

Validação dos dados TerraClass para o município de Paragominas

Marcia Nazaré Rodrigues Barros¹
Alcione Ferreira Pinheiro¹
Afonso Henrique Moraes Oliveira¹
Ingrid Vieira de Lima¹
Bianca Caterine Piedade Pinho¹
Lucyana Barros Santos¹
Andréa dos Santos Coelho¹
Luis Waldir Rodrigues Sadeck¹
Alessandra Rodrigues Gomes¹
Igor da Silva Narvaes¹
Marcos Adami¹

¹ Centro Regional da Amazônia - CRA / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
Av. Perimetral, 2651- Belém-PA, Brasil.

{marcia.barros, alcione.pinheiro, afonso.oliveira, ingrid.lima, bianca.pinho, lucyana.santos,
andrea.coelho, luis.sadeck}@funcate.org.br
{alessandra.gomes, igor.narvaes, marcos.adami}@inpe.br

Abstract. This work aims to evaluate the TerraClass mapping for the year 2014, in the municipality of Paragominas, State of Pará. The validation was made by comparing the mapping with the observations found in the field. Images of the Satélite Landsat-8, OLI sensor of the year 2014, path/row 222/062, 222/063, 223/062 and 223/063 were used to aid in the field. Using this data it was possible to analyze the main representative classes in the area, including agriculture, urban area, forest, clean pasture, dirty pasture, reforestation, regeneration with pasture and secondary vegetation. The secondary vegetation presented 2,198.16 km², clean pasture with 3,332.29 km², agriculture with 896.75 km² and the forest occupying 54.21% of the total area of Paragominas. The overall concordance index was 86%, corroborating the reliability of the mapping performed. The average error was 6% and the total value of discordance was of 14%. Concerning the secondary vegetation, pasture, agriculture, urban area and forest classes, they presented concordance higher to 50%, while regeneration with pasture and reforestation presented greater intensity of omission with 40,57% and 76,31% respectively. Inclusion errors were less than 40% for the secondary vegetation, pasture regeneration, clean pasture and dirty pasture classes. The field work was essential to validate and analyze the accuracy of the 2014 TerraClass Project for the studied region, which becomes important for the understanding of the dynamics of land use.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, land use, validation, sensoriamento remoto, processamento de imagens, uso da terra, validação.

1. Introdução

A ocupação e a modificação do espaço vêm permanecendo há décadas, marcada por um cenário que engloba conflitos de interesses e atores em diversas escalas. O desenvolvimento econômico e a expansão de atividades relacionadas à terra vem sendo apontado como um dos principais atores do desflorestamento na região amazônica. Com o avanço das geotecnologias e do sensoriamento remoto a sociedade vem obtendo uma importante contribuição com a identificação e monitoramento da dinâmica do desflorestamento, que conforme Macedo et al. (2013), esse conjunto de técnicas computacionais vem cooperando para a construção do conhecimento onde envolvem informações de padrões espaciais e socioeconômicos. Além disso, há benefícios da aplicação do sensoriamento remoto em estudos sobre a dinâmica do uso da terra e cobertura vegetal a partir da integração com dados de campo (Almeida e Vieira, 2008).

Diante deste cenário o Projeto TerraClass, desempenha importante papel na identificação dos usos da terra que estão substituindo a floresta Amazônica (Almeida et al., 2016). Além disso, este projeto é motivado pela preocupação do mundo científico e sociedade em geral

com as ameaças à maior área de biodiversidade do planeta, além do papel da floresta amazônica no contexto das mudanças climáticas globais (Inpe, 2016).

Segundo Almeida et al. (2016) o primeiro mapeamento realizado pelo projeto TerraClass tinha uma acurácia global de 76%, quando testado para os estados do Pará e do Mato Grosso, atendendo assim a necessidade de avaliação da precisão do mapeamento e possibilitar inferências estatísticas (McRoberts, 2011). Neste sentido, este trabalho tem por objetivo avaliar o mapeamento TerraClass para o ano de 2014, localmente, sendo selecionado o município de Paragominas, Estado do Pará.

2. Metodologia de Trabalho

O estudo foi realizado no município de Paragominas que situa-se às margens da Rodovia Belém-Brasília (BR-010), apresenta conexões com as rodovias estaduais PA-125 e PA-256. Apresenta população estimada de 97.819 habitantes distribuídos em área territorial de 19.342.254 km² (IBGE, 2010). Pertence à Mesoregião Sudeste Paraense e à Microregião de Paragominas, tem como municípios limítrofes Ipixuna do Pará e Ulianópolis, a sede municipal limitada pelas coordenadas geográficas 03°00'00" S e 47°21'30" W Gr.

Para a validação foram utilizados os dados de uso e cobertura da terra do projeto TerraClass do ano de 2014 em formato shapefile e as imagens do satélite Landsat-8, sensor OLI, ano de 2014, órbitas/ponto 222/062, 222/063, 223/062 e 223/063 abrangendo a área do município.

O município de Paragominas foi escolhido devido a um trabalho de campo executado em 2014, no âmbito do projeto Paisagens Sustentáveis, em que além da realização de um percurso terrestre, também teve sobrevoo. As fotografias georreferenciadas, tanto da parte terrestre quanto do sobrevoo foram utilizadas para validar o mapeamento.

A validação foi realizada com as seguintes classes de mapeamento: agricultura, área urbana, floresta, pasto limpo, pasto sujo, reflorestamento, regeneração com pasto e vegetação secundária, sendo as classes mais representativas no município (Figura 1).

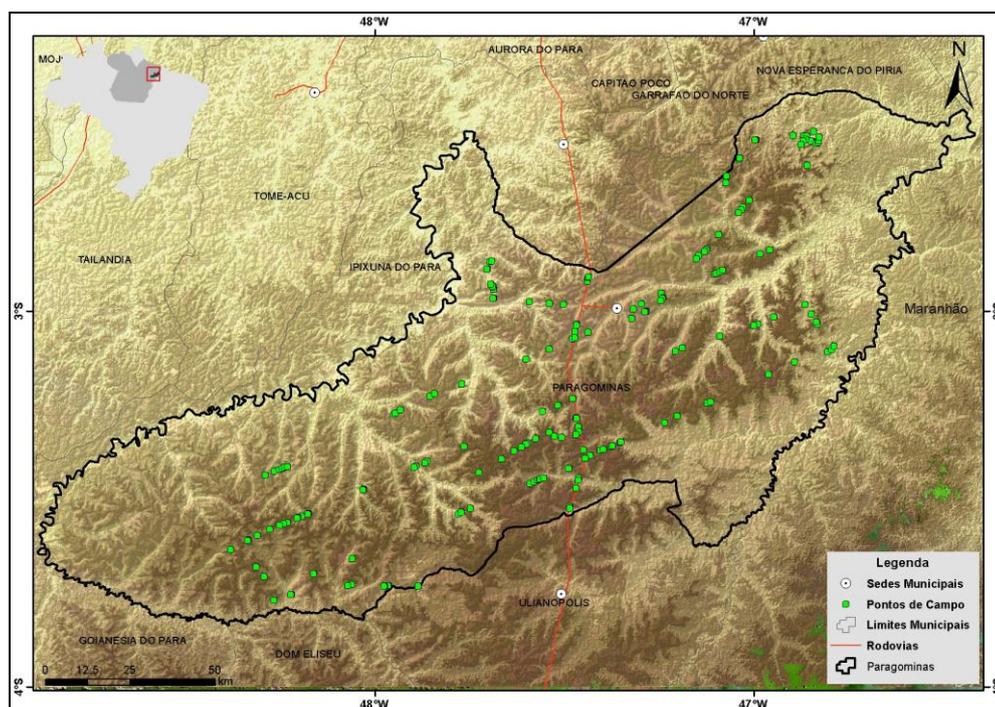


Figura 1. Localização dos pontos de campo no município de Paragominas, PA.

Para calcular a Precisão Global (PG), Acurácia do Usuário (AU) e a Acurácia do Produtor (AP) foram analisadas as fotografias e o mapeamento TerraClass para o município. Para o cálculo da acurácia foi construída uma tabela de contingência (Tabela 1). Os valores alocados na diagonal principal da Tabela 1 representam os elementos corretamente classificados. Os elementos alocados fora da diagonal principal representam os erros de omissão e inclusão (Foody 2009; Pontius e Santacruz (2014); Stehman and Foody 2009).

Tabela 1. Exemplo de tabela de contingência contendo as funções para cálculo da PG, AU e AP.

| | | Classes de Referência | | | Total | Acurácia do Produtor |
|---------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| | | Classe ₁ | Classe _{...} | Classe _c | | |
| Classes do mapa | Classe ₁ | P ₁₁ | P _{1...} | P _{1c} | P ₁₊ | $AP_1 = P_{11} / P_{1+}$ |
| | Classe _{...} | P _{...1} | P _{.....} | P _{...c} | | |
| | Classe _c | P _{c1} | P _{c...} | P _{cc} | | |
| Total | | P ₊₁ | P _{+...} | P _{+c} | n | |
| Acurácia do Usuário | | $AU_1 = P_{11} / P_{+1}$ | $AP_{...} = P_{...} / P_{+...}$ | $AP_c = P_{cc} / P_{c+}$ | $PG = \sum n_{jj} / n$ | |

Os índices c refere-se a a-ésica classe, o índice n refere-se ao número de pontos amostrados.

3. Resultados e Discussão

Com base no mapeamento do TerraClass 2014, a floresta ocupa 54,21% do município, com 10.483,37 km². A vegetação secundária apresentou 2.198,16 km², o pasto limpo com 3.332,39 km², a agricultura anual com 896,75 km² (Figura 2). Ao todo, estas três classes correspondem a aproximadamente 85% da área do município. Outro fator interessante de ser observado é que o predomínio de floresta está inversamente associado à distância das estradas que cortam o município.

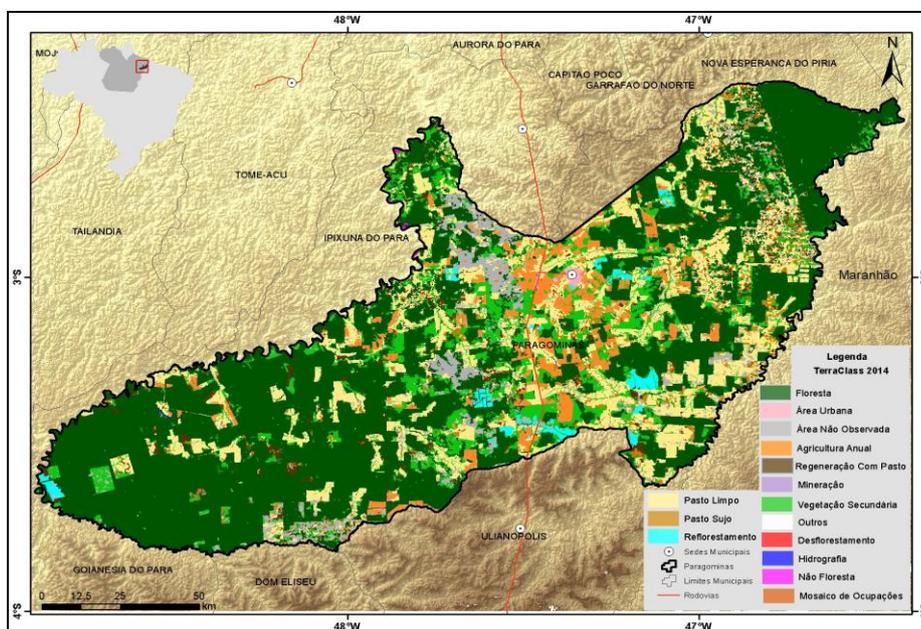


Figura 2. Mapa de uso e cobertura da terra ano 2014 do município de Paragominas, PA.

Com base na matriz de contingência, foram calculadas exatidões globais, erros de omissão e de inclusão por classe e índices de discordância (deslocamento, quantidade e mudança). O índice de concordância geral entre o mapeamento do TerraClass e a validação foi de 86% (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados comparativos entre mapeamento e informações de campo.

| Classes | Agricultura | Área urbana | Floresta | Pasto limpo | Pasto sujo | Refloresta mento | Regeneração compasto | Vegetação secundária | Total Geral |
|-----------------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| Agricultura | 50 | | | 1 | | 3 | | | 54 |
| Area urbana | | 7 | | | | | | | 7 |
| Floresta | | | 110 | 3 | | | 1 | 3 | 117 |
| Pasto limpo | 9 | | | 49 | 2 | 12 | 3 | | 75 |
| Pasto sujo | | | | 1 | 7 | 1 | 2 | 1 | 12 |
| Reflorestamento | | | | | | 7 | | | 7 |
| Regeneração com pasto | | | | | | | 7 | 6 | 13 |
| Vegetação secundária | | | 4 | 3 | | 4 | | 25 | 36 |
| Total Geral | 59 | 7 | 114 | 57 | 9 | 27 | 13 | 35 | 321 |

O erro médio apresentado foi de 6%, deslocamento de 7% e a mudança de 1%. Quando somamos essas discordâncias, obtemos um erro total de 14%, valor que em função da complexidade e dimensão da área de estudo e das classes mapeadas é considerado baixo (Figura 3).

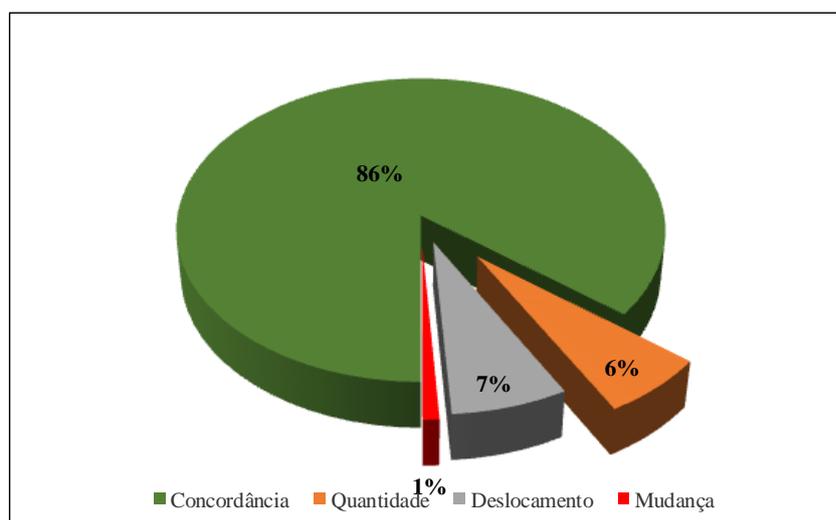


Figura 3: Resultado da exatidão global do mapeamento TerraClass para Paragominas.

Ao analisar os resultados por classe temática, observa-se que as classes de vegetação secundária, pasto limpo, agricultura, área urbana e floresta apresentaram concordância superior a 50%. As classes que apresentaram maior intensidade de omissão foram regeneração com pasto e reflorestamento com 40,57% e 76,31% respectivamente. Em relação à inclusão, as classes vegetação secundária, regeneração com pasto, pasto limpo e pasto sujo, apresentaram erros na ordem de 24,39%, 27,43%, 29,87% e 35,44% respectivamente (figura 4). Possivelmente estes erros, na classe de regeneração com pasto estejam associados a própria característica dessa classe, que resultado de um processo de transição entre pastagem e vegetação secundária ou vice-versa. Com relação à confusão entre reflorestamento e classes de pastagem, pode estar associada ao início de plantio dessa classe, quando há grande exposição de solo e gramíneas, possibilitando a confusão com as classes de pastagem.

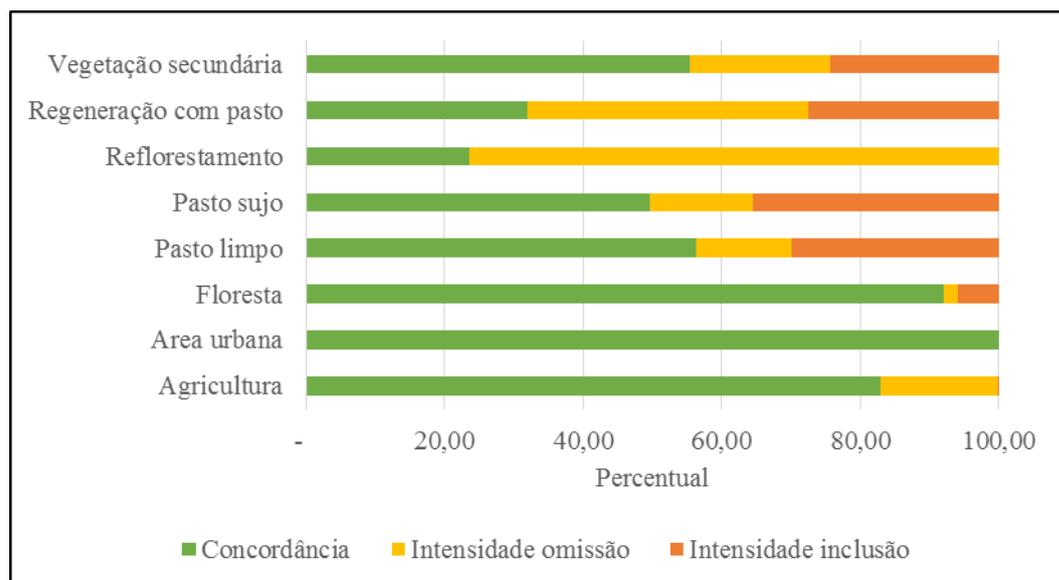


Figura 4: Resultado da exatidão global do mapeamento TerraClass para Paragominas por classe.

A partir da imagem de satélite e fotografias foi possível representar alguns pontos de validação que também podem ser utilizados para treinamento em fotointerpretação (Tabela 3).

Tabela 3. Validação em campo do mapeamento de uso e cobertura da terra.

| Pontos | Localização na Imagem Landsat (2014) | Registro em campo | Classe TerraClass | Observações em campo |
|--------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|---|
| 1 | | | Área Urbana | Arruamentos, praças, casas posicionados de maneira muito próxima e com distribuição espacial regular. |
| 2 | | | Agricultura anual | Área com plantio de Soja, cor magenta, textura lisa e polígonos regulares caracterizam a feição. |
| 3 | | | Pasto limpo | Área de pastagem bem manejada, com baixa infestação de invasoras herbáceas e arbustivas. |
| 4 | | | Regeneração com pasto | Presença de espécies invasoras em vários níveis de desenvolvimento. |
| 5 | | | Reflorestamento | Área com polígonos regulares, divisão dos talhões e textura homogênea. |

| | | | | |
|---|---|---|----------------------|--|
| 6 |  |  | Floresta | Área de reserva sob Manejo Florestal. textura rugosa e cor verde escuro. |
| 7 |  |  | Pasto sujo | Presença de muitas espécies herbáceas e algumas arbustivas. |
| 8 |  |  | Vegetação secundária | Regeneração natural da vegetação arbustiva e arbórea nativa |

4. Conclusões

A precisão global do mapeamento TerraClass para o município de Paragominas foi de 86%. Trabalhos futuros deste projeto devem considerar melhorias para o mapeamento das classes de regeneração com pasto e reflorestamento.

A validação, com parte do processo de mapeamento, estima a acurácia dos dados da dinâmica de uso de cobertura de terra, dando subsídio para a consolidação das informações.

Referências Bibliográficas

Almeida, A. S.; Vieira, I. C. G. Dinâmica da Cobertura vegetal e uso da terra no município de São Francisco do Pará (Pará, Brasil) com o uso da técnica de sensoriamento remoto. Museu Paraense Emílio Goeldi. **Ciências Naturais**, Belém, v.3, n°1, p. 81-92, 2008.

Almeida, C. A.; Coutinho, A. C.; Esquerdo, J. D. M.; Adami, M.; Venturieri, A.; Diniz, C. G.; Dessay, N.; Durieux, L.; Gomes, A. R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. *Acta Amazonica*, v. 46, n. 3, p. 291-302, Sept. 2016.

Brites, R. S. **Verificação de exatidão em classificação de imagens orbitais: efeitos de diferentes estratégias de amostragem e avaliação de índices de exatidão.** 1996. 101f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

Cochran, W.G. **Sampling techniques** New York & Sons, Inc.: John Wiley 1977.

Cohen, W.B.; Yang, Z.; Kennedy, R. Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 2. TimeSync—Tools for calibration and validation. *Remote Sens. Environ.* 2010, 114, 2911–2924

Congalton, R.G., & Green, K. **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices.** (2nd ed. ed.). New York: **Taylor & Francis Group**, 2009.

Foody, G.M. Classification accuracy comparison: Hypothesis tests and the use of confidence intervals in evaluations of difference, equivalence and non-inferiority. **Remote Sensing of Environment**, 113, 1658-1663, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base de Informações do censo demográfico 2010.** Brasil: IBGE, 2016. Disponível em: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatistica.htm. Acesso em: nov. 2016.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Projeto TERRACLASS**, 2016

Macedo et al. Configuração espacial do desflorestamento em fronteira agrícola na Amazônia: um estudo de caso na região de São Félix do Xingu, estado do Pará. **Revista Nera** – ANO 16, N°. 22 – JANEIRO/JUNHO DE 2013 – ISSN: 1806-6755

MCROBERTS, R.E. Satellite image-based maps: Scientific inference or pretty pictures? **Remote Sensing of Environment**, 115, 715-724, 2011.

Moreira, M. A.; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Informações úteis para auxiliar a interpretação visual de imagens de satélites**. In: Serra Junior, A.M.; Milone, A. C.; Salles, C. E. R.; Bastos Netto, D.; Barcelos, E. D.; Loyolla, E. F.Ca.; Macau, E. E. N.; Moraes, E. C.; Carvalho, H. C.; Braga, J.; Leite, J. B. C.; Ferreira, L. G.; Souza, M. L. O.; Moreira, M. A.; Silva, M. F.; Ferreira, N. J.; Bogossian, O. L.; Milani, P. G.; Rozenfeld, P.; Carmona, R. L. R.; Sereno, S. E. A.; Araujo, S. A. F.; Sausen, T. M.; SCHULZ, Walkiria (Ed.). Terceira Escola do Espaço. São José dos Campos: INPE, 2002. p. 24, Capítulo 14. Disponível em CD-ROM. (INPE-8973-PUD/61). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/marciana/2005/01.06.13.32.23>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

Pontius, R.G., & Santacruz, A. Quantity, exchange, and shift components of difference in a square contingency table. **International Journal of Remote Sensing**, 35, 7543-7554, 2014.

Stehman, S.V., Foody, G.M. Accuracy assessment. In: T.A. Warner, M.D. Nellis, G.M. Foody (Eds.), **The Sage Handbook of Remote Sensing**, p. 297–309. London: SAGE, 2009.