldorado do Carajás.

A utilização de técnicas de geoprocessamento permitem a realização de cálculos em termos planimétricos que ajustam espacialmente as imagens satelitárias. A utilização de dados de sensoriamento remoto no estudo das transformações do uso e cobertura da terra promove a representação e a análise do espaço geográfico de forma dinâmica, permitindo operações entre mapas, gerando resultados que possibilitam acompanhar temporalmente as transformações ocorridas na área de estudo (SCHEER; ROCHA, 2006).

Visando compreender algumas transformações, o objetivo deste trabalho é para constituir uma rede de pontos de controle, utilizando uma imagem ortorretificada obtida do *website Global Landcover Facility* (GLCF) referente à mesma cena *Landsat*-5 órbita/ponto 223/64 da região que contempla os assentamentos, corrigindo geometricamente a série temporal de imagens, a partir da identificação de pontos de controle em regiões de fácil correspondência. A vegetação se comporta temporalmente de forma bem diferenciada, podendo apresentar atividade fotossintética mais ou menos intensa, permitindo a expressão dessas características por meio de índices de vegetação (JENSEN, 2009). Dos resultados obtidos serão realizados estudos de classificação digital de imagens no SIG para identificação e mensuração das alterações na cobertura do solo nos assentamentos, com a utilização da base de pontos obtidos em campo, a qual se configura na verdade terrestre, útil no lançamento de amostras de treinamento e realização de acurácia.

Material e Métodos

As imagens *Landsat*-5 de Eldorado do Carajás-PA compreendem o período de 1985 a 2010 com intervalos de cinco anos. Todas estas imagens foram coletadas através do site do INPE e utilizando uma imagem relativamente recentedesta área, ano 2006, realizou-se uma correção geométrica destas imagens. A primeira razão para a realização de correção geométrica de imagens é a existência de distorções sistemáticas introduzidas durante a aquisição das imagens. Portanto, a correção geométrica trata, prioritariamente, da remoção dos erros sistemáticos presentes nas imagens. Outro aspecto importante são os estudos multi-temporais tão comuns à área de Sensoriamento Remoto. Eles requerem que uma imagem seja registrada com a outra para que se possa interpretar a resposta de ambas. Em sensoriamento remoto, muitas vezes a análise comparativa de imagens multi-temporais, ou a combinação entre imagens de diferentes sensores sobre uma mesma área, ou ainda a justaposição de imagens se faz necessária. Nestes casos, é preciso assegurar que os pixels das imagens a serem trabalhadas sejam referentes às mesmas áreas no terreno. Mesmo considerando um mesmo sensor, a bordo de um mesmo satélite, dificilmente essa coincidência nos pixels ocorrerá, devido às distorções não sistemáticas causadas pelos movimentos do satélite. Portanto, antes de se combinar/comparar duas imagens de uma mesma área, é necessário que ambas estejam perfeitamente registradas entre si.

Visando uma análise, interpretação e conseqüentemente uma classificação confiável realizou a correção geométrica para cada uma das imagens TM/*Landsat*-5, seguindo-se os seguintes passos:

- Seleção de uma imagem ortorretificada referente à mesma cena (órbita/ponto (223/64) (Figura 2);
- Identificação de locais de fácil equivalência em épocas diferentes: cruzamento de estradas, confluência de rios, cantos de talhões agrícolas ou florestais, ambos sem alteração ao longo do tempo analisado (Figura 3);
- Criação de pontos de controle em duas coordenadas: com coordenada geográfica de origem na imagem com distorção aparente, e coordenada geográfica de destino na imagem de referência;
- Definição do polinômio de segunda ordem e ajuste;
- Retificação com a reamostragem em 30 m, tamanho original do pixel, e método do vizinho mais próximo.

Feitas as respectivas correções geométricas das imagens escolhidas para análise (1985, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010), foram acrescentados a cada projeto o *layer* dos assentamentos para conferência.

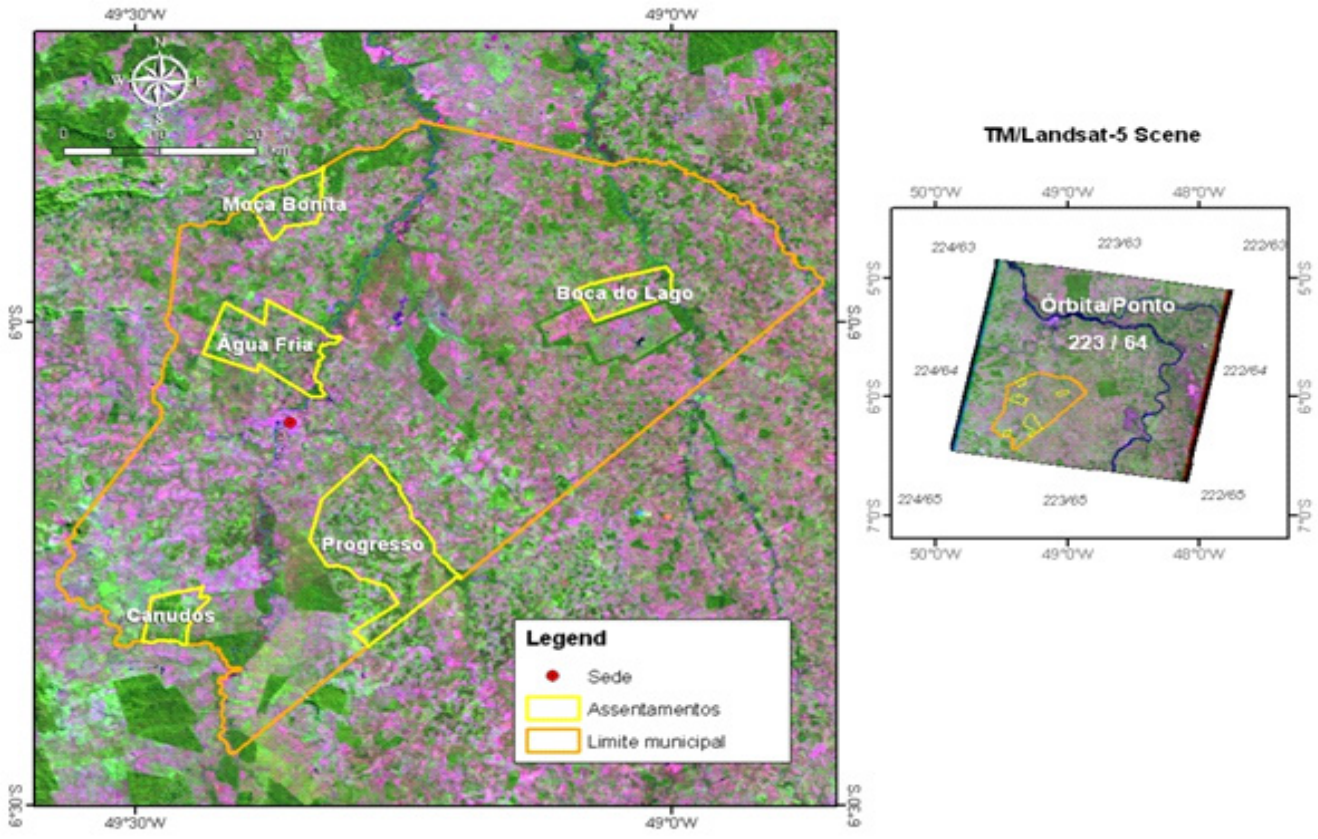

Figura 2. Imagem de referência, ortorretificada, *Landsat-5* correspondente à órbita/ponto 223/64.

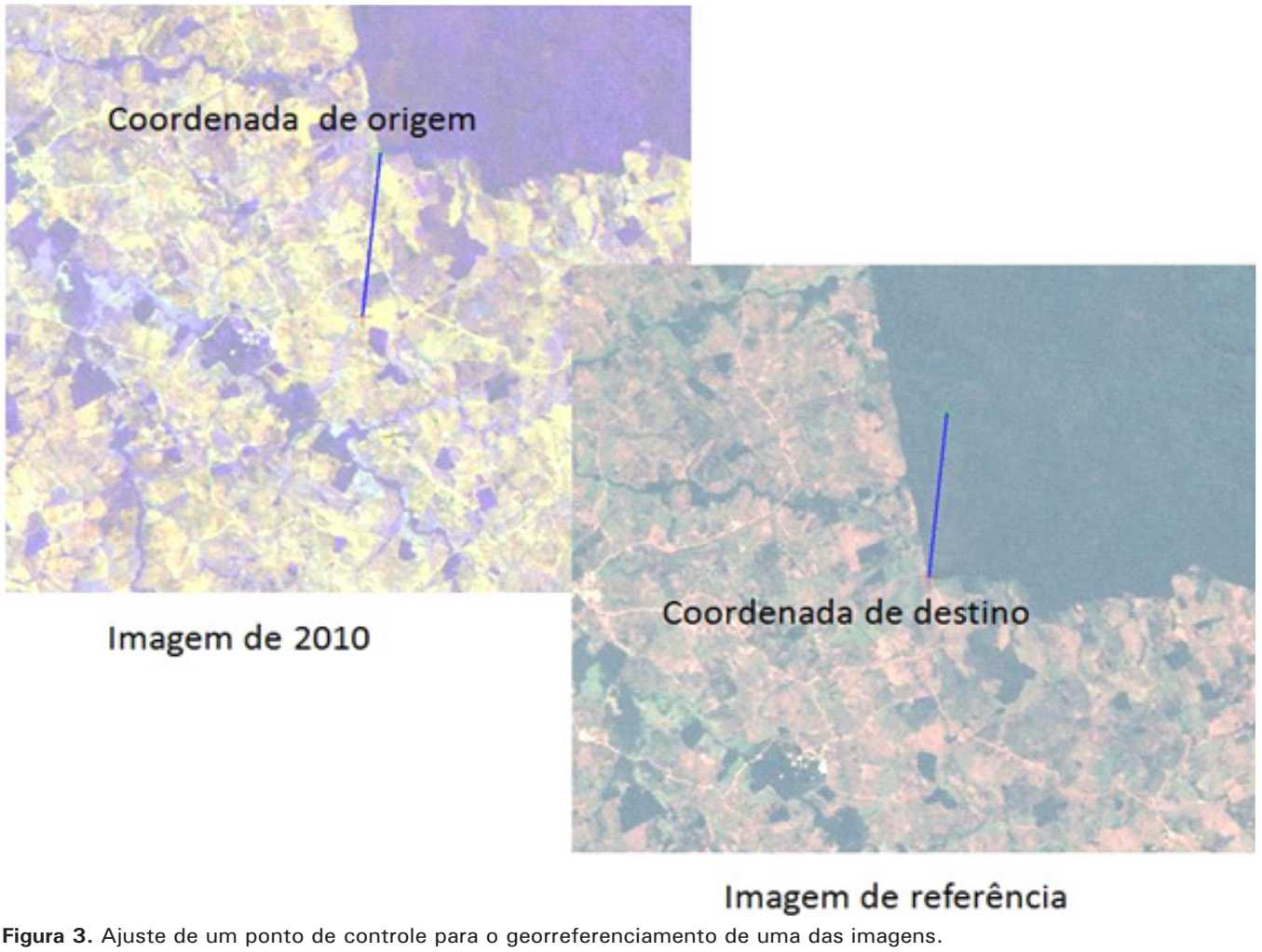

Figura 3. Ajuste de um ponto de controle para o georreferenciamento de uma das imagens.

Resultados e Discussão

Foram georreferenciadas as imagens *Landsat*-5 para posteriores trabalhos de identificação das alterações do uso e cobertura das terras, sem, contudo, a realização de equalização. A tarefa de equalização facilitará a análise das bandas no espaço de atributos, seguida da definição do método estatístico para padronização e análise das mudanças na cobertura vegetal. Na Figura 4, consta composição colorida falsa-cor nas imagens de 1985 e 2010, para as quais observa-se antes das análises subseqüentes, em termos espaço-temporal, uma marcante diferença na cobertura vegetal, o que mediante, dados de campo, sabe-se da substituição de áreas de florestas primárias por pastagens, principalmente, alguns cultivos temporários e vegetação "juquira", a qual seria um pasto bastante sujo a uma capoeira, composto por vegetação arbóreo-arbustiva secundária e herbácea, surgindo em algumas situações após queimadas. Na composição colorida as cores mais rosadas equivalem a uma menor expressão da vegetação, caso das pastagens ou vegetação herbácea, enquanto que o a cor verde claro corresponde a uma vegetação arbustiva a arbórea em desenvolvimento, isto porque a banda do infravermelho próximo, a qual detém uma boa resposta espectral para a vegetação fotossinteticamente ativa, fica posicionada nesta composição RGB no canal do verde (ampliação na Figura 5).

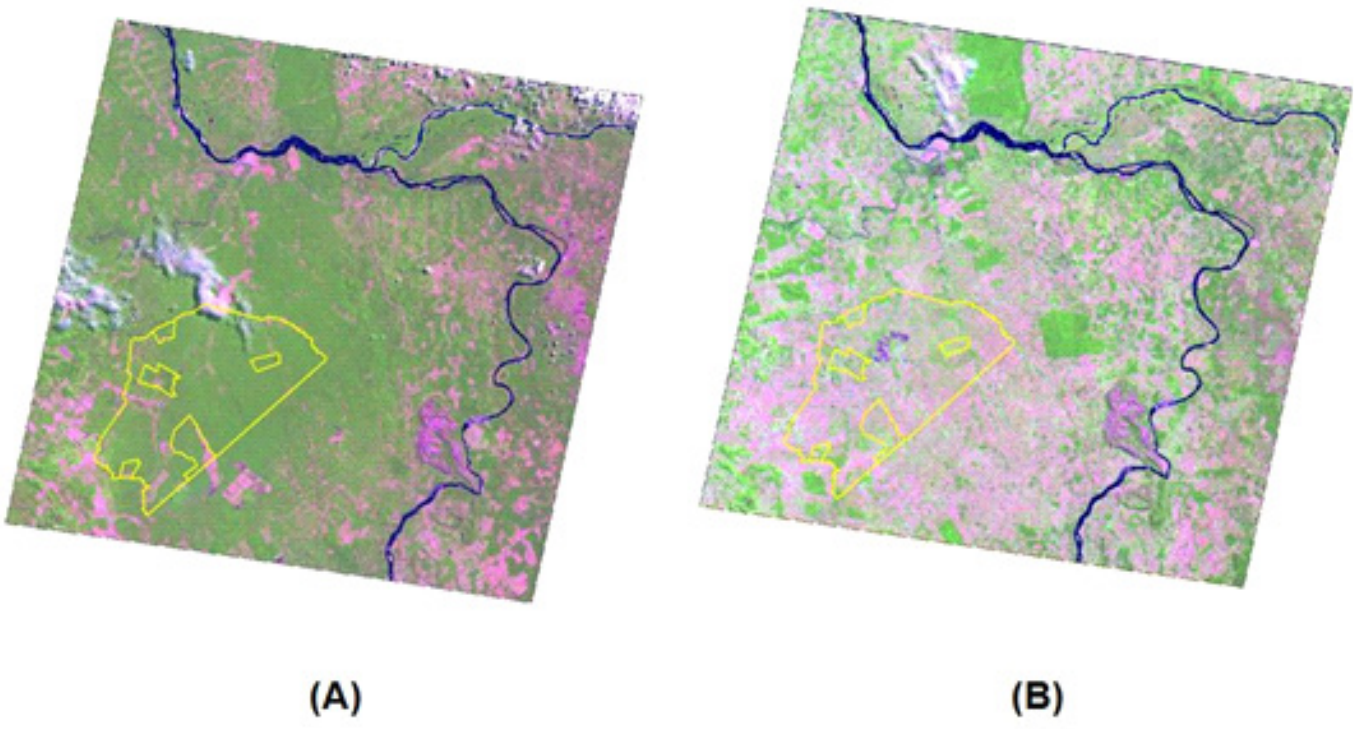

Figura 4. Comparação entre as imagens já corrigidas geometricamente: (A) situação da vegetação em 1985 e (B) predomínio da substituição da floresta por pastagens, cultivos temporários, além de juquira, em 2010.

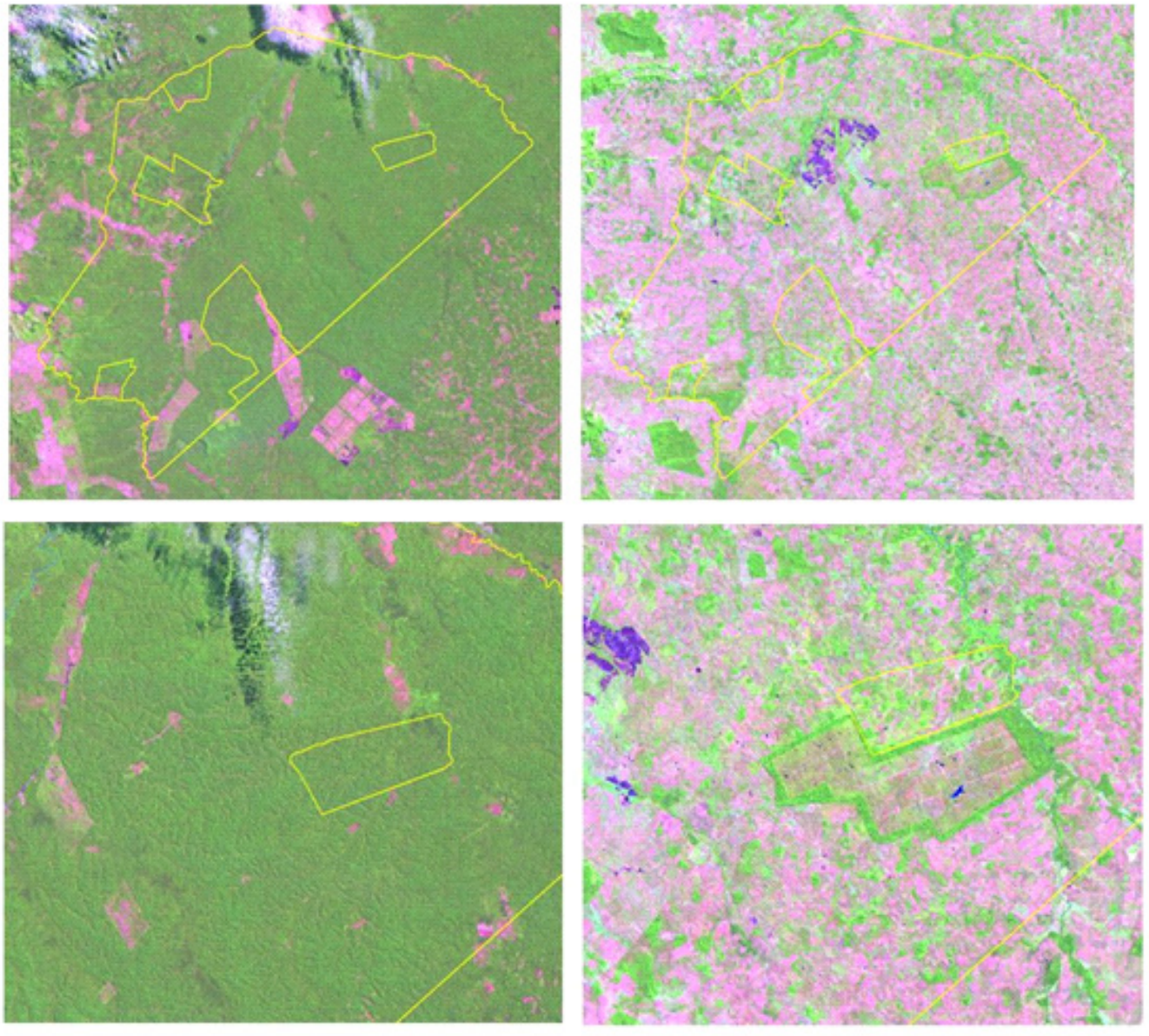

Figura 5. Ampliação que denota a alteração na vegetação entre 1985 e 2010, para o município e proximidades de um assentamento, representados pela linha amarela.

Conclusões

Para o processo de correção geométrica de imagens e mapas digitais devem-se tomar os pontos de controle distribuídos por toda a superfície da imagem ou mapa, e de preferência próximo aos cantos da imagem ou mapa. Estes pontos devem ser perfeitamente visíveis tanto na imagem ou mapa digital, quanto nas cartas topográficas para permitir um bom georreferenciamento. O polinômio de 2ª ordem possibilitou uma boa precisão no georreferenciamento, abaixo de 5 m em termos de erro quadrático. Ao longo dos últimos 25 anos, no assentamento do Eldorado dos Carajás consegue-se observar muita alteração na vegetação densa, o que será corroborado com a avaliação dos cenários por meio da análise dos componentes principais entre as bandas, da classificação digital e aplicação de ferramental apropriado no SIG para mensuração dessas modificações na cobertura vegetal nos assentamentos em Eldorado do Carajás.

Agradecimentos

A Embrapa Gado de Leite ao CNPq e à Fapemig pelo apoio ao desenvolvimento dessa pesquisa.

Referências

D'ALGE, J. C. L. **Geoprocessamento - Teoria e Aplicações** - Parte I - Cap. 6 - Cartografia para Geoprocessamento. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001.

EASTMAN, J. R. **Idrisi for Windows**: user's guide. Worcester: Clark University, 1995. 440p.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução (INPE): Epiphanio, J. C. N.; Formaggio, A. R.; Santos, A. R.; Rudorff, B. F. T; Almeida, C. M.; Galvão, L. S. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598 p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. Viçosa: Ed. UFV, 2005.

SCHEER, M. A. P. S.; ROCHA, J. V. Detecção de mudanças no uso da terra no município de Sertãozinho'SP por meio de técnicas de geoprocessamento, 1981 – 2001. **Rev. Brasileira de Cartografia**, n 58, p. 163'174, 2006.

SILVA, A. M. **Processamento digital de imagens de satélite**. In: Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. Centro de Eventos da PUCRS - de 07 a 12 de outubro de 2001. (Curso). Porto Alegre - RS. Disponível em <www.cartografia.org.br>. Acesso em: Agosto de 2011.