

## ANÁLISE ORIENTADA A OBJETO NA IDENTIFICAÇÃO DE CLAREIRAS NAS FLORESTAS COM BAMBUS DA MATA ATLÂNTICA

Luciana Spinelli Araujo

Eng<sup>a</sup> Florestal, Pesquisadora, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas/SP, spinelli@cnpm.embrapa.br

**RESUMO:** Aqui apresento os resultados iniciais do emprego da análise orientada a objeto para identificação de clareiras formadas pelo fim do ciclo de vida de bambus na Mata Atlântica. Empregando diferentes parâmetros de escala para a segmentação – 100, 200 e 500 – foi possível identificar ‘blocos’ com bambus em diferentes fenofases de maneira similar ao mapa de referência, porém com melhor delineamento de bordas. O emprego de critério de brilho, com valor maior que 200, sobre a segmentação na escala 100 permitiu delimitar as clareiras. As próximas etapas do projeto incluem a identificação de outros critérios, como textura, para aprimorar a identificação de clareiras e apoiar a definição de outras classes de interesse.

**PALAVRAS-CHAVE:** geotecnologias, *eCognition*, floresta.

**INTRODUÇÃO:** Pertencentes à Família Poaceae, os bambus são componentes típicos da Floresta Atlântica, mas devido as suas características de rápida colonização a partir dos rizomas e aos hábitos invasivos, podem ocupar o nicho de arbustos e árvores pioneiras (Tabarelli e Mantovani, 1999), dominando a paisagem florestal. O longo período vegetativo, geralmente entre 20 e 60 anos, seguido da etapa de reprodução sexuada com elevada produção de sementes e mortalidade maciça da população (Janzen, 1976), origina clareiras, interferindo, assim, na dinâmica da floresta. Diferente da Amazônia, onde cada população de bambus internamente sincronizada ocupa extensas áreas, entre 102 a 104 km<sup>2</sup>, no Parque Estadual Intervales (PEI), foco deste trabalho, as manchas com domínio de bambus ocupam áreas de 0,15 a 0,30 km<sup>2</sup>, não sendo, portanto, passíveis de identificação com sensores de média resolução, independente do estágio fenológico (Araujo; Santos, 2011). Assim, imagens orbitais de alta resolução podem contribuir de forma significativa para identificar com maior precisão esses eventos e subsidiar estudos ecológicos de monitoramento da vegetação. Para essas imagens, por vezes com resolução espacial de centímetros, processamentos convencionais não são eficientes para extrair as informações desses dados e a análise orientada a objeto vem sendo uma opção. Nessa abordagem a imagem é analisada a partir de pequenos segmentos, os objetos, gerados no processo de segmentação. Esses objetos são estruturados, formando uma rede hierárquica, em que se relacionam com os seus vizinhos e sub-objetos (Hofmann, 2001). A etapa de classificação dos objetos é baseada em regras, onde o conhecimento do usuário é usado para criar um conjunto de critérios para determinado alvo de interesse, por exemplo, que pode ser aplicado a várias imagens. Aqui apresento os resultados iniciais do emprego da análise orientada a objeto para identificação de clareiras formadas pelo fim do ciclo de vida de bambus na Mata Atlântica visando a otimização de mapeamento e monitoramento destes eventos.

**MATERIAL E MÉTODOS:** No PEI, localizado entre as coordenadas 24°12’ a 24°32’ de latitude sul e 48°03’ a 48°32’ de longitude oeste, predomina a floresta ombrófila densa associada aos neossolos litólicos, com os cerca de 40 mil hectares de vegetação do Parque apresentando intensas alterações associadas à ocorrência dominante de bambus. As atividades de caracterização e mapeamento com as imagens de alta-resolução QuickBird [modo Standard 2A, com 5 bandas espectrais – 1 pancromática, resolução espacial de 0,6m e 4 multiespectrais com resolução espacial de 2,4m, datada de 19 de maio de 2006] foram apoiadas ainda por um banco de dados formados por registros históricos da área (1962-2000) e um conjunto descritivo de campo com levantamento das paisagens dominantes, referentes a quatro anos de coleta e monitoramento (2004-2008). As bandas multiespectrais da imagem QuickBird foram empregadas para os processos de segmentação no software *eCognition* 8.7. Posteriormente, os resultados, convertidos para formato vetorial, foram avaliados tendo como

referência o mapa temático resultante da interpretação visual da imagem com valor de Kappa de 0,85 (Landis e Koch, 1977) gerado em função de 45 pontos de campo utilizados para teste.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Nessa paisagem fragmentada da Floresta Atlântica, reflexo das diversas perturbações históricas, diferentes estágios de sucessão secundária, por vezes com dominância de bambus das espécies *Guadua tagoara* e *Chusquea oxylepis* (Araujo; Santos, 2011), ocorrem juntamente com áreas de floresta mais densa. Considerando esses diferentes padrões identificados em campo, a caracterização da paisagem na interpretação visual da imagem QuickBird foi elaborada com 9 classes de cobertura da terra - corpos d'água, solo exposto, vegetação rasteira, vegetação arbustiva, capoeira com domínio de bambus em estágio vegetativo ou reprodutivo, capoeira com domínio de bambus em estágio senescente, capoeira com manchas espaçadas de bambus, capoeirão e floresta. Nessa etapa de avaliação com análise orientada a objeto, o processamento focou especificamente na identificação de classes com bambus, demonstrando a formação de 'blocos' com bambus em diferentes fenofases (floresta com bambus jovens e senescentes). Empregando diferentes parâmetros de escala – 100, 200 e 500 – para a segmentação foi possível identificar tais blocos de maneira similar ao mapa de referência (Figura 1), porém com melhor delineamento de bordas. Observamos que a escala 500 permite a delimitação das diferentes classes de vegetação (floresta sem bambus, floresta com bambus em estágio vegetativo, floresta com bambus em estágio senescente/clareiras). Contudo, a identificação mais detalhada, na escala 100, permite a delimitação mais precisa de pequenas áreas de clareiras, representadas na imagem por textura fina a pouco rugosa e tons muito claros, devido ao domínio de material seco. O emprego de critério de brilho, com valor maior que 200, sobre a segmentação na escala 100 permite ainda ressaltar as clareiras formadas com o final do ciclo de vida dos bambus (Figura 2). As próximas etapas do projeto incluem a identificação de outros critérios, como textura, para aprimorar a identificação de clareiras e apoiar a definição de outras classes de interesse.

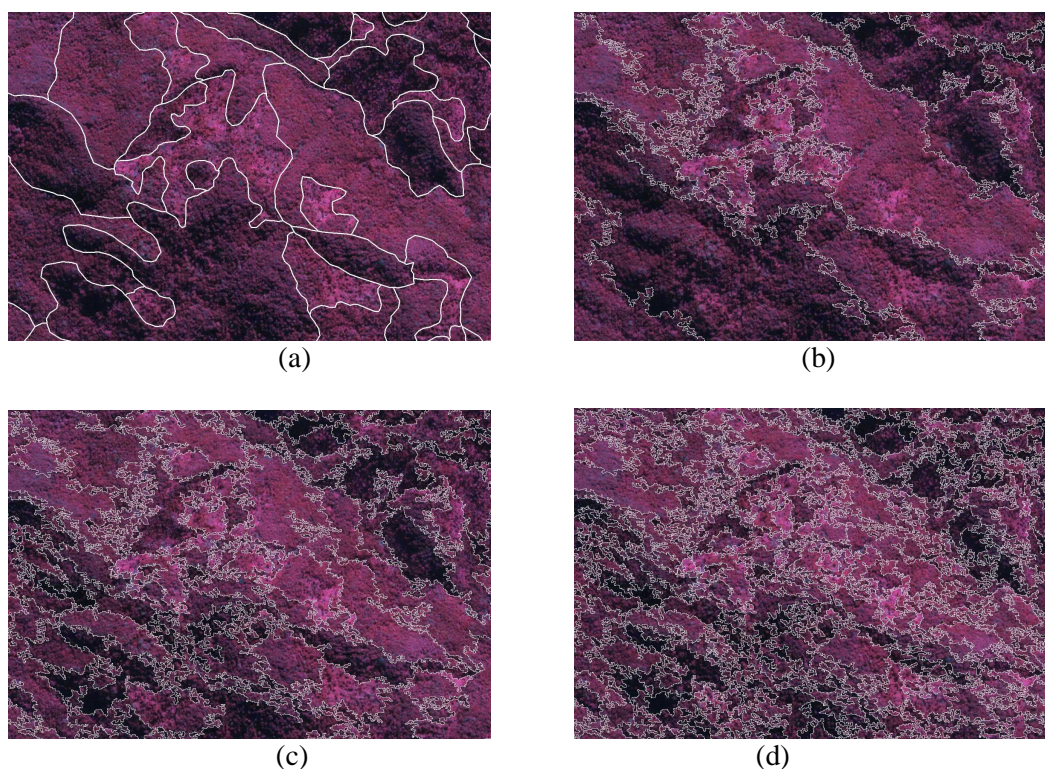


Figura 1 – Interpretação visual (a) e segmentações com parâmetros de escala de 500 (b), 200 (c) e 100 (d) em imagem Quickbird (4R3G5B).

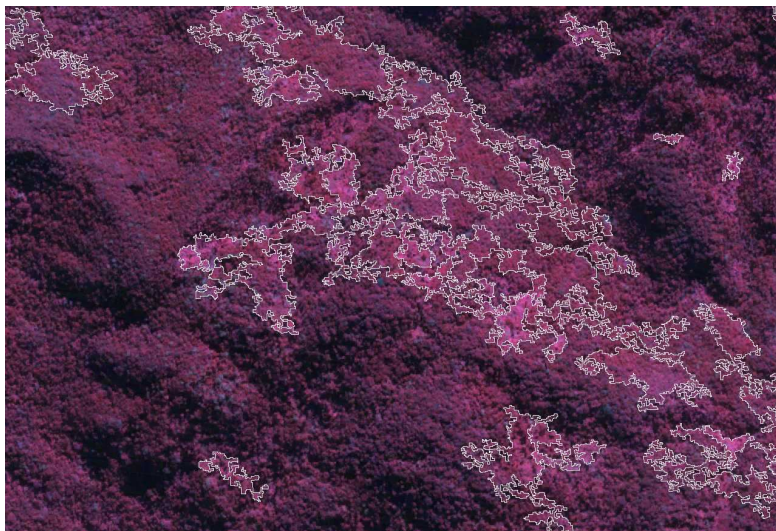


Figura 2 – Identificação das clareiras formadas com o final do ciclo de vida de bambus em imagem Quickbird (4R3G5B).

**CONCLUSÕES:** Os padrões da paisagem relacionados à ocorrência e dinâmica das diferentes espécies de bambus acarreta uma diversidade de padrões espectrais identificados nas imagens QuickBird, possibilitando delimitar áreas ocupadas por populações de bambus e acompanhar os ciclos fenológicos das espécies dominantes. A metodologia empregando a análise orientada a objeto permite otimizar a identificação dos eventos de vida do bambu, especialmente das clareiras formadas ao final do ciclo de vida dessas espécies. As próximas etapas preveem a utilização de mais parâmetros para melhor delimitação dessas clareiras e a inclusão das demais classes, principalmente das florestas com bambus jovens, muito similares espectralmente às florestas sem bambus.

**AGRADECIMENTOS:** A autora agradece o suporte recebido da FAPESP através dos processos 03/12485-7, 04/13047-6 e 99/09635-0, além do apoio da ESALQ/USP, Fundação Florestal de São Paulo e Instituto Florestal de São Paulo.

#### **REFERÊNCIAS:**

- ARAUJO, L.S.; SANTOS, J.R. A paisagem com bambus na floresta atlântica brasileira: caracterização e mapeamento com imagens de alta resolução. In: Zamudio, H.B.; Sierra, C.H.; Olalde, M.O.; Vega, T.A.G. (Ed.). **Bosques del mundo, cambio climático & Amazonía**. Bogotá: Amassunu, 2011. p. 87-95.
- JANZEN, D.H. Why bamboos wait so long to flower? **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 7, p. 347-391, 1976.
- HOFMANN, P. Detecting buildings and roads from IKONOS data using additional elevation information. **Journal for Spatial Information and Decision Making**. n. 6/01. p. 26 – 33, 2001.
- LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurements of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, p. 159-174, 1977.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma Floresta Atlântica Montana. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, p. 251-261, 1999.