

Geotecnologias aplicadas à análise da dinâmica do cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP.

Eduardo da Silva Pinheiro¹
Giselda Durigan²

¹ Universidade Federal do Amazonas
Av. Gen. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, 69077-000 - Manaus - AM, Brasil
pinheiro@ufam.edu.br

² Instituto Florestal do Estado de São Paulo
Caixa Postal 104, 19800-000 - Assis, SP, Brasil
giselda@femanet.com.br

Abstract. We analyzed the dynamics of vegetation types along 44 years, at Assis Ecological Station, one conservation unit protecting the *cerrado* biome in the southwestern São Paulo State, Brazil, with the aim of characterizing and quantifying those changes in space and time. The dynamics of the vegetation types was analyzed by using aerial photographs (1962, 1984 and 1994), QuickBird satellite images (2006) and field surveys. During this period, field physiognomies were reduced from 23% to less than 1% of the total area studied. In the other extreme, woodland savanna increased from 53% to 91% of the area. Changes did not happen at the same rhythm across the area, and that is apparently correlated to microclimate and edaphic differences. We believe that field and savannic physiognomies initially existing were mostly maintained due to heavy human pressures, constraining the secondary succession towards an edapho-climatic climax of greater biomass. Confirming the observations of *cerrado* areas elsewhere, protection against fire, cattle grazing and agriculture allowed the evolution of open vegetation types (campo, campo *cerrado* and typical *cerrado*) into more closed ones (dense *cerrado* and woodland *cerrado*), tending to be locally extinct the first if new disturbances do not occur.

Palavras-chave: Fitofisionomias de savana, pressões antrópicas, sucessão secundária, savanna physiognomies, human pressures, secondary succession.

1. Introdução

O uso de geotecnologias, compreendendo as técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e sistemas de posicionamento global representam ferramentas com alta capacidade para o tratamento e análise de dados e para o monitoramento da dinâmica de paisagens.

Estudos sobre dinâmica vegetacional têm utilizado técnicas analógicas ou digitais, apoiadas em ferramentas de geoprocessamento, para a análise de séries temporais de aerofotos e imagens de satélite, obtendo resultados positivos (Carmel e Kadmon 1999; Kadmon e Harari-Kremer 1999; Bowman et al. 2001; Oliveira e Pillar 2004; Durigan e Ratter 2006; Pinheiro 2006). Segundo Kadmon e Harari-Kremer (1999), registros históricos de levantamentos aerofotogramétricos para o estudo de dinâmica vegetacional estão entre as principais fontes de informação disponíveis, sendo as únicas que aliam grande amplitude espaço-temporal com alta resolução espacial.

No Brasil, as pressões antrópicas, principalmente oriundas do setor agropecuário, ocasionaram significativos danos ambientais ao Cerrado (Alger e Lima 2003), destacando-se a fragmentação de habitats, redução da biodiversidade, invasão por espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, alteração no regime de queimadas (Klink e Machado 2005). Nos últimos anos, em consequência da elevada degradação ambiental que vem ocorrendo, o estabelecimento de áreas protegidas representa um importante instrumento para a conservação da biodiversidade (Bensusan 2006).

Pesquisas recentes em diferentes regiões indicam que em áreas de Cerrado, protegidas das atividades antrópicas, ocorre uma evolução estrutural de fisionomias abertas para outras mais

fechadas com maior fitomassa, principalmente após a supressão do pastejo e fogo (Goodland e Ferri 1979 em Emas, SP; Durigan et al. 1987 em Assis, SP; Ratter et al. 1988 em Angatuba, SP; Ratter 1992, no Distrito Federal; Durigan e Ratter 2006; Pinheiro 2006). Resultados semelhantes foram obtidos ao redor do mundo, como observado por Archer et al. (1988) em vegetação campestre no Texas, EUA, Carmel e Kadmon (1999) e Kadmon e Harari-Kremer (1999) em campos de Israel, Bowman et al. (2001) em uma matriz composta por *Eucalyptus* e savanas na Austrália. Esses estudos conduzem a um consenso de que o pastejo e o fogo são importantes fatores de pressão sobre esses ecossistemas, interferindo negativamente na expansão de arbustos e árvores sobre as áreas campestres.

O objetivo deste estudo foi mapear e analisar a dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal na Estação Ecológica de Assis (EEcA), ao longo de 44 anos mediante proteção contra o fogo e o pastoreio. Espera-se, com essas análises, verificar a hipótese de que a vegetação de cerrado está passando por um processo sucessional, cujo clímax estrutural será uma fitofisionomia florestal, com estrato arbóreo contínuo.

2. Metodologia de Trabalho

O estudo foi realizado na Estação Ecológica de Assis (EEcA), uma unidade de proteção integral dos recursos naturais, criada em 1992, com área de 1312,18 ha, com o objetivo de preservar uma amostra dos ecossistemas do Cerrado no sudoeste do estado de São Paulo (Figura 3). Embora a criação da Estação Ecológica seja relativamente recente, a área vinha sendo protegida do pastoreio e das queimadas, tendo cessado a agricultura e a exploração de madeira desde 1959, quando passou a ser de propriedade do Estado. Em 2002 a área da unidade foi ampliada, com a incorporação de antigos talhões de *Pinus* e *Eucalyptus*, mas apenas a área original, ocupada por vegetação nativa, foi objeto deste estudo.

Para a quantificação da área ocupada pelas diferentes fitofisionomias da vegetação natural da EEcA, foram utilizadas aerofotos dos anos de 1962 (1:25.000), 1984 (1:35.000), 1994 (1:25.000) e imagens com alta resolução espacial de 2006 do satélite *QuickBird* (*QB*).

As imagens *QB*, pancromática e multiespectral, foram fundidas pelo método *Gram-Schmidt*, disponível no aplicativo *ENVI 4.3* (RSI 2006). Para ortorretificar a imagem *QB*, utilizou-se o modelo função racional. Foram elaborados mosaicos para as aerofotos de cada ano utilizando-se o aplicativo *Image Registration and Mosaicking* (*REGEMY*) (Fedorov et al. 2003). Para esta tarefa foi aplicada uma transformação Afim, utilizando-se apenas a parte central das aerofotos.

As fitofisionomias mapeadas foram classificadas com base em observações de campo, de acordo com o sistema proposto por Ribeiro e Walter (1998) para a vegetação do Cerrado. Para extrair as informações dos produtos de sensoriamento remoto empregaram-se técnicas de interpretação visual, baseadas em elementos usuais, tais como: brilho, cor, textura, forma, tamanho, contexto, padrão e tamanho (Lillesand e Kiefer 2000). As feições foram interpretadas e digitalizadas na tela do computador, em uma escala média de 1:3.500. Para a interpretação das fisionomias mapeadas em 1962 e 1984 recorreu-se, como ferramenta auxiliar, a depoimentos de antigos funcionários do Instituto Florestal e moradores da vizinhança. Para as fisionomias de cerrado *lato sensu* mapeadas pela imagem atual, estimou-se a cobertura de copas do estrato arbóreo (porcentagem do terreno coberta pela projeção das copas), adaptando-se o método de intercepção de linhas (Canfield 1941), que foi aplicado nos dados de sensoriamento remoto.

3. Resultados e Discussão

O processo de ortorretificação da imagem *QuickBird* apresentou um erro médio quadrático (*EMQ*) de 2,59 m, utilizando 25 pontos de controle (Figura 1d). O *EMQ* obtido está de acordo com as normas cartográficas brasileiras (BRASIL, 1984). O Padrão de

Exatidão Cartográfica (PEC) obtido está dentro da margem de erro aceita para a classe A planimétrica da base utilizada (1:10.000).

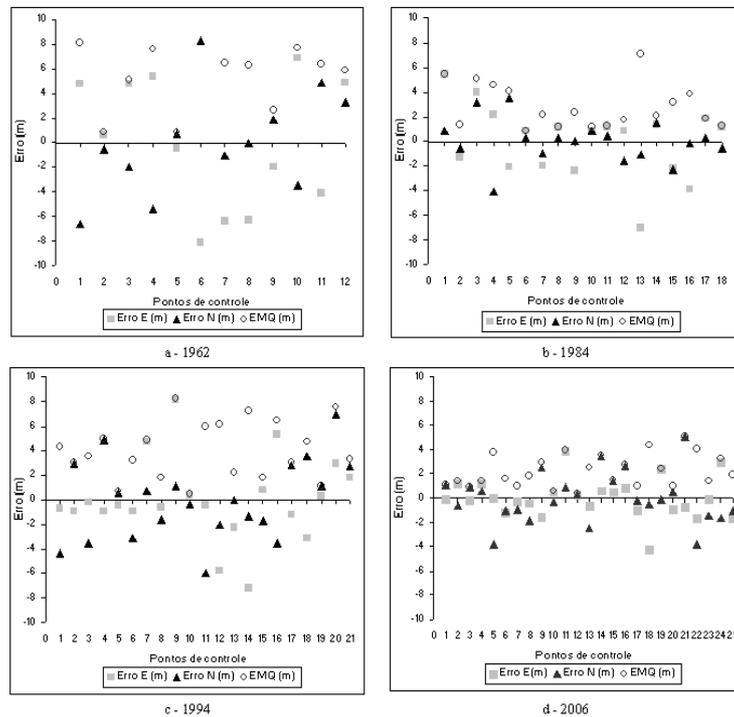


Figura 1. Distribuição dos erros nos pontos de controle.

Apesar dos mosaicos terem sido gerados apenas com a parte central das aerofotos, o seu georreferenciamento ofereceu dificuldades. Entre os problemas normais em aerofotos, como irregularidades no vôo, distorções das lentes, refração atmosférica, destaca-se o efeito da topografia (Wolf, 1983). As distorções nas aerofotos foram significativas, mesmo com o relevo suave ondulado da área mapeada. Para solucionar estes problemas, os mosaicos (Figura 2) foram ajustados ao mesmo polígono dos limites da EECA, assim como a imagem *QuickBird*. Embora o processamento das aerofotos tenha apresentado erros mais altos do que a imagem *QuickBird*, esses foram bem distribuídos (Figura 1). O maior *EMQ* foi obtido para o mosaico de 1962 (6,51 m), para o qual foram utilizados somente 12 pontos de controle, uma vez que as modificações no uso e cobertura da terra ocorridas na área dificultaram sua identificação. Para os anos de 1984 e 1994, foram utilizados 19 e 21 pontos de controle, e *EMQ* obtido foi de 3,32 e 4,62 m, respectivamente.

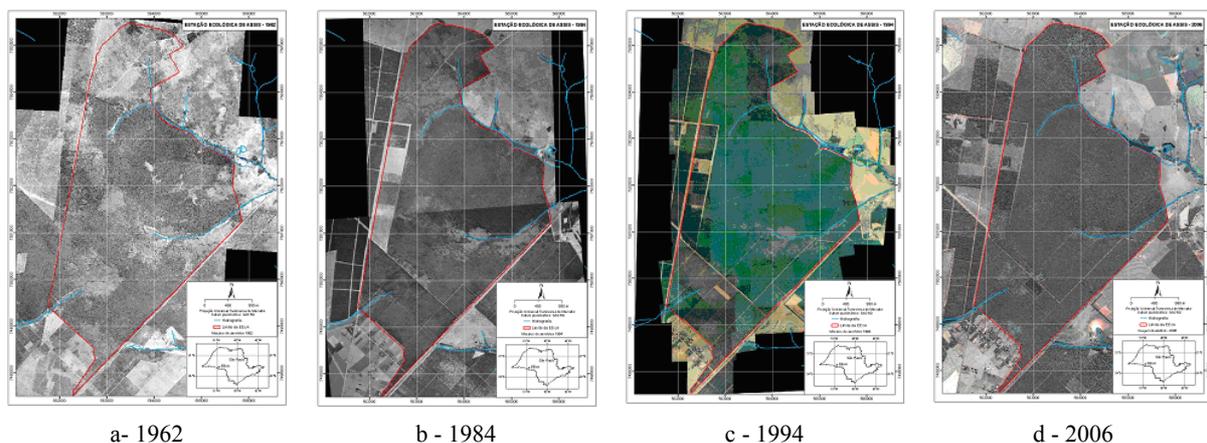


Figura 2. Mosaicos de aerofotos (a,b,c) e imagem *QuickBird* (d).

As fitofisionomias mapeadas na EEcA, conforme a classificação de Ribeiro e Walter (1998), foram as seguintes:

- **Campo:** vegetação com predomínio de plantas herbáceas, poucas arbustivas e praticamente nenhuma arbórea. Os campos mapeados caracterizam-se como áreas antropizadas, que haviam sido utilizadas como pastagens ou cultivo agrícola (milho e café), localizadas no trecho norte da atual Estação Ecológica;

- **Campo úmido:** vegetação de ambiente ripário, que ocupa terrenos úmidos com drenagem deficiente ou lençol freático pouco profundo. A vegetação herbácea é predominantemente composta por gramíneas;

- **Campo cerrado:** este tipo fitofisionômico, também denominado cerrado ralo, é mais aberto do que o cerrado típico. O estrato arbóreo não ultrapassa dois a três metros de altura e o estrato graminoso é contínuo, com elementos lenhosos esparsos. De acordo com as análises das imagens, a cobertura média de copas nesta fisionomia foi de 10,5% ($\pm 4,4\%$);

- **Cerrado típico:** possui o solo revestido por gramíneas, ervas e subarbustos e o estrato arbóreo é descontínuo. Esse tipo fitofisionômico, na EEcA, apresentou cobertura arbórea média de 46,3% ($\pm 8,9\%$). Este valor, apesar de relativamente alto, está de acordo com a classificação de Ribeiro e Walter (1998), que descrevem o cerrado típico com cobertura arbórea entre 20 e 50%;

- **Cerrado denso:** é um tipo de vegetação mais baixa e mais aberta do que o cerradão, com estrato arbóreo descontínuo, mas com estrato graminoso inexistente, sendo o piso densamente coberto por ervas e arbustos. A cobertura arbórea média foi de 70,4% ($\pm 7,9\%$), valores estes que estão um pouco acima da classificação proposta por Ribeiro e Walter (1998), ou seja, de 50% a 70%. Segundo aqueles autores, esse é o tipo fisionômico mais denso e alto entre as fisionomias agrupadas como cerrado *stricto sensu*. Normalmente, segundo Durigan et al. (2004), encontra-se o cerrado denso em pequenas áreas de transição do cerrado típico para o cerradão;

- **Cerradão:** é uma fitofisionomia florestal, em que a vegetação arbórea forma um estrato contínuo, normalmente com mais de 90% de cobertura, e a altura média das árvores varia entre 8 e 15m. No presente estudo, a cobertura média de copas neste tipo fisionômico foi de 100%;

- **Mata-galeria:** vegetação arbórea densa, em terrenos permanentemente úmidos, com cobertura de copas superior a 90%, de acordo com Ribeiro e Walter (1998);

Além das fisionomias mencionadas, que puderam ser enquadradas na classificação de Ribeiro e Walter (1998), outras duas classes temáticas também foram mapeadas, uma vez que ocupam áreas significativas no interior da unidade, a saber:

- **Invasão por *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon:** este tipo de vegetação aparece nas imagens com textura lisa, em tons de cinza claro a médio. Nas aerofotos de 1962 e 1984 observam-se poucos indivíduos arbóreos associados às áreas com samambaias, sendo possível identificar um adensamento de árvores nas datas posteriores, 1994 e 2006;

- **Estrada/caminho/aceiro:** são feições lineares, desprovidas de vegetação arbórea, facilmente identificáveis nos dados de sensoriamento remoto. Compreende o leito das estradas e caminhos e uma faixa ao longo de suas margens e ao longo do perímetro da unidade, em que são efetuadas roçadas periódicas para prevenção de incêndios.

Os resultados do mapeamento demonstram que, durante o período analisado, de 44 anos, houve alterações significativas na cobertura vegetal da EEcA. A principal modificação observada foi o adensamento contínuo da vegetação, com áreas abertas de campo sendo aos poucos ocupadas por fisionomias mais fechadas de cerrado (Figura 3 e Tabela 1).

Outras pesquisas sobre dinâmica da cobertura vegetal com dados de sensoriamento remoto, em zonas de interface entre florestas e savanas ou campos, mostram resultados semelhantes aos obtidos neste estudo (Archer et al. 1988; Carmel e Kadmon 1999; Bowman

et al. 2001; Oliveira e Pillar 2004; Pinheiro 2006; Durigan e Ratter 2006; Marimon et al. 2006). Nessas pesquisas há um consenso de que o incremento das fisionomias florestais sobre formações campestres é explicado pela situação climática favorável às primeiras, e que a eliminação do pastejo e queimadas são fatores importantes para a expansão de formações florestais.

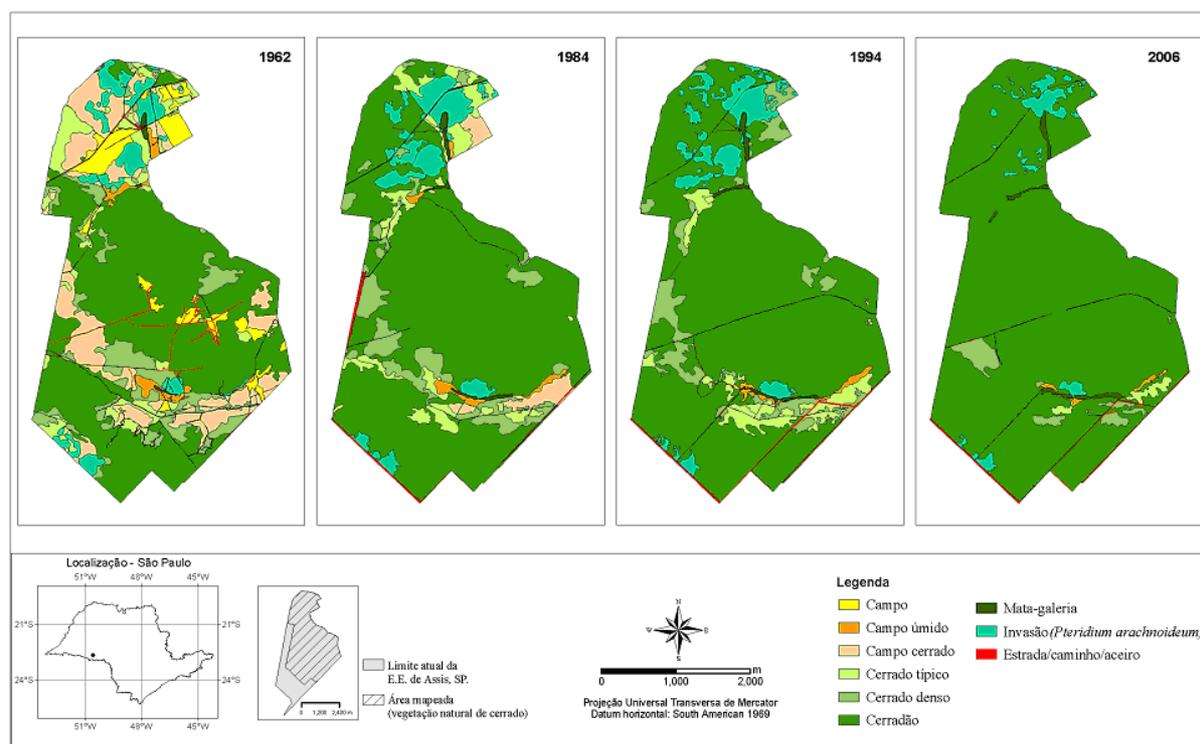


Figura 3. Modificações na cobertura vegetal por diferentes tipos fisionômicos na Estação Ecológica de Assis, SP, no período de 1962 a 2006.

Tabela 1. Área ocupada (ha e porcentagem) pelos diferentes tipos fitofisionômicos na Estação Ecológica de Assis, SP, no período de 1962 a 2006.

Classe	Área ocupada por cada fitofisionomia							
	1962		1984		1994		2006	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Campo	74,36	5,90	1,41	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
Campo úmido	18,69	1,48	13,05	1,04	8,73	0,69	4,66	0,37
Campo cerrado	194,11	15,40	32,93	2,61	0,00	0,00	0,00	0,00
Cerrado típico	82,07	6,51	86,87	6,89	66,86	5,30	10,54	0,84
Cerrado denso	126,89	10,06	112,77	8,94	98,68	7,83	32,33	2,56
Cerradão	673,74	53,44	899,20	71,32	974,97	77,33	1115,68	91,43
Mata-galeria	3,69	0,29	8,30	0,66	9,53	0,76	11,04	0,88
Invasão (<i>Pteridium arachnoideum</i>)	71,16	5,64	93,43	7,41	90,73	7,20	39,18	3,11
Estrada/caminho/aceiro	16,05	1,27	12,81	1,02	11,25	0,89	10,32	0,82
Total	1260,76	100	1260,76	100	1260,76	100	1260,76	100

Na EECA, segundo depoimentos de antigos funcionários e vizinhos, o uso do fogo era frequente como prática de limpeza de áreas para cultivo ou pastoreio, limitando, certamente, a regeneração das plantas lenhosas e o incremento de fitomassa. A partir da proteção da área, as fisionomias campo antrópico e campo cerrado, que em 1962 ocupavam 21,3% da área, nas imagens de 1994 e 2006 não existiam mais, tendo sido substituídas por cerradão (Figura 4) ou, nas partes mais baixas das vertentes, por cerrado denso (Figura 5), ao longo do período

estudado. O campo úmido perdeu espaço em parte para o cerrado típico, mas principalmente para as matas-galeria, tendo sua área reduzida a um quarto do inicial.

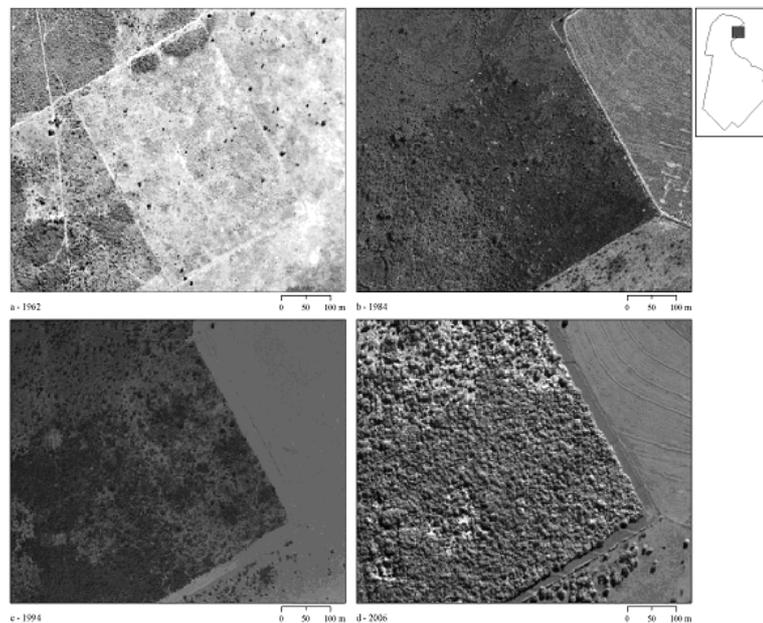


Figura 4. Alterações na cobertura vegetal em um mesmo local, na Estação Ecológica de Assis, SP, em que área de campo (a) evoluiu para cerrado (d). Aerofotos (a, b e c), imagem *QuickBird* (d).

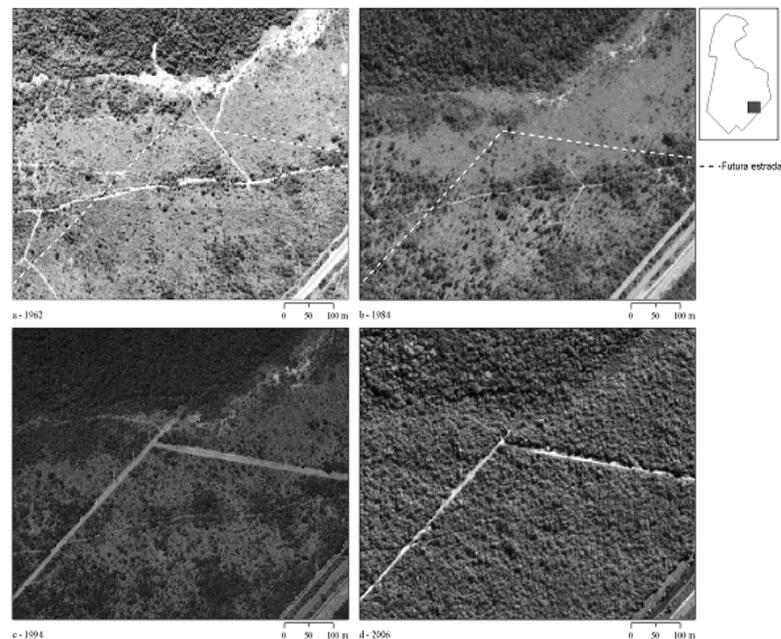


Figura 5. Modificações na cobertura vegetal em um mesmo local, na EECa, onde a vegetação de campo cerrado (a e b) evoluiu para cerrado típico (c) e depois, para cerrado denso (d). Aerofotos (a, b e c), imagem *QuickBird* (d).

Em diversos trechos da EECa, verificou-se um adensamento gradativo com o campo cerrado evoluindo para cerrado típico e, depois, para cerrado denso ou cerradão (Figuras 3 e 4). O elevado número de caminhos identificados nas aerofotos de 1962 evidencia as ações antrópicas intensas em períodos anteriores, possivelmente associadas ao pastejo, que foram interrompidas quando a área passou a ser administrada pelo Instituto Florestal. Como

resultado, observa-se a rápida redução dos campos já nas duas primeiras décadas (Tabela 1 e Figuras 3 e 5), quando comparadas as aerofotos de 1962 e 1984.

Ainda que sejam importantes as evidências de que a ação antrópica e os incêndios sejam fatores limitantes para a expansão de tipos vegetacionais florestais sobre vegetações campestres ou savânicas (Archer et al. 1988, Carmel e Kadmon 1999, Moreira 2000, Bowman et al. 2001, Oliveira-Filho e Ratter 2002, Pinheiro 2006, Durigan e Ratter 2006), as explicações para tais alterações não estão esgotadas, devendo ser analisados outros possíveis fatores, tais como tipo de solo, microclima e disponibilidade de luz, como condicionantes desse processo. Além dos fatores ambientais e antrópicos mencionados, o tempo para que uma comunidade em fase inicial de sucessão secundária atinja a fase de equilíbrio pode depender também da distância da fonte de propágulos (Henriques 2005). Esta fase de equilíbrio (climax estrutural) seria representada pelo cerradão, segundo Ratter et al. (2006), em boa parte das regiões de domínio do Cerrado.

4. Conclusões

A série histórica de aerofotos e imagens de alta resolução do *QuickBird*, aliada às técnicas de geoprocessamento, foi eficaz para análise da dinâmica da vegetação do cerrado.

Na Estação Ecológica de Assis, a partir da supressão das ações antrópicas (queimadas, agricultura e pastoreio), estão desaparecendo as fitofisionomias campestres e savânicas do cerrado na unidade de conservação, dando lugar a fisionomias florestais como o cerradão. Avalia-se que o incremento destas fisionomias florestais é explicado pela situação climática favorável, por fatores edáficos, microclima e disponibilidade de luz.

As imagens analisadas permitiram observar que a sucessão das fisionomias savânicas para o cerradão é mais lenta em áreas invadidas por samambaias e em áreas localizadas nas partes baixas das vertentes, onde os solos são mais arenosos e as geadas mais intensas e frequentes. Nestes locais, há possibilidade até de que o clímax não chegue ao cerradão.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio à pesquisa e pela concessão de bolsas aos autores.

Referências bibliográficas

- Alger, K.; Lima, A. Políticas públicas e a fragmentação de ecossistemas. In: Rambaldi, D.M.; Oliveira, D.A.S. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003 p. 390-420.
- Archer, S.; Scifres, C.; Basshan, C.R. Autogenic succession in a subtropical Savanna: Conversion of grassland to thorn woodland. **Ecological Monographs** v. 58, n. 2, p. 111-127, 1988.
- Bowman, D.M.J.S.; Walsh, A.; Milne, D.J. Forest expansion and grassland contraction within a Eucalyptus savanna matrix between 1941 and 1994 at Litchfield National Park in the Australian monsoon tropics. **Global Ecology & Biogeography**, v. 10, p. 535-548, 2001.
- Canfield, R. H. Application of the line interception method in sampling range. vegetation. **Journal of Forestry**, v. 39, p. 388-394, 1941.
- Carmel, Y.; Kadmon, R. Effects of grazing and topography on long-term vegetation changes in a Mediterranean ecosystem in Israel. **Plant Ecology**, v. 145, p. 243-254, 1999.
- Durigan, G.; Ratter, J.A. Successional changes in cerradão and cerrado/forest ecotonal vegetation in western São Paulo State, Brazil, 1962-2000. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 63, p. 119-130, 2006.
- Durigan, G. Observations on the southern cerrados and their relationship with the core are. In: Pennington, R.T.; Lewis, G.P.; Ratter, J.A. (Ed.). **Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography and conservation**. Taylor & Francis, p.67-77. 2006
- Durigan, G., Saraiva, I.R., Garrido, M.A.O., Garrido, L.M.A.G.; Peche Filho, A. Fitossociologia e evolução da densidade da vegetação de cerrado em Assis, SP. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, v. 41, p. 59-78, 1987.

- Durigan, G.; Franco, G.A.D.C.; Siqueira, M.F. A vegetação dos remanescentes de cerrado no estado de São Paulo. In: Bitencourt, M.D.; Mendonça, R.R. (Org.). **Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado no estado de São Paulo**. São Paulo: Annablume, FAPESP. p.29-56, 2004.
- Fedorov, D.; Fonseca, L.M.G.; Kenney, C.; Manjunath, B.S. Automatic registration and mosaicking. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p.317-324. CD-ROM.
- Goodland, R.; Ferri, M.G. **Ecologia do Cerrado**. Belo Horizonte: Editora Itatiaia/São Paulo: EDUSP, 1979.
- Henriques, R.P.B. Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma do Cerrado. In: (Scariot, A.; Souza-Silva, J.C.; Felfili, J.M. (Org.)). **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p.73-92, 2005.
- Hoffmann, W.A. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, p. 422-433, 1998.
- Kadmon, R.; Harari-Kremer, R. 1999. Studying long-term vegetation dynamics using digital processing of historical aerial photographs. **Remote Sensing Environment**, v. 68, p. 164-176, 1999.
- Klink, C.A.; Machado, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v.1, n.1, p. 147-155, 2005.
- Lillesand, T.M.; Kiefer, R.W. **Remote sensing and image interpretation**. 4ed. New York: John Wiley & Sons, 2000.
- Marimon, B.S.; Lima, E.S.; Duarte, T.G.; Chieregatto, L.C.; Ratter, J.A. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso, Brazil. IV. An analysis of the Cerrado-Amazonian Forest Ecotone. **Edinburgh Journal of botany**, v. 63, p. 323-341, 2006
- Moreira, A.G. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 27, p. 1021-1029, 2000.
- Oliveira, J.M.; Pillar, V.D. 2004. Vegetation dynamics on mosaics of campos and Araucaria forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. **Community Ecology** 5(2): 197-202.
- Oliveira-Filho, A.T.; Ratter, J.A. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. In: Oliveira, P.S.; Marquis, R.J. (Ed.). **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna** Columbia University. New York, p. 91-120, 2002.
- Pinheiro, M.H.O. **Composição e estrutura de uma comunidade savânica em gradiente topográfico no município de Corumbataí (SP, Brasil)**. 2006. 119 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Rio Claro. 2006.
- Ratter, J.A. Transitions between cerrado and Forest vegetation in Brazil. In: Furley, P.A.; Proctor, J.; Ratter, J.A. (Ed.). **Nature and dynamics of Forest-Savanna boundaries** London: Chapman & Hall. p. 417-430, 1992.
- Ratter, J.A.; Bridgewater, S.; Ribeiro, F. Biodiversity patterns of the woody vegetation of the Brazilian Cerrado. In: Pennington, R.T.; Lewis, G.P.; Ratter, J.A. (Ed.). **Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography and conservation**. Taylor & Francis, p. 31-65, 2006.
- Ratter, J.A.; Leitão Filho, H.F.; Agent, G.; Gibbs, P.E.; Semir, J.; Shepherd, G.J.; Tamashiro, J. Floristic composition and community structure of a southern cerrado area in Brazil. **Notes of the Royal Botanic Garden Edinburgh**, v. 45, p. 137-151, 1988.
- Research Systems, Inc (RSI). 2006. **ENVI user's guide: research systems project for ENVI** (Environment for visualizing Images). Version 4.3. Boulder: RSI, CD-ROM.
- Ribeiro, J.R.; Walter, B.M.T. Fitofisionomia do Bioma Cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, p. 89-166, 1998.