

Uso do sensor CBERS para o monitoramento da cobertura do solo do município de Águas Lindas de Goiás

ANTONIO FELIPE COUTO JÚNIOR¹
JOSÉ IMAÑA ENCINAS¹
OSMAR ABÍLIO DE CARVALHO JÚNIOR¹
EDER DE SOUZA MARTINS²

¹ Universidade de Brasília - UNB
Caixa Postal 04357 - 70919-970 - Brasília - DF, Brasil
antoniofelipejr@gmail.com
[osmarjr; imana]@unb.br

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, CPAC
73301970 Planaltina – DF, Brasil
eder@cpac.embrapa.br

Abstract. The Cerrado is the richest savannah and one of the most threatened regions in the world; although, has less than 2,2% of restricted protected areas. The Ecomuseum of Cerrado was created to achieve a bioregional management. This work aimed to evaluate the land cover of Águas Lindas de Goiás using CBERS and SRTM images. In this work were used morphometrics parameters to evaluate the occupation of the terrain. It was possible to find out that the urban area increased and was detected an index of 0,65% per year of native areas loss. It was also a result that the plateau, in which the city has been developing, has a third of its area occupied by urban constructions, it means that 32% of its soils are impermeable.

Palavras-chave: Cerrado, remote sensing, CBERS, decision tree, morfometrics parameters, sensoriamento remoto, árvore de decisão, parâmetros morfométricos.

1. Introdução

Dos ecossistemas brasileiros, o Cerrado é o segundo maior bioma abrangendo mais de 20% da superfície do país (Ribeiro e Walter 1998). Considerada a savana mais rica do mundo (Silva e Bates 2002) possui apenas 2,2% de áreas integralmente protegidas (Klink e Machado, 2005). Por possuir este baixo nível de proteção, alta biodiversidade e alto grau de endemismo, é considerado um dos *hotspot* (Mittermeier *et al.* 2005), estando entre as 34 regiões mais ameaçadas do mundo.

A alta diversidade biológica pode ser explicada pela heterogeneidade do Cerrado (Ratter *et al.* 1997; Silva e Bates 2002; Silva *et al.* 2006) devendo estar considerada prioritariamente para ações de conservação deste Bioma. Os resultados desta heterogeneidade devem estimular pesquisas que permitam relacionar a conversão da terra em ações de conservação, levando a direcionar áreas em que atividades conservacionistas devam ser mais efetivas.

Atualmente parece existir por parte da sociedade civil um desejo de aumentar o grau de proteção repensando os efeitos que causam as ocupações desordenadas neste bioma tão rico e importante para o país. Organizações não governamentais e as próprias comunidades têm realizado ações para que esse ambiente não seja definitivamente perdido.

Um dos resultados positivos dessa mobilização, foi a criação do EcoMuseu do Cerrado em 1998. Na implantação deste EcoMuseu pensou-se utilizar o planejamento e a gestão biorregional desenvolvida por Miller (1997). O objetivo foi então constituir uma unidade social dos municípios integrantes visando à conservação natural e cultural, o uso sustentável dos seus recursos naturais e uma distribuição equitativa de suas riquezas.

O EcoMuseu do Cerrado ocupa uma área de pouco mais de 8.000 km² no Estado de Goiás (15°21' a 16°21' S e 48°04' 49'14' W). Sua margem direita faz divisa com o Distrito

Federal (Nóbrega e Imaña-Encinas 2006). Em sua área encontram-se sete sub-bacias hidrográficas (Figura 1). Segundo o MMA (1999), na região foram delimitadas Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (Figura 1). Imaña-Encinas et al. (2004) apresentaram a importância da criação de novas unidades de conservação nesta região.

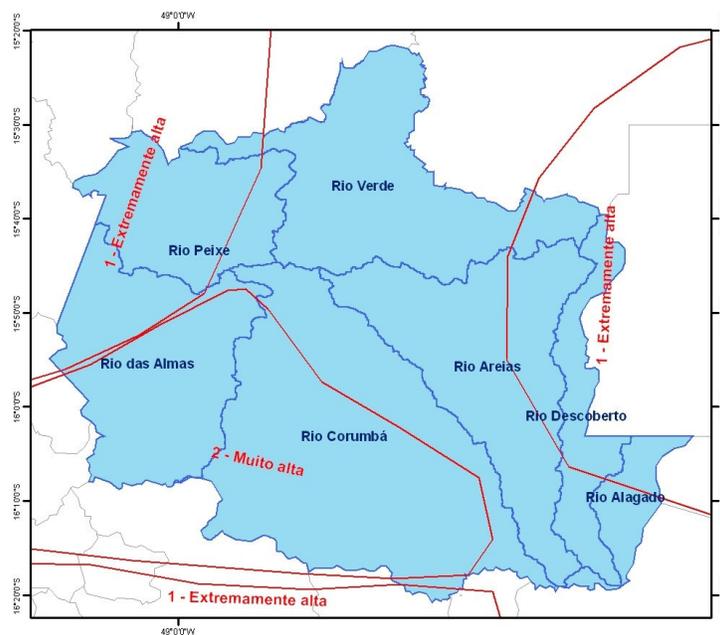


Figura 1 - Áreas Prioritárias e bacias hidrográficas na região do EcoMuseu do Cerrado.

Compreendem o EcoMuseu do Cerrado sete municípios, todos eles localizados no Estado de Goiás: Abadiânia, Águas Lindas de Goiás, Alexânia, Cocalzinho de Goiás, Corumbá de Goiás, Pirenópolis e Santo Antonio do Descoberto (Figura 2).

Destes municípios, Águas Lindas de Goiás foi o que apresentou a maior estimativa de crescimento populacional no último censo realizado pelo IBGE (www.ibge.gov.br/cidadesat), chegando a atingir valores maiores que 50%. Este município faz fronteira com o Distrito Federal e vem crescendo de maneira bastante desordenada.

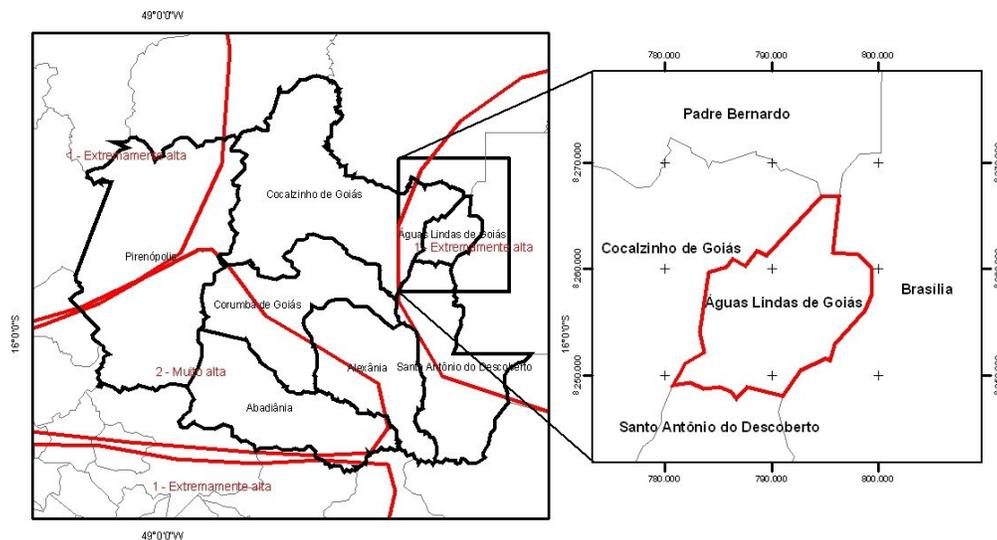


Figura 2 - Municípios que compõem o EcoMuseu do Cerrado (esquerda); em destaque o município de Águas Lindas de Goiás (direita).

Conhecendo a importância deste município para o desenvolvimento da região geopolítica do Distrito Federal, o objetivo deste trabalho teve como escopo a avaliação da atual cobertura do solo.

2. Materiais e Métodos

2.1. Materiais

Para a classificação da cobertura do solo utilizou-se:

- Imagem Lansat-5 TM: 221/71, datada de 15/05/1989.
→ imagem obtida através da página web: <http://glcf.umiacs.umd.edu>
- Imagens CBERS-2: 158/117 e 158/118, datadas de 08/08/2006.
→ imagens obtidas através da página web: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR>
- Imagens SRTM: S016W049, S016W050, S017W49, S017W050, obtidas durante a missão realizada entre os dias 11 e 22 de 2000.
→ imagens obtidas através da página web: <ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov>
- Programas computacionais utilizados: ENVI 4.2 e ArcGIS 9.0

2.2. Pré-Processamento das Imagens

As imagens CBERS foram mosaicadas e georreferenciadas para a correção geométrica a partir de cartas topográficas na escala de 1:100.000. A imagem Landsat foi referenciada pela imagem CBERS e reamostrada para *pixel* de 20 metros.

Após esta etapa foi inserido o limite municipal de 2001 de Águas Lindas de Goiás, obtido através do sítio eletrônico do IBGE, e realizado o recorte da área de estudo. Foi utilizada a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e o *datum* horizontal World Geographic Datum 1984 (WGS-84).

2.3. Classificação das Imagens

O classificador Árvore de Decisão é considerado uma técnica que executa um processamento de multi-etapas, baseada em uma série de decisões binárias para a alocação dos *pixels*. Cada decisão separa *pixels* pertencentes a um grupo de imagens, cujas classes são baseadas em uma determinada expressão, sendo assim possível subdividir cada classe em mais duas para permitir a geração da classificação (ENVI[®] 2005).

Foram utilizadas como fonte de dados para a separação dos pixels:

- Normalized Difference Vegetation Index (NDVI);
- Minimum Noise Fraction (MNF), nos seus três primeiros componentes;
- Imagens Landsat e CBERS

A classificação final foi gerada com as seguintes classes temáticas: (1) água, (2) área agrícola (pastagem + agricultura), (3) área antropizada (áreas urbanizadas + solo exposto), (4) Cerrado (fisionomia campestre + savânica) e (5) Matas (matas de galeria + matas de encosta + carradão)

2.4. Impermeabilização Urbana do Solo

Para avaliar a área de ocupação urbana na área de estudo, foi utilizado o Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) como fonte de altitudes. Foram empregados os parâmetros morfométricos para evidenciar a compartimentação do relevo da área de estudo. A partir do

Modelo Digital do Terreno (MDT) foram gerados os seguintes componentes: declividade, altimetria e sombreamento.

Após a geração destes componentes foi realizada uma composição colorida para evidenciar a influencia de cada um destes. Foi utilizada a composição R/G/B: Declividade/Altimetria/Sombreamento. Esta composição, a cor vermelha (e suas variações) indicava influências da declividade, o verde e o azul representam a altimetria e o sombreamento, respectivamente. A utilização desta composição teve como objetivo limitar a área da chapada onde se encontra a cidade.

2.5. Análise do Percentual de Área Impermeabilizada

Após a compartimentação foi gerada uma classificação a partir de fatiamento espectral (Density Slice) para se calcular a área da chapada. Sabendo desta área e da área urbana gerada a partir das imagens CBERS, foi calculada a área impermeabilizada de acordo com a fórmula:

$$A_{IMP} = (A_{URB} / A_C) \times 100$$

onde: A_{IMP} : área impermeabilizada; A_{URB} : área ocupada edificações;
 A_C : área total da chapada.

3. Resultados e Discussão

3.1. Resultado sobre a Cobertura do Solo

A região correspondente ao município de Águas Lindas de Goiás apresentou a distribuição de classes que se mostra na Tabela 1, relativas ao ano de 1989.

Tabela 1 - Distribuição das classes de uso do solo, geradas através de imagem Landsat do ano de 1989.

Classe	Área (km ²)	Área (%)
Água	2	1
Área Agrícola	74	39
Área Antropizada	26	13
Cerrado	49	26
Matas	40	21
Total	191	100

A Tabela 1 mostra que existiu uma pequena área antropizada que correspondeu a 13% do total. Este baixo valor de urbanização de 1989 está relacionado à criação do município, o que ocorreu apenas em 1997. Após a sua criação, seu crescimento populacional aconteceu de maneira rápida e desordenada.

A cobertura do solo em 1989 pode ser visualizada na Figura 3, onde é possível observar que ainda não existia uma estrutura urbana desenvolvida, organizada na forma de lotes rurais. As áreas antropizadas (em vermelho) correspondiam basicamente a solos expostos, pequenas construções e pavimentações.

De acordo com a Figura 3 foi possível visualizar a distribuição das áreas das classes de 'Cerrado' e 'Matas'. Pelos valores apresentados na Tabela 1, é possível identificar que as áreas naturais (soma da classe 'Matas' e 'Cerrado') ocupavam quase que 50% da área total, o que pode ser entendido como uma alta integridade ambiental desta região em 1989.

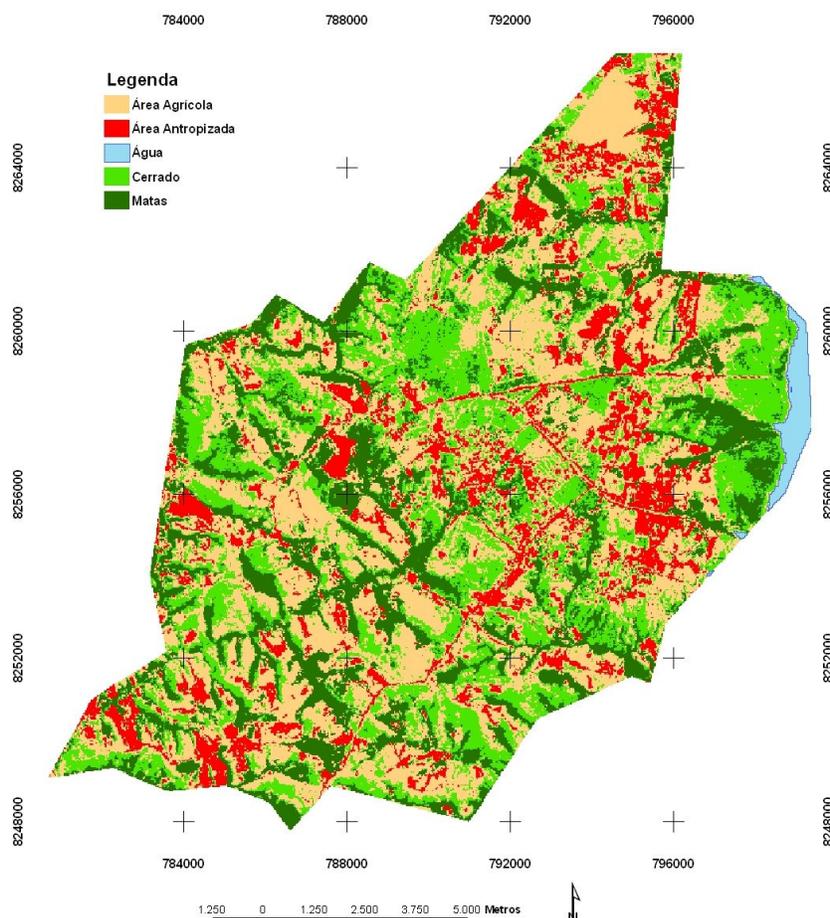


Figura 3 - Classificação gerada a partir de imagem Landsat de 1989.

Em 2006 a situação da cobertura do solo já foi bem diferente, em relação a 1989. A Tabela 2 apresenta os valores da classificação através da Árvore de Decisão, gerada a partir das imagens CBERS.

Tabela 2 - Distribuição das classes de uso do solo, geradas através de imagens CBERS do ano de 2006.

Classe	Área (km²)	Área (%)
Água	1	1
Área Agrícola	88	46
Área Antropizada	32	17
Cerrado	36	19
Matas	34	17
Total	191	100

A Tabela 2 pode servir de alerta sobre a situação e a necessidade de conversão da cobertura natural a seus moldes anteriores. Em 2006 restavam apenas 36% de áreas consideradas nativas, o que era de 47% no ano de 1989. Isso significa uma considerável perda de 11% de sua área, ou seja, uma redução 0,65% a.a. Este índice de perda anual de áreas de cerrado é compatível com a taxa média de 0,67% a.a, período entre os anos de 1993 e 2002, evidenciado no estudo de Machado et al (2004). Porém, se calculadas as médias de

desmatamentos correspondentes a este período (1993-2002), juntamente com o período entre 1985 e 1993 (Mantovani e Martins 1998), pode-se alcançar uma taxa média de 1,1% a.a.

Outro aspecto importante que a Tabela 2 e Figura 4 apresentam é o considerável aumento das 'Áreas Antropizadas'. Dos sete municípios que compõem o EcoMuseu do Cerrado, o município de Água Lindas de Goiás é o que possui a menor área e o que tem a maior população. Avaliando o censo de 2000 e comparando com uma estimativa do próprio IBGE para 2005, a população deverá passar de 105.746 para 159.294, respectivamente. Este aumento de mais 53.000 novos habitantes, corresponde a um crescimento maior que 50%, em um período de apenas 5 anos. Esses dados permitem chegar ainda a um incremento anual de 10.709 habitantes, ou seja, um aumento de 2% ao ano nos últimos cinco anos.

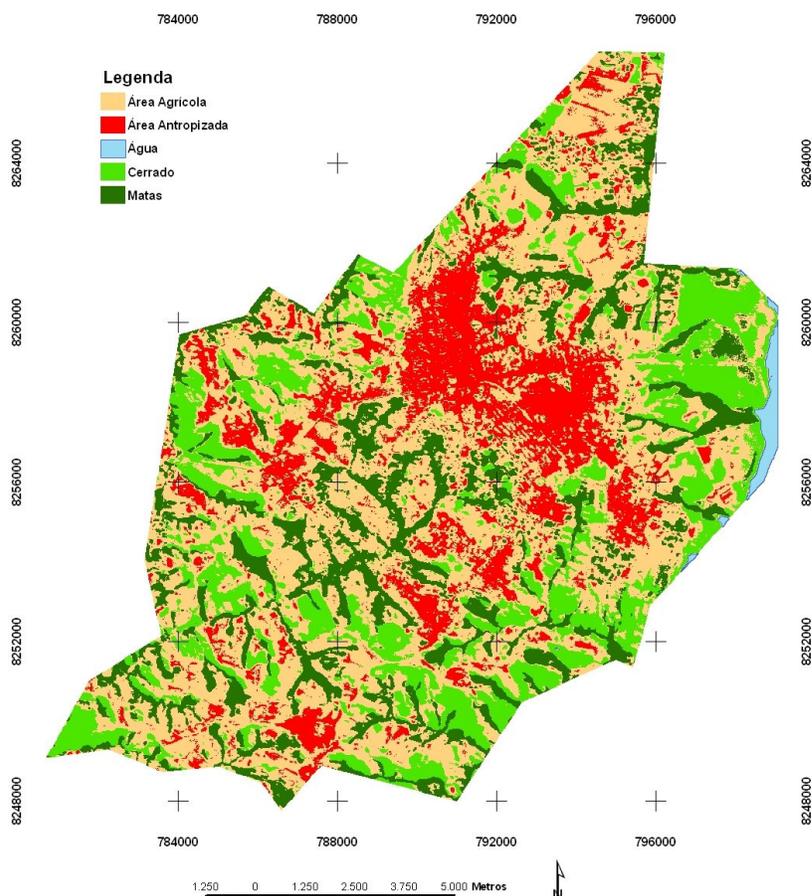


Figura 4 - Classificação gerada a partir de imagens CBERS de 2006.

3.2. Resultados da análise dos atributos morfométricos e porcentagem de área impermeabilizada

A partir do uso de parâmetros morfométricos foi possível evidenciar que a altimetria exerce grande influencia, como pode ser visto na Figura 5A. Nesta imagem as colorações esverdeadas representam altitudes, quanto mais intensa esta cor maior a altitude. As colorações distintas de verde (Vermelho: Declividade; Azul: Sombreamento) possibilitaram a limitação da chapada. A separação em classes (Figura 5B) permitiu o cálculo da área do platô onde a cidade se encontra. A Figura 5C mostra a área da chapada e a área ocupada pela cidade em 2006.

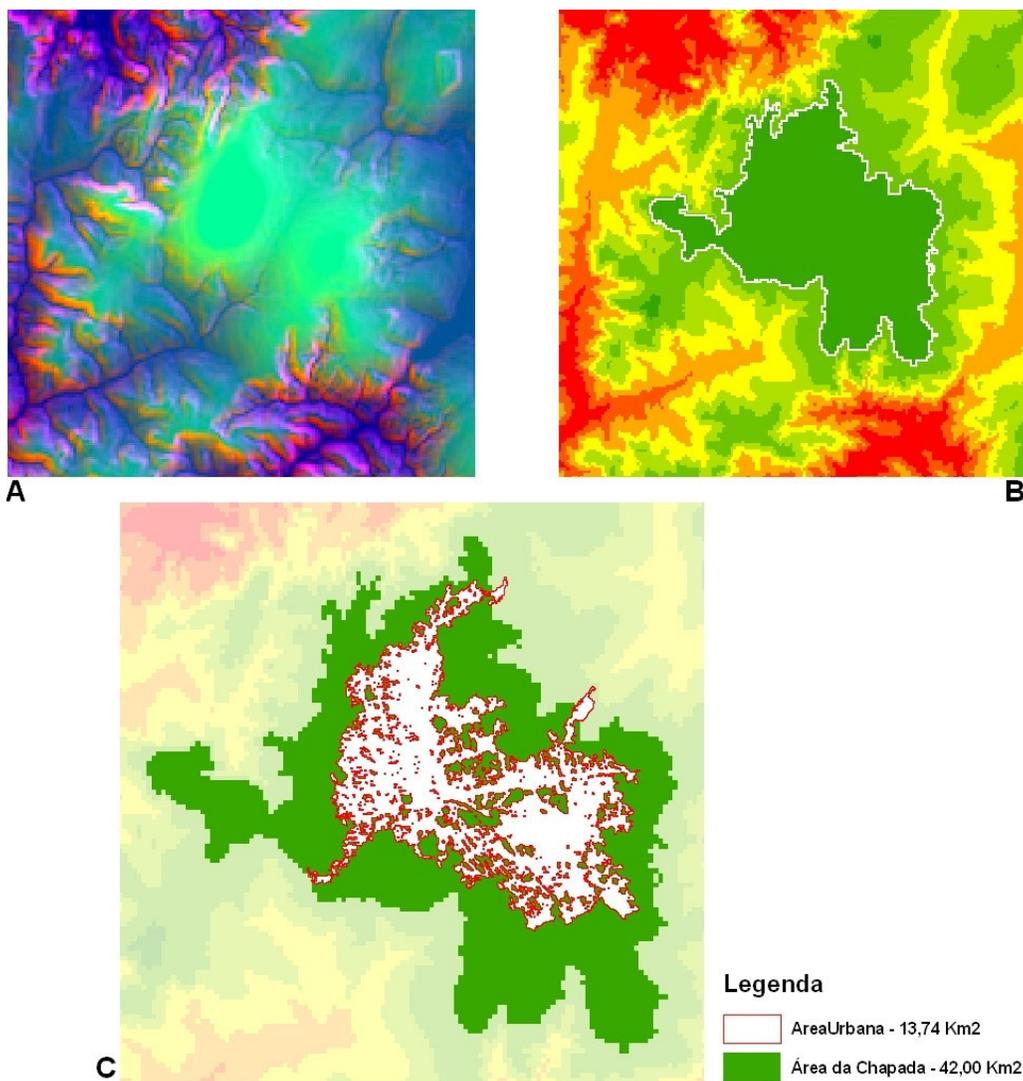


Figura 5 – Morfometria utilizando composição R/G/B – Declividade/Altimetria/Sombreamento (A); Classes obtidas a partir da morfometria (B); Detalhe da área da chapada e da área urbana (C).

O platô do município de Águas Lindas de Goiás possui uma área de 42,00 Km², e de acordo com a classificação gerada pelas imagens CBERS, a área urbana sobre o platô é de 13,74 Km². Isso significa que por volta de um terço (32%) da área da chapada já está impermeabilizada devido às edificações e ocupações humanas.

4. Conclusão

Através das imagens CBERS foi possível realizar o monitoramento da cobertura do solo do município de Águas Lindas de Goiás. A técnica da Árvore de Decisão permitiu efetuar uma classificação criteriosa, que identificou o uso do solo em mais de uma fonte de informação.

Conclui-se que é preciso seguir as indicações de ações prioritárias indicadas pelo MMA (1999) para o município de Águas Lindas de Goiás e para a área sinalizada como Extremamente Importante para a conservação da biodiversidade.

A ocupação desordenada pode trazer, ou mesmo agravar, problemas de abastecimento de água, tanto para os habitantes deste município, quanto para aqueles moradores do Distrito

Federal, com a poluição dos corpos d'água, uma vez que a cidade encontra-se basicamente na parte mais elevada do município.

Para futuros estudos relacionar além da impermeabilização devido a construções, a presença de fossas sépticas, que é a forma de saneamento básico da região, e suas possíveis conseqüências sobre o meio ambiente e a saúde pública.

Referências

Encinas, J.I.; Nóbrega, R.C.; Couto Junior, A.F. Sugestão de criação de uma área de preservação ambiental na região do Ecomuseu do cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**. 2004. 14:22-35.

Klink, C.A. e Machado, R.B. Conservation of Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**. 2005.19:707-713.

Machado, R.B.; Ramos Neto, M.B.; Pereira, P.G.P.; Caldas, E.F.; Gonçalves, D.A; Santos, N.S.; Tabor, K.; Steininger, M. Estimativa de perda de área do Cerrado brasileiro. Conservação Internacional, 2004. Brasília, DF.

Mantovani, J.E.; Pereira, Estimativa da integridade da cobertura vegetal de Cerrado através de dados TM/Landsat. In: Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Santos, Brasil, 11-18 setembro 1998, INPE, p. 1455-1466.

Miller, K. Em busca de um novo equilíbrio: diretrizes para aumentar as oportunidades de conservação da biodiversidade por meio do manejo biorregional. Brasília: Ibama, 1997. 94 p.

Ministério de Meio Ambiente, Recursos Naturais e Amazônia Legal. Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal. Brasília, DF, 1999. 26p.

Mittermeier, R.A.; Gil, P.R.; Hoffman, M.; Pilgrim, J.; Brooks, T.; Mittermeier, C.G.; Lamoreux, J.; Da Fonseca, G.A.B. Hotspots Revisited: *Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. 2ed. Boston, University of Chicago Press, 2005. 392p.

Nóbrega, R.C; Imaña-Encinas, J. Uso atual do solo do projeto Ecomuseu do Cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.117-122, 2006.

Ratter, J.A.; Ribeiro, J.F.; Bridgewater, S. The brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, 1997. 80:223-230.

Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. Cerrado ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA/CPAC, 1998. p. 89-166.

Silva, J.M.C.; Bates, J.M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrdo: A Tropical Savanna Hotspot. **Bioscience**. 2002 52:225-233.

Silva, F.J.; Fariña, M.R.; Felfili, J.M.; Klink, C.A. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, 2006. 33:536-548.