

Revista Brasileira de Cartografia (2016), N° 68/7: 1285-1301
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

MODELAGEM DOS CONFLITOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COMO FERRAMENTA PARA O PLANEJAMENTO TERRITORIAL: O CASO DA BACIA DO ALTO CURSO DO RIO DESCOBERTO DF/GO

*Modelling Land Use Conflicts as a Tool for Territorial Planning: The Case of the
Descoberto River High Course Basin*

Juliana Faria Nunes & Henrique Llacer Roig

**Universidade de Brasília – UnB
Instituto de Geociências – IGD**

Campus Universitário Darcy Ribeiro, ICC - Ala Central - CEP 70.910-900 – Brasília, DF
jules.nunes@gmail.com, roig@unb.br

*Recebido em 5 de Janeiro, 2016/ Aceito em 14 de Abril, 2016
Received on January 5, 2016/ Accepted on April 14, 2016*

RESUMO

A Bacia do Alto Curso do Rio Descoberto está localizada a montante da barragem do Rio Descoberto, entre o estado de Goiás e o Distrito Federal. Os recursos hídricos dessa Bacia é de grande relevância para o abastecimento de águas no Distrito Federal, sendo responsável por suprir mais de 60% da demanda. Nas últimas décadas foram observadas intensas ocupações do solo na região, que podem causar impactos tanto quantitativos quanto qualitativos nesse recurso natural. Tendo em vista que para a gestão dos recursos hídricos é necessário um planejamento territorial adequado, foi aplicado o modelo denominado LUCIS, do inglês, Land Use Conflict Identification Strategy, que permite analisar e identificar as áreas mais suscetíveis a disputas de terra para pelo menos duas das três grandes categorias de uso: agricultura, conservação e urbano, podendo ser utilizado como subsídio nas tomadas de decisões no âmbito do uso e ocupação do solo. Os resultados obtidos revelaram um alto nível de conflito na Bacia, cerca de 40%, corroborando com a importância de um planejamento territorial visando um uso e ocupação do solo adequado para a região.

Palavras chaves: Planejamento Territorial, Modelo LUCIS, Bacia do Alto Curso do Rio Descoberto, Uso e Ocupação do Solo.

ABSTRACT

The Descoberto River High Course Basin is located upstream of the Descoberto River dam, between the Federal District and the Goiás estate. The water resources of this basin is of great importance for the water supply in the Federal District, covering around 60% of the water demand. In the last decades, intensive land use was observed in the region, which can cause both quantitative and qualitative impacts in the natural resources. Having in mind that the management of the water resources is related to an adequate territorial planning, it was applied a goal-driven GIS model called Land Use Conflict Identification Strategy - LUCIS. This model allows you to analyze and identify the most susceptible lands for disputes among the three categories of use: agriculture, conservation and urban, which could be used to support decision making regarding the territory land use. The results revealed a high level of conflict in the River Basin, about 40%, reaffirming the importance of a territorial planning towards a suitable land use for the region.

Keywords: Territorial Planning, LUCIS Model, Descoberto River High Course Basin, Land Use.

1. INTRODUÇÃO

A Bacia do Alto Curso do Rio Descoberto, localizada na divisa entre o estado de Goiás e o Distrito Federal é de grande importância para a capital do Brasil, pois é responsável por atender cerca de 60% do abastecimento de água do Distrito Federal (BRASIL, 2009).

Apesar desta importância, desde a construção da barragem do Rio Descoberto, em 1973, a bacia vem sofrendo fortes pressões devido ao processo de ocupação do solo, principalmente pela conversão de áreas naturais em áreas agrícolas e/ou urbanas (UNESCO, 2002; NUNES & ROIG, 2015; IBRASE & COFECON, 2012).

A expansão agrícola na região, por meio da conversão de áreas naturais, é a que tem sido mais intensificada ao longo dos anos, tendo seu principal incremento a partir da década de 90. Além disso, também é observada a expansão urbana na região pelo crescimento acelerado de Brazlândia, Taguatinga e Ceilândia, e devido à emancipação de Águas Lindas de Goiás do município de Santo Antônio do Descoberto, bem como pela urbanização do INCRA 08 no Projeto Integrado de Colonização Alexandre Gusmão (PICAG) (UNESCO, 2002, NUNES & ROIG, 2015; IBRASE & COFECON, 2012).

Essas ocupações do solo observadas, sem o devido planejamento, estão gerando graves impactos ambientais. Dentre os principais impactos observados na bacia, pode-se destacar o assoreamento do reservatório (TAVEIRA et al, 2012) e o aumento do processo erosivo (VALENTIN, 2008; FERRIGO *et al.*, 2012). Outros possíveis impactos que são comumente relatados em bacias hidrográficas é a perda da qualidade da água e a perda da biodiversidade (SCHIAVETTI & CAMARGO, 2002).

Tendo em vista os possíveis impactos nos recursos hídricos decorrentes do uso e ocupação do solo, é prevista na Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997) uma articulação entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão do uso do solo, conforme apontado nas diretrizes da referida Lei.

Nesse sentido, a realização de estudos para a identificação de áreas mais propícias à ocupação de determinado uso são relevantes no âmbito do planejamento territorial, pois

possibilita a adoção de estratégias para conter uma possível ocupação indevida, bem como para direcionar as ocupações a locais mais adequados, podendo prevenir ou mitigar danos ambientais.

Considerando o exposto, foi adotado nesse trabalho a utilização de um modelo baseado em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), orientado a metas, denominado LUCIS (*Land-Use Conflict Identification Strategy*), originalmente desenvolvido na Universidade da Flórida, nos Estados Unidos, que permite a identificação de áreas mais propícias a conflitos entre a conservação, a agricultura e a área urbana (CARR & ZWICK, 2007).

Dessa forma, esse estudo tem como objetivo verificar os possíveis conflitos de uso e ocupação do solo na bacia do Alto Curso do Rio Descoberto e suas possíveis implicações por meio da aplicação do modelo LUCIS visando um planejamento adequado do território.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo, dos dados e do modelo utilizado.

2.1 Área de Estudo

A bacia do Alto Curso do Rio Descoberto pertence à unidade hidrográfica do Rio Paranaíba, localizada na bacia do Paraná, abrangendo os municípios de Águas Lindas de Goiás (GO), Padre Bernardo (GO) e o Distrito Federal (DF) (Figura 1).

As classes de solo identificadas na bacia do Alto Curso do Rio Descoberto correspondem ao latossolo vermelho, latossolo vermelho-amarelo, cambissolo, gleissolo háplico, gleissolo melânico, plintossolo, neossolo flúvico, nitossolo háplico e neossolo quartzarênico, sendo o latossolo vermelho e vermelho-amarelo os de maior representatividade (REATTO *et al.*, 2003).

O clima da bacia é, pela classificação de Köppen, do tipo tropical de altitude, apresentando duas estações bem definidas, uma seca e uma chuvosa. A estação seca está contida entre os meses de maio a setembro, sendo mais intensa nos meses de junho, julho e agosto. A estação chuvosa compreende os meses de outubro a abril, obtendo maior concentração pluviométrica de dezembro a março. A precipitação média anual varia de 1200mm a 1750mm com maior concentração na estação chuvosa.

A vegetação da bacia está inserida no bioma Cerrado, que apresenta três grandes fitofisionomias, a saber, formações florestais, englobando a mata ciliar, mata de galeria e cerradão; formações savânicas, abrangendo o cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral, vereda; e formações campestres, abrangendo o campo sujo, campo limpo e campo rupestre (RIBEIRO & WALTER, 1998).

Durante o processo de ocupação da bacia do Alto Curso do Rio Descoberto foram tomadas algumas medidas visando a gestão adequada dos recursos naturais, em especial a dos recursos hídricos, como a criação de unidades de conservação. Nesse sentido, em 1983 foi instituída a Área de Proteção Ambiental (APA) do Descoberto, uma unidade de conservação (UC) de uso sustentável que permite atividades antrópicas, inclusive áreas urbanas, porém limita determinados usos devido aos fatores bióticos e abióticos importantes para o bem estar humano. Apesar das restrições impostas pela APA, houve a ampla utilização de agrotóxicos

devido à expansão agrícola na região, além da urbanização da cidade de Águas Lindas de Goiás, bem como a conurbação das cidades de Taguatinga e Ceilândia (Figura 1).

Em 1999, foi criada a Floresta Nacional (FLONA) de Brasília que apresenta quatro glebas descontínuas, sendo três dessas localizadas na Bacia do Alto Curso do Rio Descoberto. A FLONA, de acordo com a Lei 9.985/2001 (BRASIL, 2001), tem como objetivo a manutenção e preservação dos recursos hídricos e da biodiversidade, bem como a recuperação de áreas degradadas (Figura 1).

Considerando as UCs de proteção integral foram instituídas na bacia do Alto Curso do Rio Descoberto, em 2005, a Reserva Biológica (REBIO) do Descoberto e o Parque estadual do Descoberto. A REBIO é constituída de uma faixa ao longo do Lago do Descoberto na região do DF, enquanto o Parque estadual está localizado na margem oposta do lago na região do estado de Goiás (Figura 1).

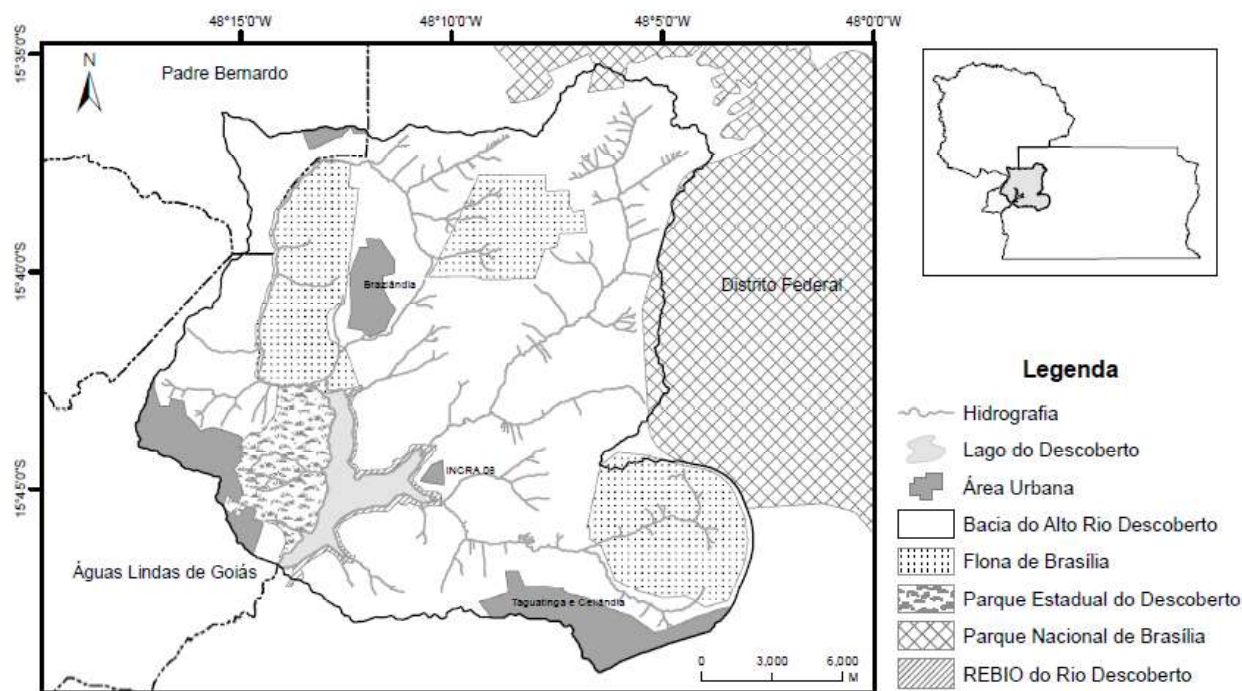


Fig. 1 - Mapa da Bacia do Alto Curso do Rio Descoberto.

2.2 Modelo LUCIS

O modelo LUCIS é dividido em cinco etapas: (1) Planejamento do modelo, etapa de definição das metas, objetivos e subobjetivos das categorias urbano, agricultura e conservação; (2) Levantamento dos dados, etapa de sistematização, revisão e correção topológica dos dados para

incorporação no modelo; (3) Análise das adequabilidades e (4) Análise das preferências, que consistem na elaboração dos planos de informação matricial, denominados *Single Utility Assignment* (SUA) ou *Multiple Utility Assignment* (MUA), quando composto por dois ou mais SUAs, para os subobjetivos, objetivos

e metas, bem como para as três categorias do modelo, respectivamente; e (5) Construção do mapa de conflito, etapa de análise dos conflitos entre as categorias (CARR & ZWICK, 2007). Em todos os procedimentos adotados para a análise dos dados e geração dos planos de informação matricial, bem como do mapa de conflito, foram utilizadas as ferramentas disponíveis no *software Arcgis 10®*.

O planejamento do modelo foi elaborado tendo como base a proposta do modelo LUCIS, incorporando adaptações de acordo com a realidade local e a disponibilidade de dados. Na categoria conservação foram definidas duas metas: uma relacionada à biodiversidade e outra relacionada aos recursos hídricos, sendo os objetivos e/ou subobjetivos baseados na legislação ambiental brasileira. Na categoria agricultura foram consideradas como metas a agricultura familiar e a agricultura patronal, caracterizada por grandes propriedades voltada para o agronegócio, devido aos tipos de agricultura observadas na região. Na categoria urbana foram definidas três categorias relacionadas às atividades desenvolvidas na região: residencial, comercial e industrial (figuras 2 a 4).

No âmbito da meta de identificação de áreas adequadas para a manutenção da biodiversidade, categoria conservação, foram definidos três objetivos (Fig. 2). O primeiro decorre da proximidade às unidades de conservação (UCs), devido aos possíveis impactos negativos do uso do solo, conforme previsto pela zona de amortecimento segundo a Política Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2000). O segundo objetivo possibilita a identificação de áreas potenciais à conservação baseada na relação área/perímetro (RAP) dos fragmentos de vegetação nativa remanescentes e nos possíveis impactos negativos da matriz circundante, calculado pela proximidade ao fragmento (HERMANN *et al.*, 2005; LIMA-RIBEIRO, 2008). O terceiro objetivo está relacionado a conectividade dos remanescentes de vegetação por meio da identificação de corredores ecológicos em uma análise de menor custo entre as UCs, considerando o uso do solo atual e a declividade da região (ROCHA *et al.*, 2007).

A segunda meta da categoria conservação busca a identificação de áreas adequadas para

a manutenção dos recursos hídricos, sendo constituída inicialmente de três objetivos (Figura 2). O primeiro objetivo refere-se à capacidade de potencial de recarga dos aquíferos, obtida por meio da integração de mapas de disponibilidade hídrica e taxa de infiltração segundo o modelo proposto por Gonçalves *et al.* (2009) e utilizado pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal (ADASA). O segundo leva em consideração a determinação legal do Código Florestal (BRASIL, 2012) de áreas de preservação permanente (APP), enquanto o terceiro objetivo decorre da proximidade aos cursos d'água superficiais, considerando os possíveis impactos negativos do uso do solo. Entretanto, o segundo e o terceiro objetivo foram unidos em um único objetivo pois nas análises foram identificadas somente APP de rios e reservatórios, que já seriam consideradas no terceiro objetivo como área relevante, devido a legislação ambiental.

As duas metas definidas na categoria agricultura, uma voltada para agricultura familiar e outra para agricultura patronal, foram divididas em dois objetivos: identificar áreas economicamente adequadas e identificar áreas fisicamente adequadas, sendo esses objetivos compostos por subobjetivos específicos, conforme estrutura proposta inicialmente pelo modelo LUCIS (CARR & ZWICK, 2007).

No objetivo voltado para a identificação de áreas fisicamente adequadas foram definidos subobjetivos para identificação de solos adequados para cada agricultura, disponibilidade hídrica, loteamento das propriedades, e no caso da agricultura patronal, a declividade mais adequada, devido à mecanização (Figura 3). A identificação de solos adequados foi baseada nos dados de pedologia e aptidão agrícola associada, desenvolvido pela EMBRAPA (SPERA *et al.*, 2003), enquanto os dados de disponibilidade hídrica se baseiam na capacidade de retenção dos solos e na precipitação média plurianual (GONÇALVES *et al.*, 2009). A adequabilidade em relação a declividade foi obtida a partir do Modelo Digital de Superfície do programa SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), redefinido em cinco classes, plana, suave ondulada, ondulada, fortemente ondulada e montanhosa, de acordo com a categorização do IBGE (IBGE, 2007). O dado de loteamento

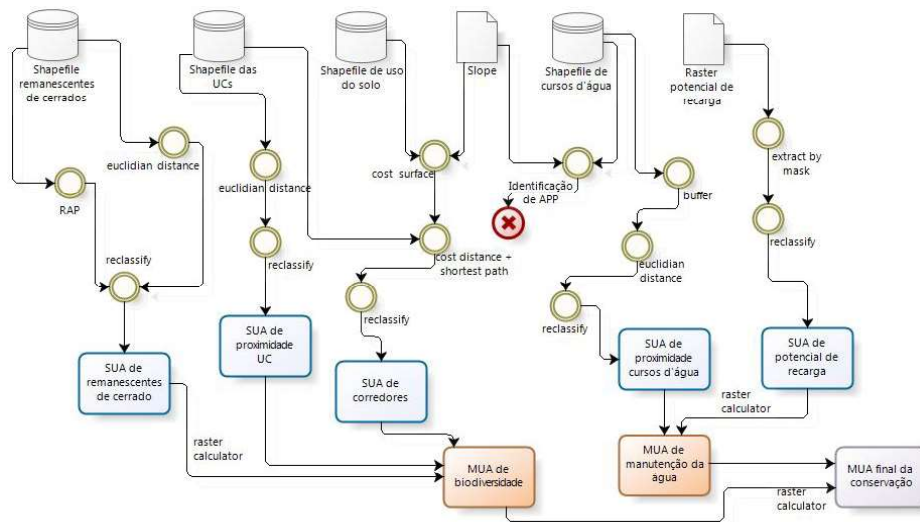


Fig. 2 - Fluxograma com as etapas e comandos no ArcGis utilizados para a geração das Single Utility Assignment (SUA) e Multiple Utility Assignment (MUA) para a categoria conservação.

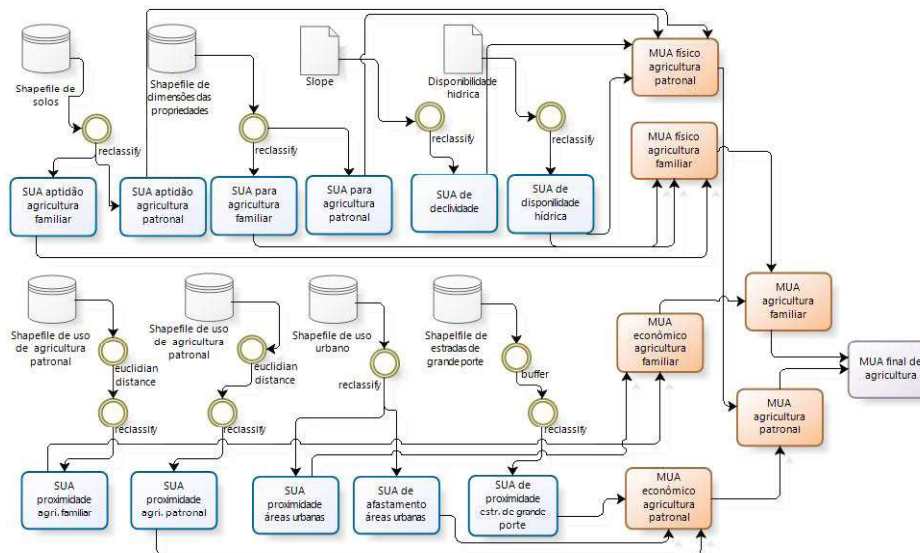


Fig. 3 - Fluxograma com as etapas e comandos no ArcGis utilizados para a geração das Single Utility Assignment (SUA) e Multiple Utility Assignment (MUA) para a categoria Agricultura

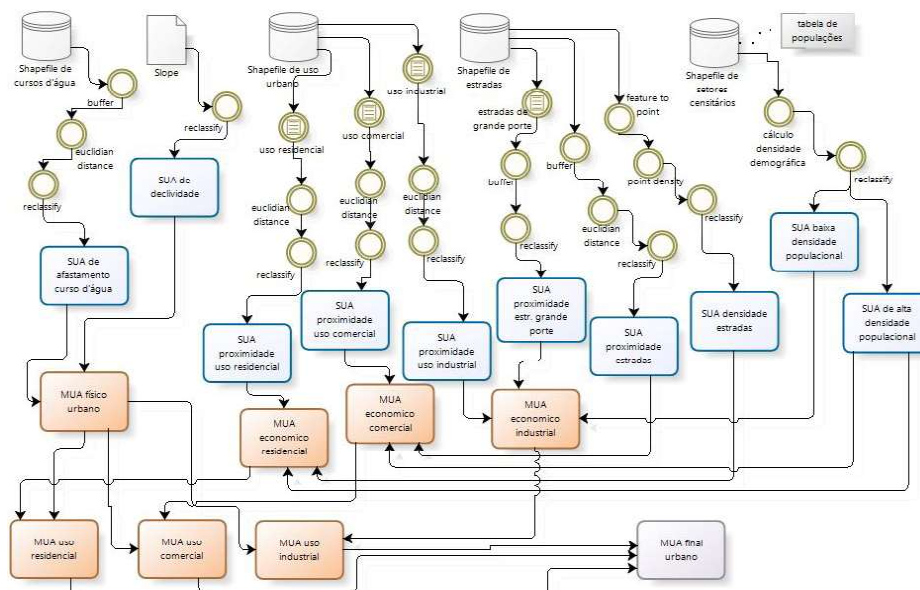


Fig. 4 - Fluxograma com as etapas e comandos no ArcGis utilizados para a geração das Single Utility Assignment (SUA) e Multiple Utility Assignment (MUA) para a categoria Urbano.

dos solos foi obtido por meio da interpretação de imagens de satélite em cinco categorias: pequenas propriedades (áreas urbanas), pequenas a médias propriedades (lotes rurais mais parcelados), médias propriedades (chácaras com loteamento intermediário), médias a grandes propriedades (áreas rurais com menor nível de parcelamento) e grandes propriedades (áreas rurais menos parceladas ou não parceladas) seguida de reclassificação na escala do modelo, por meio da análise de adequabilidade, conforme o tipo de agricultura.

No quesito econômico da categoria agricultura, foram levantados subobjetivos relacionados à proximidade das agriculturas já estabelecidas, à proximidade aos centros urbanos, sendo considerado mais adequado para a agricultura familiar áreas mais próximas e para a agricultura patronal áreas mais distantes dos centros urbanos devido as características de cada tipo de uso, e, no caso da agricultura patronal, subobjetivo relacionado à proximidade a estradas de grande porte (rodovias e estradas principais), prevendo a necessidade de escoamento da produção em larga escala (Figura 3). Os dados foram obtidos a partir da identificação por sensoriamento remoto, seguida de cálculo da distância euclidiana nos objetivos relacionados a proximidade, e reclassificação na escala do modelo na análise de adequabilidade.

Os objetivos das metas da categoria urbana foram estruturados da mesma forma que as metas da categoria agricultura (Figura 4). O objetivo de identificação de áreas fisicamente adequadas para cada uma das três metas definidas é composto por identificação de áreas adequadas para cada uso de acordo com a proximidade aos cursos d'água e com a declividade, sendo a adequabilidade da declividade mais restrita às classes menos acentuadas no caso das metas voltadas para o uso comercial e industrial devido a engenharia civil envolvida. O objetivo de identificação de áreas economicamente adequadas considerou a proximidade às estradas ou a densidade de estradas, a proximidade aos usos já existentes de cada meta e a densidade populacional. No caso da meta para uso residencial foi utilizado a densidade de estradas enquanto na meta comercial e industrial foi utilizada a proximidade com estradas ou estradas de grande porte somente, respectivamente. No âmbito

populacional foi considerado mais adequado áreas com grande densidade populacional para as metas de uso residencial e comercial e áreas de baixa densidade populacional para a meta de uso industrial.

Durante o processo de definição das metas, objetivos e subobjetivos foram considerados os dados pertinentes e disponíveis para o alcance de cada subobjetivo e/ou objetivo e, conseqüentemente, de cada meta proposta.

A análise da adequabilidade consiste na conversão dos dados de entrada de cada subobjetivo e/ou objetivo proposto em planos de informação matricial de adequabilidade (SUA ou MUA) para posterior integração e geração dos planos de informação de adequabilidade das metas. De acordo com o modelo LUCIS esses planos de informação devem variar de 1 a 9, sendo o valor 1 designado para áreas com baixa adequabilidade em relação ao objetivo e/ou subobjetivo proposto e o valor 9 designado para áreas com alta adequabilidade (CARR & ZWICK, 2007).

Os planos de informação matriciais dos objetivos e/ou subobjetivos foram gerados por meio da utilização das ferramentas disponíveis no *software Arcgis 10*®, que foram selecionadas e utilizadas de acordo com o objetivo e/ou subobjetivo proposto (figuras 2 a 4). Os resultados dos processamentos no formato matricial foram então reclassificados na escala do modelo, que varia de 1 a 9, sendo os dados qualitativos convertidos para escala proposta pelo modelo por meio do método *Analytical Hierarchy Process* (AHP), desenvolvido por Saaty (1980).

O AHP é baseado na comparação por pares, alocando valores de 1 (igualmente importante) a 9 (extremamente importante). Após a aplicação do método, os valores obtidos são então utilizados em uma equação de conversão (eq.1) para se obter o valor de adequabilidade do modelo, que varia de 1 a 9 (CARR & ZWICK, 2007).

$$AHP_{tv} = \frac{(VO - Min_{vo})x(Max_{nv} - Min_{nv})}{(Max_{vo} - Min_{vo})} + 1 \quad (1)$$

onde AHP_{tv} corresponde ao valor do AHP convertido na escala do modelo, VO corresponde ao somatório de todos os valores das classes

obtido pela matriz de comparação, Min_{vo} corresponde ao menor valor final para a classe obtido, Max_{vo} corresponde ao maior valor final para a classe obtido, Max_{nv} corresponde ao valor máximo da nova escala, ou seja 9, e Min_{nv} corresponde ao valor mínimo da nova escala, ou seja 1 (CARR & ZWICK, 2007).

Os planos de informação matricial de cada meta foram obtidos a partir dos SUAs e MUAS de seus objetivos propostos na etapa de planejamento do modelo, por meio da álgebra de mapas. O método AHP foi utilizado para determinar o peso a ser alocado para cada plano de informação a ser utilizado. No caso das metas que continham subobjetivos, esse mesmo procedimento foi utilizado para gerar o plano de informação do objetivo, e posteriormente gerar o plano de informação da meta.

Após a geração dos planos de informação de adequabilidade das metas propostas, foi elaborado o plano de informação de preferência das três categorias. Essa etapa do modelo prevê captar as preferências de ocupação do planejador para o território, entre, por exemplo, uma composição maior da paisagem para áreas residencial do que para áreas industriais.

Dessa forma, para a categoria conservação a meta de qualidade da água foi considerada igualmente importante à meta de biodiversidade tendo em vista a interdependência entre os dois recursos naturais para a manutenção do ecossistema. Na categoria agricultura, a meta de agricultura familiar foi considerada fortemente mais importante que a meta de agricultura patronal devido as proporções atuais dos tipos de agricultura observadas na região. Na categoria urbana, a meta voltada para uso residencial foi considerada moderadamente mais importante que a de uso comercial e fortemente mais importante que a de uso industrial, enquanto a meta de uso comercial foi considerada moderadamente mais importante que a de uso industrial.

O mapa de conflito foi então gerado a partir da sobreposição dos planos de informação das categorias normalizados por meio da ferramenta álgebra de mapas, e reclassificados em três classes: alta, média e baixa adequabilidade de acordo com as características de cada dado, permitindo a análise e espacialização das áreas mais propícias a conflitos por apresentarem mesmo nível de adequabilidade para duas ou

todas as categorias envolvidas, bem como das áreas mais propícias para determinada categoria de uso por apresentar maior adequabilidade que as demais categorias. Nessa etapa do processo são retiradas do modelo as áreas não passíveis de ocupação como as áreas urbanas já consolidadas e os rios e reservatórios.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentação dos resultados obtidos e da discussão das análises realizadas.

3.1 Categoria Conservação

Os resultados obtidos no âmbito da análise das adequabilidades para a Categoria Conservação corroboram com a importância dos recursos naturais da Bacia do Alto Rio Descoberto. No plano de informação final da categoria conservação foram identificadas como áreas de alta adequabilidade as destinadas aos corredores ecológicos e/ou áreas com altos valores de compacidade próximas às UCs e/ou cursos d'água. As demais regiões foram gradativamente alocadas como de média e de baixa adequabilidade devido a uma menor proximidade, menor compacidade dos fragmentos de vegetação e/ou de potencial de recarga (Figura 5A).

A meta "Identificação de áreas adequadas para a biodiversidade" agregou a informação dos três objetivos propostos, levando em consideração a proximidade com as unidades de conservação, a conectividade dessas unidades e os fragmentos remanescentes de vegetação. Esse plano de informação apresentou uma maior adequabilidade para os fragmentos de vegetação com maior relação área/perímetro nas proximidades das unidades de conservação existentes bem como nas porções destinadas aos corredores ecológicos (áreas mais escuras) (Figura 5B).

O objetivo "Proximidade às unidades de conservação", revelou uma alta porcentagem (59,8%) de área da bacia com alta adequabilidade devido a existências de três unidades de conservação na bacia, a saber, Floresta Nacional de Brasília, Reserva Biológica do Descoberto, Parque Estadual do Descoberto e à proximidade com o Parque Nacional de Brasília. A criação dessas UCs evidencia a importância e fragilidade do ecossistema da bacia, necessitando de uma

maior atenção quanto ao uso e ocupação do solo. A conservação e realização de práticas sustentáveis nas proximidades desses territórios é importante para diminuir os efeitos de borda bem como as possíveis pressões à biodiversidade (PÉRICO *et al.*, 2005). Nesse sentido, estudos sistemáticos da fauna existentes, seus comportamentos e rotas realizadas são relevantes para o refinamento desse objetivo.

O objetivo “Identificação de corredores ecológicos entre as UCs”, evidenciou quatro corredores de conexão entre as UCs, sendo dois corredores mais robustos que ligam áreas mais distantes na bacia, e dois menos robustos entre áreas mais próximas, totalizando 2,9% da bacia com alta adequabilidade (valores obtidos de 7 a 9) para corredores ecológicos. A instituição desses corredores ecológicos na região necessitaria de implementações de determinados programas e políticas a fim de que os proprietários das terras aderissem e mantivessem a porção de suas terras com uma vegetação que permitisse essas conexões entre as unidades de conservação.

O resultado obtido no objetivo “Identificação de remanescentes de vegetação nativa” em suas diversas fitofisionomias (campo, savana e floresta), revelou que somente 1,58% da bacia teria fragmentos com alta adequabilidade para a conservação por meio dos critérios estabelecidos de susceptibilidade aos efeitos de borda e compacidade. Esse dado revelou a alta fragmentação da paisagem por meio do uso e ocupação do solo na região, o que implica na capacidade de retenção de espécies e nutrientes, impactando a biodiversidade local (LIMA-RIBEIRO, 2008).

A segunda meta, voltada para os recursos hídricos, agregou dados dos objetivos “Proximidade aos recursos hídricos” e “Potencial de recarga”, sendo o primeiro objetivo considerado mais relevante devido às limitações de dados no estado de Goiás referente ao segundo objetivo. Dessa forma, o MUA dessa meta apresentou como áreas de maior adequabilidade as áreas mais próximas dos cursos d’água, potencializadas pela alta disponibilidade hídrica (áreas mais escuras) (Figura 5C).

Nesse sentido, o objetivo “Proximidade dos cursos d’água” agregou a importância das faixas verdes ao longo dos cursos d’água, sendo as áreas mais adequadas aquelas mais próximas dos rios e reservatórios, seguindo os parâmetros definidos para APP pela legislação ambiental.

Portanto, 33,78% da bacia foi identificado como de alta adequabilidade para este objetivo.

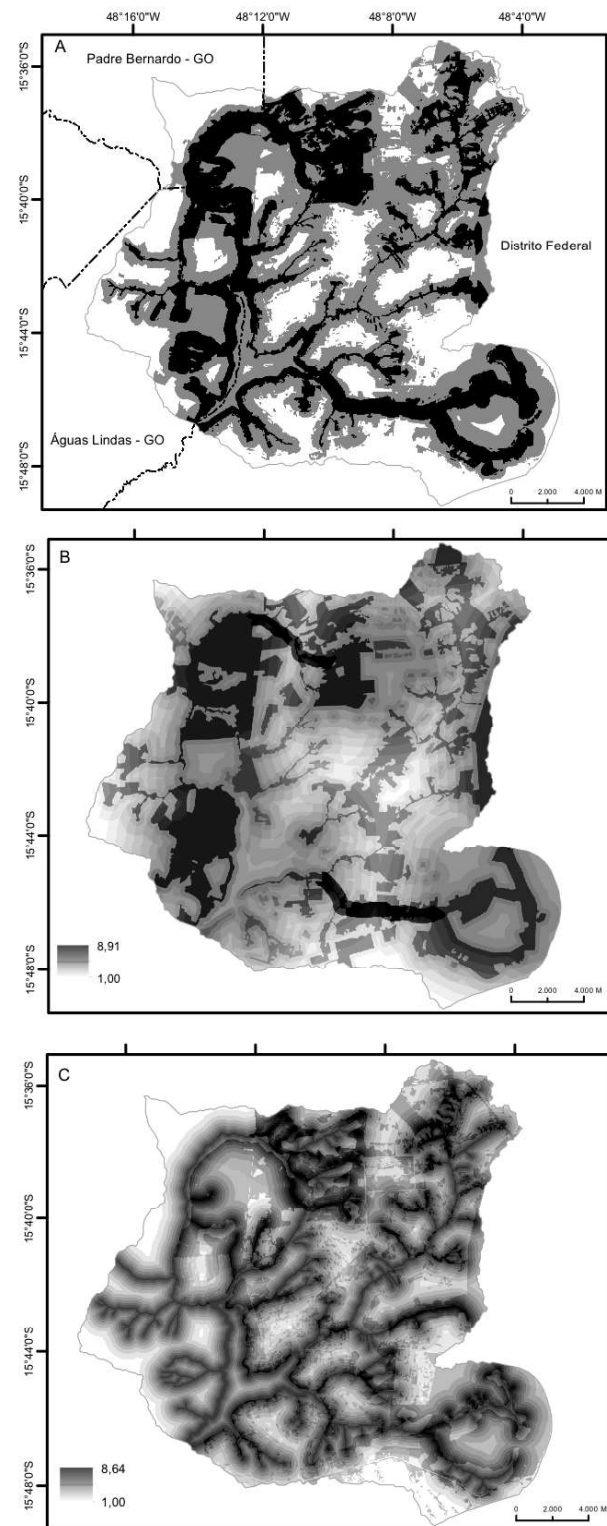


Fig. 5 - Planos de informação da categoria conservação. A - MUA de conservação. Onde: Preto: Alta adequabilidade, Cinza: média adequabilidade e Branco: baixa adequabilidade.; B - MUA de meta da biodiversidade; C - MUA de meta de manutenção dos Recursos Hídricos. Onde as áreas variam de branco, baixa adequabilidade, a preto, alta adequabilidade.

O estabelecimento de faixas verdes nas proximidades dos cursos d'água é importante para evitar assoreamento dos rios e reservatórios bem como de conter a ocupação nas proximidades a fim de se evitar a contaminação dos recursos hídricos (SCHIAVETTI & CAMARGO, 2002).

O segundo objetivo, “Potencial de recarga”, apresentou uma variação de 0 a 37,29% da precipitação, sendo as melhores zonas de recarga as áreas com solos profundos e baixa declividade (GONÇALVES *et al.*, 2009). As áreas consideradas com maior adequabilidade para o objetivo definido foram as áreas com potencial de recarga acima de 25%, sendo alocadas os valores de 7 a 9 da escala do modelo (alta adequabilidade).

3.2 Categoria Agricultura

A Categoria agricultura apresentou uma alta e média adequabilidade na maior parte da extensão da bacia. Tal identificação corrobora com as tendências de expansão agrícola e de ocupação do solo observadas na região. Tendo em vista que esse plano de informação leva em consideração as adequabilidades para a agricultura patronal e familiar, na região norte e sudeste da bacia houve uma atenuação da adequabilidade à meta devido à baixa adequabilidade para a agricultura familiar que possui maior peso. Contrariamente, em menor proporção, algumas áreas consideradas como de baixa ou média adequabilidade para a agricultura familiar foram aumentadas para alta adequabilidade devido o plano de informação da agricultura patronal (Figura 6A).

A meta “Identificação de áreas adequadas para a agricultura familiar” apresentou como resultado altas adequabilidades para esse tipo de uso nas áreas que combinavam valores de média a alta adequabilidade para os objetivos propostos, identificação de áreas fisicamente ou economicamente adequadas. As áreas com alta adequabilidade final para a meta predominam onde foram identificados altos valores de adequabilidade para os tipos de solo e/ou parcelamento das terras, podendo ser atenuadas pela disponibilidade hídrica da região. Essas áreas estão dispersas na bacia, porém são mais concentradas na porção central da bacia próximo ao Lago do Descoberto, bem como de rios. As regiões de baixa adequabilidades estão localizadas nas extremidades da bacia, próximas

as áreas urbanas (Figura 6B).

A segunda meta da categoria agricultura, “Identificação de áreas adequadas para a agricultura patronal”, identificou áreas de alta adequabilidade nas porções mais ao norte e sudeste da bacia, enquanto as áreas de baixa adequabilidade estão mais concentradas na porção central e sudoeste da bacia, que coincidem com a concentração da agricultura familiar e com a cidade de Águas Lindas de Goiás, respectivamente. O resultado final evidencia principalmente o componente físico da meta, por ter valores maiores na escala do modelo apesar de ter tido o mesmo peso do objetivo de cunho econômico para a meta final da agricultura patronal. Entretanto, os resultados do objetivo econômico atenuaram ou evidenciaram esses valores obtidos no objetivo físico da meta (Figura 6C).

O subobjetivo “Identificação de disponibilidade hídrica” apresentou um índice de 0 a 39,26% da bacia de acordo com a capacidade de retenção máxima do solo e os dados de pluviometria (GONÇALVES *et al.*, 2009). As áreas consideradas com maior adequabilidade são as com índice acima de 28% da precipitação, localizadas principalmente na porção norte da bacia e que correspondem a 11,24% do plano de informação desse subobjetivo.

O subobjetivo “Aptidão agrícola dos solos” considera o nível tecnológico a ser empregado, a intensidade do uso de acordo com o tipo de atividade e as limitações encontradas, como impedimentos à mecanização, deficiência de nutrientes, entre outros (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995). Na bacia foram encontrados solos com aptidão para lavoura (nível tecnológico B e C), pastagem natural, pastagem plantada e áreas sem aptidão destinadas à conservação (SPERA *et al.*, 2003). Devido as características a serem observadas dos sistemas produtivos em questão para a geração dos planos de informação das metas, foi obtido como resultado uma alta adequabilidade de 5,93% para a agricultura familiar, devido principalmente suas limitações tecnológicas, e de 32,31% para a agricultura patronal. Uma maior destinação dos solos para a agricultura patronal, oposta ao uso e ocupação observada na bacia, se deu pela classificação de adequabilidade dos solos para a lavoura com altos níveis tecnológicos.

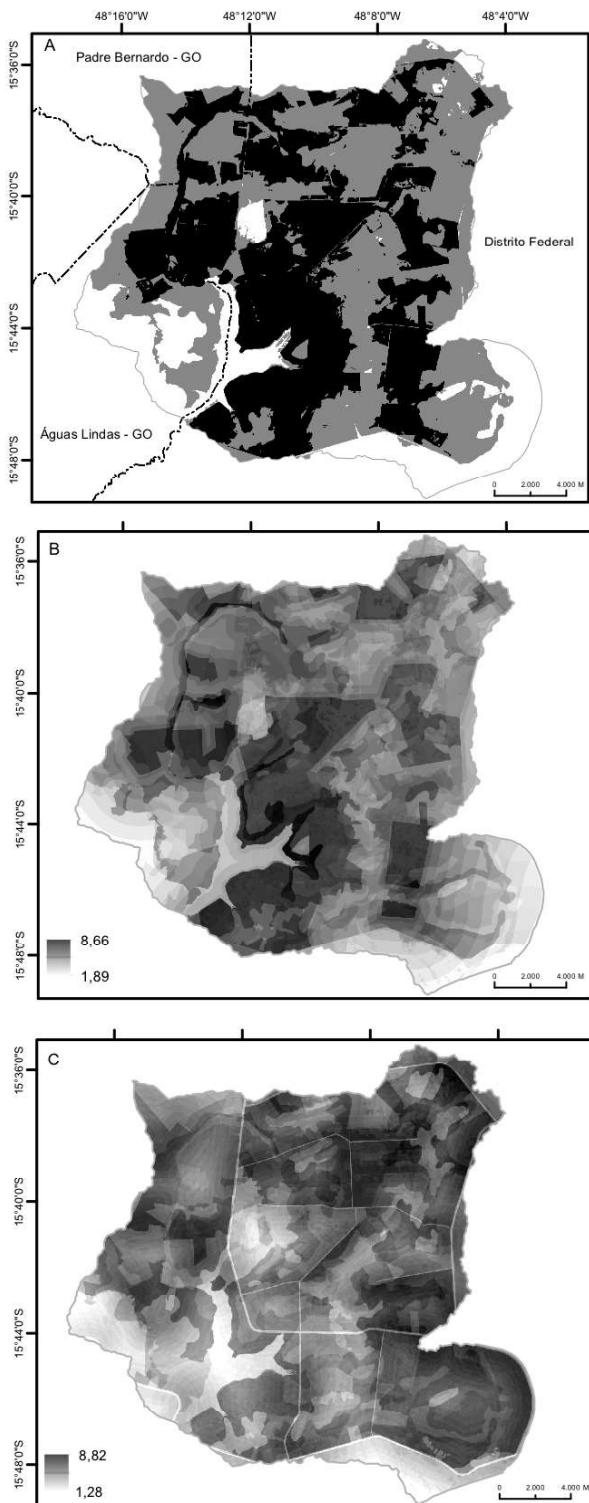


Fig. 6 - Planos de informação da categoria agricultura. A: MUA de agricultura. Onde: Preto: Alta adequabilidade. Cinza: média adequabilidade e Branco: baixa adequabilidade.; B: MUA de meta de agricultura patronal; C: MUA de meta de agricultura familiar. Onde as áreas variam de branco, baixa adequabilidade, a preto, alta adequabilidade.

A disposição espacial de cada tipo de agricultura observada foi levada em consideração

no subobjetivo “Proximidade aos usos atuais”. Devido a maior expressividade da agricultura familiar na bacia o plano de informação, 79,94% da bacia foi definido como de alta adequabilidade para a agricultura familiar, enquanto para agricultura patronal foi identificado 54,07% da bacia com alta adequabilidade.

A “Distância em relação aos centros urbanos” foi definido como um dos subobjetivos para identificação das áreas adequadas para os tipos de agricultura desenvolvidos. No âmbito da agricultura familiar foram consideradas como de alta adequabilidade as áreas mais próximas com valores acima da média de distância euclidiana obtidos, correspondendo a 61,81% da bacia. No caso da agricultura patronal foram consideradas como de alta adequabilidade as áreas mais distantes dos centros urbanos, correspondendo a 12,45% da bacia.

O subobjetivo “Identificação do parcelamento do solo” adequado para cada meta obteve como resultado 34,4% da bacia com alta adequabilidade para a agricultura familiar e 51,84% da bacia com alta adequabilidade para agricultura patronal. No âmbito desse subobjetivo foram consideradas como mais adequadas para a agricultura familiar áreas rurais mais loteadas, com lotes menores, e para a agricultura patronal áreas menos loteadas, e conseqüentemente com lotes de maiores dimensões. Apesar de ter sido obtido uma maior proporção de alta adequabilidade para a agricultura patronal, contrária a ocupação atual da bacia com maior expressividade da agricultura familiar, esses dados corroboram com os dados nacionais de que 84,4% dos produtores são agricultores familiares, porém utilizam somente 24,3% do território (IBGE, 2006).

Os subobjetivos voltados para “Identificação da declividade” mais adequada e da “Distância em relação as estradas de grande porte” foram agregados somente na meta de identificação de áreas adequadas para a agricultura patronal. Dessa forma foi obtido como resultado 82,13% da bacia com declividade considerada de alta adequabilidade para a agricultura patronal, abrangendo as classes plana e suave ondulada do IBGE. No âmbito da proximidade às estradas de grande porte, foi obtido 65,02% do plano de informação com alta adequabilidade, que correspondem às áreas mais próximas das estruturas viárias excetuando-se as estradas

propriamente ditas e as áreas *non aedificandi* de acordo com o Decreto 23.365/2006 (DISTRITO FEDERAL, 2006).

3.3 Categoria Urbano

No âmbito da Categoria urbano foi obtido como resultado um plano de informação (MUA) de alta adequabilidade nas áreas urbanas já consolidadas e proximidades, bem como em alguns pontos isolados, apontando possíveis novos focos de urbanização. Ademais, foi identificado como áreas de baixa adequabilidade áreas próximas aos cursos d'água assim como áreas com declividade mais acentuada, menos propícia para as obras de engenharia civil. Esse resultado foi obtido por meio da combinação dos planos de informação das metas propostas da categoria urbano (residencial, comercial e industrial), tendo maior expressividade a meta de uso residencial (Figura 7).

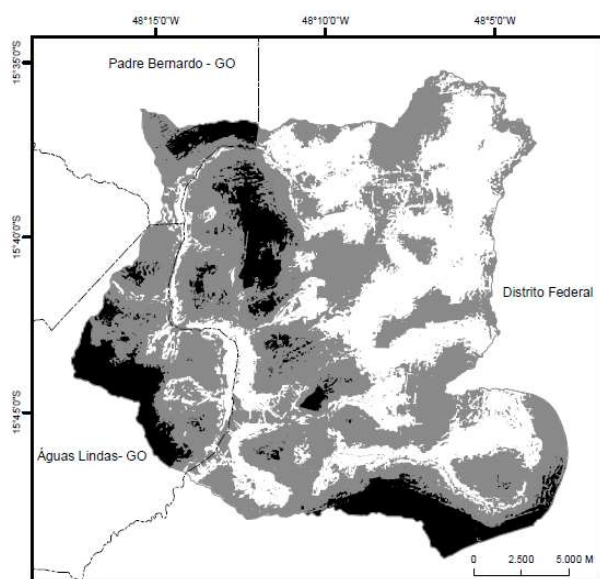


Fig. 7 - Plano de informação do MUA da categoria urbano. Preto: Alta adequabilidade, Cinza: média adequabilidade e Branco: baixa adequabilidade.

A meta “Identificação de áreas adequadas para o uso residencial” apresentou altas adequabilidades, principalmente, em áreas próximas do uso residencial existente na bacia, com baixos níveis de declividade no terreno em regiões mais distantes dos cursos d'água. Essas áreas abrangem predominantemente a parte oeste da bacia, enquanto as áreas de baixa adequabilidade estão localizadas mais no interior da bacia nas proximidades dos rios e

reservatórios (Figura 8A).

A segunda meta da categoria urbano, “Identificação de áreas adequadas para o uso comercial”, evidenciou a sobreposição do uso comercial com o uso residencial. O plano de informação dessa meta apresentou uma disposição espacial das adequabilidades similar ao da primeira meta, de uso residencial, entretanto diferencia-se na intensidade das adequabilidades apresentadas. (Figura 8B).

A terceira meta da categoria urbano, “Identificação de áreas adequadas para o uso industrial”, resultou em um plano de informação mais diferenciado das demais metas propostas. Foi identificado como áreas de alta adequabilidade as regiões mais próximas das estradas e rodovias com baixa densidade populacional, principalmente na área rural da bacia, bem como nas proximidades de áreas de uso industrial já existentes. As áreas de baixa adequabilidades foram destinadas às regiões próximas dos cursos d'água e/ou com maior declive assim como em áreas urbanas já consolidadas sem a existência atual de indústrias (Figura 8C).

As três metas propostas para a categoria urbano foram estruturadas em dois objetivos, um de cunho físico e um de cunho econômico, sendo que o de cunho físico apresenta os mesmos subobjetivos nas três metas. Entretanto, no subobjetivo referente à declividade houve uma distinção dos parâmetros adotados, obtendo-se 82,13% da bacia com alta adequabilidade para as metas de uso comercial e industrial, correspondendo às categorias plano e suave ondulado, e 99% da bacia com alta adequabilidade para a meta de uso residencial, que também inclui a categoria ondulada por ser considerada menos restritiva quanto a declividade. No caso do subobjetivo referente a distância euclidiana aos cursos d'água, foram consideradas as áreas mais distantes como mais adequadas à ocupação urbana. Dessa forma, foi identificado 31,20% da bacia como de alta adequabilidade.

O subobjetivo referente à malha viária da região, inserido no objetivo de identificação de áreas economicamente adequadas foram abordadas de diferentes formas nas metas propostas. No caso da meta de uso industrial foi utilizado como dado de entrada a distância euclidiana às estradas de grande porte, enquanto na meta de uso comercial foi levado em consideração

não somente as estradas de grande porte assim como as demais estradas mapeadas. Dessa forma, foram consideradas como mais adequadas as áreas mais próximas da malha viária excetuando-se as áreas *non aedificandi*, identificando 38,95% e 65% da bacia com alta adequabilidade para o subobjetivo proposto nas metas de uso industrial e comercial, respectivamente. No caso da meta de uso residencial foi utilizado a densidade de estradas, sendo considerado como áreas mais adequadas para a ocupação de uso residencial as regiões com maior densidade de estradas, resultando em 19,56% do plano de informação com alta adequabilidade.

Os subobjetivos referentes à densidade populacional foram consideradas de forma diferenciada entre as metas propostas. Dessa forma, foi considerado como mais adequado para as metas voltadas para o uso residencial e comercial, resultando em 5,38% do plano de informação (SUA). No caso da meta voltada para o uso industrial foi considerado como mais adequado as áreas com baixa densidade populacional, resultando em 89,65% do plano de informação, devido a predominância das áreas rurais menos populosas na região.

A proximidade com os usos urbanos residencial, comercial e industrial foram levados em consideração no subobjetivo de identificação de áreas próximas aos usos existentes de cada meta no âmbito do objetivo de cunho econômico. Devido as características observadas desses usos na bacia, foram identificadas 33,56% do plano de informação do uso residencial com alta adequabilidade, seguido de 33,38% do plano de informação para a meta de uso comercial com alta adequabilidade e 24,16% do plano de informação para a meta de uso industrial com alta adequabilidade.

3.4 Análise de Conflitos

A partir da obtenção dos planos de informação (MUAs) de conservação, agricultura e urbano foi realizada a análise de conflitos a fim de identificar áreas mais propícias a possíveis disputas entre as três categorias estudadas. Na primeira análise de conflitos foram excluídas do modelo as unidades de conservação de uso sustentável mais restritivas: FLONA do Descoberto, e as de proteção integral: Parque estadual do Descoberto e REBIO do Descoberto. Dessa forma obteve-se como resultado 44,04% do plano de informação da bacia com

algum tipo de conflito entre as categorias, podendo ser do tipo moderado quando ocorre entre somente duas das três categorias, ou intenso quando ocorre entre as três categorias; enquanto 55,96% do plano de informação apresentou uma maior adequabilidade para uma das três categorias.

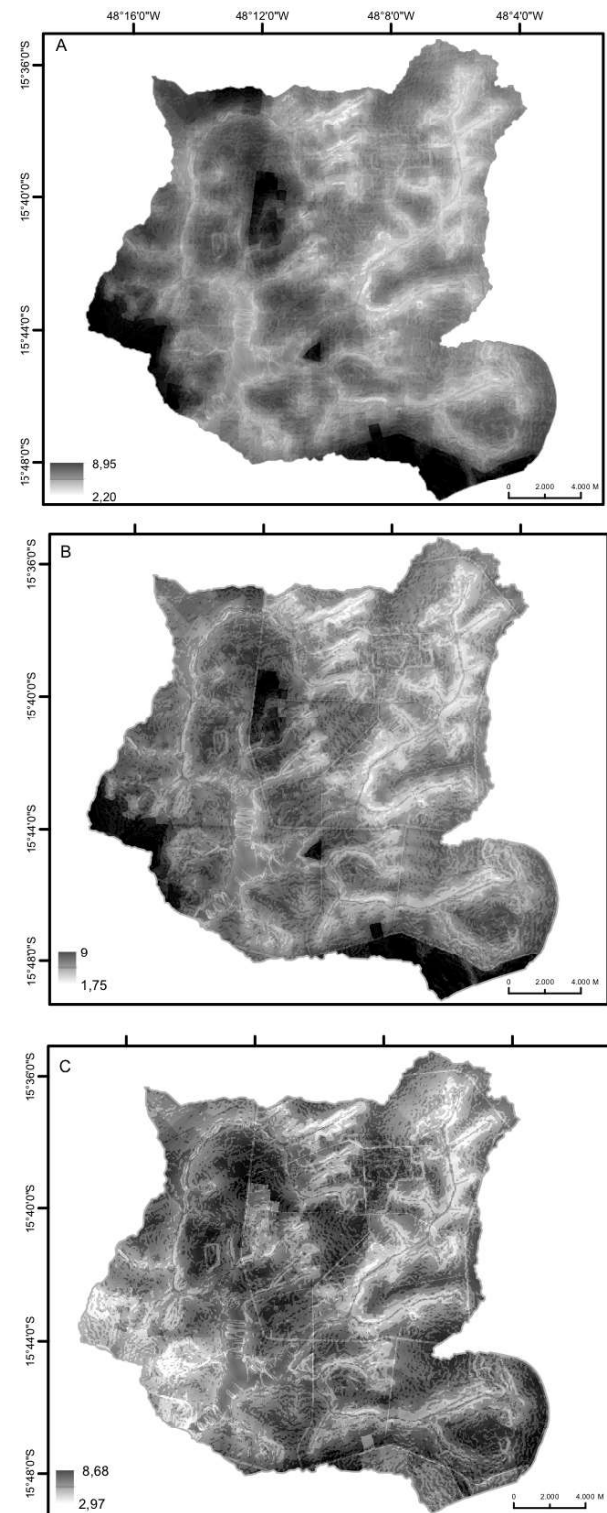


Fig. 8 - Plano de informação do MUA de uso urbano residencial (A), comercial (B) e industrial (C). Onde as áreas variam de branco, baixa adequabilidade, a preto, alta adequabilidade.

No âmbito das áreas sem conflito, a maior extensão territorial foi destinada à agricultura, 39,80% do plano de informação das áreas sem conflito, corroborando com a expansão agrícola observada na região ao longo dos anos. A categoria que obteve a segunda maior proporção do plano de informação foi a conservação com 12,59%, evidenciando a importância desses recursos naturais e as possíveis ameaças decorrentes de demais usos, como a agricultura. As áreas destinadas à conservação estão localizadas nas margens dos rios, e em porções do corredor ecológico delimitado no estudo. A terceira e última categoria, urbano, obteve 3,57% do plano de informação das áreas sem conflito, estando essas áreas localizadas principalmente próximas aos centros urbanos existentes, que apresentaram um alto parcelamento do solo por meio das análises de adequabilidades (Figura 9A).

Considerando as áreas em conflito, foi identificado que 7,50% dessas áreas estão em conflito intenso, enquanto 36,53% encontram-se em conflito moderado. No âmbito das áreas em conflito moderado, 24% dessas áreas compreendem conflitos entre as categorias agricultura e conservação, que estão especialmente localizadas próximas as unidades de conservação e aos cursos d'água, bem como em porções do corredor ecológico definido no âmbito do modelo. O segundo maior conflito identificado foi entre as categorias agricultura e urbano com 11,43%, que estão localizadas próximas aos centros urbanos e em áreas com maior densidade de estradas e parcelamento do solo. Por fim, foi identificado 1,10% das áreas em conflito entre as categorias conservação e urbano, localizadas em áreas próximas tanto às áreas urbanas quanto aos cursos d'água (Figura 9B).

Os resultados obtidos evidenciam uma sobreposição considerável entre as três categorias de uso (44,04%). Tais conflitos estão relacionados a grande densidade de corpos d'água e de áreas voltadas para a conservação da biodiversidade bem como da expansão agrícola e urbana da região. Considerando a importância dos recursos hídricos da região para o abastecimento de água do Distrito Federal algumas ações podem ser implementadas

visando a proteção dos recursos naturais. Nesse sentido nas áreas de intenso conflito observadas deveria haver uma contenção das expansões agrícolas e urbanas sobre os recursos naturais e/ou a implementação de práticas conservacionistas nas atividades agrícolas da região, principalmente nas áreas dispostas próximas às unidades de conservação, e das cidades de Águas Lindas de Goiás, Taguatinga e Ceilândia. No entanto as áreas de intenso conflito observadas nas proximidades da cidade de Brazlândia poderiam ser destinadas ao uso urbano, tomando medidas preventivas para que essa expansão não gere ameaças para a unidade de conservação próxima à cidade.

No âmbito dos conflitos moderados identificados, aqueles entre agricultura e uso urbano devem ser prioritariamente destinadas ao uso agrícola, com ações para prevenir o parcelamento do uso e para incentivar o uso de práticas agrícolas mais sustentáveis, com geração de mercado para produtos orgânicos na região, por exemplo. No caso dos conflitos entre conservação e agricultura ou conservação e urbano, o mais adequado seria a destinação à conservação, podendo ser implementados programas e políticas de promoção da conservação e do uso sustentável da vegetação nas propriedades rurais por meio da capacitação dos agricultores.

A segunda análise de conflitos consistiu em verificar os possíveis conflitos entre as três categorias no território das unidades de conservação, excluídas da primeira análise. Essa abordagem se deu devido às fortes pressões que esses territórios sofrem e ao histórico de uso e ocupação do solo existentes nessas regiões, sendo observadas atividades irregulares impulsionadas pelas ocupações agrícolas e urbanas. Dessa forma, a análise de conflitos para as áreas delimitadas da FLONA de Brasília, Parque estadual do Descoberto, REBIO do Descoberto e pequena parte do Parque Nacional de Brasília revelou que mais da metade (51,47%) desses territórios encontram-se em algum tipo de conflito entre as categorias. Enquanto as demais áreas (48,53%) foram identificadas como adequadas para uma categoria específica.

Nesse sentido, foi identificado como de intenso conflito 18,15% do plano de informação das regiões das UCs em conflito, sendo observadas principalmente nas glebas das FLONAS e no Parque estadual do Descoberto. As regiões restantes do plano de informação das áreas em conflito (33,32%) apresentaram conflitos moderados entre duas das categorias. O conflito que apresentou maior expressividade foi entre a categoria conservação e a categoria agricultura, com 22,53% das áreas em conflito, sendo predominantes na REBIO. O segundo maior conflito moderado foi entre as categorias conservação e urbano (7,16%), localizadas nas proximidades de Águas Lindas de Goiás, no Parque estadual e em uma das glebas da FLONA limítrofe à rodovia BR-040. Por último, foram identificados os conflitos entre as categorias agricultura e urbano (3,63% das áreas em conflito), com distribuição espacial dispersa ao longo dos territórios das UCs, exceto no Parque estadual (Figura 9C).

Entre as áreas sem conflito observadas na análise de conflitos, foi possível identificar uma maior proporção de adequabilidade para a categoria conservação, 32,82% das áreas sem conflito. A segunda maior adequabilidade identificada foi da categoria agricultura (12%), localizadas nas glebas da FLONA, principalmente na gleba localizada a oeste da bacia devido ao parcelamento mais intenso do solo. A adequabilidade menos expressiva foi destinada à categoria urbana, com 3,63% das áreas sem conflito, estando localizadas próximas à região norte de Brazlândia e de Águas Lindas de Goiás, bem como em uma das glebas da FLONA próximas à rodovia (Figura 9D).

A análise de conflitos nos territórios das unidades de conservação revelou que mais da metade dessas áreas possuem algum nível de disputa entre as categorias conservação, agricultura e urbana. Essas regiões identificadas como em conflito bem como as áreas sem conflitos que obtiveram uma maior adequabilidade para a agricultura ou urbano representam ameaças quanto à destinação legal do território para a conservação.

Apesar dos territórios dessas unidades de conservação não possuírem somente

remanescentes de cerrado devido ao histórico do uso e ocupação do solo anterior a instituição de tais unidades, nas análises realizadas os fragmentos de vegetação foram considerados relevantes para a conservação pela razão área/perímetro. A alta adequabilidade desses fragmentos à conservação evidencia e corrobora com a importância das unidades de conservação nos territórios para a conservação dos recursos naturais, podendo servir como barreira para a ocupação do solo (HASSLER, 2005).

Para que sejam reduzidas as pressões pela ocupação indevida desses territórios com vistas à plena execução de suas funções legais, são necessárias medidas mitigadoras que considerem a natureza da unidade de conservação. No caso das unidades de proteção integral (parque e REBIO) são necessárias medidas de fiscalização contra ocupações do território, bem como ações de recuperação em áreas degradadas; já nas unidades de uso sustentável (FLONA) são necessárias atividades de educação ambiental, implementação de projetos que beneficiem as comunidades como viveiros e sementeiras, e no caso da bacia do Alto Rio Descoberto, é também necessária a retirada dos *pinus* e eucaliptos, associada à sensibilização da população para que não haja ocupação irregular após a retirada dessa vegetação.

4. CONCLUSÃO

A análise de conflitos por meio do modelo LUCIS possibilitou a identificação de um percentual considerável de áreas da bacia do Alto Curso do Rio Descoberto em conflito entre as categorias conservação, agricultura e urbana. Tal análise permite auxiliar no planejamento, gestão e ordenamento do território na região devido a espacialização das possíveis disputas e tendências ocupacionais do território. Dessa forma, é possível planejar políticas públicas voltadas para essas áreas de conflito, tendo como objetivo no caso da Bacia do Alto Curso do Rio Descoberto, a conservação dos ecossistemas e dos recursos hídricos.

Dentre os conflitos observados na bacia, os de maior proporção identificados foram entre as categorias conservação e agricultura e entre as categorias agricultura e urbana. Esse resultado corrobora com demais estudos de que os recursos

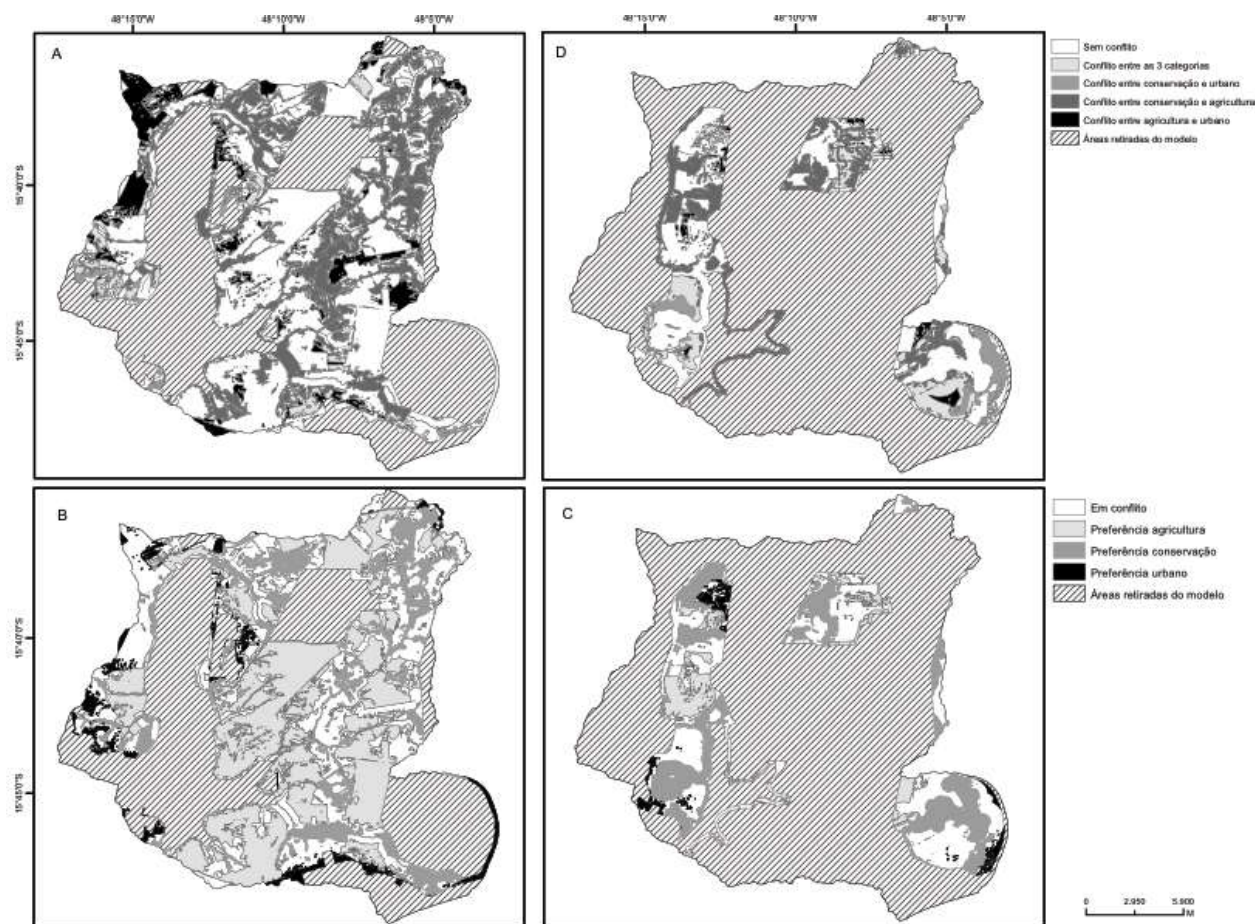


Fig. 9 - Plano de informação das áreas sem conflito (A) e das áreas em conflito (B) para as unidades de conservação da Bacia do alto Rio Descoberto. Plano de informação das áreas passíveis de ocupação sem conflito (C) e em conflito (D) para a Bacia do alto Rio Descoberto.

naturais da região vêm sofrendo pressões ao longo dos anos, tanto pela expansão agrícola como pela urbanização. No âmbito da análise de conflitos nas unidades de conservação o maior conflito observado foi entre as categorias conservação e agricultura devido ao histórico de uso e ocupação do solo prévio a criação dessas unidades de conservação e à falta de coibição do uso indevido do solo.

Nesse sentido é evidente a necessidade de implementação de políticas públicas e de um planejamento territorial eficaz para mitigar possíveis impactos ao maior reservatório de abastecimento de água do Distrito Federal. Dentre tais ações estão as atividades de educação ambiental, as de promoção do uso sustentável do solo, bem como o controle do parcelamento irregular do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao FINEP, ao CNPq e a FAP-DF pelo financiamento do Projeto

REMISA (rede 16) por intermédio da Rede Centro-Oeste. Ao laboratório de Sensoriamento Remoto e Análise Espacial (LSRAE) do IG/UnB pela disponibilização da infraestrutura. À ESRI, pela disponibilização do pacote de ferramentas que compõem a família *Arcgis 10*, por meio do contrato n° MLK 8733, e à IMAGEM pelo suporte tecnológico e pela viabilização do termo de uso entre a ESRI e o Instituto de Geociências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Lei Federal 9.433 de 8 de janeiro de 1997: Política Nacional de Recursos Hídricos.** Último acesso em janeiro de 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>.

BRASIL. **Lei Federal 9.985 de 18 de julho de 2000: Sistema Nacional de Unidade de Conservação.** Último acesso em janeiro de 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>.

- BRASIL. **Adequação Ambiental da Reserva Biológica e das Propriedades Rurais às Margens do Lago Descoberto**. Brasília – DF: Governo Federal, 2009. 87 p.
- BRASIL. **Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012: Código Florestal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Último acesso em janeiro de 2013.
- CARR, M. H.; & ZWICK, P. D. **Smart land-use analysis: The LUCIS model land use conflict identification strategy**. 1º ed. Redlands, California: ESRI press, 2007, 269 p.
- DISTRITO FEDERAL. **Decreto 27.365 de 01 de novembro de 2006: regula as faixas de domínio das rodovias do sistema rodoviário do Distrito Federal**. Último acesso em janeiro de 2013. Disponível em: <http://sider.der.df.gov.br/modelosterms/Leis/Dec_DF_27365.pdf>.
- FERRIGO, S.; MINITI, R.; ROIG, H.L.; KOIDE, S. Análise do Modelo SWAT na Simulação de Produção de Sedimentos quando Calibrado Unicamente para Vazão em uma Pequena Bacia Hidrográfica Rural. **Anais do X Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos**. Florianópolis- SC: 2012. 18 p.
- GONÇALVES, T. D.; ROIG, H. L.; CAMPOS, J. E. G. Sistema de Informação Geográfica como Ferramenta de Apoio à Outorga dos Recursos Hídricos Subterrâneos no Distrito Federal. **Revista brasileira de Geociências**, v. 39, n.1, p. 169–180, 2009.
- HASSLER, M. L. A Importância das Unidades de Conservação no Brasil. **Sociedade e Natureza**, v. 17, n. 33, p. 79–89, 2005.
- HERMANN, B. C.; RODRIGUES, E.; LIMA, A. A Paisagem como Condicionadora de Bordas de Fragmentos Florestais. **Florestas**, v. 35, n. 1, p. 13-22, 2005.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CENSO Agropecuário 2006: Agricultura Familiar**. Rio de Janeiro – RJ: 2006. 265 p.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro – RJ: 2007. 316 p.
- IBRASE, & COFECON. **O Distrito Federal e o Eixo Brasília-Anápolis-Goiânia em 2030**. Brasília – DF: 2012, 60 p.
- LIMA-RIBEIRO, M. D. S. Efeitos de borda sobre a vegetação e Estruturação Populacional em Fragmentos de Cerradão no Sudeste Goiano, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 2, p. 535-545, 2008.
- NUNES, J. F & ROIG, H. L. Análise do uso e ocupação do solo da Bacia do Alto do Descoberto DF/GO através de uma classificação automática baseada em lógica nebulosa. **Revista árvore**, v.39, n. 1, p. 25-36, 2015.
- PÉRICO, E., CEMIN, G., LIMA, D. F. B. DE, & REMPEL, C. Efeitos de Fragmentação de Hábitats sobre Comunidades Animais: Utilização de Sistemas de Informação Geográfica e de Métricas de Paisagem para a Seleção de Áreas Adequadas a Testes. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia – GO, 2005. p. 2339–2346.
- RAMALHO FILHO, A.; & BEEK, K. J. **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995. p. 65.
- REATTO, A.; MARTINS, É. S.; CARDOSO, E. A.; SPERA, S. T.; CARVALHO JR., O. A.; SILVA, A. V. DE, & FARIAS, M. F. R. **Levantamento de Reconhecimento de Solos de Alta Intensidade do Alto Curso do Rio Descoberto**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 56 p.
- RIBEIRO, J. F.; & WALTER, B. M. T. Bioma Cerrado. **Agência de Informação EMBRAPA**. Último acesso em janeiro de 2013. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_15_911200585232.html>.
- ROCHA, C. C.; SILVA, A. B.; NOLASCO, M. C.; & FRANCA-ROCHA, W. Modelagem de corredores Ecológicos em Ecossistemas Fragmentados Utilizando Processamento Digital de Imagens e Sistemas de Informações Georreferenciadas. **Anais XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis – SC, p. 3065 – 3072, 2007.
- SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**.

New York: McGraw-Hill, 1980. 287 p.

SCHIAVETTI, A.; & CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias hidrográficas: teorias e aplicações.** 1º Ed. Ilhéus-BA: Editus, 2002. 289 p.

SPERA, S. T.; REATTO, A.; MARTINS, E. S.; CARDOSO, E. A.; CARVALHO JR., O. A.; GUIMARÃES, R.; SILVA, A. V.; FARIAS, M. F. R. **Aptidão agrícola das Terras da bacia do Alto curso do Rio Descoberto. DF/GO**

escala de 1:100.000. Planaltina- DF: Embrapa Cerrados, 2003. p. 1-36

TAVEIRA, K.S., IANNIRUBERTO, M.; MENEZES, P.H.B.J.; ROIG, H. L. Análise multitemporal de dados topobatimétricos para avaliação do assoreamento do Reservatório do Descoberto (DF). **Anais do V Simpósio de Geofísica**, Porto Alegre. 6 p., 2012.

UNESCO. **Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço.** 2ª ed. Brasília: Unesco, 2002. p. 80