

Avaliação da dinâmica da paisagem no Distrito Federal. Projeto da Reserva da Biosfera do Cerrado - Fase I.

EDUARDO RIBEIRO FELIZOLA ¹
FELIPE PONCE DE LEON SORIANO LAGO ²
WOUGRAN SOARES GALVÃO ³

¹Greentec Tecnologia Ambiental/Consultor UNESCO
Brasília – DF, Brasil
greentec@solar.com.br

²Universidade de Brasília - UnB
Brasília – DF, Brasil
Greentec@solar.com.br

³Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL
Brasília – DF, Brasil
Wougran@aneel.gov.br

Abstract: The intense process of land occupation in Federal District-Brazil, particularly associated with the urban and agricultural area growth, has been the cause of vegetation cover reduction on Cerrado, which, in the course of the time end up compromising the floristic diversity as well as the natural resource conservation. This project had the objective of evaluating the landscape dynamic in Federal District and its effects on Cerrado land cover by means of a multitemporal analysis obtained from remote sensor data and geoprocessing techniques. The remaining patches of Cerrado vegetation are related to Conservation Units which form the nuclear zone of Cerrado Biosphere Reserve. Those areas are extremely pressurised by the land occupation process, a fact that produces natural vegetation fragments with no connection among such patches.

Keywords : landscape dynamic, patches, remote sensor and geoprocessing

Introdução

As Reservas da Biosfera fazem parte de um programa das Nações Unidas, desenvolvido pela UNESCO desde 1971, cujo objetivo principal é conciliar a conservação dos recursos naturais com a utilização econômica dos mesmos.

Em 1993 foi criada no Distrito Federal a primeira Reserva da Biosfera do Cerrado, sendo regulamentada pela Lei Distrital nº 741 de 20 de Julho de 1994. As áreas nucleares da Reserva da Biosfera englobam uma área aproximada de 48.000 ha de áreas protegidas de formações de Cerrado. Em torno das zonas nucleares encontram-se as Zonas Tampão e as Zonas de Transição que tem a função de proteção e de corredores ecológicos.

A zona nuclear da Reserva da Biosfera do Cerrado – Fase I compreende as áreas do Parque Nacional de Brasília (PNB), Estação Ecológica de Águas Emendadas, Jardim Botânico, Reserva do IBGE (RECOR) e Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília,

sendo que as três últimas unidades encontram-se situadas na Área de Proteção Ambiental do Gama e Cabeça de Veado.

Em função do acelerado processo de ocupação das terras no Distrito Federal áreas representativas do bioma Cerrado tem desaparecido ou encontram-se sob grande pressão antrópica, desta forma, ocasionando entre outros impactos, uma redução significativa da biodiversidade local, supressão dos recursos naturais, mais notadamente solos e água e a conseqüente queda na qualidade de vida da população.

Em função deste panorama e da crescente necessidade em se preservar e conservar o meio natural, houve a necessidade de se conhecer mais detalhadamente o processo de ocupação do solo no DF ao longo do tempo e seu rebatimento sobre a cobertura de vegetação de Cerrado.

A partir da utilização de dados obtidos por sensores remotos e da aplicação de técnicas de geoprocessamento, tornou-se possível registrar as mudanças ocorridas na paisagem ao longo do tempo no Distrito Federal e assim avaliar a real situação dos fragmentos remanescentes de Cerrado.

Materiais utilizados

2 PC's Pentium III 450 MHz
Mesa digitalizadora summagraphics A1
Plotter Jato de Tinta A1 Encad
GPS Garmin 12
Software ENVI RT
Softwares PC ArcInfo e ArcView 3.1 (extensões image analyst, spatial analyst)
Base cartográfica digital 1:100.000 do Sistema Cartográfico do DF - SICAD
Mapa de Uso das Terras – Relatório Belcher
Mapa de Vegetação e Uso do Solo - 1964
Fotografias aéreas sobrevôo da USAF – 1964
Imagem Landsat MSS órbita-ponto 237/071 – 1973
Imagens Landsat TM órbita-ponto 221/071 – 1984, 1994 e 1998

Métodos

Em função da grande variedade das fontes de informação utilizadas na avaliação multitemporal, optou-se por adotar uma legenda única com caráter genérico, a fim de possibilitar a uniformização das informações temáticas para todos os momentos avaliados, assim como integrar as informações de forma a qualificar e quantificar as mudanças ocorridas na paisagem do DF.

Desta forma a legenda estabelecida para a série de mapeamentos multitemporais de uso do solo e cobertura vegetal é a seguinte:

- Mata – compreende todas as formações florestais, dentre elas: mata ciliar, mata de galeria, mata mesofítica (seca), mata de encosta e cerradão;
- Cerrado – compreende as formações savânicas, dentre elas cerrado típico, cerrado denso, cerrado ralo e campo cerrado;

- Campo / Pastagem – compreende as formações com extrato predominantemente herbáceo de caráter natural ou antropizado;
- Área Urbana – compreende todas as áreas urbanas consolidadas;
- Área Agrícola – compreende as áreas ocupadas por culturas intensivas, áreas irrigadas, chácaras e setores habitacionais ainda não consolidados caracterizados pela coexistência de atividades agrícolas e empreendimentos de parcelamento do solo;
- Solo Exposto – corresponde as áreas sem nenhuma cobertura com exposição direta do solo as intempéries, tais como: áreas de empréstimo, cascalheiras e solo em pouso (preparado para o plantio);
- Reflorestamento – corresponde as áreas com plantios homogêneos de Pinus e Eucaliptos;
- Corpos D’água – corresponde aos espelhos d’água formados por lagos, lagoas e represas.

Os mapeamentos dos anos de 1953 e 1964, obtidos com base no Relatório Belcher e a interpretação do sobrevôo da USAF respectivamente, tiveram suas legendas originais alteradas a fim de adequá-las a legenda única definida para o trabalho. Os mapeamentos dos anos de 1973, 1984, 1994 e 1998, utilizaram como referência as imagens Landsat MSS e TM, onde buscou-se associar as respostas espectrais as classes de legenda definidas para o trabalho, desta forma, tornou-se possível uniformizar as informações temáticas para todos os anos avaliados.

1º Tempo – Mapeamento de Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal - 1954

A base utilizada para este levantamento foi o “Relatório Técnico sobre a Nova Capital da República” - Relatório Belcher (DASP, 1956) realizado pela empresa norte americana Donald J. Belcher and Associates, que teve como objetivo definir o sítio onde se localizaria a nova Capital. Os trabalhos foram concluídos em fevereiro de 1955, onde foram levantadas inúmeras informações em uma área de 50.000 Km², dentro de um retângulo previamente escolhido para conter o Distrito Federal. Esses levantamentos incluíam topografia, geologia, drenagem, solos para engenharia, solos para agricultura e utilização das terras, sendo que este último tema serviu de base para o presente estudo.

De posse das cartas específicas de utilização das terras na escala de 1:50.000, foram produzidos os *overlays* contendo as classes originais de legenda adotadas de acordo com o Relatório Belcher.

Em seguida foi iniciada a etapa de entrada dos dados no Sistema de Informação Geográfica, por meio do método de scanerização e vetorização. Os *overlays* produzidos foram digitalizados e georreferenciados, utilizando-se como referencia o Sistema Cartográfico do DF – SICAD.

Com os *overlays* georreferenciados foi iniciada a digitalização em tela dos polígonos de uso do solo e cobertura vegetal, de acordo com a legenda original definida no Relatório Belcher, utilizando-se o SIG ArcView.

2º Tempo – Mapeamento de Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal - 1964

O mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal para o ano de 1964 utilizou o conjunto de fotografias aéreas pancromáticas na escala de 1:60.000 do sobrevôo realizado entre 1964/1965, através do consórcio estabelecido entre o Ministério do Exército e a USAF (United States Air Force).

O trabalho de fotointerpretação foi realizado por meio da utilização de pares estereoscópicos, onde o reconhecimento, análise e identificação do significado das

informações contidas nas imagens fotográficas, tomou como referência os elementos básicos de leitura, a saber: tonalidade, forma, padrão, tamanho, textura, sombra, localização e convergência de evidências.

De posse do mapeamento analógico, as classes temáticas de uso e cobertura vegetal foram digitalizadas em mesa, obtendo-se o produto no formato digital. Utilizou-se como base cartográfica a Planta Geral do SICAD na escala 1:100.000 da Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central (CODEPLAN), de 1991.

3º Tempo – Mapeamentos de Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal – 1973, 1984, 1994 e 1998.

Os levantamentos realizados a partir da década de 70 foram baseados em informações fornecidas pelos satélites da série Landsat. Foram utilizadas 3 bandas espectrais do sensor MSS (Landsat 1) para o levantamento de 1973 (órbita-ponto 237-071) e 3 bandas espectrais do sensor TM (Landsat 5) para os anos de 1984, 1994 e 1998 (órbita-ponto 221-071).

A seguir elaborou-se composições coloridas falsa cor, onde ficou definido o uso das bandas e a forma de associação das mesmas as cores primárias RGB (vermelho, verde e azul), sendo 4R2G1B para o sensor MSS e 4R5G3B para o sensor TM. Isto possibilitou diferenciar melhor o comportamento espectral das feições a serem interpretadas, conferindo às formações vegetais tonalidades avermelhadas.

O georreferenciamento da imagem de 1998 utilizou como base cartográfica o SICAD, sendo que o registro seguiu o modelo de interpolação matemática RST (rotation, scaling and translation) entre as linhas e colunas da imagem. Os pontos de controle foram definidos pela coincidência das feições terrestres entre a base cartográfica e as imagens digitais utilizadas. Os conjuntos de pontos de controle (GCP – *Ground Control Points*) foram formados por 16 pares de coordenadas com erro máximo de 30 metros.

Durante as rotinas de registro os valores de DN (*digital number*) foram reamostrados utilizando o algoritmo de convolução cúbica, minimizando a distorção entre o imageamento e a real forma dos objetos. As demais imagens foram registradas utilizando como referência a imagem de 1998, o que possibilitou uma superposição satisfatória entre os pixels de uma imagem em relação as outras, condição fundamental para a realização de um estudo multitemporal.

A interpretação das imagens foi realizada pelo processo de classificação supervisionada, visando-se obter as classes de uso do solo e de cobertura vegetal. As regiões de interesse (áreas de treinamento) foram extraídas das composições coloridas e a seguir extrapoladas ao restante de cada imagem pelo algoritmo de máxima verossimilhança (*maxver*), com 95% de precisão.

Durante a etapa de classificação foram realizadas verificações de campo, a fim de comprovar a verdade terrestre e possibilitar uma maior exatidão no mapeamento de referência, ou seja, no mapa de uso do solo e vegetação de 1998.

Após o registro das imagens e classificação temática supervisionada, a área de estudo foi delimitada por meio de uma máscara binária definida a partir do polígono do Distrito Federal, que foi aplicada sobre as composições coloridas e classificações temáticas.

Os arquivos no formato raster obtidos na classificação supervisionada passaram por edições no sentido de refinar possíveis incompatibilidades no processo de classificação, sendo posteriormente convertidos para o formato vetorial (polígonos) e exportados para o formato

shape do sistema *ArcView*. A seguir os arquivos foram convertidos para o sistema *ArcInfo*, a fim de realizar a eliminação de áreas menores que 4 hectares e unificar os polígonos vizinhos com a mesma classe temática, utilizando-se as funções *eliminate* e *dissolve* respectivamente.

4º Tempo – Cruzamento de Informações e Composições Cartográficas

As características geométricas das feições interpretadas para cada mapeamento da série multitemporal sofreram a influência das seguintes variáveis:

- Utilização de diferentes fontes de informação (fotografias aéreas obtidas em diferentes escalas e utilização de sensores orbitais com diferentes resoluções espaciais - TM e MSS);
- Adequação e unificação de legendas;
- Utilização de diferentes procedimentos relacionados a entrada de dados (digitalização em mesa, digitalização em tela e procedimentos de transformações do formato raster para vetor);
- Utilização de procedimentos de eliminação de áreas mínimas em função da escala definida para a apresentação dos produtos.

A fim de refinar possíveis discrepâncias na avaliação multitemporal, após as edições realizadas nos arquivos vetoriais, os mesmos foram transformados para o formato grid, iniciando-se o cruzamento das informações entre cada período avaliado utilizando-se a ferramenta de detecção de mudanças temporais do módulo *Image Analysis* do sistema *ArcView*.

O ano de 1998 foi utilizado como referência para os cruzamentos por se conhecer a verdade terrestre. As mudanças consideradas inconsistentes entre dois períodos foram editadas, possibilitando um refinamento das classificações. Este procedimento foi realizado sempre de um momento posterior para o anterior, até se chegar no primeiro levantamento contendo informações referentes ao ano de 1954.

Desta forma foi possível detectar possíveis incoerências nos processos de mudança no uso do solo e vegetação entre uma época e outra, assim como, minimizar possíveis discrepâncias nas características geométricas das feições interpretadas.

Na etapa de refinamento das classificações, o processo deixou de ser totalmente automatizado, se estreitando com o intérprete, onde as classes de legenda são renomeadas ou mesmo redimensionadas principalmente segundo os critérios de forma e textura.

A quantificação das áreas para cada momento avaliado foi feita de forma automática por meio de funções específicas do sistema *ArcView*, sendo que as áreas foram apresentadas em termos absolutos (Km² e hectares)

De posse dos arquivos editados foram estruturadas as composições cartográficas no sistema *ArcView* na escala 1:100.000, contendo uma malha de coordenadas representada em UTM (projeção universal transversa de mercator), hidrografia principal, classes de legenda, escalas gráfica e numérica, as áreas *core* da Reserva da Biosfera do Cerrado, entre outras representações de interesse.

Resultados

Os resultado obtido para à serie multitemporal estão explicitados nas Figuras 1 e 2 e na Tabela 1, onde percebe-se uma redução significativa das áreas naturais e o crescimento das áreas antropizadas.

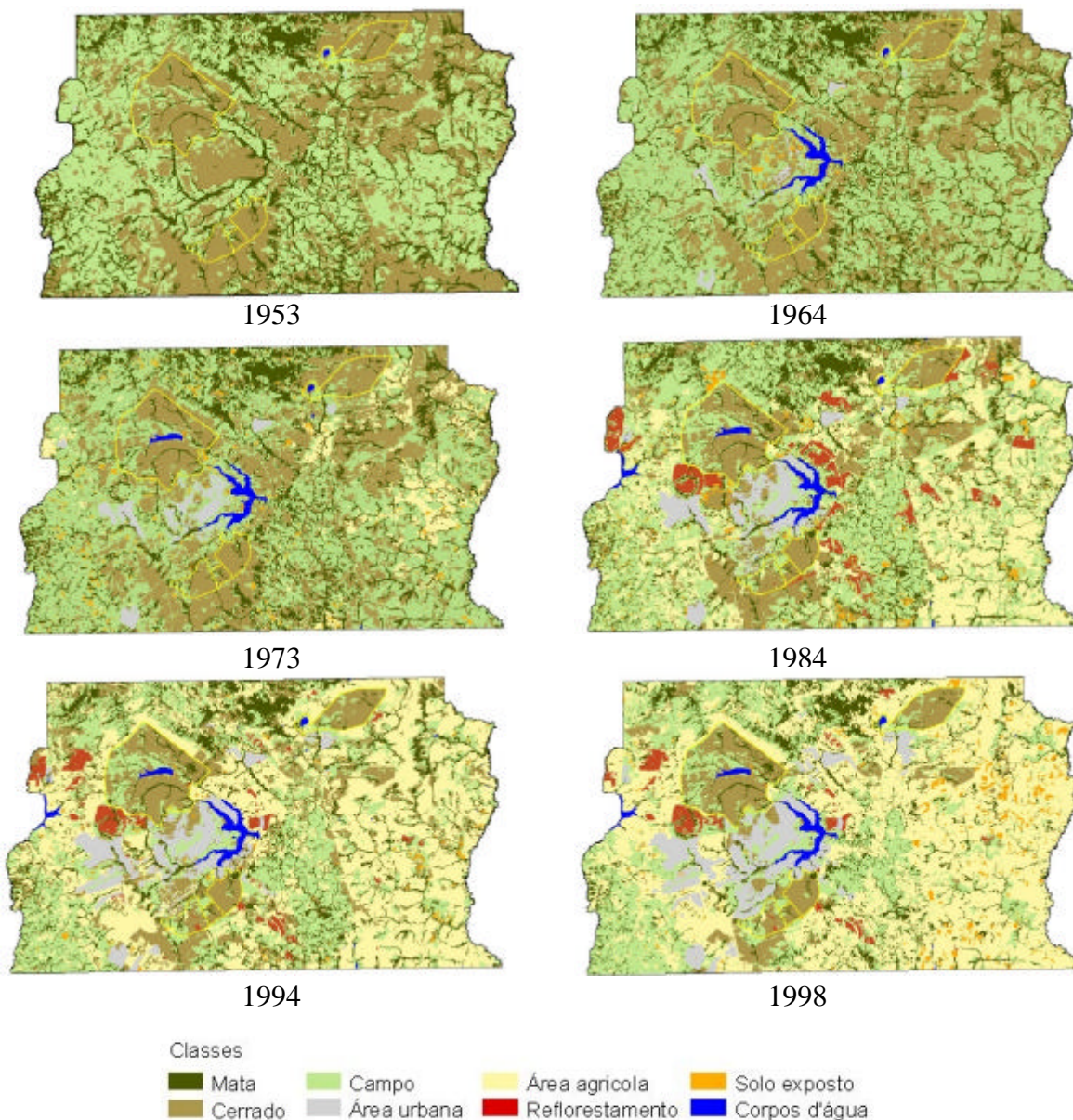


Fig 1 – Classificação multitemporal de uso e ocupação do solo no Distrito Federal

Tab 1 – Quantificação das áreas por classe de legenda (Km²)

Classe de Legenda	1954	1964	1973	1984	1994	1998
Mata	1.094,14	945,33	880,17	730,60	694,16	577,70
Cerrado	2.200,03	1.986,94	1.761,03	1.052,81	1.005,41	576,22
Campo	2.516,09	2.752,67	2.545,97	2.221,87	1.447,62	1.305,01
Corpos D'água	1,60	40,74	47,49	57,50	59,09	53,69
Área Agrícola	0,93	25,70	352,23	1.209,54	2.138,96	2.693,66
Área Urbana	1,21	46,25	122,08	214,09	281,34	381,79
Reflorestamento	0	0	0	193,57	119,77	92,36
Solo Exposto	0	16,37	105,03	134,02	67,65	133,57
TOTAL	5.814,00	5.814,00	5.814,00	5.814,00	5.814,00	5.814,00

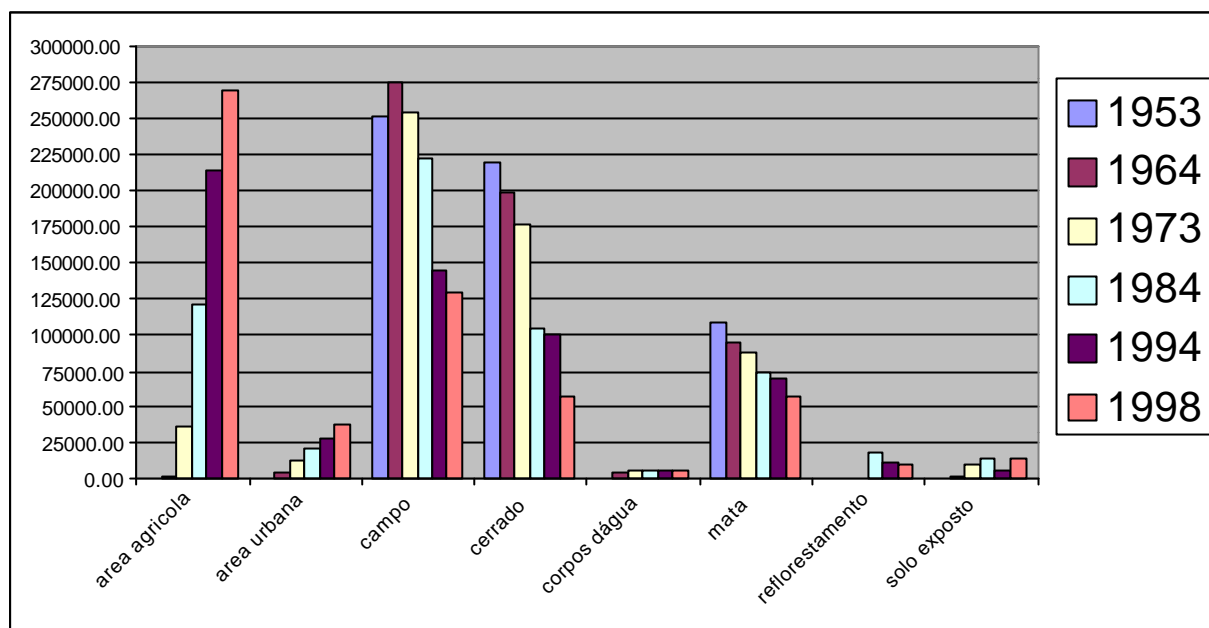


Fig 2 – Quantificação das áreas por classe de legenda (ha)

Conclusões

A dinâmica de formação da paisagem no Distrito Federal está intimamente relacionada aos intensivos processos de adensamento da malha urbana e do crescimento da ocupação agrícola, que, em conjunto, podem ser considerados os principais componentes das transformações territoriais e da redução da área ocupada pela vegetação de Cerrado.

A avaliação multitemporal da ocupação do solo no DF aponta 4 pólos responsáveis pelo processo de dinamização do crescimento urbano, um de caráter centralizador, que corresponde ao Plano Piloto de Brasília e outro complementar que corresponde ao eixo formado pelas cidades satélites de Taguatinga, Ceilândia, Samambaia e Recanto da Emas, constituindo exemplos típicos de conglomerados urbanos.

Além destes pólos, também é verificado a existência de 2 outros centros dinamizadores da ocupação urbana, entretanto, de importância secundária, onde podemos destacar as cidades do Gama e Santa Maria, que encontram-se inseridas no principal eixo de crescimento urbano proposto pelo Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF – PDOT. Além disso, estão próximas a região do entorno, onde cresce rapidamente o parcelamento do solo para fins agrícolas e urbanos. Outro centro, formado ao longo da BR – 020, compreende as cidades de Sobradinho e Planaltina, onde existe um grande crescimento das atividades de parcelamento do solo com fins urbanos.

Outro agente responsável pela mudança da paisagem no DF foi a ocupação do solo pelas atividades agrícolas, que começaram a ter maior significância durante a década de 80, com a entrada da soja, das culturas irrigadas e outras culturas extensivas. A porção leste do DF, compreendendo principalmente o corredor localizado entre as bacias hidrográficas dos Rios Preto e São Bartolomeu corresponde a maior concentração das áreas ocupadas pelo uso agrícola.

Torna-se importante ressaltar que as áreas nucleares da Reserva da Biosfera do Cerrado – Fase I, ou seja, o Parque Nacional de Brasília, a Estação Ecológica de Águas Emendadas e a

Área de Proteção Ambiental das Bacias dos Córregos do Gama e Cabeça de Veado, apresentam-se extremamente pressionadas em função do acelerado processo de ocupação do solo ao redor dessas áreas, nem sempre planejado e organizado.

Esta ocupação no entorno destas unidades de conservação, faz com que as mesmas fiquem cada vez mais isoladas, formando fragmentos de vegetação natural sem conectividade com outras áreas de Cerrado, comprometendo assim, o fluxo de material genético, a conseqüente redução da biodiversidade e a dilapidação dos recursos naturais.

Referências Bibliográficas

- Anjos, R.S.A. **Mapa Imagem Multitemporal do Distrito Federal do Brasil**. 2ª Edição. Brasília: Editora UP Line Ltda, 1998.
- Anjos, R.S.A. **SIG e Dinâmica Territorial: Modelagem dos processos Formadores da Expansão Urbana no Distrito Federal**. Anais do II Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento. Curitiba: Sagres Editora, 1996. 971p.
- Filgueiras, T. S.; Felfili, J. M.; Silva Junior, M. C. & Nogueira, P. E. Floristic and structural comparison of cerrado (sensu stricto) vegetation in central Brasil. In: Dallmeyer, Francisco. (ed.) **Measuring and monitoring forest biological diversity**. Ed. Smithsonian Foundation/MAB. The Parthenon publishing. New York. 1998.
- Meffe, G.K.; Carrol, C.R. **Principles of Conservation Biology**. Sinaves Associates, Inc. Publishers Sunderland. Massachussets, USA. 1994
- Naveh, Z.; Lieberman, A.S. **Landscape Ecology: Theory and Application**. Second Edition. New York: Springer-Verlag New York, Inc, 1994. +360p.
- Novo, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1995. 308p.
- Pinto, M.N. et alli. **Cerrado: Caraterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1990. 657p.
- Sano, S.M.; Almeida, S.P. ed. **Cerrado: Ambiente e Flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556p.
- SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais; Instituto Sócio Ambiental. **Atlas da Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados no Domínio da Mata Atlântica no Período 1990 – 1995**. São Paulo, 1998. 54p.