

Abordagem analítica e sequencial para a classificação de ortofotos para o mapeamento de mosaico de Floresta e Campo no Parque Estadual de Campos do Jordão

Diana Damasceno Barreto Valeriano ¹
Silvana Amaral ¹
Dalton de Morisson Valeriano ¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
{diana, silvana}@dpi.inpe.br dalton@dsr.inpe.br

Abstract. Maps of the Araucaria Forest and Grassland mosaics, a typical landscape of Ombrophilous Mixed Forests in Brazilian south and southeastern regions are fundamental to understand its spatial and temporal dynamics. This work describes a reproducible analytical method for imaging processing and classification for the production of land cover map in such landscape for comparisons among different sites and dates. The work was conducted in Campos do Jordão State Park, São Paulo State, Brazil, which was created in 1941 to protect remnants of Araucaria Forest in the southeastern region of the country. The classification method comprises of nested region based classifications of orthorectified digital aerial photographs applied sequentially on band ratio and simple spectral bands. Classes that presented ambiguities in the classification of the band ratio were refined with further classifications of simple spectral band. The results showed that the methodology generated a good representation of the vegetation cover in a representative sample of the Campos do Jordão State Park landscape. The comparison of the Land Cover Map produced in this work with a previous one produced in 1975 showed consistence in the representation of landscape features that demonstrated stability in vegetation cover which emphasizes the role of this conservation unit for Araucaria Forest preservation. Evidences of forest encroachment over grassland were identified as well as forest degradation.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, region based classification, Araucaria Forest, sensoriamento remoto, processamento de imagens, classificação por região, Floresta com Araucária.

1. Introdução

A Floresta Ombrófila Mista, que ocorre nas regiões sul e sudeste do Brasil, é caracterizada pela dominância estrutural da *Araucaria angustifolia* Bert. O. Kuntze, uma conífera de grande porte, associada com diversas espécies de Angiospermas, recebendo a denominação de Floresta com Araucária (Veloso et al. 1991). Ela ocorre em duas áreas distintas: nos estados sulinos entre 500 e 1200 metros de altitude e áreas disjuntas em encaves florestais nas Serras da Mantiqueira e dos Órgãos em altitudes de 1.200 a 1.800 metros (Klein 1984).

Em sua área de ocorrência é frequente a presença de florestas e formações campestres formando mosaicos naturais (Rambo 1953, Seibert et al. 1975, Klein 1984, Duarte et al. 2007, Overbeck et al. 2007). Nas áreas de contato entre as duas formações observa-se a invasão de espécies arbustivas e arbóreas sobre o campo, principalmente onde queimadas são raras (Azevedo 1965, Klein 1960). Esta alternância de floresta e campos gerou hipóteses sobre a dinâmica sucessional nesta formação florestal (Hueck 1953, Klein 1960). Especula-se que no presente, a dinâmica favorece a vegetação florestal devido à maior umidade do clima atual, comparado à do passado (Bigarella 1964, AB'Saber 1977). Esta hipótese vem sendo confirmada por estudos palinológicos (Behling 2002, Behling et al. 2004) e ecológicos (Oliveira e Pillar 2004, Duarte et al. 2007). Azevedo (1965) observou, em Campos do Jordão, a tendência de ampliação das áreas de Floresta com Araucária sobre os Campos de Altitude que ocorrem neste município.

Estudos de caso realizados em áreas de Floresta Ombrófila Mista nas regiões sul e sudeste registram ausência ou dificuldade de recrutamento das populações de *Araucaria*

angustifolia em áreas de florestas maduras mais preservadas (Soares 1979, Backes 2001, Souza et al. 2008, Valeriano 2010). Pesquisas recentes evidenciam que a expansão de espécies florestais sobre áreas campestres é feita por agentes distintos de dispersão vegetal (Duarte et al. 2006, Duarte et al. 2007, Carlucci et al. 2011). A compreensão da expansão de espécies florestais sobre áreas campestres requer mapeamentos de mosaicos florestaxcampo para avaliar as possíveis rotas de dispersão da *Araucaria angustifolia*.

Para caracterizar e quantificar a dinâmica de mosaicos florestaxcampo é necessário método robusto e comparável de classificação de imagens. A paisagem de Florestas com Araucárias tem sido objeto de desenvolvimento metodológico para análise de dados de sensoriamento remoto em três temas, métodos de análise de imagens, métodos para estudos da dinâmica de paisagem e métodos de detecção de copas de árvores. Dentro do primeiro tema, Duglosz et al.(2005) utilizam classificação orientada a objeto de imagem IKONOS para discriminar tipos de vegetação florestal em uma área de Floresta com Araucária no Paraná. Corte et al.(2008) determinam limiares apropriados para a segmentação de imagens SPOT-5 para a classificação de plantios florestais. Albergoni et al. (2010) apresentam um método para classificação orientada a objeto de imagens AVNIR-2 para a caracterização de paisagem com Florestas com Araucária no Paraná e Pavão et al. (2010) utilizaram ortofotos digitalizadas para mapear a cobertura da terra de municípios paulistas localizados nos altos da Serra da Mantiqueira. O segundo tema utiliza fotografias aéreas (Favrin, 1985; Oliveira e Pillar, 2004), combinações de fotografias e imagens de satélites de alta resolução (Lima et al. 2004) e exclusivamente dados de satélites, como HRC-SPOT (Cunha et al.2011) e TM-LANDSAT (Marchett et al. 2011; Shaeffer-Santos et al. 2011). O terceiro tema foi explorado em fotografias aéreas em escala muito grande (Disperati e Oliveira Filho, 2005) e em dados de satélites de alta resolução como o estudo da aplicação de fusão de dados HRC-e CCD do CBERS-2B apoiado por dados IKONOS-2(Silva et al., 2009) e o uso de dados IKONOS-2 (Pesck et al. 2010).

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma técnica analítica e sequencial de classificação por região de imagens de alta resolução para mapear áreas de mosaicos de Floresta com Araucária com Campo de Altitude.

2. Metodologia

2.1. Área de Estudo

A área mapeada encontra-se no Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ), criado em 1941(Decreto Lei 11.908-SP), administrado pelo Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. A área total do parque é de 8.341 hectares centrados nas coordenadas de 22°40'57"S e 45°27'11"O. As altitudes variam de 1.030 a 2.007 metros e o clima é subtropical de altitude, mesotérmico úmido, sem déficit hídrico, com temperatura do mês mais quente inferior a 22°C, Cfb na classificação de Köppen (Seibert et al. 1975).

O PECJ está localizado na porção sudoeste da Serra da Mantiqueira no Planalto de Campos do Jordão, definido como um planalto cristalino em bloco, alçado a 2.000 metros de altitude (Modenesi-Gauttieri e Hiruma 2004). Dentro do Parque encontramos três formações vegetais características da região de Campos do Jordão: Floresta Ombrófila Mista Altimontana, Floresta Ombrófila Densa Montana e Altimontana e os Campos do Brasil Meridional distribuídos em função dos gradientes topográfico e altitudinal (Robim & Pfeifer 1989). As Matas com Araucária ocupam as maiores extensões naturais dentro do parque, localizando-se nos grotões e nas encostas mais úmidas com solos mais protegidos.

2.2. Materiais

Foram utilizadas ortofotos coloridas de 2003 pela Base Aerofotogrametria e Projetos S.A., ortoretificadas e digitalizadas com resolução espacial de 70 cm em três bandas espectrais referentes ao vermelho, verde e azul pela Aerocarta S.A. Este trabalho foi realizado com a utilização dos aplicativos disponíveis no Spring 5.2 (<http://www.dpi.inpe.br/spring/>). Primeiramente foi feito um mosaico com as ortofotos recobrindo todo o Município de Campos do Jordão no qual foi sobreposto o limite do PECJ. Na área do PECJ foi selecionado para o desenvolvimento do trabalho um recorte representativo da paisagem do parque com cobertura vegetal de Floresta com Araucária, Florestas Densas Altimontanas e Montanas, Campos de Altitude e Transições que representam as áreas de borda entre as formações florestais e campestres e áreas de floresta em estádios sucessionais iniciais e em regeneração após eventos de fogo. Este recorte inclui uma área em que foi realizado um estudo da dinâmica da Floresta com Araucária em dois inventários realizados em 1988 e 2008 em uma parcela de 5.000m² (Valeriano 2010). Também foi utilizado como referência para avaliação qualitativa dos resultados deste trabalho, o mapa de vegetação elaborado para o Plano de Manejo do PECJ (Seibert et al. 1975) que identificou e mapeou as áreas com vegetação natural e as áreas com intervenção antrópica que incluíam extração seletiva de madeira, reflorestamento com coníferas e manejo de pastagens com uso do fogo para sua manutenção (1/3 da área do parque).

2.3. Análise das imagens e pré-processamento

Os histogramas das imagens demonstram que elas foram realçadas no processo de digitalização com saturação de pixels com valor máximo. Cada histograma é multimodal, composto pelas três películas do filme (Figura 1 a). Para excluir da imagem os pixels saturados aplicou-se filtragem passa-baixa por média simples de 7 x 7 pixels (Figura 1 b).



Figura 1 - a) Histograma da Banda1 (vermelho); b) Histograma da Banda1 filtrada.

A Figura 2a mostra que as áreas de Campo, apresentam variabilidade de brilho devido ao efeito do terreno. Para reduzir este efeito foi efetuada a razão da Banda2 pela Band1 (Yool et al. 1986) (Figura 2b). Observa-se nesta imagem artifícios da operação aplicada que resultam em áreas de Floresta com tonalidade de campo. Observa-se também menor contraste entre formações campestres e florestais no quadrante Sudeste da Imagem de razão de bandas.

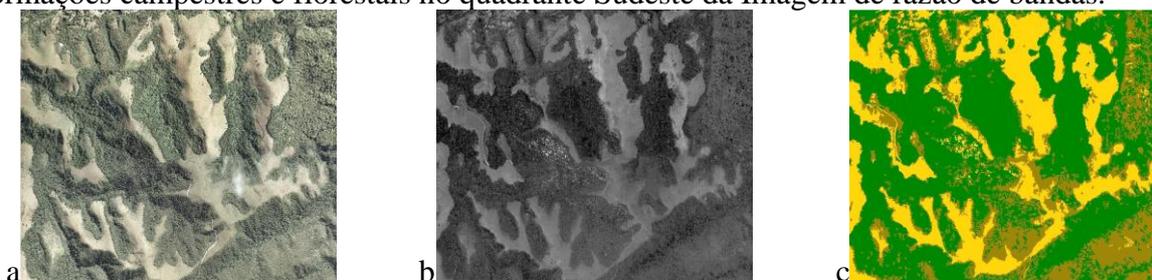


Figura 2 – a) Composição colorida da área de estudo; b) Imagem de razão Banda2/Banda1; c) Classificação da Imagem de razão Banda2/Banda1.

2.3. Classificação de Imagem

A classificação das imagens foi feita em duas etapas: a classificação da razão de bandas e a classificação da Banda1 nas áreas classificadas ambigualmente na etapa anterior, ambas efetuadas por classificação por região dentro de uma abordagem analítica e sequencial. Esta estratégia para a classificação de imagem, apresentada no diagrama de fluxo da Figura 3, utiliza a capacidade de discriminação da classificação por região de modo aninhado, explorando atributos sequencialmente para resolver ambiguidades de classificações anteriores.

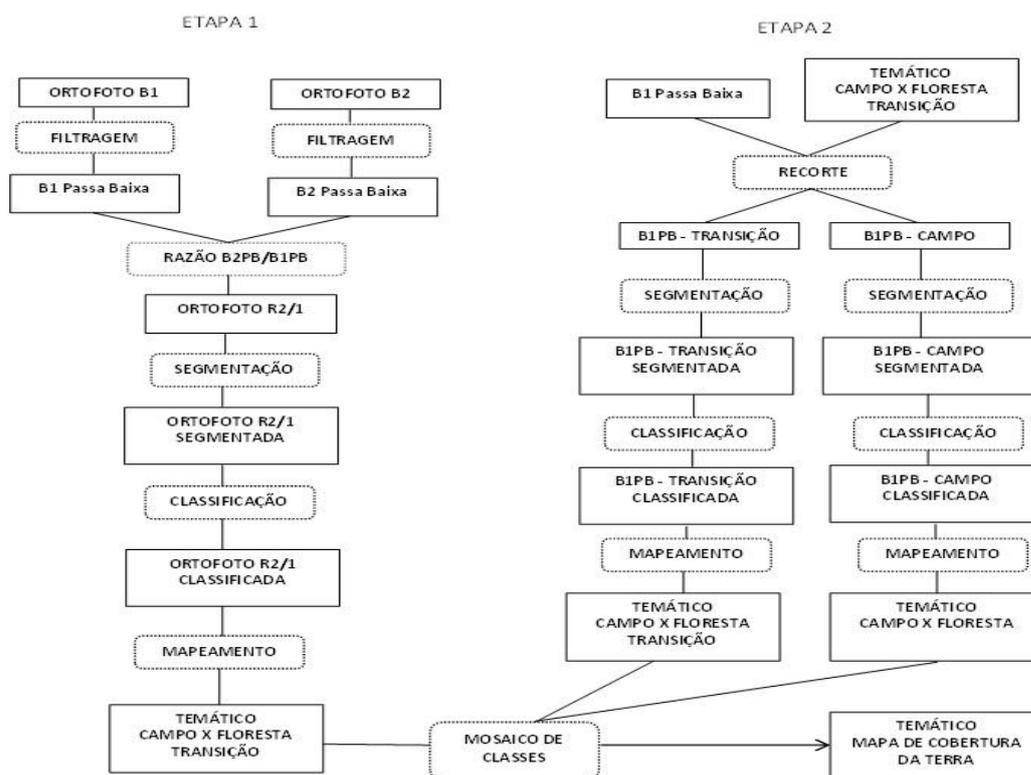


Figura 3 – Diagrama de fluxo para classificação de imagem por crescimento de região com abordagem sequencial.

Na primeira etapa, além do pré-processamento, foi feita a classificação da Imagem de razão de banda. Foi aplicada a segmentação da imagem por crescimento de regiões do SPRING 5.2 com Similaridade 2 e Área Mínima para considerar polígono de 460 pixels. A Similaridade foi estabelecida após testes com vários parâmetros e a Área Mínima foi determinada para evitar a discriminação de sombras de árvores isoladas em áreas campestres. Em seguida foi feita a classificação por região com uso do classificador ISOSEG do SPRING 5.2. Através de testes com vários Limiares de Aceitação considerou-se que com limiar de 90% obteve-se o melhor resultado e foi verificado que todos os resultados se tornavam estáveis com 100 iterações. As dez classes espectrais foram examinadas individualmente e construiu-se uma tabela de decisão em função da predominância de associação entre a classe espectral e as classes informativas de Floresta, Campo e Transição. O resultado desta classificação (Figura 2c) mostra que, apesar de resolver a maior parte das decisões de classificação de imagem, restam ainda ambiguidades nas classes de Campo e Transição. A classe Campo inclui áreas de Floresta e a classe Transição inclui também áreas de Floresta e de Campo. Estas ambiguidades foram examinadas contra as imagens razão Banda2/Banda1 e contra as bandas individuais das ortofotos. Foi verificado que estas ambiguidades poderiam ser resolvidas com a utilização da Banda1 com a filtragem Passa Baixa, procedimento que foi conduzido na segunda etapa da metodologia adotada.

Na segunda etapa do trabalho foram recortadas separadamente das imagens da Banda1 as áreas classificadas como Campo e como Transição. Um programa em linguagem LEGAL foi desenvolvido para este fim. As Figuras 4a e 5a apresentam as áreas de decisão para estes recortes e as Figuras 4b e 5b apresentam os resultados dos recortes para as devidas classes.

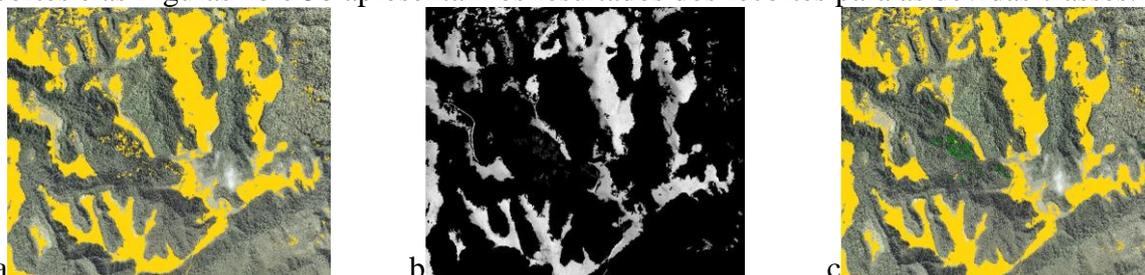


Figura 4 - a) Composição colorida com as áreas classificadas como Campo na primeira etapa; b) Recorte da Banda1 para as áreas de Campo da classificação da primeira etapa; c) Classificação das áreas de Campo obtida na segunda etapa.

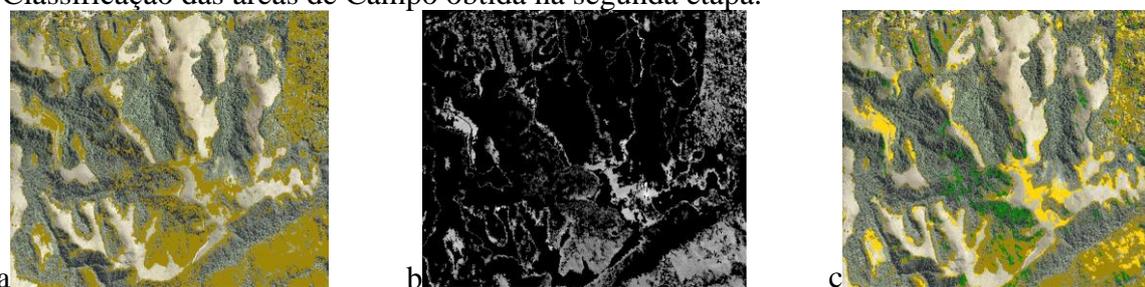


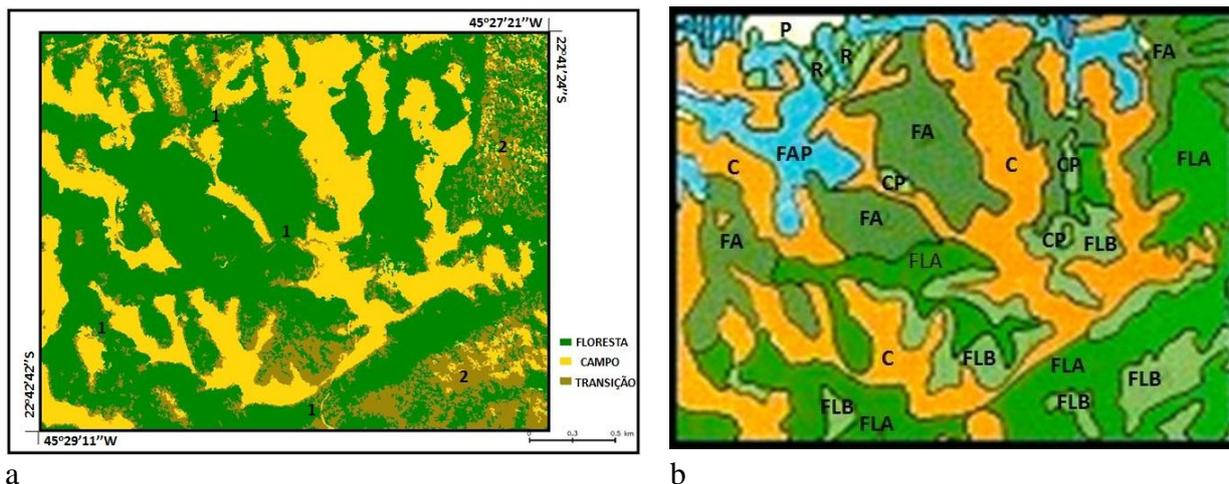
Figura 5 - a) Composição colorida com as áreas classificadas como Transição na primeira etapa; b) Recorte da Banda1 para as áreas de Transição da classificação da primeira etapa; c) classificação das áreas de Transição obtida na segunda etapa.

Nas imagens recortadas foi aplicada segmentação seguida de classificação ISOSEG, ambas com os mesmos parâmetros da primeira etapa. As classes espectrais foram examinadas para a composição das tabelas de decisão utilizadas no mapeamento das classes espectrais para classes informativas. As áreas de Campo foram classificadas em Campo e Floresta (figura 4c) e as de Transição em Transição, Campo e Floresta (Figura 5c).

Foi desenvolvido um programa em LEGAL para compor o Mapa de Cobertura da Terra da área de estudo com as classes informativas Floresta, Campo e Transição justapondo as áreas classificadas como Floresta da primeira etapa e os resultados das classificações parciais da segunda etapa.

3. Resultados e Discussão

As classes de vegetação resultantes do mapeamento na classificação final para o mapa de cobertura da terra separam de forma adequada as áreas de Floresta, Campo e Transição e, comparadas ao mapa de vegetação produzido por Seibert et al. (1975) mostram áreas dinâmicas, mas de forma geral indicam estabilidade na cobertura vegetal do PECJ (Figura 6a e 6b).



a b
 Figura 6 - a) Mapa de Cobertura da Terra da área de estudo. Legenda: verde – floresta, amarelo – campo, mostarda – transição; os números 1 e 2 indicam áreas mais dinâmicas; b) Recorte da área de estudo no mapa de vegetação do Plano de Manejo do PECJ (Seibert et al. 1975). Legenda: FAP - Floresta com Araucária e Podocarpus, FA - Floresta Latifoliada com Araucária, FLA - Floresta Latifoliada Alta, FLB - Floresta Latifoliada Baixa, CP – Capoeira, C – Campo, P – Prado e R - Reflorestamento.

A correspondência entre as classificações dos mapas apresentados nas Figuras 6 a e b é apresentada a seguir: as áreas de floresta da Figura 6a correspondem às classes de Floresta com Araucária e Podocarpus (FAP), Latifoliada com Araucária (FA), Latifoliada Alta (FLA) e Reflorestamento (R) da Figura 6b; as áreas de campo correspondem às classes Campo (C) e Prado (P) e as áreas de transição correspondem às classes Capoeira (CP) e Floresta Latifoliada Baixa (FLB). Embora as metodologias de trabalho para elaboração dos mapas de cobertura sejam distintas, pode ser observado o aumento de áreas de floresta sobre campos, que resultou em conexões entre áreas de floresta que no mapa de 1975 estavam interrompidas por formações campestres (número 1 na Figura 6a). Outra característica dinâmica registrada nesta comparação (número 2 na Figura 6a) é a presença de áreas florestais mais rarefeitas e com clareiras evidenciadas no mapa atual indicativa de incêndios florestais.

O Plano de Manejo do PECJ relata atividades agropastoris com áreas de pastagem manejadas com o uso de queimadas (Seibert et al. 1975). Estas atividades foram suprimidas e a ocorrência de fogo nos dias de hoje se dá por ações acidentais ou criminosas e são ocasionais. A supressão do fogo como prática de manejo pode ter resultado na expansão de áreas florestais observada neste trabalho. Estes resultados concordam com pesquisas realizadas na região de Floresta com Araucária no Rio Grande do Sul, em que a exclusão de gado e supressão do fogo no manejo de pastagens resultou em expansão de áreas de floresta em detrimento do campo (Oliveira e Pillar 2004).

3. Conclusões

O método utilizado para o mapeamento da cobertura da terra na área selecionada dentro do PECJ mostrou-se adequado para separar as áreas de Floresta, Campo e Transição, necessário para subsidiar estudos da dinâmica espacial e temporal da vegetação. A comparação com o mapa de vegetação elaborado dentro do Plano de Manejo do PECJ realizado há mais de trinta anos (Seibert et al. 1975) indica algumas mudanças, com aparente avanço da floresta sobre os campos, mas evidencia principalmente estabilidade nas formações vegetais demonstrando a importância desta unidade de conservação na preservação da Floresta com Araucária nos remanescentes da região sudeste.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa PCI-DA para a primeira autora. Ao Senhor Nazareno Mostarda Neto, Engenheiro do DAEE / CBH-SM, pelas Ortofotos Digitais do Parque Estadual de Campos do Jordão.

Referências Bibliográficas

- Ab'Sáber, A.N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, v. 3, p. 1-19, 1977.
- Albergoni L.; Faria, B.S.; Garrastazu, M.C.; Rosot, M.A.D.; Biscaia, A. E. L.; Rosot, N.C. & Oliveira, Y.M.M. Mapeamento do uso da terra no entorno de uma reserva florestal avaliando a classificação orientada ao objeto com imagem ALOS AVNIR-2. In: Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal, 9, 2010, Curitiba. **Anais...** Curitiba, UFPR, 2010. Artigos, p. 249-256.
- Azevedo, L.G. Contribuição à delimitação dos tipos de vegetação do Estado de São Paulo – Região de Campos do Jordão. **Arquivos de Botânica do Estado de São Paulo**, v. 4, n. 1, p. 11-21, 1965.
- Backes, A. Determinação da idade e regeneração natural de uma população de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em um povoamento florestal localizado no município de Caxias do Sul, RS, Brasil. **Iheringia** (Ser. Bot.), v. 56, p. 115-130, 2001.
- Behling, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 177, p. 19-27, 2002.
- Behling, H.; Pillar, V.D.; Orlóci, L. & Baurmann, S.G. 2004. Late Quaternary *Araucaria* forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambara. do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 203, p. 277-297, 2004.
- Behling, H. & Pillar, V.D. Late Quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern *Araucaria* forest and grassland ecosystems. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**. Ser. B. 362, p. 243–51, 2007.
- Bigarella, J.J. 1964. Variações climáticas no Quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia** v. 10, n. 15, p. 211-231, 1964.
- Carlucci, M.B.; Duarte, L. S. & Pillar, V.D. Nurse rocks influence forest expansion over native grassland in southern Brazil. **Journal of Vegetation Science**, v. 22, p. 111–119, 2011.
- Disperati, A.A. & Oliveira Filho, P.C. Delineamento de copas de árvores em fotografias aéreas de alta resolução, através de suas sombras periféricas: estudo de caso na Floresta Ombrófila Mista. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p.195-202, 2005.
- Dlugosz, F. L.; Rosot, N. C.; Rosot, M.A.D. & Oliveira, Y.M.M. Uso da segmentação por crescimento de regiões em imagem Ikonos na discriminação de tipologias da Floresta Ombrófila Mista. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12, 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 1493-1500.
- Duarte, L.; Dos-Santos, M. M. G.; Hartz, S. M. & Pillar, V. D. Role of nurse plants in *Araucaria* Forest expansion over grassland in South Brazil. **Austral Ecology**, v. 31, p. 520-528, 2006.
- Duarte, L.; Carlucci, M. B.1; Hartz, S. M. & Pillar, V. D. Plant dispersal strategies and the colonization of *Araucaria* forest patches in a grassland-forest mosaic. **Journal of Vegetation Science** v. 18, p. 847-858, 2017.
- Huek, K. Distribuição e habitat natural do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*). **Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade de São Paulo (Botânica)**, v. 156, p. 67-81, 1953.
- Favrin, J. B. Levantamento da Cobertura Vegetal do Município de Campos do Jordão no período de 1962 a 1977, através de fotografias aéreas. **Silvicultura em São Paulo**, v. 17/19, 39-45, 1983/85.
- Hueck, K. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**. São Paulo: Polígono S.A., 1972. 466p.
- Klein, R.M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. **Sellowia**, v. 12, p. 17-44, 1960.
- Klein, R.M. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. **Sellowia**, v. 36, p. 5-54, 1984.

- Lima, E. C.; Sanquetta, C. R.; Kirchner, F.F. & Ferreti, E.R. Qualidade da paisagem: Estudo de caso na Floresta Ombrófila Mista. **Revista Floresta**, v. 34, n.1, p. 45-56, 2004.
- Lima e Cunha, M.C.; Monguilhott, M.; Saldanha D.L.; Guasselli, L.A. & Oliveira, G. Quantificação da dinâmica dos remanescentes florestais no município de Jaquirana, RS, em imagens de satélite - **Revista Árvore**, v.35, n.4, p.867-873, 2011.
- Marchett, C.A.; Scur, L. & Ahlert, S. - Análise multitemporal do uso e cobertura da terra no distrito de Criúva, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 15, 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. p.6230
- Modenesi-Gauttieri, M.C. & Hiruma, S.T. A expansão urbana no planalto de Campos do Jordão. Diagnóstico geomorfológico para fins de planejamento. **Revista do Instituto Geológico**, v. 25, p. 1-28, 2004.
- Oliveira, J.M. & Pillar, V.D. Vegetation dynamics on mosaics of Campos and Araucaria forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. **Community Ecology**, v. 5, p.197-202, 2004.
- Overbeck, G. E.; Müller, S. C.;Fidelis, A.; Pfadenhauer, J., Pillar, V. D.; Blanco, C. C.; Boldrini, I.I.; Both, R. & Forneck, E.D. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 9, p. 1001-106, 2007.
- Pavão, M.; Matsukuma, C.K.; Kanashiro, M.M.; Ywane, M.S.S-I. & Nalon, M.A. Mapeamento do uso e ocupação da terra da unidade de gerenciamento de recursos hídricos da Mantiqueira, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, v. 22, n. 2, p. 243-257, 2010.
- Pesck, V. A.; Lisboa, G.A.; Disperati, A.A.; Santos, J.R. & Stepka, T.F. Imagem IKONOS-2 No mapeamento de copas de *Araucaria angustifolia* - In: Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal, IX, 2010, Curitiba. **Anais...** Curitiba, UFPR, 2010. Artigos, p. 531-537.
- Rambo, B. História da flora do planalto riograndense. **Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues**, v.5, p. 185-232, 1953.
- Robim, M.J. & Pfeifer, R.M. Correlações de características do meio biofísico do Parque Estadual de Campos do Jordão, SP. **Acta Botânica Brasílica**, v. 2, p. 75-181, 1989.
- Schaefer-Santos, J.; Lingnau, C. & Galvão, F. Campos da Serra Catarinense: detecção de mudança pelo método de diferença simples – In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 15.,2011 Curitiba. **Anais...**São José dos Campos: INPE, 2011. Artigos, p. 6579 -6585.
- Seibert, P.; Negreiros, O.C.; Bueno, R.A.; Emmerich, W.; Moura Neto, B.S.F.; Guiallmon, J.R.; Montagna, R.G.; Barreto, R.A.A.; Nogueira, J.C.B.; Garrido, M.A.De O.; Mello Filho, L.E. De, Emmerich, M.; Marcondes, M.A.P.; Cesar, S.F.; Mattos, J.R.De, Oliveira, M. C. De & Godoy, A. Plano de Manejo do Parque Estadual de Campos do Jordão. **Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo**, v. 19, p. 1-153, 1975.
- Silva, F.F.; Servello, E.L.; Fonseca, L.M.G.; Santos, J.R. & Kuplich, T.M. Análise da distribuição de copas de Araucária (*Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktz.) a partir da fusão de imagens HRC CCD/CBERS-2B. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. Artigos, p. 2217-2223.
- Soares, R.V. Considerações sobre a regeneração natural da *Araucaria angustifolia*. **Revista Floresta** v. 10, n.2, p. 12-18, 1979.
- Souza, A.F. Forgiarini, C.; Longhi, S.J. & Brena, D.A. Regeneration patterns of a long-lived dominant conifer and the effects of logging in southern South America. **Acta Oecologica**, v. 34, p. 221 -232, 2008.
- Yool, S.R.; Star, Y.L.; Estes, J.E.; Botkin, D.B.; Eckhardt, D.W.; Davis, F.W. Performance analyses of image processing algorithms for classification of natural vegetation in the mountains of Southern California. **International Journal of Remote Sensing**, v. 7, p. 683-702, 1986.
- Valeriano, D. D.B. **Dinâmica da Floresta Ombrófila Mista Altomontana, Campos do Jordão, São Paulo**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Ecologia) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- Veloso H.P., Filho A.L.R.R. & Costa M.L **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.