

DINÂMICA DA COBERTURA DA TERRA DO DISTRITO FEDERAL DENTRO DE SUAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Land cover dynamics in geomorphological units of Distrito Federal, DF

Glauber das Neves

Universidade de Brasília – UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil
glauber.unb@gmail.com

João Paulo Sena-Souza

Universidade de Brasília – UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil
jpsenasouza@gmail.com

Vinicius Vasconcelos

Universidade de Brasília – UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil
v.vasconcelos8133@gmail.com

Éder de Souza Martins

EMBRAPA Cerrados, Planaltina, Distrito Federal, Brasil
eder.martins@embrapa.br

Antonio Felipe Couto Junior

Universidade de Brasília – UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil
afcj@unb.br

Recebido em: 06/02/17

Aceito em: 19/03/18

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica da cobertura da terra no território do Distrito Federal dentro do domínio de suas unidades de relevo. O trabalho foi dividido em três etapas: i) mapeamento multitemporal da cobertura da terra, foi utilizado um método de classificação semi-automatizado com dados dos sensores TM e OLI a bordo dos satélites Landsat 5 e 8, respectivamente, entre os anos de 1985 e 2015; ii) mapeamento das unidades de relevo, foi utilizado um método de classificação por digitalização em tela a partir de um MDE da SRTM; iii) relação relevo-cobertura, quantificação dos dados de cobertura em função das unidades de relevo a fim de identificar seus padrões de distribuição. Identificou-se a presença de dois grandes ambientes com padrões de distribuição da cobertura distintos. O primeiro, composto por Chapadas e Rampas de Colúvio, apresentou padrões de cobertura vinculadas a múltiplos usos, principalmente pelo desenvolvimento urbano e agropecuário. O segundo, composto por Ambiente Colinoso e Vale, apresentou maior preservação da cobertura vegetal natural. A identificação desses ambientes é importante para a definição de limites ambientais que auxiliem na gestão dos recursos naturais e no ordenamento territorial.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Landsat, SRTM, relação relevo-cobertura.

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the land cover dynamic of the Federal District territory within geomorphological domains. There were followed three steps: i) mapping of relief units, an on-screen scanning classification method was used from SRTM project data; ii) Multitemporal mapping of land cover, a semi-automated classification method was used with TM and OLI sensors on board the Landsat 5 and 8 satellites, between 1985 and 2015; iii) relief-land cover relationship, quantification of the coverage data within geomorphological units. The *Chapada* and *Rampa de Colúvio* have presented land cover patterns associated to multiple uses, mainly for urban and agricultural development. The *Ambiente Colinoso* and *Vale*, have evidenced higher natural vegetation cover. The results evidenced that the land cover dynamics in the Federal District have been conditionate by the geomorphological domains. This conclusion should be used to subsidize public policies to the implementation of functional territorial planning and natural resources management.

Keywords: Remote sensing, Landsat, SRTM, relief-land cover relationship.

INTRODUÇÃO

As atividades humanas têm proporcionado diversas alterações na dinâmica terrestre, contribuindo com declínios populacionais e extinções de diversas espécies (PEREZ-MENDEZ et al., 2016). Tais alterações têm levantado discussões acerca do estabelecimento de um novo período geológico, chamado Antropoceno (CRUTZEN, 2002; CORLETT, 2015; LEWIS e MASLIN, 2015; BRIDGEWATER, 2016; PEREZ-MENDEZ ET AL., 2016) e afetam diretamente os limites planetários globais, que são uma delimitação de um espaço de operação seguro para o desenvolvimento das sociedades humanas, que considere os processos de resiliência do ambiente (STEFFEN et al., 2015).

Um dos principais fatores das mudanças na cobertura da terra tem sido o crescimento acelerado da população humana (PAHARI e MURAI, 1999) e os impactos provenientes das atividades necessárias para o estabelecimento e desenvolvimento da vida humana, em especial as atividades de produção de alimentos, que muitas vezes resultam na conversão de ambientes naturais em terras agrícolas (PIMENTEL e PIMENTEL, 2006). A avaliação da dinâmica da cobertura da terra pode ser realizada a partir da aplicação de dados multitemporais. Essa abordagem visa a organização de dados orbitais de diferentes datas para uma mesma região, tornando a avaliação simples e eficiente. Em estudos realizados com essa abordagem nos municípios de Luis Eduardo Magalhães e São Desidério (BA), Menke *et al.* (2009) e Spagnolo *et al.* (2012), respectivamente, foram utilizadas imagens de alta resolução do sensor PRISM/ALOS e séries temporais

de média resolução do sensor TM/Landsat. Esses trabalhos tiveram o objetivo de descrever a dinâmica de expansão das atividades agropecuárias da região em duas décadas, visando identificar a dinâmica das mudanças da cobertura da terra e quantificar essas alterações ao longo do tempo por município.

Apesar dos resultados desses estudos serem de grande relevância, eles foram desenvolvidos a partir de limites político-administrativos (municípios), consideradas unidades territoriais homogêneas e com o mesmo potencial de ocupação. Contudo, para uma compreensão mais precisa da cobertura da terra, é necessário o emprego de limites naturais, como por exemplo, o relevo (FURRIER e GONZALES, 2015). Essa organização estabelecida pelo relevo foi evidenciada em relação à distribuição espacial de solos do Cerrado (MOTTA et al., 2002; MARTINS et al., 2007), à distribuição das fitofisionomias da vegetação (COUTO JUNIOR et al., 2010), às Áreas de Preservação Permanente (SANTOS et al., 2016) às atividades agropecuárias (ASSIS et al., 2016) e aos ambientes urbanos e industriais (MACHOWSKI et al., 2015). Esses trabalhos evidenciaram o relevo como condicionador da cobertura da terra, podendo ser compreendido como elemento estrutural da paisagem em relação às suas escalas espaço-temporais.

Neste contexto, observa-se a lacuna existente entre o emprego de dados multitemporais e suas relações com o relevo. Isso significa que a avaliação dos padrões temporais da cobertura da terra dentro dos limites do relevo represente avanços para o ordenamento territorial e gestão de recursos naturais, por meio de visão sistêmica e integradora. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica da

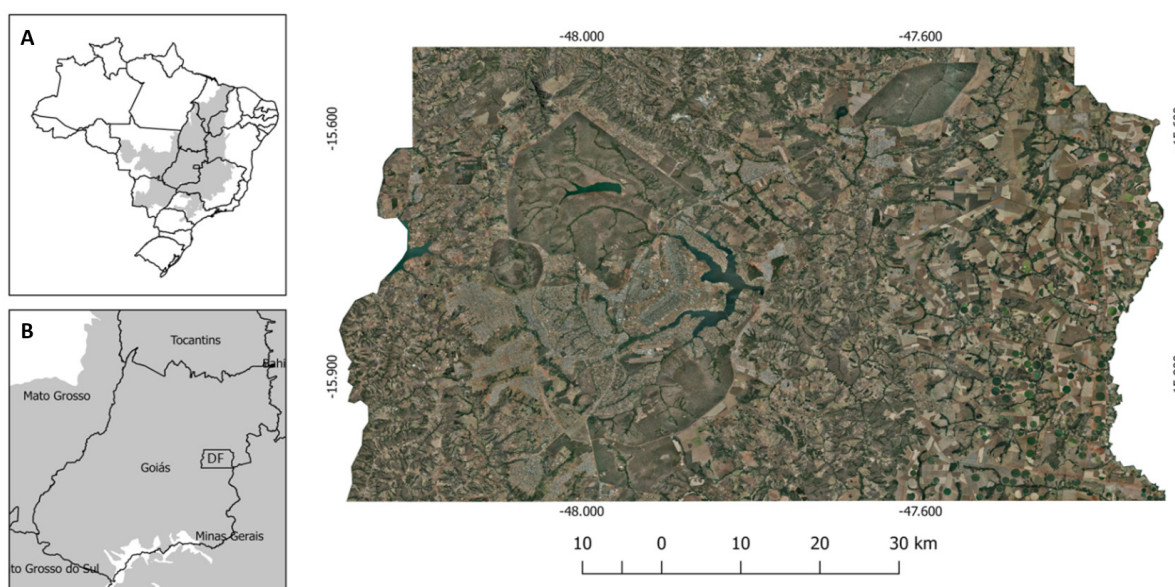
cobertura da terra do território do Distrito Federal dentro do domínio de suas unidades de relevo.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Distrito Federal (DF) se encontra na região central do Brasil, possui uma área de aproximadamente 5.800 km² e sua fundação ocorreu no dia 21 de Abril de 1960, desde então abriga a terceira capital do

país, após Salvador e Rio de Janeiro. Possui chapadas elevadas e nascentes de três das doze grandes bacias hidrográficas do país (São Francisco, Tocantins e Paraná). Essa localização evidencia a heterogeneidade de suas paisagens e usos, com a concentração de áreas urbanas na bacia do Paraná, o predomínio de agricultura de larga escala na bacia do São Francisco e usos múltiplos e extração mineral na bacia do Tocantins (Figura 1).

Figura 1. Localização do Distrito Federal. Detalhe para a localização do bioma Cerrado em relação ao Brasil (A) e do Distrito Federal em relação ao Estado de Goiás (B).



Org. do Autor.

O território do DF está inserido dentro do contexto da ecorregião do Planalto Central, caracterizada por acentuada complexidade geomorfológica, com altitude variando entre 350 m nos rios principais e 1.600 m no Planalto do Distrito Federal, (ARRUDA et al., 2008).

Se encontra sob influência de clima tropical úmido de savana com inverno seco (Aw Köppen), caracterizado por intensa sazonalidade climática (invernos secos e verões chuvosos), com precipitação média anual de 1.500 mm e temperatura média anual entre 21°C e 22°C nas regiões mais elevadas e 20°C e 21°C nas porções mais baixas (SILVA et al., 2008). Nessas condições morfoclimáticas, observam-se as Formações Florestais, Savânicas e Campestres de sua vegetação (RIBEIRO e WALTER, 2008).

A geologia é composta por quatro conjuntos litológicos, parte dos grupos Paranoá, Canastra, Araxá e Bambuí (FREITAS SILVA e CAMPOS, 1998; GDF, 2014). No contexto do Distrito Federal, o grupo Paranoá é formado por metassiltito argiloso, ardósia, metarritmito arenoso, quartzito e metarritmito argiloso; O grupo Canastra é formado por clorita e sericita filitos, quartzitos, filitos carbonosos e mármore finos; O grupo Araxá é formado principalmente por xistos variados e quartzitos; e o grupo Bambuí é formado por pelítica com folhelos, siltitos argilosos, calcários e dolomitos (GDF, 2014).

O relevo foi resultante dos ciclos de aplainamento Cenozóico Sul-Americano, e Velha durante todo Terciário (KING, 1956; BRAUN, 1971). A geo-

morfologia da região é caracterizada por sua similaridade morfológica e genética, sendo composta com três macrounidades: i) Região de Chapada – abrange cerca de 34% do DF e é caracterizada por topografia plana e plano-ondulada com altitude superior a 1000 m; ii) Área de Dissecção Intermediária – abrange cerca de 31% do DF e corresponde às áreas com baixos níveis de dissecção; iii) Região Dissecada de Vale – abrange cerca de 35% do DF e representa às depressões de litologias (NOVAES PINTO, 1994)

Em uma proposta de compartimentação geomorfológica do DF a partir do cruzamento de dados de altimetria e declividade, Martins e Baptista (1998) identificaram cinco classes de relevo: i) Chapadas Elevadas – regiões planas com altitude entre 1135 e 1.300 m; ii) Planos Intermediários – superfície residual dissecada pelos cursos hidrológicos da região, ocorrem entre as Chapadas Elevadas e Planícies, em altitudes entre 1080 a 1135 m; iii) Planícies – se encontram entre os canais das redes de drenagem e os Planos Intermediários, caracterizadas por serem ambientes de deposição; iv) Escarpas – rupturas abruptas de relevo com alta declividade (>8%); v) Rebordos – feições com declividade abaixo de 8% que delimitam as Chapadas Elevadas e se associam à presença de couças lateríticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Mapeamento das Unidades de Relevo

Foram utilizados dados do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução espacial de 30 m (<http://earthexplorer.usgs.gov>), referentes às cenas s16w048, s16w049, s17w048 e s17w049. A partir da imagem SRTM foram geradas imagens de declividade e curvatura mínima. A delimitação das unidades de relevo foi realizada por meio de digitalização em tela dos padrões de cores, formas e texturas baseada em uma composição colorida criada por meio das variáveis geomorfométricas, elevação no canal do vermelho, declividade no canal do verde e curvatura mínima no canal do azul (VASCONCELOS et al., 2012; SENA-SOUZA et al., 2013).

Dinâmica da Cobertura da Terra do Distrito Federal

Foram utilizadas imagens da cena 221/071 dos sensores orbitais *Operational Land Imager* (OLI) e *Thematic Mapper* (TM), a bordo do satélite Landsat 8 e Landsat 5, respectivamente, com resolução espacial de 30 m (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), entre os anos de 1985 e 2015, com intervalo de cinco anos entre as imagens. As bandas espectrais referentes ao sensor OLI (2015), em número digital, foram convertidas para radiância para o emprego do algoritmo FLAASH, que utiliza o código de transferência radiativa MODTRAN (ADLER-GOLDEN, 1999). Esse algoritmo considerou altitude média de 1.000 metros, com o modelo atmosférico Tropical e o de aerossol, o Rural, sem a recuperação pela água e visibilidade de 40 km. Além disso, foi utilizado o modelo de aerossol Kaufmann-Tanré, cujos canais inferiores e superiores foram 660 nm e 2.100 nm, respectivamente.

Após essa transformação para a reflectância, foram coletadas assinaturas espectrais e montada uma biblioteca espectral, utilizada como regiões de interesse referente à cobertura da terra para a classificação supervisionada por meio do algoritmo *Spectral Angle Mapper* (SAM). Essa classificação (2015) passou por correção manual em tela na imagem mais recente considerando a composição colorida RGB: Infravermelho Próximo (R), Infravermelho de Ondas Curtas (G) e Vermelho (B).

A imagem de 2015 também foi utilizada para o registro das demais imagens da série temporais e as classes mapeadas foram classificadas em dois níveis categóricos considerando o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006), a proposta de classificação da cobertura da terra apresentada por Araújo-Filho et al. (2007), as definições das fitofisionomias do bioma Cerrado (RIBEIRO e WALTER, 2008) e o mapeamento TerraClass Cerrado (BRASIL, 2015).

O resultado da classificação da imagem referente ao ano 2015 passou por validação em campo para a construção de matriz de confusão e exatidão global. Para isso, foram gerados 360 pontos aleatórios para a avaliação por pares, que serviu como verdade terrestre na matriz de confusão.

A partir da classificação da imagem de 2015, foi realizada a retroanálise até 1985, tendo sido cal-

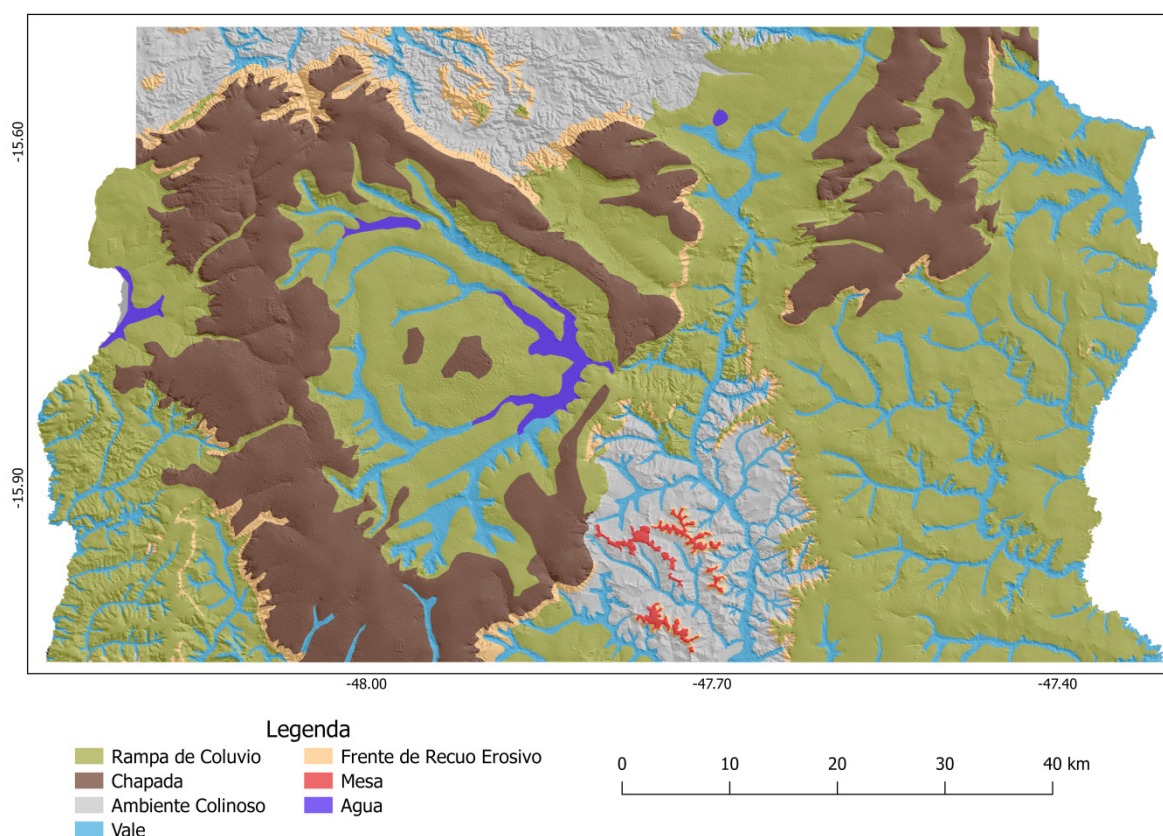
culadas as áreas para todas as classes e todas as datas. Após a geração de todos os mapas de cobertura da terra, foi procedida a avaliação em relação aos padrões do relevo. Para isso, foi calculada a área ocupada por cada classe de cobertura dentro das unidades de relevo com abrangência superior a 5% da área total do Distrito Federal.

RESULTADOS

Resultados do Mapeamento das Unidades de Relevo

Foram identificadas as seguintes classes de relevo: Chapada, Ambiente Colinoso, Frente de Recuo Erosivo, Rampa de Colúvio, Mesa e Vale (Figura 2).

Figura 2 - Mapa geomorfológico do Distrito Federal.



Org. do Autor.

As Rampas de Colúvio representam a maior classe de relevo do Distrito Federal, abrangem uma área de 2.997 km² (49,6). Essas regiões são formadas a partir do depósito antigos e pedogenizados dos sedimentos erodidos das Chapadas. No Distrito Federal, essa classe encontra-se, majoritariamente, em regiões planas, com declividade entre 1 a 5%. Sua maior ocorrência está em ambientes com altitude na faixa de 950 m e 1.050 m, mas também foi possível identifica-las em altitude em torno de 1.100 m (DANTAS et al., 2003).

As Chapadas representam as regiões mais altas do Distrito Federal, com altitude em torno de 1.100

a 1.200 m. Compreendem uma área de aproximadamente 1.499 km² (24,8%), sendo a segunda maior classe de relevo. São regiões planas, com declividade em torno de 5%.

Os Ambientes Colinosos são as regiões com relevo mais movimentado devido a processos de dissecação, sendo observada variação de declividade, que pode ser inferior a 10%, podendo superar 20%. Estão localizadas em regiões mais baixas que as Chapadas e as Rampas de Colúvio, tendo sua distribuição altimétrica em torno de 900 m, se estendendo por uma área de 723,2 km² (12%).

Os Vales encontram-se principalmente em

altitudes em torno de 900 m, com declividade entre 3% e 5%, podendo chegar até a 10% em suas bordas. Essas feições ocupam uma área de 520,7 km² (8,6%) e apresentam relação com as áreas côncavas, onde podem ser identificados os grandes cursos hidrológicos.,

As Frentes de Recuo Erosivo compreendem as regiões de maior declividade, que pode ultrapassar 40% em determinados pontos. São rupturas do relevo localizadas principalmente nas bordas das Chapadas e dos Ambientes Colinosos. Possuem uma extensão de área em torno de 224 km² (3,7%). Ocorrem em diversos níveis de altitude, desde 800 m até 1.200 m, mas sua maior ocorrência está em altitudes em torno de 1.000 m.

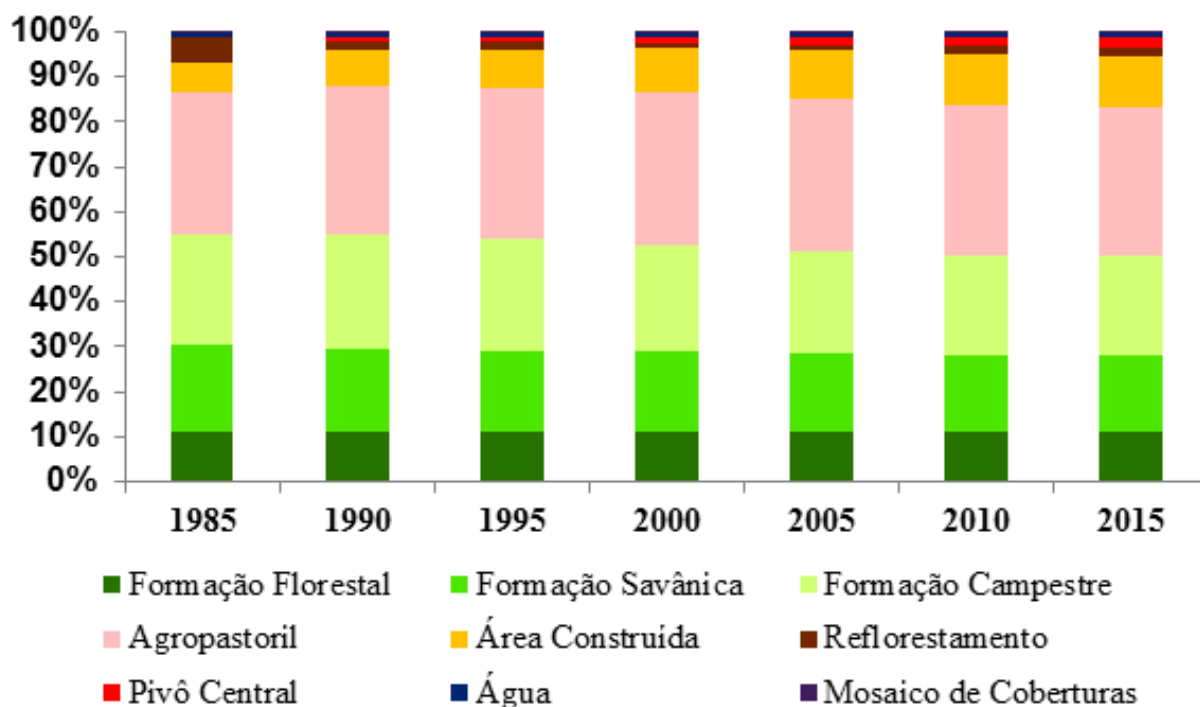
As Mesas representam resquícios de Chapadas preservadas, principalmente por possuírem maior resistência ao intemperismo e aos processos de dissecação do relevo. Essa classe ocorre em pontos muito

específicos na parte Sul do Distrito Federal, abrangendo uma área de aproximadamente 13,4 km² (0,2%). São ambientes planos, com declividade em torno de 3% e altitude variando entre 1.000 m e 1.040 m.

Resultados da Dinâmica da Cobertura da Terra

Observou-se que no ano de 1985, a proporção de cobertura natural era de aproximadamente 55% e a de cobertura antrópica de 44%. Nota-se que o processo de conversão da cobertura natural seguiu em um ritmo relativamente constante até o ano de 2005, onde apresentou uma proporção aproximada de 51% de cobertura natural e 47% de cobertura antrópica. A partir deste ponto, é possível observar o início do processo de estabilização da conversão do ambiente natural, que apresentou alterações de aproximadamente 1% nos últimos 10 anos observados (Figura 3).

Figura 3 - Evolução temporal da cobertura da terra do Distrito Federal entre os anos de 1985 e 2015.

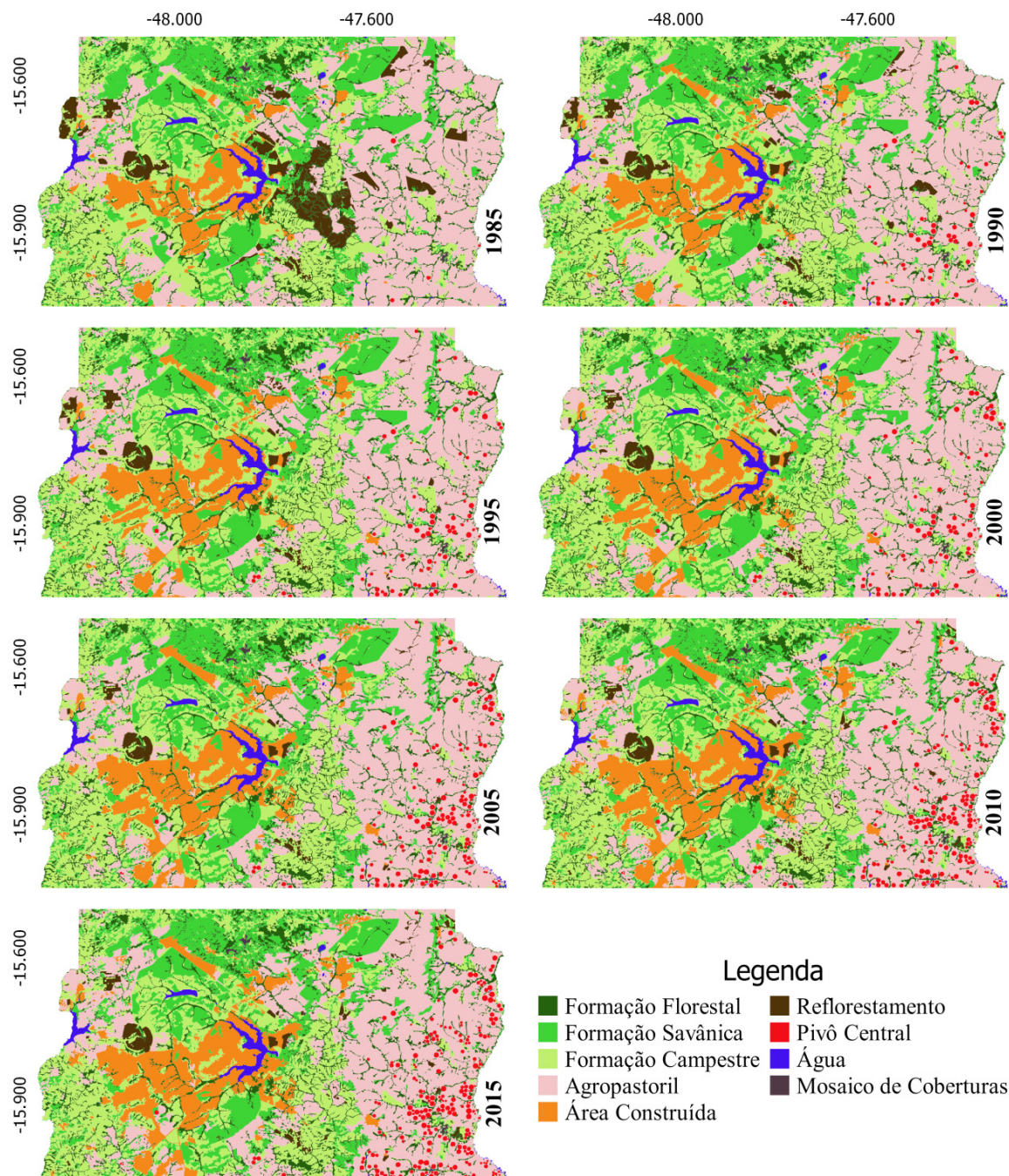


Org. do Autor.

Ao longo do período observado, o Distrito Federal apresentou uma perda de aproximadamente 275 km² de sua cobertura natural. Assim como o bioma

Cerrado, o Distrito Federal apresenta uma proporção equilibrada entre sua cobertura natural e antrópica, cerca de 50% e 48%, respectivamente (Figura 4).

Figura 4 - Evolução da cobertura da terra entre os anos de 1985 e 2015.



Org. do Autor.

Entre as coberturas naturais, as Formações Savânicas e Campestres foram as que apresentaram as maiores modificações ao longo do período de trinta anos observados, 133,5 km² e 138,4 km², respectivamente. Por outro lado, a Formação Florestal apresentou uma perda de aproximadamente 3 km².

As coberturas antrópicas apresentaram di-

ferentes comportamentos para cada classe. A classe Agropastoril apresentou um aumento em torno de 75,2 km² de sua extensão durante o período avaliado. Entretanto, que essa classe se manteve em um ritmo de crescimento entre os anos de 1985 e 2000, onde sua área de abrangência aumentou em aproximadamente 126,6 km². A partir desse ano, a classe apresentou

reduções de sua extensão, tendo perdido até 2015 uma área de aproximadamente 51,4 km².

A área construída apresentou um crescimento em torno de 278,3 km² durante os trinta anos observados. Aproximadamente 238,6 km² desse crescimento ocorreram entre os anos de 1985 e 2005, tornando esses vinte anos o principal período de expansão da classe, dentro do intervalo de tempo considerado para o estudo. Nos últimos dez anos observados, entre 2005 e 2015, a classe apresentou um acréscimo em área em torno de 39,7 km².

O Reflorestamento apresentou uma redução de aproximadamente 212,8 km² durante o período observa-

do, sendo que a maior perda foi registrada entre os anos de 1985 a 1990, com redução de cerca de 188 km². Por outro lado, a classe Pivô Central apresentou o maior crescimento proporcional entre todas as classes (4.500%), passando de 3 km² em 1985 para 135,3 km² em 2015.

Os resultados encontrados evidenciam a heterogeneidade das classes de cobertura da terra no território do DF, evidenciada exatidão global de 75,94%, referente ao ano de 2015 (Tabela 1). Observou-se que apenas as classes Reflorestamento (RF), Pivô Central (PC) e Água (AG) apresentaram concordância máxima.

Tabela 1 - Matriz de confusão referente ao ano de 2015 e a validação em campo. Legenda: FF (formação florestal), FS (formação savânica), FC (formação campestre), AP (agropastoril), AC (área construída), RF (reflorestamento), PC (pivô central) e AG (água).

		Verdade Terrestre							
		FF	FS	FC	AP	AC	RF	PC	AG
Cobertura do DF	FF	75,05	21,98	0,54	0	0	0	0	0
	FS	16,01	75,46	45,90	5,34	0,27	0	0	0
	FC	0,10	1,10	53,56	14,46	0	0	0	0
	AP	0	0	0	78,82	10,08	0	0	0
	AC	0	0	0	0,8	89,37	0	0	0
	RF	8,84	1,47	0	0,58	0,27	100	0	0
	PC	0	0	0	0	0	0	100	0
	AG	0	0	0	0	0	0	0	100
Exatidão Global: 75,94%									

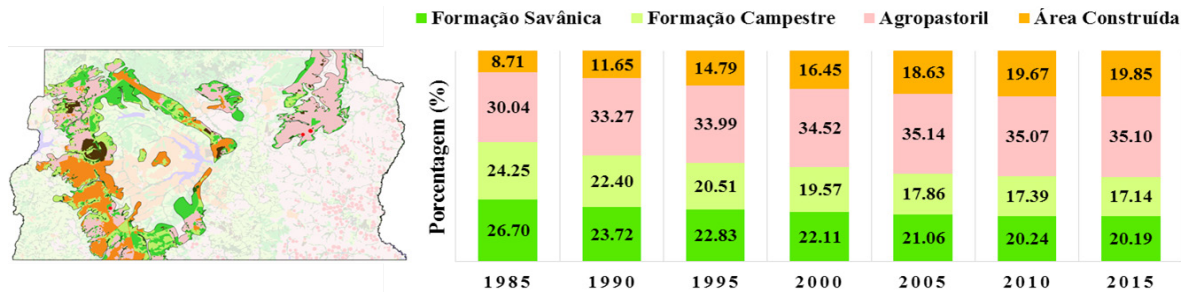
Org. do Autor.

Por outro lado, a formação campestre (FC) apresentou o menor grau de adequação entre os dados mapeados e a verdade de campo (Tabela 1). Em termos proporcionais, a formação florestal (FF), a formação savânica (FS) e a agropastoril (AP) apresentaram valores similares, enquanto, a área construída (AC) destacou-se com valor superior (89,37). Esses resultados devem ser considerados para a avaliação da dinâmica da cobertura da terra dentro do contexto das unidades de relevo. Nesse sentido, a maior frequência da atividade antrópica foi observada nas unidades Chapada (Figura 5) e Rampa de Colúvio (Figura 6). Por outro lado, a predominância da cobertura natural foi constatada nas unidades Ambiente Colinoso (Figura 7) e Vale (Figura 8).

Chapada

Nas Chapadas, a atividade Agropastoril é a principal classe de cobertura da terra. Em 1985 essa classe se estendia por uma área de aproximadamente 231,6 km², cerca de 30% da área total de Chapada. Se manteve em um ritmo lento de expansão entre os anos de 1985 a 2005, onde apresentou um crescimento de 73,3 km². A partir do ano de 2005 é possível observar uma tendência de estabilização do crescimento destas atividades. Onde, entre 2005 e 2015, apresentou um decréscimo de 0,6 km² em sua área de abrangência, totalizando para esse ano uma extensão aproximada de 504,4 km², cerca de 35% da área total de Chapada (Figura 5).

Figura 5 - Evolução temporal da cobertura da terra dentro da unidade de relevo Chapada (direita). A localização da unidade de relevo Chapada dentro do contexto do Distrito Federal com a cobertura da terra existente no ano de 2015 (esquerda).



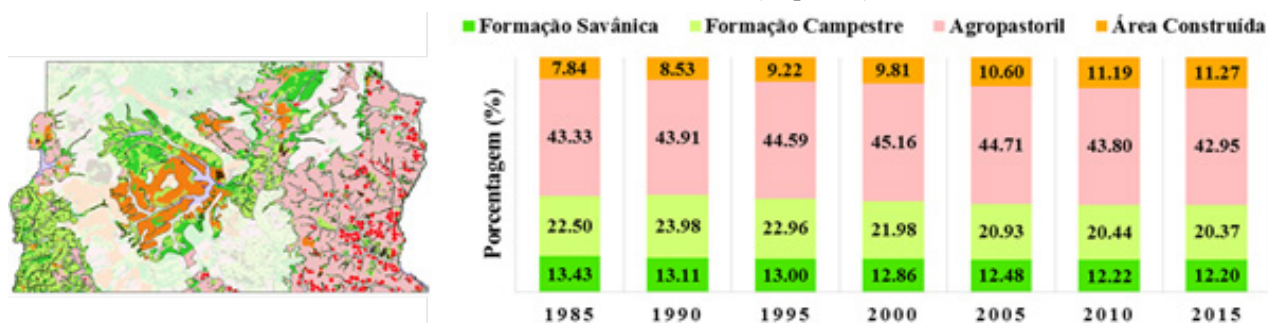
Org. do Autor.

A Área Construída apresentava uma extensão em torno de 125 km² no ano de 1985, na Chapada (Figura 5). Entre os anos de 1985 e 1995, apresentou o seu maior ritmo de crescimento, tendo um acréscimo em área em torno de 87,3 km². Entre 1995 e 2005, apresentou um crescimento menos intenso, tendo um aumento em área de aproximadamente 55,2 km². Já entre os anos de 2005 e 2015, apresentou um comportamento de estabilização do crescimento, tendo um crescimento de 17,4 km², divididos em 15 km² nos primeiros cinco anos e 2,4 km² nos últimos cinco anos. Em 2015, a classe cobria cerca de 285,2 km² da área total de Chapada (19,85%).

Rampa de Colúvio

Assim como observado na Chapada, a classe Agropastoril também apresentou a maior abrangência na unidade Rampa de Colúvio, cobrindo aproximadamente 43% ao longo de três décadas (Figura 6). A área construída foi a menos frequente na Rampa de Colúvio (Figura 6), tendo apresentado um acréscimo inferior a 3% ao longo de 30 anos.

Figura 6 - Evolução temporal da cobertura da terra dentro da unidade de relevo Rampa de Colúvio (direita). A localização da unidade de relevo Rampa de Colúvio dentro do contexto do Distrito Federal com a cobertura da terra existente no ano de 2015 (esquerda).

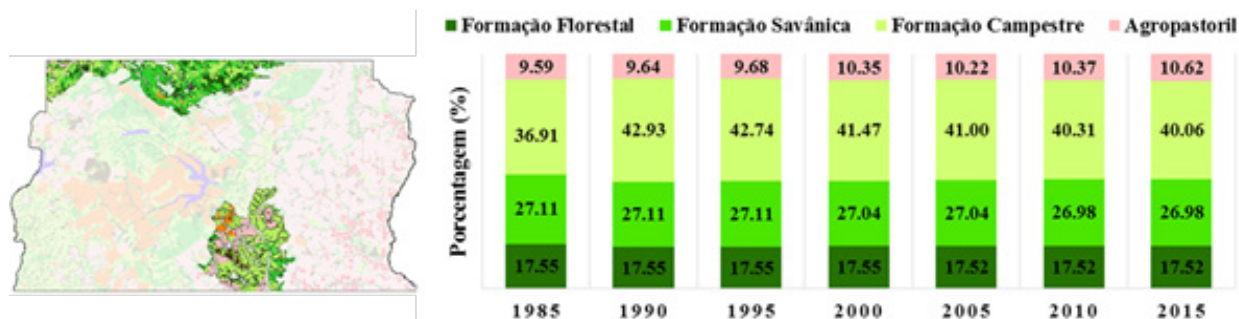


Org. do Autor.

Ambiente Colinoso

Os Ambientes Colinosos são caracterizados por possuírem relevos com maior nível de movimentação, o que dificulta o estabelecimento e expansão das atividades antrópicas. Com isso, observa-se que mais de 80% desses ambientes são cobertos por vegetação natural (Figura 7).

Figura 7 - Evolução temporal da cobertura da terra dentro da unidade de relevo Ambiente Colinoso (direita). A localização da unidade de relevo Ambiente Colinoso dentro do contexto do Distrito Federal com a cobertura da terra existente no ano de 2015 (esquerda).



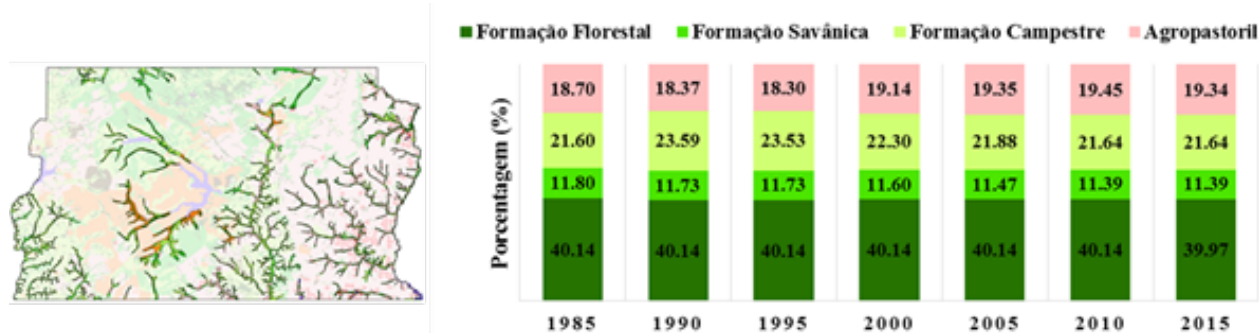
Org. do Autor.

Dentre as classes de cobertura natural, a Formação Campestre apresentou a maior extensão em 1985, cobrindo 255,8 km² (~37%) do Ambiente Colinoso (Figura 7). Entre os anos de 1985 e 1990, observou-se um crescimento de 41,7 km², resultante da perda de área da classe reflorestamento, processo análogo ao observado nas Rampas de Colúvio. A formação florestal e a formação savânica foram constatadas perdas inferiores a 1 km² ao longo de 30 anos.

Vale

A unidade de relevo Vale apresentou um formato alongado, coincidindo com os principais cursos d'água do DF (Figura 8), coberto predominantemente pela formação florestal, com uma redução inferior a 1km² ao longo de 30 anos.

Figura 8 - Evolução temporal da cobertura da terra dentro da unidade de relevo Vale (direita). A localização da unidade de relevo Vale dentro do contexto do Distrito Federal com a cobertura da terra existente no ano de 2015 (esquerda).



Org. do Autor.

DISCUSSÃO

O mapa das unidades de relevo mostrou padrões geomorfológicos semelhantes aos encontrados em estudos anteriores (MARTINS et al. 2004; SENA-SOUZA et al. 2013). As médias de declividade e os padrões de dissecação descritos no presente trabalho têm relação com a distribuição espacial dos tipos de solo, com Latossolos nas áreas mais planas, Cambis-

solos nas áreas mais movimentadas e Gleissolos e Plintossolos nas partes baixas (MARTINS et al. 2004). No entanto, no bioma Cerrado as áreas planas favorecem o uso extensivo de máquinas agrícolas (SANO et al., 2011), tornando as Chapadas e as Rampas de Colúvio mais propensas à essas atividades.

Ao longo dos trinta anos avaliados (entre 1985 e 2015), a cobertura natural do Distrito Federal sofreu uma perda de área em torno de 275 km², o que cor-

responde a uma taxa percentual média de redução de 0,15% ao ano. Essa taxa é menor do que a apresentada por Klink e Machado (2005) para o bioma Cerrado, de 1,1% ao ano. Uma possível explicação para essa diferença é que o período de maior alteração da cobertura da terra na área de estudos não foi considerado neste trabalho. Esse período corresponde à década de 1970, quando se iniciou o Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal (PAD-DF) (GHESTI, 2009).

Entretanto, essas modificações ocorreram de forma distinta, quando consideradas as unidades de relevo. As Chapadas e as Rampas de Colúvio apresentaram uma taxa de redução percentual da sua cobertura natural de 0,45% e 3,26% ao ano, respectivamente. Por outro lado, os Ambientes Colinosos apontaram um crescimento durante o período avaliado em torno de 0,10% ao ano, e os Vales apresentaram uma redução de 0,02% ao ano. Esses resultados podem evidenciar o efeito do relevo sobre os padrões espaço-temporais da cobertura da terra, sendo que as taxas anuais de alteração (aumento ou redução) foram influenciadas pela respectiva unidade de relevo.

Esse conhecimento mostra-se relevante para a tomada de decisão para o ordenamento territorial, como por exemplo, a criação de Unidades de Conservação (MARGULES e PRESSEY, 2000). No DF, observou-se que nas regiões de relevo plano, onde o desenvolvimento urbano e a produção agropecuária são predominantes, a presença de Unidades de Conservação é determinante na preservação da biodiversidade. Sendo assim, as taxas de alteração por unidade de relevo podem contribuir com a identificação de ambientes prioritários, uma vez que se torna possível monitorar a intensidade das modificações ocorridas em cada ambiente. Além disso, contribuirá com a geração de cenários futuros e subsídio para manejos apropriados com o respectivo ambiente.

A diferença na dinâmica da cobertura mostra a importância da identificação dos elementos estruturais da paisagem para estudos focados em áreas delimitadas arbitrariamente, como os estudos apresentados por Menke et al. (2009) e Spagnolo et al. (2012), realizados a partir de limites municipais. Assim, a abordagem fornece uma divisão com base em fronteiras ambientais que favorecem a gestão dos recursos naturais por parte do poder público.

CONCLUSÃO

A dinâmica de ocupação da terra no Distrito Federal mostrou-se condicionada pelo relevo. Além disso, as mudanças da cobertura não ocorreram apenas na conversão do ambiente natural para o ambiente antrópico, mas também, foram identificadas mudanças relacionadas à alteração entre uso antrópico, principalmente entre Reflorestamento para Área Construída e Agropastoril para Pivô Central.

Nas Chapadas foi constada a predominância da área construída e nas Rampas de Colúvio, o predomínio da classe Agropastoril. Os Ambientes Colinosos e os Vales representam as zonas onde a ocupação antrópica é mais limitada, devido à complexidade do relevo desses ambientes, isso faz com que sua cobertura seja predominantemente natural.

A abordagem integrada entre estudos do relevo e da dinâmica da cobertura da terra a partir de análises multitemporais pode contribuir na formulação de políticas públicas e na tomada de decisão que visem a preservação e manutenção dos recursos naturais. A identificação desses limites naturais mostra-se importante ferramenta de gestão, pois possibilita ao gestor elaborar estratégias específicas para as atividades potenciais de cada ambiente, facilitando a tomada de decisão e destinando de maneira eficiente os recursos utilizados para a formulação de políticas públicas e projetos de ordenamento territorial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER-GOLDEN, S. M.; MATTHEW, M. W.; BERNSTEIN, L. S.; LEVINE, R. Y.; BERK, A.; RICHTSMEIER, S. C.; ACHARYA, P. K.; FELDE, G.; GARDENER, J.; HOKE, M.; JEONG, L. S.; PUKALL, B.; MELLO, J.; RATKOWSKI, A.; BURKE, H. -H. Atmospheric correction for shortwave spectral imagery based on MODTRAN4. *SPIE Proc. Imaging Spectrometry*, vol. 3753, p. 61-69, 1999.
- 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.º. 59/02, 2007.

- ARRUDA, M. B.; PROENÇA, C. E. B.; RODRIGUES, S.; MARTINS, E. S.; MARTINS, R. C.; CAMPOS, R. N. Ecorregiões, unidades de conservação e representatividade ecológica do bioma Cerrado. In: SANO, M. S.; ALMEIDA, S. M.; RIBEIRO, J. F. (eds.). *Cerrado: ecologia e flora*. 1. Planaltina: Embrapa Cerrados, Cap. 8, 2008. p. 230-272.
- ASSIS, T.; MARTINS, E. S.; COUTO JUNIOR, A. F. Relações entre o relevo e a organização espacial dos agroecossistemas na ecorregião Paraná-Guimarães. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Pernambuco, vol. 9, n. 2, 2016.
- BRANNSTROM, C.; JENPSON, W.; FILIPPI, A. M.; REDO, D; XU, Z.; GANESH, S. Land change in the Brazilian savanna (Cerrado), 1986-2002: comparative analysis and implication for land-use policy. *Land Use Policy*, 25, 2008, p.579-595.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Mapeamento do uso e cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013*. Brasília. 2015. 67p.
- BRAUN, O. P. G. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p. 3-39, 1970.
- BRIDGEWATER, P. The Anthropocene biosphere: do threatened species, red lists, and protected areas have a future role in nature conservation? *Biodiversity and Conservation*, v. 25. 2016. p.603-607.
- CORLETT, R. T. The anthropocene concept in ecology and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 30, n. 1, 2015. p. 36-41.
- COUTO JUNIOR, A. F; SOUZA, V. V; CARVALHO JUNIOR, O. A; MARTINS, E. S; SANTANA, O. A; FRETAS, L. F; GOMES, R. A. T. Integração de parâmetros morfométricos e imagem ASTER para a delimitação das fitofisionomias da Serra da Canastra, Parque Nacional da Serra da Canastra, MG. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. v. 11, n. 1, 2010.
- CRUTZEN, P. J. Geology of mankind. *Nature*, vol. 415, 2002. p. 23.
- DANTAS, M. E.; SCISLEWSKI, G.; THOMÉ FILHO, J. J. Geomorfologia. In: CPRM. *Zoneamento Ecológico-Econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno: fase I*. Rio de Janeiro, v. 2, 2003. p. 1-32.
- FREITAS-SILVA, F. H.; CAMPOS, J. E. G. Geologia do Distrito Federal. In: *Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal*. Brasília: Iema/Sematec/UnB, 1998. Parte I. 86p.
- FURRIER, M.; GONZÁLEZ, C. C. M. Caracterización geomorfológica y su relación con el uso y ocupación del suelo em la porción central del litoral del Estado de Paraíba – Brasil. *Revista Entorno Geográfico*, n. 11, 2015. p.176-193.
- GDF – Governo do Distrito Federal. In: ZEE-DF – *Zoneamento ecológico e econômico do Distrito Federal*. Subproduto 3.1 – Relatório do meio físico e biótico. Brasília, 2014.
- GHESTI, L. V. *Programa de assentamento dirigido do Distrito Federal – PAD/DF: Uma realidade que superou o sonho*. Brasília. 2009. Disponível em < <http://coopadf.com.br/o-pad-df>>. Acesso em 01 Jul. 2016.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de uso da terra. Rio de Janeiro: IBGE. 2006.
- JEPSON, W. A disappering biome? Reconsidering land-cover change in the Brazilian savanna. *The Geographical Journal*, 171(2), 2005, p.99-111.
- JEPSON, W.; BRANNSTROM, C.; FILIPPI, A. Access regimes and regional land change in the Brazilian Cerrado, 1972-2002. *Annals of the Association of American Geographers*, n. 100, 2010. p. 87-111.
- KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Central. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.

- KLINK, C.; MACHADO, R. Conservation of Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, 19, 2005. 707-713.
- LEWIS, S. L.; MASLIN, M. A. Defining the Anthropocene. *Nature*, vol. 519, 2015. p. 171-180.
- MACHOWSKI, R.; RZETALA, M. A.; RZETALA, M. SOLARSKI, M. Geomorphological and hydrological effects of subsidence and land use change in industrial and urban areas. *Land Degradation & Development*, 2016.
- MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning. *Nature*, vol. 405, 2000. p. 243-253.
- MARTINS, E. S.; BAPTISTA, G. M. M. Compartimentação geomorfológica e sistemas morfodinâmicos do Distrito Federal. In: *Inventário hidrológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal*. Brasília: IEMA, 1998m p. 89-137.
- MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. Ecologia de Paisagem: conceitos e aplicações potenciais no Brasil. *Embrapa Cerrados*. Planaltina, DF. 2004, 33 p.
- MARTINS, E. S.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; VASCONCELOS, V.; COUTO JUNIOR, A. F.; OLIVEIRA, S. N.; GOMES, R. A. T.; REATTO, A. Relação Solo-Relevo em Vertentes Assimétricas no Parque Nacional Serra dos Órgãos, RJ. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, nº 1, p. 45-62. 2007.
- MENKE A. B.; CARVALHO JUNIOR 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 Luis Eduardo Magalhães (BA – Brasil). *Sociedade e Natureza*, 21:315-326, 2009.
- MOTTA, P. E. F.; CARVALHO FILHO, A.; KER, J. C.; PEREIRA, N. R.; CARVALHO JUNIOR, W.; BLANCANEUX, P. Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 6, p. 869-878, jun. 2002.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858, 2000.
- NOVAES PINTO, M. Caracterização geomorfológica do Distrito Federal. In: NOVAES PINTO, M. (Org). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. 2. Ed. rev, ampl. Brasília: UnB: SEMATEC, 1994, cap. 9, p. 285-344.
- PAHARI, K.; MURAI, S. Modelling for prediction of global deforestation based on the growth of human population. *Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, n. 54, 1999. p. 317-324.
- PEREZ-MENDEZ, N.; JORDANO, P.; GARCÍA, C.; VALIDO, A. The signatures of anthropocene defaunation: cascading effects of the seed dispersal collapse. *Scientific Reports*, v.6. 2016.
- PIMENTEL, D.; PIMENTEL, M. Global environmental resources versus world population growth. *Ecological Economics*, n. 59, 2006. p. 195-198.
- 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*. Brasília : Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Cap. 6, p.151-212.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 166, p. 113-124, 2010.
- SANO, E. E.; SANTOS, C. C. M.; SILVA, E. M.; CHAVES, J. M. Fronteira agrícola do oeste baiano: considerações sobre os aspectos temporais e ambientais. *Geociências*, vol. 30, n. 3, 2011. p. 479-489.
- SANTOS, A. R.; CHIMALLI, T.; PELUZIO, J. B. E.; SILVA, A. G.; SANTOS, G. M. A. D. A.; LORENZON, A. S.; TEIXEIRA, T. R.; CASTRO, N. L. M.; RIBEIRO, C. A. A. S. Influence of relief on permanent preservation areas. *Science of the Total Environment*, n. 541, 2016. p. 1296-1302.

SENA-SOUZA, J. P.; MARTINS, E. S.; COUTO JUNIOR, A. F.; REATTO, A.; VASCONCELOS, V.; GOMES, M. P.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; REIS, A. M. Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, escala 1:100.000. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, n. 314. Embrapa Cerrados. 2013. 38p.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Caracterização Climática do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. *Cerrado: Ecologia e Flora*. [S.l.]: Embrapa, v. 1, 2008. Cap. 3, p. 69-87.

SILVA, J. F.; FARIÑAS, M. R.; FELFILI, J. M.; KLINK, C. A. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*, 33, 2006. 536-548.

SPAGNOLO, T. F. O.; GOMES R. A. T.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. MARTINS, E. S.; COUTO JUNIOR, A. F. Dinâmica da expansão agrícola do município de São Desidério-BA entre os anos de 1984 e 2008, importante produtor nacional de soja, algodão e milho. *GeoUERJ*, 24:603-618, 2012.

STEFFEN, W.; RICHARDSON, K.; ROCKSTROM, J.; CORNELL, S. E.; FETZER, I.; BENNETT, E. M.; BIGGS, R.; CARPENTER, S. R.; VRIES, W.; WIT, C. A.; FOLKE, C.; GERTEN, D.; HEINKE, J.; MACE, G. M.; PERSSON, L. M.; RAMANATHAN, V.; REYERS, B.; SORLIN, S. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science*, Jan. 2015.

VASCONCELOS, V.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; MARTINS, E. S.; COUTO JUNIOR, A. F.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T. Sistema de classificação geomorfométrica baseado em uma arquitetura sequencial em duas etapas: árvore de decisão e classificador espectral, no Parque Nacional da Serra da Canastra. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 13, n. 2, 2012. p. 171-186.