

Evolução temporal da cobertura da terra de uma bacia experimental do Cerrado utilizando sensoriamento remoto multisensor e multitemporal

Tamiris de Assis ^{1,2}
Antonio Felipe Couto Junior ²
Glauber das Neves ^{1,2}
Adriana Reatto ¹
Eder de Souza Martins ¹
Marisa Prado Gomes ¹
João Paulo Sena-Souza ^{1,2}
Alexandre Messias Reis ^{1,3}
Lucas Sousa Ramalho ^{1,4}
Vander Célio de Matos Claudino ^{1,2}

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Cerrados
BR-020 km 18 Caixa Postal 08223 CEP: 73301-970 Planaltina, DF
tamirisdeassis@gmail.com; glauber.unb@gmail.com;
reatto@cpac.embrapa.br; martieder@gmail.com;
marisa.prado@cpac.embrapa.br; jpsenasouza@gmail.com;
vandercelio@gmail.com

² Universidade de Brasília – UnB – Campus Planaltina
CEP: 73300-000 Planaltina, DF
afcj@unb.br

³ Universidade de Brasília – UnB – Campus Universitário Darcy Ribeiro
Instituto de Geociências- Caixa Postal 04465 CEP: 70.910-900 Brasília, DF
alex.messias.reis@gmail.com

⁴ Universidade Estadual de Goiás- UEG
Unidade Universitária de Formosa- CEP: 73807-250 Formosa, GO
ramalho.lucas.sousa@gmail.com

Abstract. This study aimed to evaluate the experimental basin Sarandi stream land cover using multisensor images from 1996 to 2011. There were used aerophotography and visual interpretation on screen to generate the 2011 land cover map. This map was used to perform a backcalculation until 1996, using the better temporal and spectral resolution of the Landsat dataset. This land cover temporal evolution was associated with SRTM Digital Elevation Model (DEM) to perform an integrated evaluation with the morphometric variables. There were identified three high levels covers: Anthropic (Crops, Pasture, Building); Natural (Forest, Savanna and Grassland); Water Resources (Reservoir). There were identified three geomorphological units: Plateau, Fronts Retreat Erosive, Colluvium Ramps. The Pasture (31,2%) was the highest coverage among the Anthropic classes, occurring especially in the Plateaus and Colluvium Ramps. The Savanna (23%) was the broadest Natural land covers in 2011, identified in all geomorphological units. It was observed that in 15-years the land cover variation remained around 10%, meaning that this basin had an older occupation. This approach subsidizes the natural resources management and environmental planning. In fact this work should be used to the energetic fluxes evaluation and also environmental services of the land cover.

Palavras-chave: Multitemporal analysis, land cover dynamics, backcalculation, Análise multitemporal, dinâmica da cobertura da terra, retroanálise.

1. Introdução

O Cerrado está localizado na porção central do Brasil ocupando uma área de aproximadamente 205 milhões de hectares, distribuídos continuamente em 11 unidades da federação (RIBEIRO e WALTER, 2008). Este bioma é caracterizado por formações florestais, savânicas e campestres e por possuir a maior biodiversidade e heterogeneidade de paisagens dentre as savanas do mundo (SILVA e BATES, 2002; SILVA et al., 2006). Dentro deste domínio da natureza foram identificadas 22 ecorregiões, utilizadas como referência para planejamento ambiental regional (ARRUDA et al., 2008).

Entre as ecorregiões do Cerrado, destaca-se o Planalto Central que abrange 7,84 % deste bioma, é caracterizado por rocha dos Grupos Araxá, Bambuí, Canastra e do Complexo Goiano. Seu relevo é caracterizado por duas superfícies de aplainamento: Superfície Sul-americana e Superfície Velhas.

Essas características ambientais da ecorregião do Planalto Central favoreceram a concentração das atividades agrícolas e pecuária em sua porção sul, sendo que a maior parte de vegetação natural concentra-se na porção norte (BERTRAN, 2000; SANO et al., 2008). Apesar da intensificação da ocupação, esta ecorregião destaca-se por sua relevância na manutenção de processos ecológicos e pelo alto grau de endemismo de espécies (ARRUDA et al., 2008).

A compreensão do processo de mudança da superfície terrestre através do conhecimento dos padrões da cobertura da terra proporciona melhor gestão dos recursos naturais (LAMBIN et al., 1999). No intuito de subsidiar o planejamento e gestão dos recursos naturais do Cerrado, o objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução temporal da cobertura da terra da bacia experimental do Córrego do Sarandi entre 1996 e 2011 utilizando sensoriamento remoto multisensor e multitemporal.

2. Área de Estudo

A bacia experimental do Córrego do Sarandi possui uma área de cerca 30 km², localizada na porção central do bioma Cerrado, dentro da ecorregião do Planalto Central, de acordo com a Figura 1. Este córrego deságua no Ribeirão Mestre d'Armas que é afluente do rio São Bartolomeu e pertence à Bacia do Paraná.

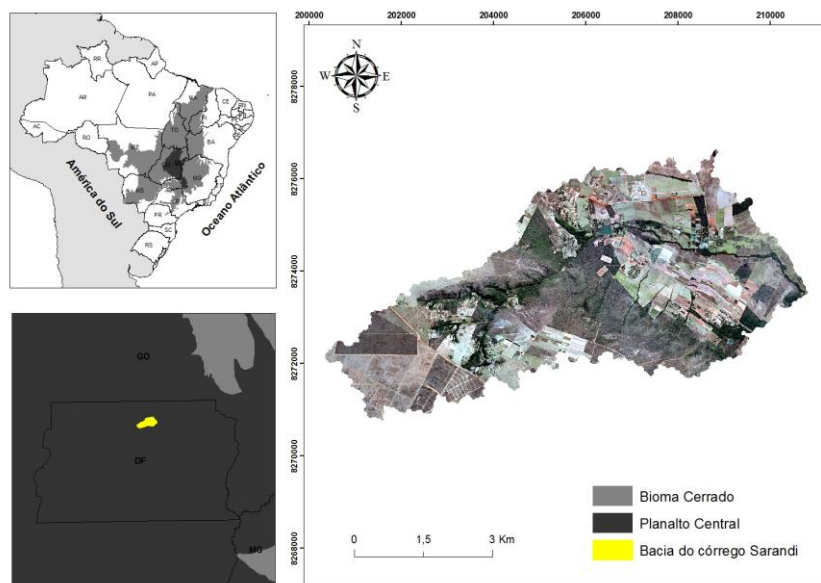


Figura 1 - Detalhe da área da bacia experimental do Córrego do Sarandi (direita); sua posição relativa à ecorregião do Planalto Central (inferior esquerda) e ao bioma Cerrado (superior esquerda).

A área está inserida dentro do clima predominante Aw (Köppen), sendo observadas duas estações bem definidas. As chuvas mostram-se concentradas entre novembro e janeiro e a estiagem entre julho e agosto. A precipitação anual é superior a 1.500 mm, com temperatura variando entre 13 °C a 28 °C.

Nos limites desta bacia experimental existem três compartimentos geomorfológicos: Chapada, Frente de Recuo Erosivo e Rampa de Colúvio. No primeiro são encontrados Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, associados a relevo plano a suave ondulado. O segundo possui Cambissolos e Neossolos, encontrados em relevo acidentado. O terceiro compartimento localiza-se na parte mais baixa da bacia, onde são encontrados Latossolos Vermelhos oriundos da porção mais elevada.

3. Material e Métodos

3.1. Mapa de cobertura atual

Foram utilizadas aerofotografias disponibilizadas pela Companhia Imobiliária de Brasília (TERRACAP), para a confecção do mapa de cobertura da terra atual (2011). Foi realizada a vetorização digital em tela por meio de interpretação visual, considerando cor, forma e textura.

No intuito de separar as classes de acordo com as especificidades características do Cerrado foram adequadas duas classificações existentes (IBGE, 2006; Araújo Filho et al., 2007). Desta forma, foram divididos dois níveis categóricos com suas subdivisões, evidenciando as características da área de estudo apresentadas na Tabela 1. Esse mapa foi utilizado para a validação em campo com o emprego de GPS de navegação, além da caracterização do local e o registro fotográfico de 16 pontos de controle.

Tabela 1 – Organização das classes de cobertura da terra apresentadas em função do nível categórico.

Nível Categórico		Cobertura	
1°	Antrópica	Natural	Corpos d'água
	Cultura		Reservatório
	Pastagem	Formação Florestal	
2°	Superfície Constituída	Formação Savânica	
		Formação Campestre	
Pivô Central			

A caracterização dessas classes geradas também foi relacionada com o relevo, por meio do modelo digital de elevação da *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM). Este modelo proporcionou a geração de variáveis morfométricas, que foram dispostas em composição colorida R/G/B, sendo Altimetria/Declividade/Curvatura Mínima, respectivamente. Para a avaliação foi procedida uma análise visual entre o mapa de uso e compartimentos do relevo.

3.2. Evolução temporal da cobertura da terra

Nesta etapa foram utilizadas imagens do sensor Landsat TM-5, órbita 221 e ponto 071, adquiridas diretamente da página eletrônica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE – www.inpe.br). Foram selecionadas imagens que corresponderam ao período seco (junho a agosto), de 1996, 2001, 2006 e 2011, com cobertura de nuvem de 0% de cobertura.

As imagens foram registradas em função do mosaico de fotografias aéreas digitais para que fosse possível realizar a retroanálise do período avaliado, segundo os procedimentos indicados por Menke et al. (2009). Este método foi empregado porque muitas das diferenças nos valores de radiância das imagens não possuem um significado para a classificação desejada, tornando adequada a interpretação visual em detrimento de métodos automatizados. Por exemplo, áreas de cultivos agrícolas podem estar em estádios culturais distintos, mas, representando a mesma classe temática.

4. Resultados e discussões

4.1. Resultados do mapa de cobertura atual

A bacia experimental do Córrego do Sarandi apresentou uma área de 3.113,55 hectares, onde foram mapeadas 8 subcategorias dentro de coberturas Antrópicas, Naturais e Corpos D'água, conforme a Figura 2. Dentro das coberturas Antrópicas, as Pastagens cobriram a maior superfície (31,2%). A Cobertura Natural mais abrangente foram as Formações Savânicas (23 %).

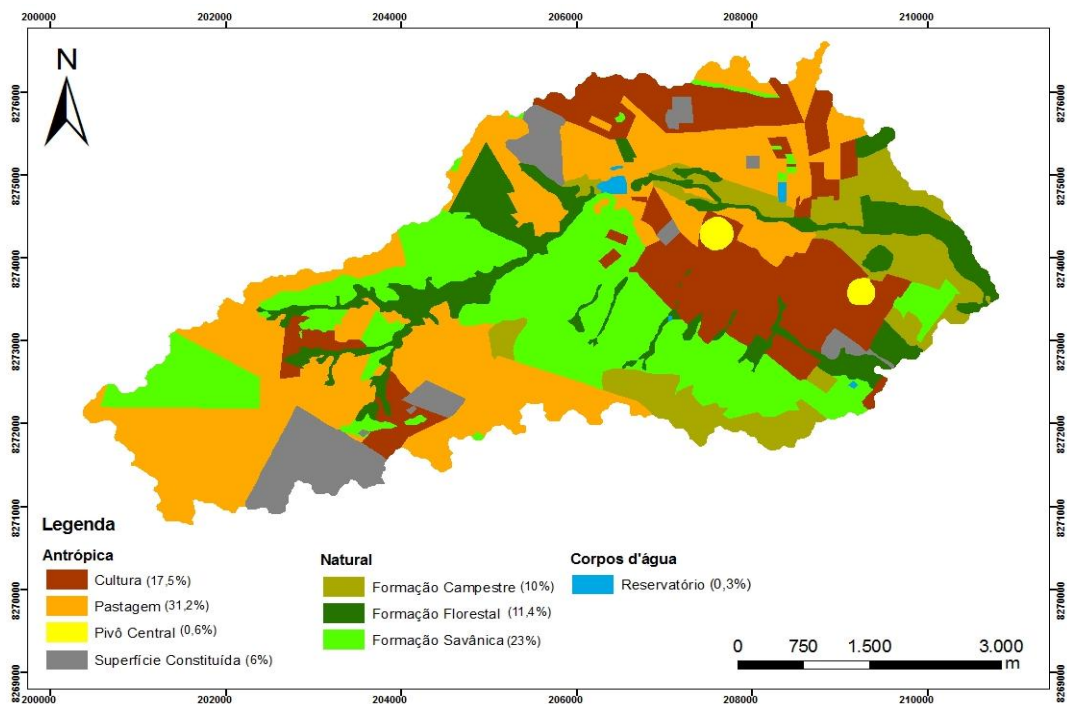


Figura 2 – Cobertura da terra da Bacia Experimental do Córrego Sarandi (DF)

O relevo é outro aspecto relevante para a compreensão da distribuição espacial dessas classes. De acordo com a composição colorida gerada por meio dos dados SRTM, foram observadas áreas predominantemente vermelhas, indicando regiões mais elevadas e planas, Figura 3. As partes com domínio esverdeado representaram as regiões do terreno com as

maiores declividades. As porções azuladas corresponderam às áreas planas e mais baixas da bacia.

A partir dessas caracterizações foram separados três compartimentos geomorfológicos, de acordo com a Figura 3: Chapada, Frente de Recuo Erosivo e Rampa de Colúvio. Na Chapada confirmou-se a presença de Latossolos. Na Frente de Recuo Erosivo foram observados Cambissolos e Neossolos e Latossolos Vermelhos oriundos da porção mais elevada na Rampa de Colúvio.

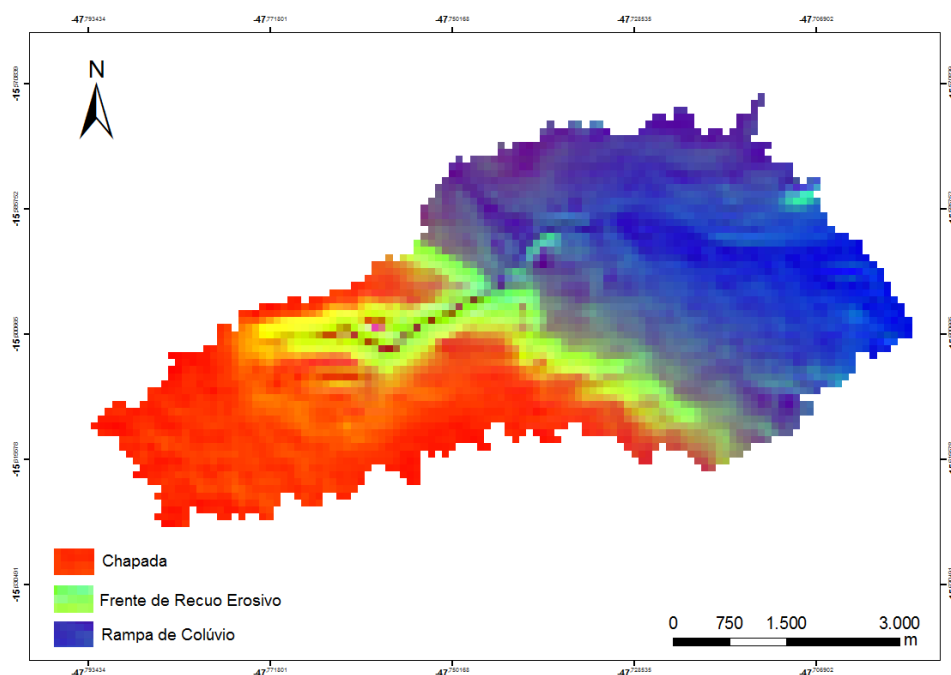


Figura 3 – Compartimentos geomorfológicos identificados dentro da bacia experimental do Córrego Sarandi (DF).

Neste contexto, observou-se que as coberturas Antrópicas abrangeram a maior parte da bacia (55,3%), estando predominantemente concentradas nas regiões planas, tanto na Chapada, quanto na Rampa de Colúvio, demonstradas nas Figuras 2 e 3. Esta distribuição indica que o relevo mostra-se limitante para o estabelecimento das atividades agrícolas, especialmente da agricultura mecanizada na bacia experimental do Córrego do Sarandi. A agricultura de irrigação (Pivôs Centrais) ficou concentrada na Rampa de Colúvio, por ser a parte mais baixa do terreno e próxima dos cursos d'água.

A Superfície Constituída (6%) foi caracterizada por loteamentos e demais tipos de construções, que foram encontrados predominantemente na Chapada e na Rampa de Colúvio, associadas aos relevos plano e suave ondulado, respectivamente.

A cobertura Natural mostrou-se concentrada na porção central da bacia, mas, podendo ser caracterizadas as principais fitofisionomias do Cerrado, que permeiam, de forma geral, todos os compartimentos geomorfológicos apresentadas nas Figuras 2 e 3. As Formações Savânicas, caracterizadas pela fitofisionomia de Cerrado sentido restrito, com árvores tortuosas e com ramificações irregulares, podendo ser observadas evidências de queimadas (RIBEIRO e WALTER, 2008). Essa cobertura foi encontrada em todos os compartimentos geomorfológicos, especialmente associados aos Latossolos. As Formações Florestais foram caracterizadas, basicamente por Matas de Galeria, com árvores com altura média de 15 metros e associadas aos cursos d'água e solos Gleissolos, por todos os compartimentos geomorfológicos. As Formações Campestres foram caracterizadas pelo estrato herbáceo-

arbustivo e ausência de árvores, tendo sido encontrados, basicamente, na Frente de Recuo Erosiva, associado aos Cambissolos e na Rampa de Colúvio, associado aos Gleissolos.

Os Corpos d'água foram caracterizados por reservatórios construídos com a finalidade irrigação. Esta classe corresponde a menos de 0,5% da área da bacia, predominantemente na porção Norte da Rampa de Colúvio.

4.2. Resultados da evolução temporal da cobertura da terra

Os resultados indicaram variações de cerca de 5%, tanto das coberturas Naturais como das Antrópicas, mantendo suas proporções de cobertura ao longo dos 15 anos avaliados, conforme demonstrado na Tabela 2. Dentre as coberturas Antrópicas, as Pastagens apresentaram os maiores crescimentos, especialmente na Chapada, de acordo com a Figura 4.

Tabela 2 – Distribuição das coberturas apresentada em área absoluta (ha) e relativa (%) para todos os anos avaliados.

Nível Categórico	Classes	1996		2001		2006		2011	
		Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
1º Nível	Antrópica	1571,5	50,3	1712,85	54,9	1709,87	54,8	1729,87	55,3
	Natural	1532,54	49,4	1391,19	44,8	1394,17	44,9	1374,17	44,4
	Corpos d'água	9,51	0,3	9,51	0,3	9,51	0,3	9,51	0,3
2º Nível	Cultura	662,38	21,2	662,38	21,2	544,91	17,5	544,91	17,5
	Pastagem	719,10	23,1	860,51	27,7	954,53	30,7	974,53	31,2
	Pivô Central	20,75	0,6	20,75	0,6	20,75	0,6	20,75	0,6
	Superfície Constituída	169,27	5,4	169,21	5,4	189,68	6	189,68	6
	Formação Campestre	307,94	10	293,22	9,4	325,78	10,5	305,78	10
	Formação Florestal	337,93	11	355,73	11,4	355,09	11,4	355,09	11,4
	Formação Savânica	886,67	28,4	742,24	24	713,30	23	713,30	23
	Reservatório	9,51	0,3	9,51	0,3	9,51	0,3	9,51	0,3

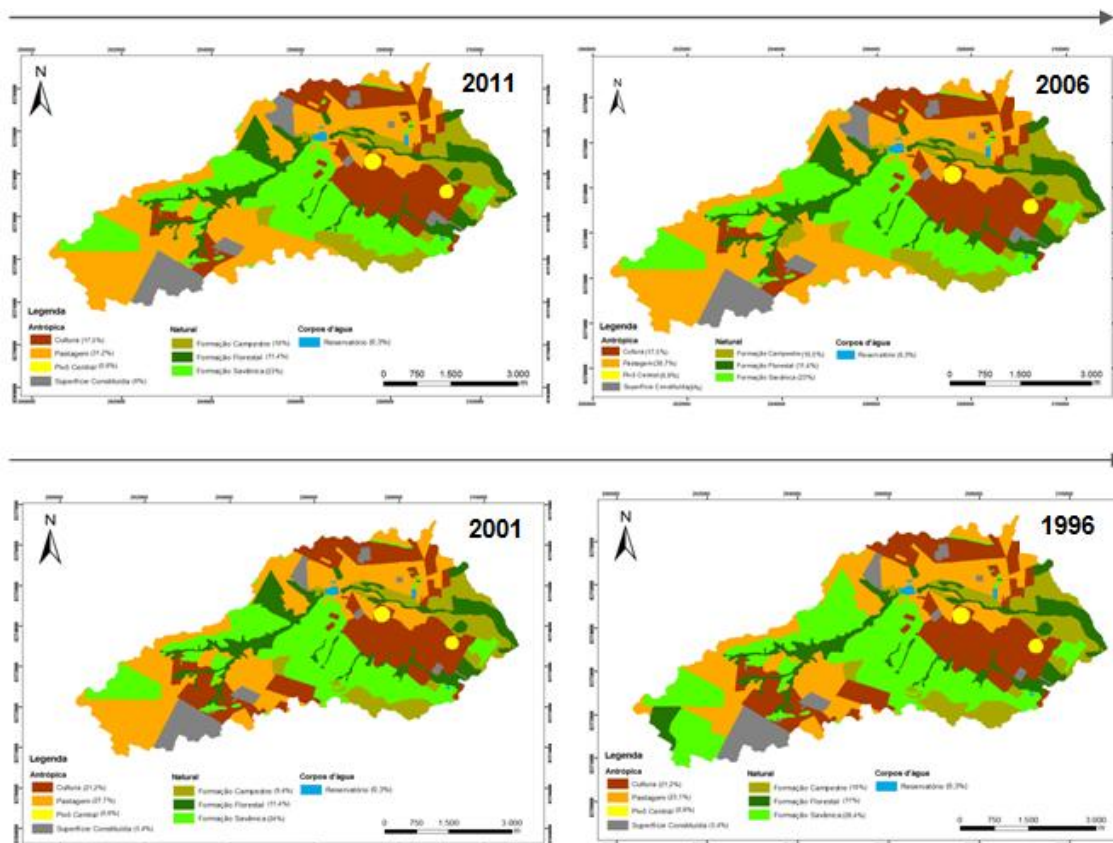


Figura 4 – Evolução temporal da cobertura da terra da bacia experimental do Córrego Sarandi (DF).

Conforme a classificação de Ribeiro e Walter (2008) a formação savânica foi a que registrou maior alteração dentre a cobertura natural, apresentada na Figura 4, estando associada à Frente de Recuo Erosivo e com redução de 5,4%, de acordo com a Tabela 2. As menores alterações ao longo do período avaliado foram identificadas na transição de Latossolos para os Cambissolos, limitante para a implantação de atividades agropecuárias. A Chapada foi a área que apresentou as maiores mudanças, por ser caracterizada por relevo plano e pela presença dos Latossolos, convertida para Pastagem.

5. Conclusão

A evolução temporal da cobertura da terra da bacia experimental do Córrego do Sarandi mostrou-se eficiente para a compreensão do processo de ocupação. Observou-se que nos últimos 15 anos as maiores variações percentuais foram de cerca de 10%, o que significa que esta bacia apresenta ocupação mais antiga.

A avaliação conjunta dos resultados multitemporais e multisensor com os dados SRTM evidenciou que a ocupação foi condicionada pelos aspectos do relevo, que estão diretamente ligados aos solos.

Esta abordagem mostra-se aplicada como subsídio para o planejamento e gestão dos recursos naturais, especialmente, para a avaliação dos fluxos energéticos e prestação de serviços ambientais associados à cobertura da terra.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO FILHO, M. C.; MENESES, P. R.; SANO, E. E. Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 59/02, p. 171-179, 2007.
- ARRUDA, M. B.; PROENÇA, C. E. B.; RODRIGUES, S. C.; CAMPOS, R. N.; MARTINS, R. C.; MARTINS, E. S. Ecorregiões, unidades de conservação e representatividade ecológica do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**, Embrapa Cerrados. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 2 v, cap. 8.
- BERTRAN, P. **História da terra e do homem no Planalto Central: eco-história do Distrito Federal do indígena ao colonizador**. Instituto Bertran Fleury, 2000. Disponível em: <<http://www.paulobertran.com.br/bertran/historia.php>>. Acesso em: 20 ago. 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE. 2006
- LAMBIN, E. F.; BAULIES, X.; BOCKSTAEL, N.; FISCHER, G.; KRUG, T.; LEEMANS, R.; MORAN, E.F.; RINDFUSS, R. R.; SATO, Y.; SKOLE, D.; TURNER II, B. L.; VOGEL, C. **Land-Use Land-Cover Change (LUCC): Implementaion Strategy**. International Geosphere-Biosphere Programme; International Human Dimensions Programmeon Global. Estocolmo, p. 126. 1999. Disponível em: <<http://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc12005/>>.
- MENKE, A. B.; CARVALHO JR., O. A.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, E. S.; OLIVEIRA, S.N. Análise das mudanças do uso agrícola da terra a partir de dados de sensoriamento remoto multitemporal no município de Luís Eduardo Magalhães (BA-Brasil). **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 3, p. 315-316, 2009.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**, Embrapa Cerrados. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 2 v, cap. 6.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 153-156, 2008.
- SILVA, F. J. et al. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v.33, p.536-548, 2006.
- SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **BioScience**, v. 52, n. 3, p. 225-233, 2002.