

Avaliação da adequabilidade do uso das terras da microbacia do ribeirão Extrema, DF

Jean de Jesus Novais¹
Marilusa Pinto Coelho Lacerda¹
Raul Roberto Poppiel¹
Manuel Pereira de Oliveira Júnior¹

¹ Universidade de Brasília – UnB
Caixa Postal 4.508 – CEP: 70.910-970 – Asa Norte – Brasília – DF, Brasil
jjnagron@gmail.com, marilusa@unb.br, raulpoppiel@gmail.com, manuelpojr@gmail.com

Abstract. The objective of this study was to evaluate the adequacy of land use in the watershed of Ribeirão Extrema, Distrito Federal (DF) based on the intersect between the land use and occupation map and the land suitability map of this watershed, through the use of geographic information systems and remote sensing. For this purpose, a planialtimetric and thematic database of the region was compiled. Furthermore, a Landsat8 – OLI orbital image was acquired on June 8, 2016. This image was submitted to R7G5B6 composition, from which samples of seven land use and occupation classes were extracted, through the MAXVER (maximum likelihood) algorithm, it was classified on ENVI software generating the land use map. After this product was evaluated in relation to the available (and generated in this work) cartographic data. The use map and the suitability map were submitted to cross-tabulated making the adequacy of land use on ArcGIS software. The application of geotechnologies allowed to identify that 62.33% of the agricultural activities occur in accordance with the agricultural land use capacity. However, 4.33% of the land with restricted agricultural potential used above their capacity, which is characterized by inadequate use must cause negative environmental impacts, especially in Permanent Preservation Areas. It was also identified that the predominant use in 2016 in the study area is related to agricultural activities (agriculture, exposed soil and mulch), with 50.38%. The application of the methodology was satisfactory, since it allowed the evaluation of the adequacy of the land use of the watershed.

Palavras-chave: geotechnology, maximum likelihood, watershed, geotecnologia, máxima verossimilhança, microbacia hidrográfica.

1. Introdução

Nos últimos anos, a preocupação com a sustentabilidade fez crescer a demanda de projetos, planos e estratégias que integrem os diferentes agentes físicos, econômicos e sociais, que reduzam os impactos sobre o meio ambiente. Nesse sentido, as geotecnologias assumem posição de destaque no que se refere ao desenvolvimento e planejamento de estudos ambientais, o que justifica sua aplicação em diferentes ramos da Ciência, inclusive envolvendo os aspectos agroambientais (Lago et al., 2012).

O conhecimento acerca do uso e ocupação das terras pode auxiliar no planejamento socioeconômico e ambiental de uma determinada região. Estudos de Lillesand e Kiefer (2000) relatam que o uso de tecnologias de Sensoriamento Remoto (SR), associadas a Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tem proporcionado a identificação de terras potencialmente produtivas ou as mais susceptíveis à degradação ambiental.

Jensen (2009) destacou que dados de sensores orbitais retratam as respostas espectrais dos alvos na superfície da terra. Nesse contexto, Lillesand e Kiefer (2000) destacaram que o sensor OLI à bordo do satélite Landsat8 (LS8-OLI) permite a composição de bandas espectrais que realçam os alvos de interesse de determinada área, onde a composição colorida R7G5B6 (Swir II, Nir, Swir II), destaca as feições de solo exposto e vegetação permitindo uma análise mais precisa de suas respostas espectrais nas imagens orbitais.

Segundo Jensen (2009), as técnicas de classificação automatizada de imagens permitem a elaboração de mapas temáticos onde as feições dispostas na superfície são generalizadas segundo seus parâmetros comuns, atribuindo-se a cada pixel uma determinada classe ou

categoria predefinida. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi demonstrar a aplicação de SIG e SR para a análise e avaliação da adequabilidade do uso das terras na microbacia do ribeirão Extrema, Distrito Federal (DF), a partir da avaliação de diferentes classes de uso e ocupação das suas terras com a aptidão agrícola das terras, geomorfologia, solos, altitude e declividade.

1. Metodologia

2.1 Caracterização da área

Integrante da bacia do rio São Francisco, a bacia do rio Preto compreende a subunidade hidrográfica do Ribeirão Extrema (Figura 1). Com pouco mais de 25 mil hectares, esta microbacia localiza-se na porção leste do DF delimitada pelas coordenadas UTM zona 23S: 225.547 m, 8.265.080 m e 246.189 m 8.243.663 m.

Dados da CODEPLAN (1991) apontam que essa área possui Clima Tropical Aw, Tropical de Altitude Cwa e Cwb contidos na classificação climática de Köppen. A precipitação média anual é da ordem de 1.300 mm, irregularmente distribuídas ao longo do ano.

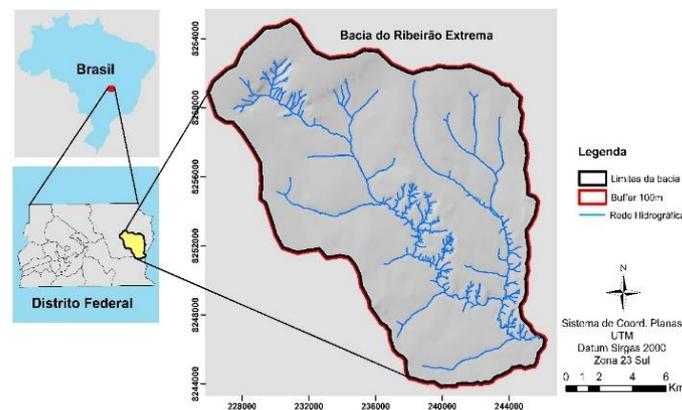


Figura 1. Localização da microbacia do Ribeirão Extrema, DF.

2.3 Aquisição da imagem Landsat 8-OLI

No estudo referente ao uso e à adequabilidade do uso das terras da microbacia do Ribeirão Extrema, foi utilizada uma cena de imagem do sensor multiespectral OLI (*Operation Land Imager*) do satélite Landsat 8 (LS8), datada em 08 de junho de 2016, posicionada sobre a órbita/ponto 221/71, com resolução espacial de 30 metros. O sensor OLI obtém imagens com 7 bandas multiespectrais no VIS-NIR-SWIR, com resolução espacial de 30 m, além de uma banda pancromática de 15 metros de resolução espacial de 15 m na faixa de 0,50 a 0,68 μm . As imagens para o estudo foram adquiridas a partir da plataforma eletrônica *Earth Explorer* do site da *United States Geological Survey* – USDA disponível em Estados Unidos (2016).

2.3 Processamento digital da imagem obtida

O programa ENVI na versão 5.2, foi usado para o tratamento da imagem digital onde foram realizadas as seguintes etapas de processamentos: 1 – Correção geométrica da imagem LS8-OLI na função registro, utilizando-se o modelo polinomial de primeiro grau e o método de amostragem do vizinho mais próximo; 2 – Checagem do georreferenciamento a partir do mapa hidrográfico do DF; reprojeção para o sistema de coordenadas planas UTM zona 23S no *Datum* Sirgas 2000; e 3 – Correção radiométrica e atmosférica aplicadas em cada uma das bandas (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) da imagem. Para isso, o algoritmo *FLAASH* foi executado para transformações de radiância em reflectância. Após essa etapa, as bandas foram submetidas a composições coloridas em RGB com as bandas 756 (*SWIR II*, *NIR*, *SWIR I*).

2.5 Procedimento em ambiente SIG

Para a geração do banco de dados digitais, os dados disponíveis tais como: cartas planialtimétricas do Distrito Federal (DF), em escala 1:10.000, elaboradas pela Companhia de Desenvolvimento do Planalto – CODEPLAN (1991); mapas temáticos de solos e aptidão agrícola das terras do DF organizado pela Embrapa (1978) e mapa geomorfológico do DF produzido pela CODEPLAN (1984), foram indexados no programa ArcGIS® 10.3. Onde a área da microbacia do ribeirão Extrema foi delimitada gerando um arquivo vetorial poligonal, tendo-se como base curvas de nível e hidrografia extraídas das cartas planialtimétricas do DF. Ao longo do limite da área de estudo foi gerado um *buffer* de 100 m, a fim de estabelecer uma área adicional aos limites da microbacia para facilitar operações em arquivos matriciais. A partir de arquivos vetoriais extraídos da base planialtimétrica, de pontos cotados, hidrografia e curvas de nível do DF, foi elaborado o MDT (Modelo Digital do Terreno) da microbacia de estudo. Como subprodutos, foram gerados a partir do MDT, o mapa de classes hisométricas (altitudes) e o mapa de classes de declividade.

Os mapas temáticos foram devidamente recortados pela área da microbacia estudada, estabelecendo-se os mapas de solos, aptidão agrícola e geomorfologia da microbacia do ribeirão Extrema. O mapa de solos teve sua legenda reclassificada para o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo - SiBCS organizado pela Embrapa (2014), com atribuição das cores das classes de acordo com as normas do SiBCS, para a representação em mapas de classes de solo. O mapa de aptidão agrícola da microbacia do ribeirão Extrema foi elaborado pela metodologia proposta por Ramalho Filho e Beek (1995) mediante o Sistema de Classificação de Aptidão para Uso Agrícola das Terras no Brasil.

2.5 Classificação do uso das terras da microbacia do ribeirão Extrema, DF

No programa ENVI 5.2, a imagem obtida, previamente recortada por meio de geração e aplicação de máscara, pelo vetor gerado do limite da microbacia, foi submetida à composição, colorida com a seguinte configuração: 7R, 5G, 6B. Posteriormente, após análise visual, foram estabelecidas as seguintes classes de uso e ocupação: **1 – Agricultura (A)**: Atividades agrícolas de ciclo anual ou perene; **2 – Solo Exposto (SE)**: áreas destinadas à agricultura sem cobertura vegetal viva ou morta; **3 – Solo Palhada (SP)**: áreas destinadas à agricultura com cobertura vegetal morta (palhada); **4 – Mata de Galeria (MG)**: Vegetação nativa densa com tons mais escuros disposta às margens de corpos d'água; **5 – Cerrado (C)**: Vegetação nativa constituídas de fitofisionomias do cerrado; **6 – Reflorestamento (R)**: Áreas caracterizadas pela geometria padronizada constituída geralmente por espécies de eucalipto e pinus; e **7 – Recursos Hídricos (RH)**: caracterizados por lagos naturais e pequenas represas ao longo dos cursos dos tributários.

Para a classificação supervisionada mediante a aplicação do algoritmo MAXVER (máxima verossimilhança) da imagem, foram coletadas amostras, com aproximadamente 300 pixels (*pictures elements*) de cada classe de uso e ocupação, por meio de *ROIs* (*regions of interest*) resultando no mapa de uso e ocupação das terras da microbacia do ribeirão Extrema, DF, em arquivo matricial. O arquivo matricial foi convertido em arquivo vetorial e exportado no formato *shapefile* para o ArcGIS.

2.6 Avaliação da adequabilidade do uso e ocupação das terras da microbacia do ribeirão Extrema, DF

Para a avaliação da adequabilidade do uso agrícola das terras da microbacia em pauta, foi realizado o cruzamento do mapa de uso e ocupação das terras com o de aptidão agrícola, ambos em formato matricial, por meio da ferramenta *raster calculation* no programa ArcGIS. Estabeleceu-se quatro classes de adequabilidade do uso das terras: preservação da cobertura natural, uso agrícola abaixo do potencial das terras, e uso agrícola acima do potencial agrícola das terras e uso adequado das terras. Em seguida, as classes de adequabilidade do uso foram quantificadas mediante tabulação cruzada no ArcGIS.

Para avaliação do uso das terras da área estudada em relação às normas ambientais, foram editados arquivos vetoriais delimitando as Áreas de Preservação Permanente (APPs), As nascentes e os cursos d'água tiveram suas APPs delimitadas por distâncias de 100 e 30 m, respectivamente.

3. Resultados e discussão

A distribuição dos solos da microbacia estudada caracteriza-se pela predominância de Latossolos Vermelhos com 76% da área total (Figura 2a) com aptidão agrícola 2(b)c (Figura 2b), correspondendo, segundo Embrapa (1978), às terras com aptidão regular para lavoura no nível de manejo C, restrita no nível de manejo B, e inapta no nível de manejo A. A classe CAMBISSOLO HÁPLICO (Figura 2a) coincidiram em grande parte pelas classes de aptidão 5n (Figura 2b), devido baixa capacidade de uso agrícola que esses solos influenciada, principalmente, pela declividade e a baixa fertilidade.

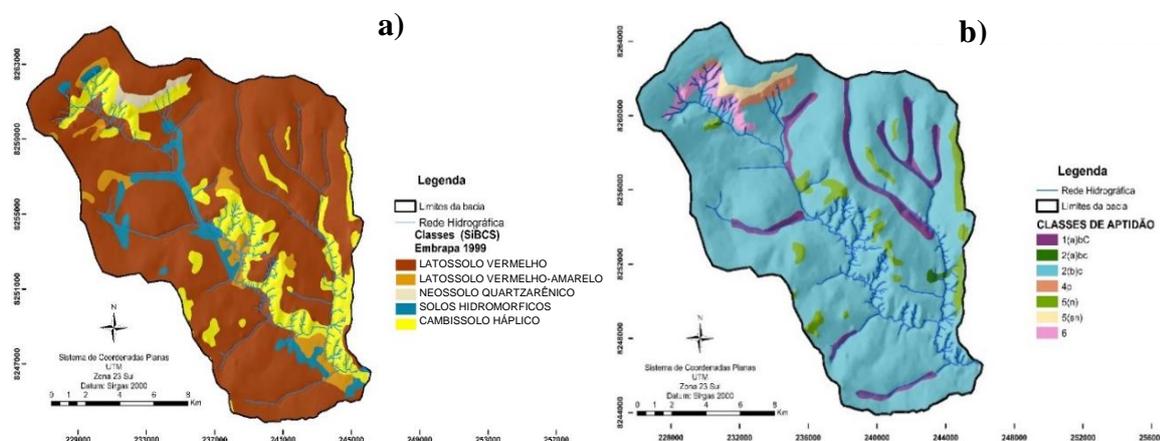


Figura 2. (a) Mapa de solos e (b) Mapa de aptidão agrícola das terras da área de estudo.

As classes hipsométricas (Figura 3a) revelam que as altitudes estão distribuídas entre 845 e 1.150m, onde as classes de altitude, entre 950 a 1150m, representam 41% da superfície geomorfológica denominada Pediplano de Brasília (950 – 1200m) da área, e 46% estão alocadas sobre a área correspondente a superfície de Depressões Interplanalticas, Pediplanos e Planalto Dissecado do Alto Maranhão, entre as altitudes 845 a 950m. As classes hipsométricas, quando agrupadas apresentaram uma concordância como o mapa da geomorfologia local (Figura 3b). Não foram detectadas na área, superfície geomorfológica Planícies Aluviais Alveolares, pois o levantamento realizado pela CODEPLAN (1984), estas ocorrem em altitudes abaixo dos 800m.

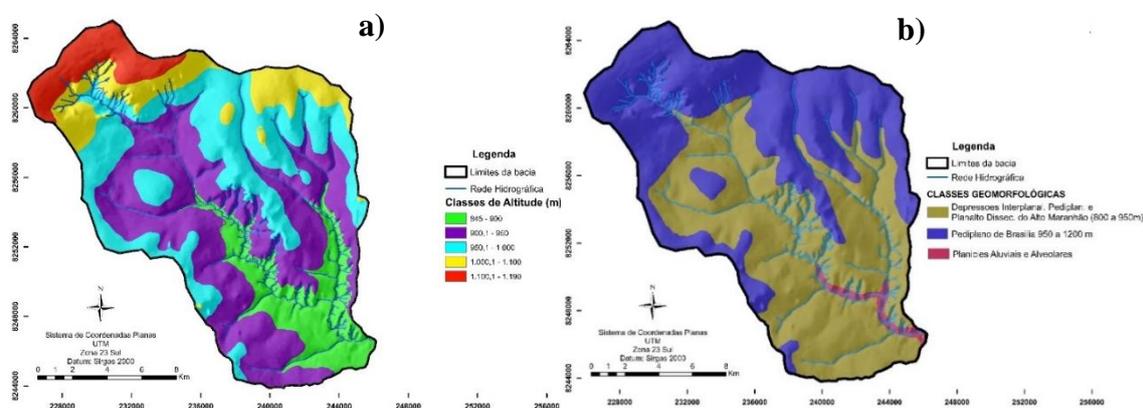


Figura 3. a) Mapa de classes hipsométricas e b) Mapa geomorfológico da área de estudo.

Entre as APPs, foram identificadas 93 nascentes totalizando 278 ha (Figura 4b), localizadas nas cabeceiras dos cursos d'água, concentrando a sua distribuição entre 1.100 e 950 m de altitude onde a mudança abrupta da geomorfologia intercepta o lençol freático se concentrando nas classes de declividade ondulado a montanhoso (Figura 4a). As APPs ao longo dos cursos d'água totalizaram 1.130 ha. A bacia do ribeirão Extrema compreende muitas propriedades rurais com atividades agropecuárias diversificadas detentoras, em seus limites territoriais, das principais nascentes, além de rodovias e estradas vicinais do DF, com as APPs sob forte pressão antrópica. Esses fatores expõem essas áreas à uma maior susceptibilidade à impactos ambientais como poluição e assoreamento dos solos ainda que protegidas por leis de preservação ambiental.

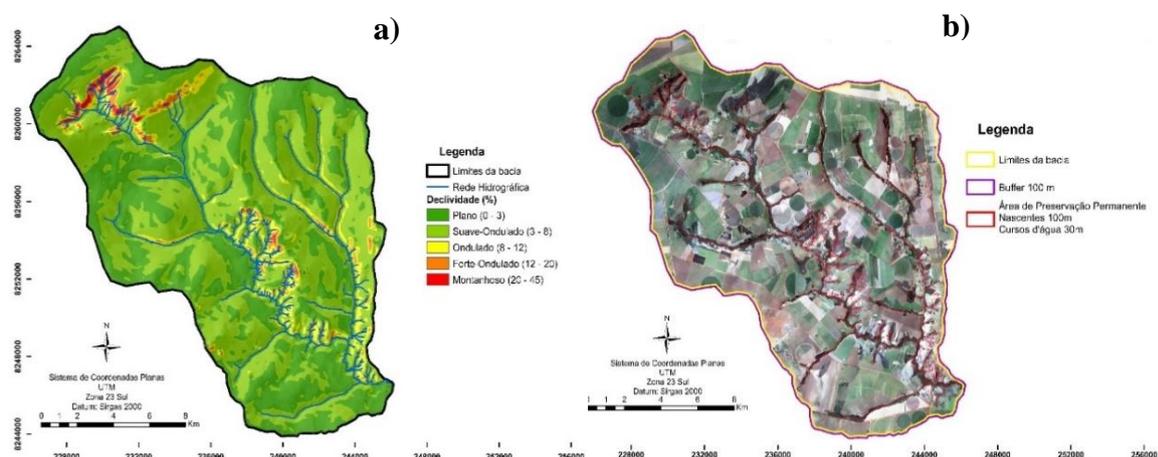


Figura 4. **a)** Mapa de classes de declividade e **b)** Imagem Fusionada (PAN+VIS) LandSat8-OLI indicando Áreas de Proteção Permanente - APP.

A quantificação das classes de uso e ocupação das terras na microbacia avaliada (Tabela 1) aponta para a predominância de atividades agrícolas, aqui representadas pelas classes de uso e ocupação agricultura com 50,38%, Palhada com pouco mais de 1.000 ha e, boa parte do solo exposto, identificáveis por suas disposições justapostas e em formas geométricas.

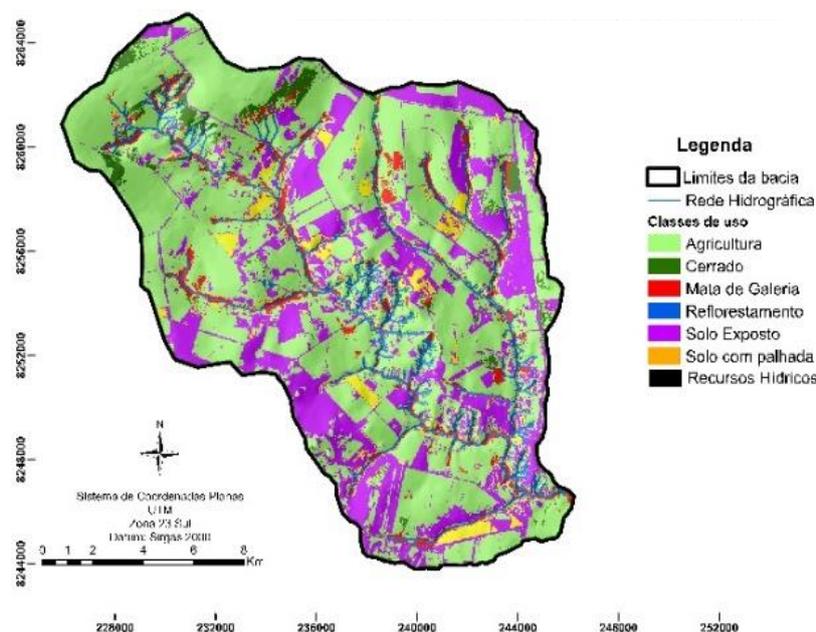
Tabela 1. Quantificação das classes de uso e ocupação das terras da microbacia do ribeirão Extrema, DF, em 2016.

Uso	Área (ha)	Área %
Agricultura	12.781,74	50,38
Cerrado	3.135,81	12,36
Mata de Galeria	2.095,62	8,26
Solo Exposto	6.203,13	24,45
Reflorestamento	114,17	0,45
Solo com Palhada	1.017,36	4,01
Recursos Hídricos	22,83	0,09
TOTAL	25.370,66	100,00

Os resultados obtidos a partir da geração do mapa de uso e ocupação das terras (Figura 5) mostraram dificuldades de individualização das classes de agricultura e matas galerias. Segundo Lillesand e Kiefer (2000), essa confusão é relativamente normal, em função do comportamento espectral bastante semelhante destes alvos. Resultados semelhantes foram encontrados por Lago et al. (2012). A Unesco (2002) realizou a caracterização temporal da

vegetação no DF e considerou o algoritmo MAXVER como o algoritmo com melhor resultado na classificação de imagens *Landsat* para estudos de uso e ocupação das terras.

Figura 5. Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do ribeirão Extrema, DF em 2016.



Ao avaliar os dados obtidos pela tabulação cruzada (Tabela 2) proveniente da sobreposição dos mapas de aptidão e de uso, pode-se verificar que 62,33% das terras da microbacia de estudo foram classificadas como áreas adequadas ao uso agrícola (Agricultura, Solo Exposto e Palhada), com a contribuição principal na classe de aptidão 2(a)bc. Com 46,06% de Agricultura e 19,80% de Solo Exposto. De acordo com Ramalho Filho e Beek (1995), o principal fator limitante dessas terras na região do cerrado é a deficiência de fertilidade, que pode ser resolvido com correção e fertilização do solo. Observa-se também, que estão sendo utilizadas terras abaixo do seu potencial agrícola (12,63% da área de estudo), com a ocupação principal de Cerrado e Mata de Galeria na classe de aptidão 2(ab)c (5,46%), isto é, em áreas com aptidão para lavouras, que atualmente estão preservadas por Cerrado e Mata de Galeria.

Tabela 2. Quantificação das classes de uso em relação às classes de aptidão agrícola da microbacia do ribeirão Extrema, DF, em 2016.

Classe de Aptidão	Classes de uso ocupação em junho de 2006							Total %
	A	C	MG	SE	R	P	CH	
1(a)bc	1,67	0,43	2,07	1,08	0,00	0,18	0,04	5,47
2(a)bc	46,06	10,66	5,46	19,80	0,45	3,60	0,05	86,08
2(b)c	0,01	0,18	0,12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,32
4p	0,18	0,19	0,14	0,46	0,00	0,00	0,00	0,97
5(n)	1,64	0,49	0,15	1,47	0,00	0,22	0,00	3,97
5(sn)	0,58	0,20	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,97
6	0,24	0,21	0,32	1,44	0,00	0,01	0,00	2,22
Total %	50,38	12,36	8,26	24,45	0,45	4,01	0,09	100,00

A = Agricultura; C = Cerrado; MG = Mata Galeria; SE = Solo Exposto; R = Reflorestamento; P = Palhada; CH = Corpos Hídricos.

O cruzamento do mapa de aptidão agrícola das terras (figura 2b) e o mapa de uso e ocupação das terras de 2016, gerado neste trabalho (figura 5a), gerou o mapa de adequabilidade do uso e ocupação das terras da área de estudo (Figura 5b). Além dos respectivos valores das áreas ocupadas pelas classes de uso definidas neste trabalho em relação à classe de aptidão agrícola das terras correspondentes. Esta metodologia tem sido utilizada com êxito por vários autores, entre eles, pode-se citar Silva et al. (2009), Chaves et al. (2010) e Lago et al. (2012) que apresentaram bons resultados na avaliação da adequabilidade do uso e ocupação das terras das regiões estudadas.

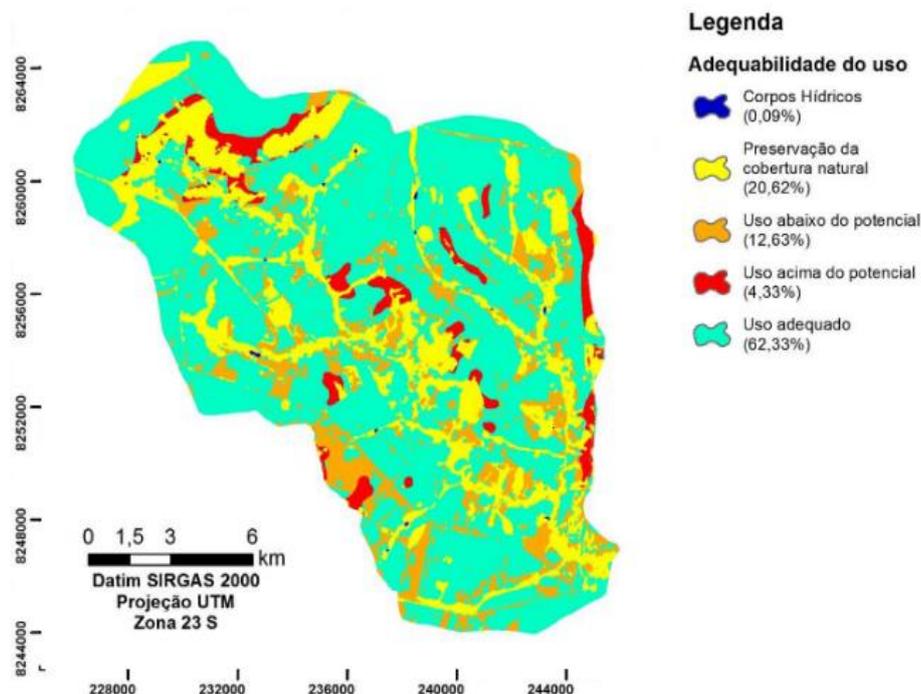


Figura 6. Mapa de adequabilidade do uso e ocupação das terras da área de estudo.

A falta de adequação quanto ao uso dessas áreas deve-se, principalmente, a atividades de agricultura e pastagens plantadas em áreas com aptidão agrícola para silvicultura natural, gerando assim, um uso totalmente inadequado, comprometendo o uso sustentável dessas áreas, proporcionando degradação e, conseqüentemente, danos ao ambiente. Por outro lado, 20,62% da área encontra-se com a cobertura natural preservada. Não obstante, 4,6% da área referente ao nível de manejo 6, destinado a reservas ambientais, portanto impróprias para quaisquer atividades agrícolas, de acordo com Ramalho Filho e Beek (1995), estão utilizadas com Agricultura (A), o que configura um uso inadequado e irracional, muito acima do potencial de aptidão das terras, onde as restrições estão associadas, principalmente às classes de declividades forte onduladas a montanhosas.

4. Conclusões

- A utilização da técnica de classificação digital de imagens utilizando o algoritmo MAXVER para a elaboração do mapa de uso e ocupação das terras apresentou uma eficácia satisfatória para este trabalho, porém se faz necessário a validação dos mapas gerados.

- A classe de uso e ocupação das terras predominante no ano de 2016 na área de estudo foi agricultura, com 50,38%.

- A avaliação da adequabilidade do uso e ocupação das terras da microbacia do Ribeirão Extrema permitiu constatar que 62,33% da área de estudo estão com suas terras utilizadas de forma adequada em relação ao Sistema Brasileiro de Aptidão Agrícola.

- A maior parte do uso das terras na área de estudo estão adequadas em relação à aptidão agrícola. Entretanto, é importante monitorar as áreas de usos considerados inadequados. As áreas APPs estão sendo invadidas pelas atividades agrícolas, desrespeitando as normas ambientais.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão das bolsas e à Professora Dr^a. Marilusa Pinto Coelho Lacerda pela orientação e disponibilização do Laboratório de Geoprocessamento da FAV/UnB (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília).

6. Referências

Chaves, A. A. A.; Lacerda, M. P. C.; Kato, E.; Goedert, W. J.; Ramos, M. L. G. Uso das terras da parte norte da bacia do rio descoberto, distrito federal, brasil. **Bragantia**, campinas, v. 69, n. 3, p. 711-718, 2010.

CODEPLAN - Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Cartas planialtimétricas em formato vetorial, na escala 1:25.000 e 10.000, sistema cartografico do Distrito Federal - SICAD, com informações sobre sistema viário, hidrografia, hipsometria e áreas urbanas**. Brasília, DF: CODEPLAN, 1991.

CODEPLAN. **Atlas do Distrito Federal**. v. I. Brasília: CODEPLAN, 1984.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal**. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1978.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa-CNPS, 2014.

Estados Unidos. United States Geological Survey. Earth Explorer. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em: junho de 2016.

Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

Lago, W. N. M.; Lacerda, M. P. C.; Neumann; M. R. B.; Borges, T. D. Ocupação e adequação do uso das terras na microbacia do Ribeirão Extrema, Distrito Federal – Parte I, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.16, n.3, p.289–296, 2012.

Lillesand, T.; Kiefer, R. **Remote sensing and image interpretation**. New York: John Wiley & Sons. 2000, 724p.

Ramalho Filho, A.; Beek, K. J. **Sistema de Aptidão Agrícola das Terras**. 3^a ed. Revisada, Rio de Janeiro: Embrapa – CNPS, 1995. 65 p.

Silva, M. T. G.; Lacerda, M. P. C.; Chaves, A. A. A. Geotecnologia aplicada na avaliação do uso das terras da microbacia do Ribeirão João Leite, Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 4, p. 330-337, 2009.

Unesco - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Vegetação do Distrito Federal: tempo e espaço**. Brasília: Editora UNESCO Brasil, 2^a edição, 2002. 80 p.