

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**METODOLOGIA PARA A CLASSIFICAÇÃO DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO NO CERRADO EM ORDEM DE PRIORIDADE PARA
CONSERVAÇÃO**

Alessandra Gomes Batista Manzur

Brasília – Distrito Federal

2014

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**METODOLOGIA PARA A CLASSIFICAÇÃO DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO NO CERRADO EM ORDEM DE PRIORIDADE PARA
CONSERVAÇÃO**

Estudante: Alessandra Gomes Batista Manzur, Matrícula 09/06603

RG: 158463 88 SSP-MG

CPF 09079465690

Linha de pesquisa: Geoprocessamento aplicado

Orientador: Dr. Edson Eyji Sano – Centro de Sensoriamento Remoto (CSR) – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA

Co-orientador: Dr. Eraldo A. T. Matricardi – PhD, EFL/UnB

*Trabalho Final apresentado ao
Departamento de Engenharia Florestal da
Universidade de Brasília, como parte das
exigências para obtenção do título de
Engenheiro Florestal.*

Brasília – Distrito Federal

2014

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

METODOLOGIA PARA A CLASSIFICAÇÃO DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO NO CERRADO EM ORDEM DE PRIORIDADE PARA
CONSERVAÇÃO

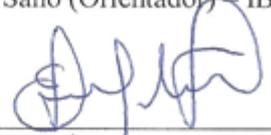
Aluna: Alessandra Gomes Batista Manzur

Menção: SS

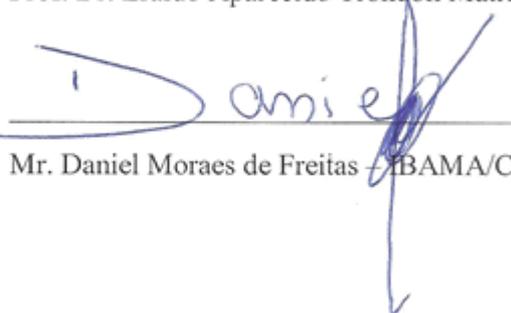
Banca Examinadora:



Dr. Edson Eyji Sano (Orientador) - IBAMA/CSR



Prof. Dr. Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi - UnB/ EFL (Co-orientador)



Mr. Daniel Moraes de Freitas - IBAMA/CSR

Brasília- DF, 07 de julho de 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, Aquele que está em todos os minutos ao meu lado, me guiando, protegendo e sustentando.

A Nossa Senhora, a mãezinha que me consola nas horas difíceis e vive comigo os momentos de alegria.

Aos meus pais e irmãos que, mesmo de longe, estão sempre tão perto.

Aos meus avós maternos, por se preocuparem sempre comigo, pela atenção, pelas orações, pelo carinho e amor.

À minha família paterna que me acolheu em Brasília.

Aos meus amigos, que são a família que escolhi e que me escolheu.

Aos que me ajudaram durante a graduação na universidade - professores, colegas e funcionários do Departamento de Eng. Florestal.

Ao Prof. Eraldo que acreditou em mim, foi paciente, me incentivou e ajudou a seguir firme nesta etapa final.

Ao CSR – IBAMA, em especial ao meu orientador Edson Sano e ao Daniel Freitas, pelo auxílio e paciência, pelas ideias e pelos dados cedidos.

Ao WWF-Brasil, em especial à equipe do Laboratório de Ecologia da Paisagem pelo apoio de sempre, por compreender os meus horários de faculdade e pela importância no meu crescimento profissional.

Ao Bernardo Caldas de Oliveira, pelo auxílio na geração e conferência dos dados do trabalho. Por ser tão especial e estar sempre ao meu lado, por me cobrar, me dar força e tranquilidade.

A todos que passaram pela minha vida e que, de alguma maneira, foram importantes para que eu chegasse aqui.

RESUMO

O crescente processo de ocupação antrópica no mundo, desde o início do século XX é responsável pela pressão causada à vegetação natural. Esse processo tem deixado as unidades de conservação vulneráveis e em situação de risco, já que sua área vem se tornando cada vez menor e fragmentada. Neste trabalho foi desenvolvida uma análise de vulnerabilidade para três Parques Nacionais (PN) do Bioma Cerrado – PN de Brasília, PN da Serra da Bodoquena e PN da Chapada dos Guimarães. Mais especificamente, as condições de pressão antrópica (uso da terra), topografia (declividade e densidade de drenagem) e solos (fertilidade) das zonas de amortecimento dos parques, definida a partir de um buffer de 10 km, foram analisadas para definir a ordem de prioridade para conservação dos três parques considerados. Os dados de pressão antrópica, topografia e solos foram obtidos, a partir de imagens do satélite Landsat, modelos digitais de elevação do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e mapa de solos da Embrapa, respectivamente. Foi criada uma regra de cruzamento desses dados, com pesos diferentes, para classificar os parques em ordem de prioridade para conservação. Com base nos resultados deste estudo, o PN da Serra da Bodoquena foi o que apresentou maior prioridade para conservação, seguido do PN de Brasília e do PN da Chapada dos Guimarães. A proposta metodológica apresentada nesse estudo tem potencial de ser estendida para outros parques do bioma Cerrado ou de outros biomas. Outros parâmetros como dados climáticos e direção de drenagem podem ser incorporados na metodologia, a qual pode se tornar uma ferramenta importante nos processos de tomada de decisão, planejamento e gestão de políticas públicas e ambientais do país.

Palavras chave: unidades de conservação, parques nacionais, conservação da biodiversidade, Cerrado, geoprocessamento.

ABSTRACT

The growing process of the human occupation in the world since the early twentieth century is responsible for the increasing pressure on natural resources. This process is making protected areas more vulnerable and exposed to environmental impacts, since their area are becoming smaller and more fragmented. In this study, I conducted a vulnerability analysis for three national parks in the Cerrado biome – the Brasília National Park, the Serra da Bodoquena National Park and the Chapada dos Guimarães National Park. More specifically, the level of land use pressure, topographic variables (slope and drainage density), and soil fertility of surrounding areas of the parks (here defined as a 10-km buffer zone) were used to define a ranking of priority for conservation of the study area. Data from land use pressure, topography, and soils were derived from Landsat satellite images, digital elevation models from the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), and Embrapa's soil map, respectively. The rule of intersection of these datasets was created using several scores to rank the parks in order of priority for conservation. Based on this study results, the Serra da Bodoquena National Park showed the highest level of priority for conservation, followed by Brasilia National Park, and Chapada dos Guimarães National Park. The methodological approach developed in this study can be extended to other parks in the Cerrado or even to other biomes. Other parameters such as climate data and direction of drainage can be incorporated in this technical approach, which is an important tool for decision-making, planning, and management of public and environmental policies of the country.

Keywords: protected areas, national parks, biodiversity conservation, Cerrado, geoprocessing

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização das três áreas de estudo no bioma Cerrado. 1 = zona de amortecimento de 10 km ao redor do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (PNG) - Mato Grosso; 2 = zona de amortecimento de 10 km ao redor do Parque Nacional da Serra da Bodoquena (PNSB) - Mato Grosso do Sul; e 3 = zona de amortecimento de 10 km ao redor do Parque Nacional de Brasília (PNB) - Distrito Federal.	27
Figura 2. Fluxograma das etapas de pré-processamento dos dados utilizados na definição do ranking de prioridade das unidades de conservação.	32
Figura 3. Recorte de composição colorida RGB/432 do Landsat-8 do Parque Nacional da Serra Chapada dos Guimarães, mostrando aspectos tonais, texturais e geométricos típicos das classes de cobertura vegetal natural e uso do solo.	33
Figura 4. Quadrículas de tamanho 30 m x 30 m usadas para cálculo da densidade da hidrografia.	37
Figura 5. Uso e ocupação do solo da zona de amortecimento do Parque Nacional da Serra da Bodoquena.	41
Figura 6. Uso e ocupação do solo da zona de amortecimento do Parque Nacional de Brasília.	42
Figura 7. Uso e ocupação do solo da zona de amortecimento do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães.	43
Figura 8. Declividade da zona de amortecimento do Parque Nacional da Serra da Bodoquena.	46
Figura 9. Declividade da zona de amortecimento do Parque Nacional de Brasília.	47
Figura 10. Declividade da zona de amortecimento do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães.	48
Figura 11. Drenagem da zona de amortecimento do Parque Nacional da Serra da Bodoquena.	50
Figura 12. Drenagem da zona de amortecimento do Parque Nacional de Brasília.	51
Figura 13. Drenagem da zona de amortecimento do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Áreas naturais protegidas a nível nacional e internacional no mundo (<i>World Resource Institute</i> , 2000-2001).....	22
Tabela 2. Características das imagens do satélite Landsat 8 OLI.	30
Tabela 3. Identificação das imagens do satélite Landsat 8 OLI de 2013, utilizadas nesse estudo.....	30
Tabela 4 - Principais classes de uso do solo e correspondente área ocupada no bioma Cerrado.	34
Tabela 5. Classes de uso e cobertura do solo das zonas de amortecimento e seus respectivos escores.	38
Tabela 6. Parques nacionais, áreas das classes de uso e cobertura do solo das zonas de amortecimento e suas porcentagens.	40
Tabela 7. Parques nacionais e porcentagens da classificação de fertilidade do solo.....	44
Tabela 8. Distribuição das classes de declividade nas zonas de amortecimento dos PN da Chapada dos Guimarães, PN de Brasília e PN da Serra de Bodoquena.	45
Tabela 9. Proporção da rede de drenagem presentes nas zonas de amortecimento do PN Chapada dos Guimarães, PN Brasília e PN Serra da Bodoquena que entram no interior dos parques.	49
Tabela 10. Vulnerabilidade dos parques nacionais estudados.....	53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. JUSTIFICATIVA E QUESTÕES DE PESQUISA	13
3. OBJETIVO.....	15
3.1. Objetivo Geral.....	15
3.2. Objetivos específicos	15
4. REVISÃO DE LITERATURA	16
4.1. Bioma Cerrado	16
4.1.1. Extensão e Características.....	16
4.1.2. Solos.....	17
4.1.3. Perda da cobertura natural	17
4.2. Unidades de Conservação.....	18
4.2.1. Histórico no mundo.....	18
4.2.2. Histórico no Brasil	22
4.2.3. Histórico do SNUC	23
4.2.4. Importância do SNUC.....	23
4.2.5. Características do SNUC	24
4.2.6. Zonas de Amortecimento	25
5. ABORDAGEM METODOLÓGICA	26
5.1. Área de Estudo	26
5.2. Fatores da Análise e Obtenção dos Dados	28
5.2.1. Uso do Solo.....	28
5.3. Vulnerabilidade	38
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
6.1. Uso do Solo	40
6.2. Fertilidade de Solos.....	44
6.3. Declividade	44
6.4. Drenagem	49
6.5. Vulnerabilidade	53
7. CONCLUSÕES.....	55
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

LISTA DE SIGLAS

EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETM+	<i>Enhanced Thematic Mapper Plus</i>
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Não-Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasília Ambiental
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INPE	Instituto de Pesquisas Espaciais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
OLI	<i>Operational Land Imager</i>
PN	Parque Nacional
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
TERRACAP	Companhia Imobiliária de Brasília
TIRS	<i>Thermal Infrared Sensor</i>
UC	Unidade de Conservação
UICN	União Internacional para a Conservação da Natureza
UIPN	União Internacional para a Proteção da Natureza
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
WRI	<i>World Resources Institute</i>
WWF	<i>World Wildlife Fund</i>

1. INTRODUÇÃO

O uso da terra para produzir bens e serviços representa a alteração humana mais substancial ao sistema terrestre por meio da modificação da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas. O declínio da biodiversidade, documentado em diversas pesquisas científicas (PERRINGS, 1992; DIETZ et al., 2003; DIRZO, 2003; DIAZ et al., 2006; BUTCHART, 2010), é considerado uma grande ameaça à persistência dos serviços ecossistêmicos, das espécies e inclusive dos próprios recursos naturais essenciais à qualidade de vida do homem (DUFFY, 2003).

Nos últimos anos, dados de satélite têm sido gerados sistematicamente e várias iniciativas, com intuito de monitorar alterações na cobertura vegetal da superfície terrestre, utilizando sensoriamento remoto, têm sido implementadas e contribuem na identificação das regiões onde ocorrem as maiores pressões antrópicas. Hoje, existem vários sistemas de sensores a bordo de satélites orbitais, que fornecem dados da superfície terrestre em diferentes resoluções espaciais, radiométricas espectrais e temporais (MOREIRA, 2005). Entre eles, o sistema orbital Landsat tem sido bastante utilizado por vários pesquisadores no mapeamento da cobertura vegetal. É o sistema mais difundido em função das suas características técnicas (resoluções espaciais, temporais e espectrais) e por ser o sistema orbital de sensoriamento remoto mais antigo em operação (desde 1974).

O bioma Cerrado está localizado em uma região responsável pelo fornecimento de diversos serviços ecossistêmicos como o suprimento e regulação hídrica para três das maiores regiões hidrográficas da América do sul - as bacias do Prata, Amazônica e São Francisco, a produção de alimentos, o estoque de recursos genéticos de biodiversidade, de solos, além de uma imensa diversidade cultural, que depende da sua integridade ecológica para sua reprodução física, econômica e sociocultural. (MMA, 2007). Na região onde se localiza esse bioma, concentra-se um terço da biodiversidade brasileira, sendo considerada a savana mais biologicamente diversificada do mundo (HOGAN et al, 2002; SAWYER, 2002). Esse fato a torna uma área prioritária para conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos no território brasileiro.

Segundo o relatório disponibilizado em abril de 2011 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), no período entre 2008 e 2009, o Cerrado foi o bioma brasileiro mais

desmatado em valores absolutos (7.637 km²). Esta situação tende a se agravar devido ao crescimento populacional, especialmente nas áreas urbanas e como consequência da crescente demanda nacional e internacional por produtos agrícolas e derivados de bovinos. Com taxas elevadas de desmatamento no Cerrado, essa região é fundamental para garantir a representatividade e persistência da biodiversidade contida no bioma, sendo assim fundamental compreender e monitorar as ameaças que o colocam em situação de risco. Um mecanismo para proteção dos recursos naturais do bioma é o Sistema de Unidades de Conservação (SNUC), criado a fim de estabelecer limites para impedir que atividades coloquem em risco a função ecológica do espaço. Apesar de proteger apenas 8,21% da região, o SNUC é uma importante ferramenta para conservação.

Assim, a presente pesquisa buscou avaliar a condição das áreas de amortecimento de três parques nacionais (PN) do bioma Cerrado, verificando o estado de conservação e identificando os pontos de maior pressão antrópica a partir de dados espaciais nos formatos vetorial e matricial. Esse estudo buscou também servir como um modelo aplicável para comparar outras unidades de conservação (UCs), a fim de identificar aquelas que apresentam maior prioridade de investimentos e políticas conservacionistas e mitigadoras de impactos. Os resultados desta pesquisa poderão ser utilizados pelos tomadores de decisão para definir estratégias de conservação de áreas protegidas na região do Cerrado brasileiro.

2. JUSTIFICATIVA E QUESTÕES DE PESQUISA

O Bioma Cerrado constitui-se em uma região de alta prioridade para conservação da biodiversidade. Fóruns internacionais de biodiversidade das Nações Unidas têm reconhecido a relevância ambiental deste bioma no contexto global. Algumas UCs foram criadas no Cerrado com a finalidade de proteger sua diversidade. A região possui ainda alto potencial para o desenvolvimento de atividades agrosilvipastoris e industriais. Tal fato vem tornando o Cerrado objeto de conversão de sua cobertura natural em diversos tipos de usos antrópicos, em especial a agricultura mecanizada e a pecuária extensiva, comprovado pelas altas taxas de desmatamento observadas na última década para o bioma. A atual preocupação é com a pressão sobre as áreas protegidas, pois, diante da escassez de terras e recursos naturais e diante da necessidade de atender a demanda cada vez mais crescente de produção de alimentos, a tendência da referida pressão é se tornar cada vez mais intensa.

Pesquisas de monitoramento espaço-temporal da situação das zonas de amortecimento das UCs são de suma importância para atender o contexto onde estão inseridas e tem a função de conter ou manter a menor pressão possível do uso antrópico sobre essas áreas de conservação e reduzir os riscos de danos antrópicos. O conhecimento relativo ao comportamento e dinâmica de alguns fatores que exercem influência sobre a integridade das zonas tampão poderá servir na definição de estratégias para o controle e redução do avanço antrópico, objetivando minimizar perdas ecológicas e de recursos naturais em UCs.

É necessário ampliar as pesquisas relacionadas ao bioma Cerrado e suas problemáticas e incentivar a participação popular na preservação ambiental, fazendo uso de programas e campanhas de educação ambiental. Além dessas, medidas políticas são essenciais a fim de promover maiores atenções não apenas para áreas antropizadas, mas a área como um todo na gestão e manutenção das UCs. Diante disso, surge a necessidade de analisar a situação atual de proteção das UCs do Cerrado. A integração de dados espaciais de satélite, solos e topografia permite a classificação das UCs do bioma Cerrado em ordem de prioridade para conservação. Na presente pesquisa, três parques nacionais, considerados UCs de proteção integral, foram selecionados para analisar as pressões antrópicas sobre suas zonas de amortecimento. Este estudo pode

sustentar a adequação dos planos de manejos de UCs e ser usado na elaboração e manutenção de políticas públicas no Brasil. Neste contexto, as seguintes questões foram investigadas: Qual dos parques selecionados possui maior prioridade para conservação? Quais os efeitos das variáveis estudadas sobre o nível de prioridade de conservação?

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo Geral

O presente trabalho busca aplicar metodologia para classificação de unidades de conservação em ordem de prioridade para conservação, baseada na análise integrada de dados de uso da terra, solos e topografia em zonas de amortecimento (10 km ao redor dos parques) em três parques nacionais do bioma Cerrado.

3.2. Objetivos específicos

- Definir regra de cruzamento envolvendo diferentes classes de uso da terra, declividade, densidade de drenagem e fertilidade dos solos para classificar os PNs considerados nesse estudo em ordem de prioridade para conservação.
- Gerar resultado que pode ser utilizado na gestão das UCs da pesquisa e na definição de políticas públicas que visam uma conservação mais eficaz para as referidas unidades.
- Elaborar metodologia que poderá ser utilizada para classificar quaisquer áreas de proteção em ordem de prioridade de conservação com a finalidade de embasar tomadas de decisão do poder público e privado.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Bioma Cerrado

4.1.1. Extensão e Características

O Bioma Cerrado, também conhecido por savana brasileira, é constituído de formações savânicas extensas, florestais e campestres e abrange uma área de cerca de 2.036.448 km², aproximadamente 23% do território nacional (EITEN, 1972; RIBEIRO & WALTER, 1998). Apresenta-se na natureza como um mosaico de formas fitofisionômicas em que 70% é ocupado por Cerrado sentido restrito, constituído por formações herbáceas (gramíneas em sua maior parte), formações arbustivas e formações florestais, com ramificações irregulares e retorcidas (EITEN, 1994). De acordo com Rizzini (1979), o bioma Cerrado corresponde à característica brasileira da Savana, pois contém gêneros arbóreos ou arbustivos, chegando a ser um Campo Sujo com poucos arbustos mal desenvolvidos e espaçados sobre as espécies gramíneas que cobrem a formação.

É o segundo maior bioma da América do Sul, abrangendo os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal além de áreas remanescentes nos Estados do Pará, Roraima, Amazonas e Amapá (MMA, 2009). Contém as nascentes das três principais bacias hidrográficas da América do Sul e, como consequência, é detentor de grande potencial hídrico, o que favorece a sua extrema abundância de biodiversidade, a mais biologicamente diversificada do mundo, com cerca de 5% da flora e fauna mundiais e um terço da biodiversidade brasileira (WWF, 1995; MMA, 2007; HOGAN et al, 2002; SAWYER, 2002).

Segundo Myers et al. (2000), é um dos principais ecossistemas tropicais do mundo, devido à alta ocorrência de endemismos e ao elevado grau de ameaças, sendo um dos *hotspots* para a preservação da biodiversidade do planeta. De acordo com esses autores, *hotspots* são áreas que apresentam uma concentração excepcional de espécies endêmicas e que sofreram uma excepcional perda de habitat.

4.1.2. Solos

De acordo com Natalino (2007), as mudanças no comportamento dos atributos físicos do solo são ocasionadas pelas modernas técnicas de cultivo que fazem uso de mecanização intensa e a elevada taxa de uso dos solos. Como consequência, há uma influência na produção, no equilíbrio dos recursos naturais e na dinâmica da água no solo. Há três décadas, a região do Cerrado tinha pouco uso para a agricultura devido ao clima desfavorável (seis meses de seca) e aos seus solos pobres em nutrientes. Atualmente a região se tornou uma das mais importantes na criação de gado do país e passou a produzir 25% dos cereais brasileiros (SILVA, 2000). A partir dos anos 70, o governo forneceu incentivos fiscais a essa região, que começou a ser intensamente explorada. Um dos fatores decisivos para essa exploração foi o baixo preço das terras, que se iniciou com reflorestamento de *Pinus* e *Eucaliptus*, fruto da aprovação da Lei 5.106 que concedia incentivo fiscal para os reflorestamentos (MOURA & STUART, 1999).

A agricultura intensiva com as culturas de soja, milho, algodão e café foram introduzidas no Cerrado após a década de 1980 (BRANNSTROM et al., 2008; SANO & PINHATI, 2009) A paisagem foi rapidamente modificada pela facilidade da mecanização devido às condições planas do relevo e houve uma retirada intensiva da cobertura vegetal natural. Essa transformação mostra a relação do aumento da produtividade agrícola do Cerrado nos últimos anos com a redução de suas reservas naturais. Por volta de 40% do Cerrado teve sua cobertura vegetal natural convertida, especialmente para usos agropecuários (MANTOVANI et al., 1998; KLINK, et al., 2005; SANO et al., 2009).

4.1.3. Perda da Cobertura Natural

Apesar de sua importância mundial, somente 7,4% da área do bioma é protegida por UCs, sendo aproximadamente 2,9% protegida na forma de Unidades de Conservação de Proteção Integral (MMA, 2009). Segundo EMBRAPA (2008), o Cerrado é atualmente responsável por aproximadamente um terço da produção de grãos no país, metade da produção de carnes e a maior parte da produção de algodão. Assim, é o bioma brasileiro que vêm sofrendo maior grau de devastação (KUNTSCHIK &

BITENCOURT, 2003). Já perdeu mais de 37% da sua cobertura vegetal (FELFILI et al., 2002). Essa redução tem grande impacto negativo na sua biodiversidade, o que, somado à distribuição restrita das espécies (FELFILI et al. 1997) e ao pequeno percentual da área legalmente declarado como protegidos, retratam os riscos de perda dos seus elementos florísticos (FELFILI & SILVA JÚNIOR, 2001).

De acordo com o relatório disponibilizado em abril de 2011 pelo MMA, no período entre 2008 e 2009, o Cerrado foi o bioma brasileiro mais desmatado em valores absolutos (7.637 km²). Esta situação tende a se agravar devido à crescente demanda internacional por produtos agrícolas e à disponibilidade de terra. Segundo dados do Projeto do MMA - PNUD, o Cerrado, em 2009, apresentava uma área de cobertura vegetal nativa de aproximadamente 1.043.346 km², o que equivale a 51,1% da área total do bioma. Entre 2009 e 2010, houve uma supressão de cobertura vegetal nativa de 6.469 km². Segundo Klink et al. (2005), por volta de metade da sua área original foram transformados em pastagens plantadas e culturas anuais. Além desses e outros usos, o bioma Cerrado é campo de uma exploração extremamente predatória de seu material lenhoso para produção de carvão vegetal (MMA, 2009) o que provoca outro problema ambiental – a emissão de grandes quantidades de gases de efeito estufa.

4.2. Unidades de Conservação

4.2.1. Histórico no Mundo

O interesse do homem em proteger os recursos naturais e utilizá-los vem dos primórdios da organização das sociedades humanas (CASTRO JUNIOR et al. 2009). Segundo Miller (1997), existem evidências de que, há milhares de anos, as populações tradicionais já criavam algumas ações a fim de proteger determinadas áreas naturais, principalmente no que se diz respeito à proteção de animais, água pura, matéria prima, plantas medicinais e áreas especiais que tinham relação com seus mitos. As primeiras evidências sobre o conceito de parque foram encontradas na Mesopotâmia, provavelmente por conta da situação de escassez de populações de animais (BENNETT, 1983).

No ocidente, essa prática foi adotada na Idade Média, na determinação de áreas para o uso exclusivo de reis e impérios que seriam áreas para proteção de determinadas espécies (ROCHA, 2002). Existem registros relativos à existência dessas áreas na Inglaterra em 1066 (BENNETT, 1983), na Suíça em 1569 e na França no séc. XVIII, que criou os parques reais. No séc. XIX, na Inglaterra, foram criadas reservas destinadas à caça, chamadas de “Forest” (QUINTAO, 1983). O principal objetivo da preservação dessas áreas era a manutenção da fauna e de seus habitats, a fim de garantir seu uso futuro ou imediato. Os principais interessados eram a nobreza e a aristocracia rural (VALLEJO, 2012).

A Revolução Industrial, no século XIX, trouxe mudança nos cenários político, cultural, econômico, social e ambiental. Com o capitalismo, a ideia do lucro como principal fim, foi associada com o crescimento acelerado da indústria e a especialização da agricultura, visando a expansão dos mercados. O aumento da produção, juntamente com o crescimento desordenado das cidades e a emissão de poluentes pelas indústrias, culminou em um grande avanço da degradação dos recursos naturais.

Questionamentos a respeito dos direitos ilimitados do homem sobre a natureza começaram a surgir no séc. XVIII (THOMAS, 1983, *apud* DIEGUES, 1993). A vida no meio rural começou a ser valorizada devido aos problemas urbanos da época. Após a revolução industrial, os movimentos de proteção de áreas naturais se tornaram maiores, pois houve crescimento da quantidade de pessoas com rotinas fabris que buscavam por espaços para entretenimento ao ar livre (MILANO, 2000). No fim do séc. XIX, nos Estados Unidos, o conceito de parque nacional foi empregado efetivamente e, em 1872, na sequência de uma série de estudos, o primeiro PN do mundo foi criado, o Parque Nacional de Yellowstone. A partir de sua criação, essa área seria protegida por lei, reservada e proibida de ser colonizada, vendida ou ocupada (MILLER, 1980, *apud* DIEGUES, 1993).

Outros parques foram criados seguindo o modelo de Yellowstone: em 1885, no Canadá; em 1894 na Nova Zelândia; e em 1898, na Austrália e na África do Sul (QUINTÃO, 1993). A partir do séc. XX, vários parques e reservas naturais foram criados em diversos países, com a intenção de proteger as belezas naturais, preservar a biodiversidade da fauna, da flora e também a genética. Assim, as áreas naturais passaram a ser centros de pesquisa (GHIMIRE, 1993 *apud* BRITO, 2000).

Considerando que havia uma diversidade e complexidade de objetivos entre os países, observou-se a necessidade de estabelecer conceitos e diretrizes a nível mundial que fossem mais gerais. Vários encontros abordando esse tema foram realizados:

- Convenção para Preservação da Fauna e Flora em Estado Natural (Londres, 1933);
- Convenção Pan-Americana de Proteção da Natureza e Preservação da Vida Selvagem do Hemisfério Oeste (Washington, 1940);
- Congresso da França e UNESCO em 1948. Houve participação de agências governamentais e não-governamentais, que passaram a coordenar e iniciar trabalhos de cooperação internacional no campo da conservação da natureza. A União Internacional para a Proteção da Natureza (UIPN), posteriormente denominada de União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) foi criada;
- Assembleias anuais da UICN, realizadas a partir de 1960; e
- I, II, III e IV Congressos Internacionais de Parques Nacionais, respectivamente nos Estados Unidos (Seattle, 1962 e Yellowstone, 1972), Indonésia (Bali, 1982) e Venezuela (Caracas, 1992).

Com a realização desses encontros, ocorreram diversas mudanças nos conceitos e nas perspectivas na criação e gestão das unidades de conservação pelo mundo. Além dos parques, foram surgindo novas categorias de manejo - Reservas Naturais, Monumentos Naturais, Reservas Silvestres, Reservas da Biosfera, etc. passaram a ser categorias (VALLEJO, 2012). Segundo este último autor, o interesse de proteção das áreas era predominante, mas as perspectivas de criação também se diversificaram. A proteção passava a significar também a existência de santuários ecológicos, pesquisas científicas, entre outros.

Com o desenvolvimento científico, o aumento das atividades industriais e a ocorrência de cada vez maior de impactos oriundos da extração de recursos na natureza, nasceu o conceito da conservação, uma nova perspectiva para as áreas protegidas, que promovia a coexistência da manutenção com uso racional de recursos naturais e o manejo de espécies (VALLEJO, 2012). Antes dos anos 50, haviam aproximadamente 400 áreas protegidas no mundo. A *World Resources Institute* (2000-2001) apontou a

existência de 28.442 unidades de conservação terrestres, sendo assim, mais de 850 milhões de hectares dentro dos Sistemas Nacionais de Proteção nas categorias definidas pela UICN (1994) (Tabela 1).

Existem alguns objetivos a serem alcançados pela política mundial contemporânea na criação de unidades de conservação, em relação às diferentes categorias de manejo (UICN, 1994). São os seguintes:

1. Pesquisa científica;
2. Proteção da vida selvagem;
3. Preservação de espécies e da diversidade genética;
4. Manutenção dos serviços de meio ambiente;
5. Proteção de aspectos naturais e culturais específicos;
6. Recreação e turismo;
7. Educação;
8. Uso sustentável de recursos de ecossistemas naturais; e
9. Manutenção de atributos culturais tradicionais.

Tabela 1. Áreas naturais protegidas a nível nacional e internacional no mundo (*World Resource Institute*, 2000-2001).

Continente	Sistemas Nacionais de Proteção (Categorias de I a V da UICN)					Áreas protegidas resultantes de Acordos Internacionais	
	Número total	Área (1000 ha)	% da Área de ha	Nº de Áreas com pelo menos		Número	Área (1.000 ha)
				100.000 de ha	1 milhão de ha		
Ásia (excluindo o Oriente Médio)	2.421	148.692	60	210	20	129	21.625
Europa	12.356	109.297	47	212	12	799	142.379
Oriente Médio e Norte da África	518	25.863	21	25	5	74	25.539
África (Sul do Saara)	1.005	146.904	60	202	33	142	83.478
América do Norte	6.146	213.822	111	255	46	123	57.107
América Central e Caribe	813	16.450	61	35	1	87	20.208
América do Sul	1.116	131.663	74	202	26	87	70.882
Oceania	4.056	60.784	71	109	11	90	56.067
Países Desenvolvidos	23.397	405.509	72	617	71	1.053	257.245
Países em Desenvolvimento	5.045	446.002	58	633	83	478	222.870
Mundo	28.442	851.511	64	1,250	154	1,536	479.118

Fonte: VALLEJO (2012).

4.2.2. Histórico no Brasil

No Brasil, houve o desenvolvimento e implementação de algumas ações que contribuíram para a posterior criação das UCs. Segundo Ferreira (2012), o histórico desses acontecimentos está a seguir:

- 1934 – Instituição do Código Florestal Brasileiro;
- 1937 e 1939 – Criação dos primeiros parques nacionais brasileiros (Itatiaia e Serra dos Órgãos do Iguaçu, respectivamente);
- 1965 – Novo Código Florestal foi implementado, objetivando normatizar a criação dos parques, reservas da biosfera e florestas;

- 1988 – Constituição Federal (artigo 225) impõe ao poder público e à coletividade o dever de preservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações; e
- 2000 - Instituição da Lei do SNUC.

4.2.3. Histórico do SNUC

O SNUC foi instituído pela Lei No 9.985 de 18 de julho de 2000, que regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal. De acordo com o MMA, o SNUC é um conjunto de unidades de conservação federais, estaduais e municipais, composto por 12 categorias. Com diferentes objetivos específicos, definidos pela fragilidade e particularidades das áreas, podem ser caracterizadas como de proteção integral ou uso sustentável (MMA, 2000).

Concebido de forma a potencializar o papel das UCs, o SNUC procura assegurar amostras representativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas. Para isso, o SNUC é gerido pelas três esferas de governo (federal, estadual e municipal).

4.2.4. Importância do SNUC

Os objetivos do SNUC são muito semelhantes aos estabelecidos pela UICN.

São os seguintes:

- “Contribuir para a conservação das variedades de espécies biológicas e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;
- Proteger as espécies ameaçadas de extinção;
- Contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
- Promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;

- Promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;
- Proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;
- Proteger as características relevantes de natureza geológica, morfológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;
- Recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;
- Proporcionar meio e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- Valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;
- Favorecer condições e promover a educação e a interpretação ambiental e a recreação em contato com a natureza; e
- Proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente”.

Atualmente existem 46 UCs federais no bioma Cerrado, ocupando uma área de 5.969.650 ha, o que corresponde a aproximadamente 3% da área do bioma.

4.2.5. Características do SNUC

O SNUC possui 1.970 Unidades de Conservação federais, estaduais, municipais e particulares, 17% do território continental e 1,5% da área marinha somando 1,5 milhões de km². O sistema contribuiu para a sistematização de conceitos vinculados à conservação, como, por exemplo, os conceitos de Plano de Manejo e Zonas de Amortecimento:

- Plano de Manejo: “Documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, estabelecem-se os seus zoneamentos, as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade” (SNUC, 2000).

- Zona de Amortecimento: “Entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade” (SNUC, 2000).

O SNUC é dividido em dois grandes grupos – Proteção Integral e Uso Sustentável:

- Unidades de Proteção Integral – tem o objetivo de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei. Subdivide-se em Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Refúgio de Vida Silvestre e Monumento Natural;
- Unidades de Uso Sustentável - possui objetivo de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. Podem ser classificadas como Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva Particular do Patrimônio Natural e Reserva de Desenvolvimento Sustentável.

4.2.6. Zonas de Amortecimento

Para o estabelecimento das zonas de amortecimento, deve-se considerar aspectos próprios como a diversidade local, aspectos físicos, culturais, socioeconômicos, tipo de ocupação antrópica. Segundo Costa et al. (2009), a contiguidade com os limites da área a ser protegida, a natureza do uso e ocupação do solo na área proposta e a densidade populacional devem ser considerados nessa definição.

Essas áreas são de extrema importância no que diz respeito à contensão das pressões de borda promovidas pelas atividades antrópicas, proteção de mananciais, manutenção da paisagem, ampliação das possibilidades de recreação para a população desse entorno, auxilia na educação ambiental, entre outros (GRACIA NETO, 2001).

5. ABORDAGEM METODOLÓGICA

5.1. Área de Estudo

O bioma Cerrado ocupa 25% do território brasileiro, numa área de aproximadamente 204 milhões de hectares, sendo o segundo maior bioma do país (IBGE, 2004). Segundo a delimitação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sua abrangência compreende os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal. (Figura 1).

As áreas de estudo do presente trabalho corresponderam às zonas de amortecimento de 10 km ao redor de três parques nacionais do bioma Cerrado: Parque Nacional da Serra da Bodoquena (Mato Grosso, Parque Nacional da Chapa dos Guimarães (Mato Grosso do Sul) e Parque Nacional de Brasília (Distrito Federal). A classe do SNUC Parque Nacional foi escolhida por pertencer à categoria de proteção integral. Como a metodologia proposta no estudo requer, no mínimo, duas unidades para ser utilizada, já que se baseia na comparação de resultados entre as classes para cada unidade, três UCs foram selecionadas, por meio de um sorteio, dentre os 15 PNs do bioma Cerrado.



Figura 1. Localização das três áreas de estudo no bioma Cerrado. 1 = zona de amortecimento de 10 km ao redor do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (PNG) - Mato Grosso; 2 = zona de amortecimento de 10 km ao redor do Parque Nacional da Serra da Bodoquena (PNSB) - Mato Grosso do Sul; e 3 = zona de amortecimento de 10 km ao redor do Parque Nacional de Brasília (PNB) - Distrito Federal.

5.2. Fatores da Análise e Obtenção dos Dados

5.2.1. Uso do Solo

O sensoriamento remoto é uma ferramenta de extrema importância e praticidade no mapeamento e monitoramento da cobertura vegetal em áreas extensas (FERREIRA et al., 2004). O mapeamento de cobertura vegetal do Cerrado por meio de imagens orbitais é dificultado pela forte interferência da sazonalidade climática que é uma característica inerente a este bioma. Uma mesma fitofisionomia do Cerrado pode apresentar padrões espectrais distintos em função de diferenças nas datas de aquisição de imagens (SANO et al., 2005). Apesar dessa dificuldade, na década de 1990, surgiram algumas iniciativas por parte do governo e de organismos não-governamentais, que tinham a finalidade de mapear a cobertura vegetal do bioma Cerrado com base em análise de imagens de satélite (DIAS, 1994; MANTOVANI & PEREIRA, 1998; MACHADO et al., 2004; MMA, 2007; SANO et al., 2005; 2008) e buscavam avaliar o estado de conservação do bioma.

Atualmente, existem vários sistemas de sensores orbitais que fornecem recobrimentos da superfície terrestre em diferentes resoluções espaciais, espectrais e temporais (MOREIRA, 2005). Entre eles, o sistema orbital Landsat é o mais difundido em função das suas características e idoneidade, pois opera com as bandas nas faixas espectrais do visível e do infravermelho, possui resolução espacial de 30 metros, periodicidade de 16 dias e faixa de imageamento de 185 km (MASEK et al., 2001). Assim, vários pesquisadores têm utilizado cenas do Landsat para mapear cobertura vegetal de diferentes ecossistemas.

No fim dos anos 1960, a série Landsat surgiu como parte do Programa de Levantamento de Recursos Terrestres da NASA, operando quase que ininterruptamente desde 1972 (houve um período de interrupção em 2011-2012) e disponibilizando imagens gratuitas desde meados da década de 1990. É o programa de satélites de recursos terrestre mais antigo e contém um acervo histórico de imagens orbitais único e muito importante (NASA, 2013). No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é a instituição responsável pela manutenção e disponibilização deste acervo.

Em 11 de fevereiro de 2013, foi lançada ao espaço a Missão de Continuidade dos Dados Landsat (LDCM) – chamada de Landsat 8. Esse novo satélite procura dar continuidade à aquisição de dados globais do programa que já dura 40 anos. Apresenta mudanças em quase todas as resoluções do sensor e a produção de dados e informações mapeadas, o que é de extremo auxílio ao usuário. Possui dois novos sensores – o sensor multiespectral *Operational Land Imager* (OLI) e o sensor termal *Thermal Infrared Sensor* (TIRS), que conferem uma melhora na resolução espectral. Duas bandas espectrais especificamente para os recursos hídricos e investigação da zona costeira foram adicionadas - *new coastal* (banda 1) e um novo canal de infravermelho para a detecção de nuvens cirros (banda 9). Essas adições provocaram mudanças nos intervalos dentro do espectro dos canais de todas as bandas. Algumas bandas apresentam largura menor no espectro, principalmente as do infravermelho (NASA, 2013).

Há também uma nova banda de garantia de qualidade (Banda QA), responsável por fornecer informações sobre a presença de nuvens, água e neve. A partir do sensor termal TIRS, foram criadas duas bandas espectrais para o comprimento de onda que era coberto antes por apenas uma banda nos sensores TM e ETM+ (USGS, 2013). Sua resolução radiométrica também foi melhorada com o uso dos sensores OLI e TIRS, que proporcionam um melhor desempenho radiométrico, quantificado em uma faixa dinâmica de 12 bits (as imagens anteriores possuíam 8 bits). Esse aumento permite uma maior caracterização de alvos da imagem e podem contribuir bastante para a diminuição do efeito de sombras.

A resolução espacial teve poucas inovações com relação às imagens anteriores. As bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, e 9 possuem uma resolução de 30 metros; as bandas termais 10 e 11 possuem uma resolução de 100 metros; e a banda 8 (pancromática) possui uma resolução de 15 metros (NASA, 2013). As imagens do Landsat 8 são gratuitas e podem ser obtidas no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). O seu período de revisita é de 16 dias. As imagens são disponibilizadas em formato GeoTIFF e possuem características diferentes de outras imagens Landsat. Suas características principais são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Características das imagens do satélite Landsat 8 OLI.

BANDAS	COMPRIMENTO DE ONDA (MICRÔMETROS)	RESOLUÇÃO (METROS)
Banda 1 – Aerosol Costeira	0,43 – 0,45	30
Banda 2 – Azul	0,45 – 0,51	30
Banda 3 – Verde	0,53 – 0,59	30
Banda 4 – Vermelha	0,64 – 0,67	30
Banda 5 – Infravermelha próxima (NIR)	0,85 – 0,88	30
Banda 6 – SWIR 1	1,57 – 1,65	30
Banda 7 – SWIR 2	2,11 – 2,29	30
Banda 8 – Pancromática	0,50 – 0,68	15
Banda 9 – Cirrus	1,36 – 1,38	30
Banda 10 – Infravermelha termal (TIRS) 1	10,60 – 11,19	100
Banda 11 – Infravermelha termal (TIRS) 2	11,50 – 12,51	100

Duas classes de uso do solo foram consideradas nesse estudo: áreas urbanas e culturas agrícolas/pastagens cultivadas. A presença dessas classes foi identificada em quatro cenas do satélite Landsat-8 OLI, obtidas a partir do site do USGS. Foram adquiridas imagens do ano de 2013 para as regiões do estudo. Deu-se preferência para aquelas imagens que não possuíam cobertura de nuvens. Ao total, foram necessárias quatro imagens (Tabela 3).

Tabela 3. Identificação das imagens do satélite Landsat 8 OLI de 2013, utilizadas nesse estudo.

PARQUE NACIONAL	ÓRBITA/PONTO	DATA DE PASSAGEM
Serra da Bodoquena	226/74	30/09/2013
	226/75	30/09/2013
Chapada dos Guimarães	226/71	19/07/2013
Brasília	221/71	25/08/2013

A extração de informações de imagens para a geração de mapas de uso e cobertura do solo pode ser realizada com o uso de procedimentos de interpretação visual

ou por métodos de classificação automática de imagens. Quando existe a necessidade de determinar o uso do solo de grandes áreas, a adoção da interpretação visual torna o procedimento demorado e caro, já que mobiliza uma grande quantidade de mão-de-obra especializada. Considerando esses fatores, a utilização de técnicas automáticas na extração dessas informações é uma opção viável para a classificação de uso e cobertura do solo em larga escala (PINHO, 2005).

A classificação de objetos ou fenômenos é feita pela escolha das características que os descrevem para diferenciá-los entre si. Os métodos de classificação se dividem basicamente em duas categorias: a classificação supervisionada e a não-supervisionada. Na primeira, o classificador seleciona as classes de interesse e a partir dessas amostras de treinamento a classificação é rodada. Já a segunda é baseada em semelhança entre as características do pixel, não havendo o conhecimento prévio do classificador sobre os atributos das classes pertinentes a cena. Após a classificação não supervisionada, é necessário o agrupamento das classes, procedimento realizado manualmente pelo operador.

A partir das imagens Landsat 8 obtidas, foram gerados os mapas de uso e cobertura do solo das três zonas de amortecimento. Tais mapas foram gerados a partir da utilização da classificação supervisionada. Esta foi feita utilizando a extensão *Spatial Analyst Tools*, a partir da seguinte sequência de comando: *Multivariate, Create Signatures; Multivariate, Maximum Likelihood Classification*. Esta técnica consiste basicamente em auxiliar o computador na interpretação da imagem extraíndo prévias amostras de pixel das classes anteriormente determinadas (FITZ, 2008).

Os resultados da classificação passaram por um refinamento, utilizando-se o método de interpretação visual para retificar a delimitação da área urbana.

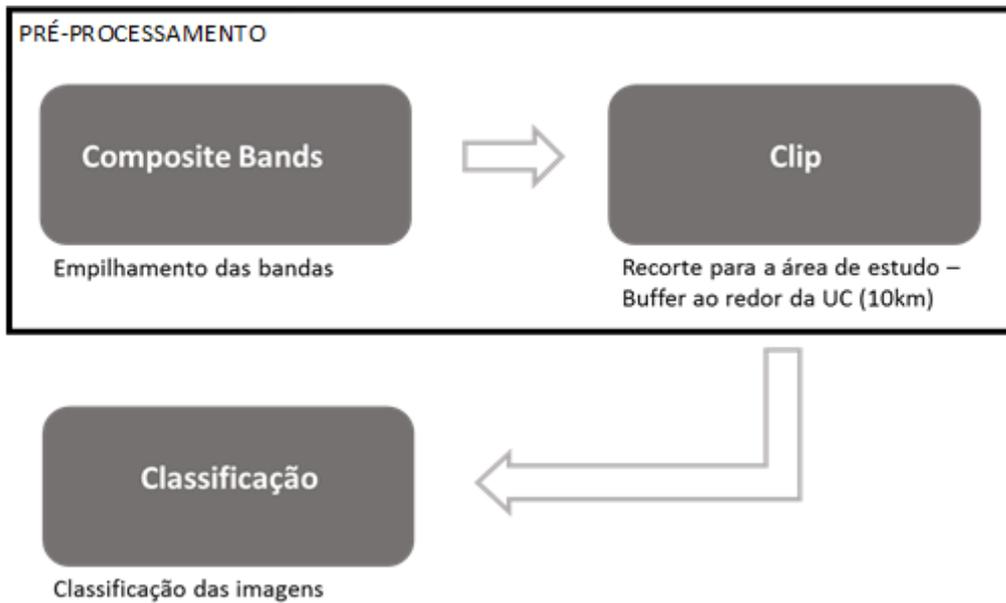
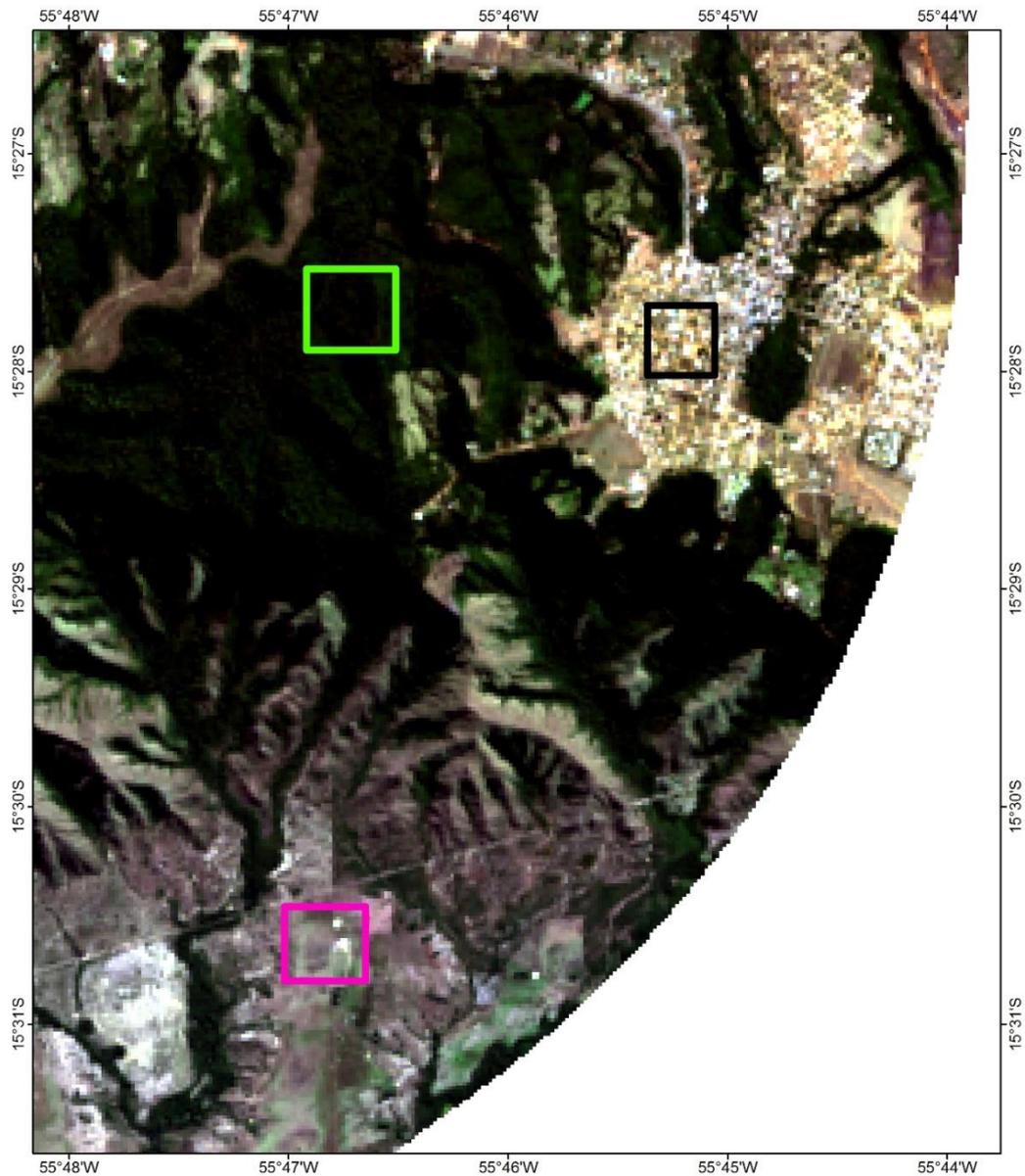


Figura 2. Fluxograma das etapas de pré-processamento dos dados utilizados na definição do ranking de prioridade das unidades de conservação.

Por fim, efetuou-se a vetorização das classes geradas em arquivo *raster* na técnicas de classificação supervisionada, de forma automática, por meio da extensão *Spatial Analyst*, através do comando: *Reclassify*; e ainda por meio da extensão *3D Analyst*, a partir da seguinte sequência de comando: *Convert, Raster to Features*, para o posterior cálculo de áreas.

Para a referida interpretação visual, foi utilizada a composição colorida das bandas 2 (faixa espectral do azul), 3 (verde) e 4 (vermelho) associadas às cores primárias do vermelho, verde e azul. Essa composição colorida RGB mostrou alto potencial para diferenciar as classes de uso do solo consideradas nesse estudo: áreas urbanas e culturas agrícolas/pastagens cultivadas. Essas classes são diferenciadas nas imagens por causa das diferenças na cor, textura e forma. Na Figura 3, é mostrado um exemplo de composição colorida utilizada nesse estudo. De um modo geral, as áreas verdes representam diferentes coberturas vegetais naturais enquanto as áreas avermelhadas e esbranquiçadas representam as classes de uso do solo. Dentro das áreas de uso do solo, as cores mais avermelhadas denotam presença de solo exposto e ricos em óxidos de ferro (tipicamente, solos do tipo Latossolos), enquanto as cores mais esbranquiçadas denotam solos mais arenosos (tipicamente, solos do tipo Neossolos Quartzarênicos).



Diferenciação dos Diferentes Usos e Cobertura do Solo na Imagem Landsat 8 pela Textura, Cor e Forma

Composição da Imagem

RGB

- Vermelho: Banda 4
- Verde: Banda 3
- Azul: Banda 2

Classes de uso e cobertura

- Agricultura/Pastagem
- Área Urbana
- Vegetação natural

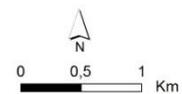


Figura 3. Recorte de composição colorida RGB/432 do Landsat-8 do Parque Nacional da Serra Chapada dos Guimarães, mostrando aspectos tonais, texturais e geométricos típicos das classes de cobertura vegetal natural e uso do solo.

Segundo o site oficial da NASA, as novas imagens do Landsat 8 detém um erro de posicionamento em torno de 12 metros para o sensor OLI, resultantes de uma série de mudanças realizadas neste novo satélite. As imagens utilizadas no trabalho não

precisaram de retificação já que a NASA e a USGS, realizam alguns processamentos antes da disponibilização das cenas para o usuário, no caso das cenas do satélite Landsat 8, todas as imagens são ortorretificadas de acordo com a disponibilidade de dados existentes para a área em questão (USGS, 2013).

De acordo com Saito (2006), a fragmentação de ecossistemas naturais é uma das principais ameaças à conservação no Brasil. Essa fragmentação pode ser causada por fatores naturais, no entanto, está principalmente relacionada com a expansão crescente do uso antrópico em atividades como agricultura e pastagem e na ocupação de áreas urbanas. De acordo com Klink (2005), as três classes de uso do solo mais expressivas no Cerrado são as pastagens cultivadas, as culturas agrícolas e as áreas urbanas. Portanto, essas foram as classes consideradas nesse estudo, conforme mencionado anteriormente. As Figuras 4 a 6 mostram as representações típicas dessas classes na composição colorida RGB/432 analisada nesse estudo.

Tabela 4 - Principais classes de uso do solo e correspondente área ocupada no bioma Cerrado.

USO DO SOLO	ÁREA (ha)
Pastagens cultivadas	65.874.145
Culturas agrícolas	17.984.719
Áreas urbanas	3.006.830
Florestas plantadas	116.760
Outros	930.304
Total	87.912.759

Fonte: adaptado de Klink (2005).

5.2.2. Fertilidade

A fertilidade do solo foi outro parâmetro selecionado como sendo um dos fatores de interferência no estado de conservação das zonas de amortecimento das unidades de conservação. Este fato se deve a fertilidade estar diretamente ligada ao uso do solo para agricultura. Sendo assim, quanto maior for a fertilidade do solo de uma região, maior a probabilidade de esta ser impactada pela agricultura.

A história do desenvolvimento da agricultura no Brasil, desde o seu descobrimento, está diretamente ligada à fertilidade do solo. O solo é o meio principal para o crescimento das plantas e uma boa condição de funcionamento é essencial para a garantia da preservação de serviços ambientais essenciais, como o fluxo e a qualidade da água, a biodiversidade e o equilíbrio de gases atmosféricos (NOVAIS et al., 2007). A presença de nutrientes é um dos aspectos fundamentais que garantem a boa qualidade dos solos. A ciclagem natural de nutrientes é a grande responsável por manter um bom funcionamento do solo e do ecossistema como um todo, sendo de essencial relevância na manutenção de estoque de nutrientes do solo, o que evita a perda da fertilidade natural do solo (WRI, 2000).

Eutrofia, distrofia e alicidade são classificações dadas ao solo, com finalidade de fornecer uma ideia sobre a maior ou a menor proporção de alguns íons no complexo de troca dos solos que são responsáveis pela fertilidade do solo (EMBRAPA, 1999). Segundo a Embrapa, um solo é eutrófico quando a porcentagem de saturação por bases é superior a 50%, é um tipo de solo que possui concentrações de nutrientes em níveis ótimos, ou quase ótimos, para o crescimento de plantas. Distrófico, quando menos de 50%, são solos de fertilidade média ou baixa. Álico, quando o alumínio ocupa mais de 50% da capacidade efetiva de troca de cátions, é um solo de baixo potencial nutricional abaixo da camada arável.

O dado de fertilidade do solo foi obtido através do recorte do Mapa de Solos do Brasil da Embrapa, produzido pelo projeto RadamBrasil na escala 1:1.000.000. Um recorte do dado foi feito para as áreas de amortecimento utilizando a ferramenta *clip* do ArcGIS 10.1 e assim a classificação de fertilidade foi atribuída para cada zona.

5.2.3. Drenagem e Declividade

A drenagem de determinada área sofre a influência das condições climáticas, das formas de relevo, da estrutura geológica, da composição e dos aspectos físicos das rochas, dos solos, da vegetação, e da ação antrópica (IBGE, 1995). Como consequência dos processos erosivos ocorridos nas bacias de drenagem, há a presença de sedimentos nos cursos d'água. Essa presença pode ser intensificada pela expansão de atividades agrícolas.

Dependendo da região de origem, os sedimentos podem contribuir para a entrada de concentração de nutrientes, patógenos e metais pesados para as áreas protegidas (ARROIO JÚNIOR, 2013). De acordo com Grossi (2006), o uso de fertilizantes e outros produtos utilizados na agricultura altera a composição química do solo e, com a ocorrência de chuvas, esses produtos são carregados pela rede de drenagem, gerando impactos na fauna e flora.

Novotony e Olem (1993) apontaram que a criação de animais é outra atividade que gera poluição difusa que será carregada pelas águas das chuvas. O processo de urbanização também influencia negativamente o ambiente das áreas naturais devido aos sedimentos gerados pela ocupação inadequada de áreas, depósitos de lixo em lugares impróprios, resíduos do asfalto, entre outros. A análise da carga suspensa transportada é um fator importante na compreensão da dinâmica da bacia e do estado de degradação ou preservação em que ela se encontra (LELI, 2010).

A declividade corresponde à inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal. Conhecer a declividade de um terreno é importante para estudos geológicos e geomorfológicos, serve como base para inferências sobre susceptibilidade dos solos à erosão e também é usada na identificação da potencialidade de uso agrícola de uma determinada área, quando correlacionado a outros tipos de fenômenos geográficos inerentes à topografia. Nesse estudo, as diferentes classes de declividade e drenagem foram geradas utilizando o *software* ArcGIS. O formato de saída dos dados é matricial (raster), mas foi convertido para formato vetorial para fins de cálculo de áreas mais preciso.

A base para a geração de dados dessas duas variáveis foi a base de dados do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). O SRTM constituiu-se em um projeto internacional, liderado pela *National Geospatial Intelligence Agency* (NGA) e pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) com objetivo de adquirir dados digitais de elevação para toda a superfície terrestre continental. Os dados do SRTM foram obtidos pelo ônibus espacial Shuttle com uma resolução espacial de 30 metros, mas os dados fornecidos para a América do Sul foram reamostrados para a resolução aproximada de 90 metros. Os dados foram obtidos diretamente no portal da NASA.

A densidade de drenagem (Dd) é a razão entre a extensão total dos canais (Et), e a área de drenagem (A):

$$Dd = \frac{Et}{A}$$

No presente estudo, a extensão total dos canais que entram no parque foi convertida em área, para que fosse possível comparar essa variável com outras, já que todos os dados de entrada da análise de vulnerabilidade estão em área. A conversão se deu através do uso de quadrículas de tamanho 30 m x 30 m. Esse tamanho de quadrícula foi escolhido de acordo com o tamanho do pixel da imagem Landsat 8, utilizada no trabalho em questão (Figura 4).

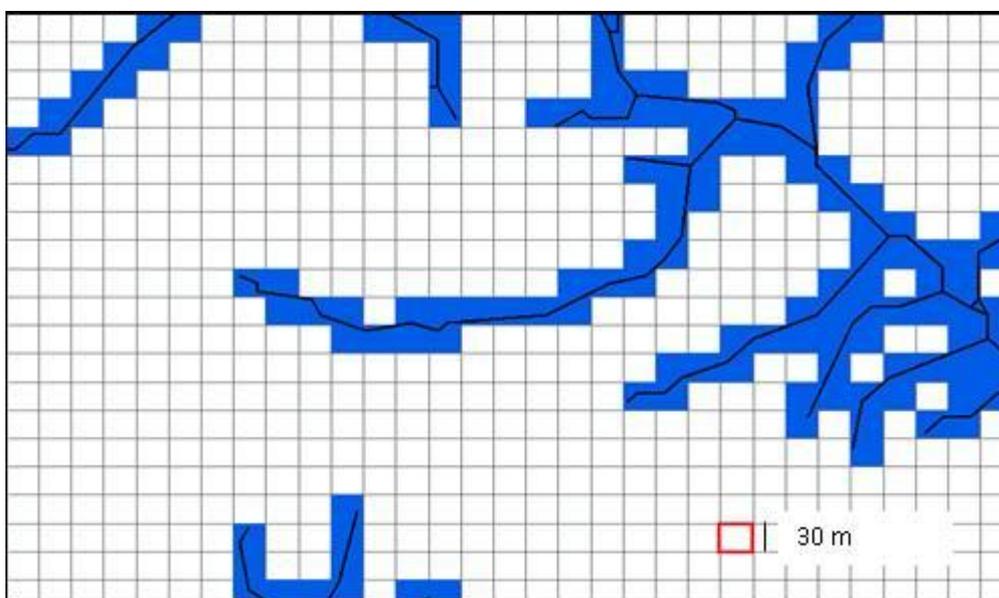


Figura 4. Quadrículas de tamanho 30 m x 30 m usadas para cálculo da densidade da hidrografia.

Considerando as áreas das quadrículas, a densidade de drenagem foi calculada utilizando a seguinte fórmula abaixo:

$$Dd = \frac{A_{tc}}{A_{ta}}$$

A densidade de drenagem (Dd) é a razão entre a área total dos canais que entram no parque (A_{tc}), e a área total da zona de amortecimento (A_{ta}). A 'Ata' é aproximadamente a mesma utilizando ou não as quadrículas para o cálculo da área. Para o cálculo das áreas territoriais das unidades do presente estudo, utilizou-se o sistema de

Projeção Cônica Equivalente de Albers – *Albers Equal Area*, a qual tem, como característica, a manutenção das áreas, com coeficiente de deformação superficial nulo.

5.3. Vulnerabilidade

A vulnerabilidade ambiental refere-se à susceptibilidade do ambiente a pressões de uso e ocupação do solo (intervenção humana). O fator de uso e ocupação do solo sempre pesará mais ou muito mais que o fator natural (MARANDOLA & HOGAN, 2005). A quantificação da vulnerabilidade é apenas relativa e com critérios muitas vezes subjetivos, já que os resultados apresentados nos mapas de vulnerabilidade mostram apenas valores relativos uns aos outros e não valores absolutos (GUIGUER & KOHNKE, 2002). Esse conceito foi aplicado para permitir a classificação em ordem de prioridade de conservação dos três parques nacionais do estudo. Através da análise de vulnerabilidade das unidades às suas zonas de amortecimento, é possível identificar qual parque está sofrendo maior pressão antrópica, conseqüentemente, este é o mais vulnerável e o que tem prioridade mais alta para conservação.

Nesse estudo, foram atribuídos pesos (escores) de 1 a 10 para cada classe. Os pesos foram definidos considerando-se os planos de manejo dos parques em questão. Os resultados da avaliação das classes e seus respectivos escores encontram-se explicitado na Tabela 5. Esses valores foram usados para encontrar o resultado final do cálculo da

vulnerabilidade.

Tabela 5. Classes de uso e cobertura do solo das zonas de amortecimento e seus respectivos escores.

CLASSES	(1-10)
USO/COBERTURA	
Área urbana	10
Pastagem/Agricultura	7
FERTILIDADE DO SOLO	
Solos distróficos	1
Solos eutróficos	7
DENSIDADE DE DRENAGEM	
< 25%	1
25 - 50%	7
> 50%	10
DECLIVIDADE	
0 - 5 %	1
5 -10%	3
> 10%	7

A vulnerabilidade foi calculada utilizando a fórmula a seguir:

$$V = \sum_{i=x}^n E_i A_i$$

Onde V = Vulnerabilidade; E = Escore; A = Área; i = Índice de somatório; x = Limite inferior da variável; e n = Limite superior da variável.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item, os resultados da análise individual das variáveis - uso do solo, fertilidade do solo, declividade e drenagem, estão apresentados na forma de tabelas que contem a porcentagem calculada das áreas da classe dentro das zonas de amortecimento do estudo, em relação a área total dessas zonas e mapas gerados para cada classe. A análise de vulnerabilidade integrou todas as variáveis sendo baseada no produto da porcentagem de suas áreas com o peso atribuído a cada uma, conforme desenvolvido em itens anteriores.

As variáveis utilizadas foram definidas em função de fatores apontados pela literatura que são diretamente responsáveis pela pressão às unidades de conservação.

Essas variantes podem ser alteradas de acordo com a demanda da análise e com os dados existentes para a área de estudo por exemplo. Além disso, é importante ressaltar também que o diagnóstico foi feito a partir da comparação de três áreas por ser uma definição de metodologia. Visto que a metodologia foi aplicada com sucesso, o mesmo processo pode ser realizado para quantas e quais unidades forem necessárias.

6.1. Uso do Solo

Após a geração do dado de uso do solo para as áreas de amortecimento, foram calculadas as áreas ocupadas por cada classe (Tabela 6).

Em termos de porcentagem de área ocupada por uso do solo, o parque que possui maior proporção de cobertura antrópica é o PN da Serra da Bodoquena, com 55% de toda a zona de amortecimento, seguido do PN de Brasília (42%) e, por último, o PN da Chapada dos Guimarães (35%). O PN de Brasília destaca-se dos demais por apresentar uma elevada porcentagem de área urbana na zona de amortecimento. Os resultados dos mapas de uso e cobertura do solo estão apresentadas nas Figuras 5 a 7.

Tabela 6. Parques nacionais, áreas das classes de uso e cobertura do solo das zonas de amortecimento e suas porcentagens.

PARQUE NACIONAL	CLASSES DE USO E COBERTURA DO SOLO	ÁREA (ha)	% DA ÁREA
Chapada dos Guimarães	Antrópico - pastagem/agricultura	37.809	34
	Antrópico - Área urbana	854	1
	Natural	73.156	65
	Total	111.819	100
Brasília	Antrópico - pastagem/agricultura	27.467	27
	Antrópico - Área urbana	15.873	15
	Natural	59.224	58
	Total	102.564	100
Serra da Bodoquena	Antrópico - pastagem/agricultura	157.043	55
	Antrópico - Área urbana	0	0
	Natural	126.505	45
	Total	283.548	100

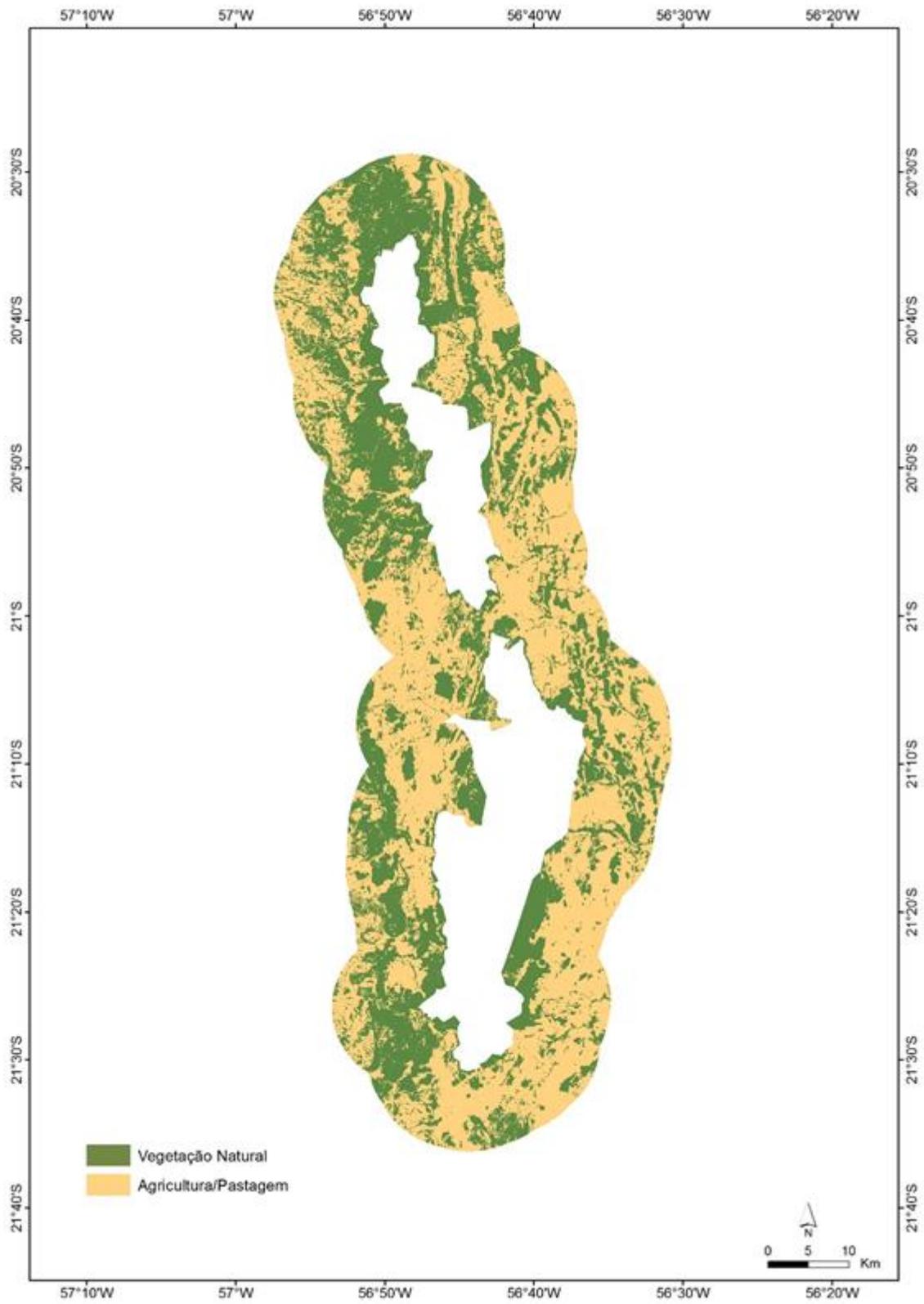


Figura 5. Uso e ocupação do solo da zona de amortecimento do Parque Nacional da Serra da Bodoquena.

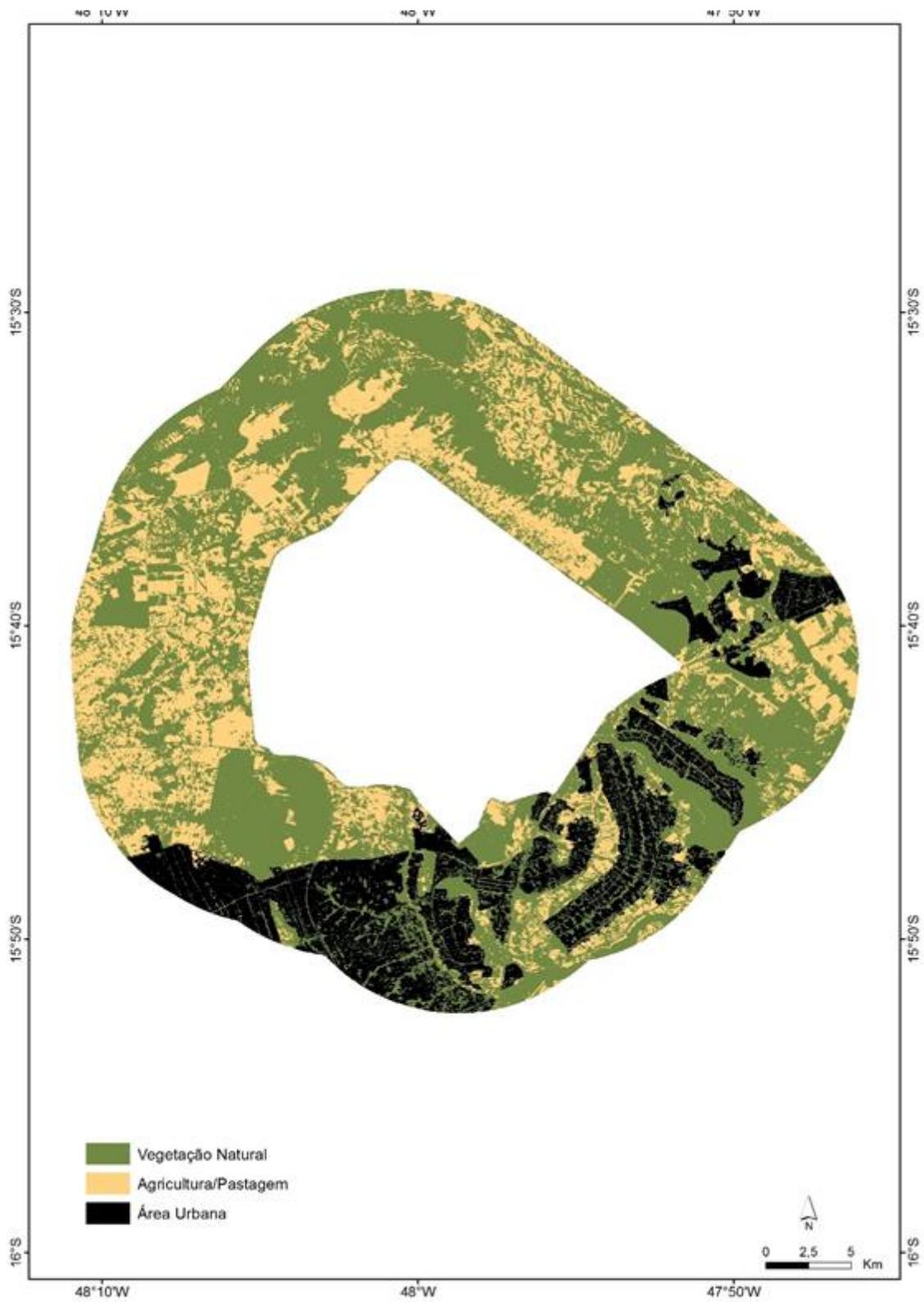


Figura 6. Uso e ocupação do solo da zona de amortecimento do Parque Nacional de Brasília.

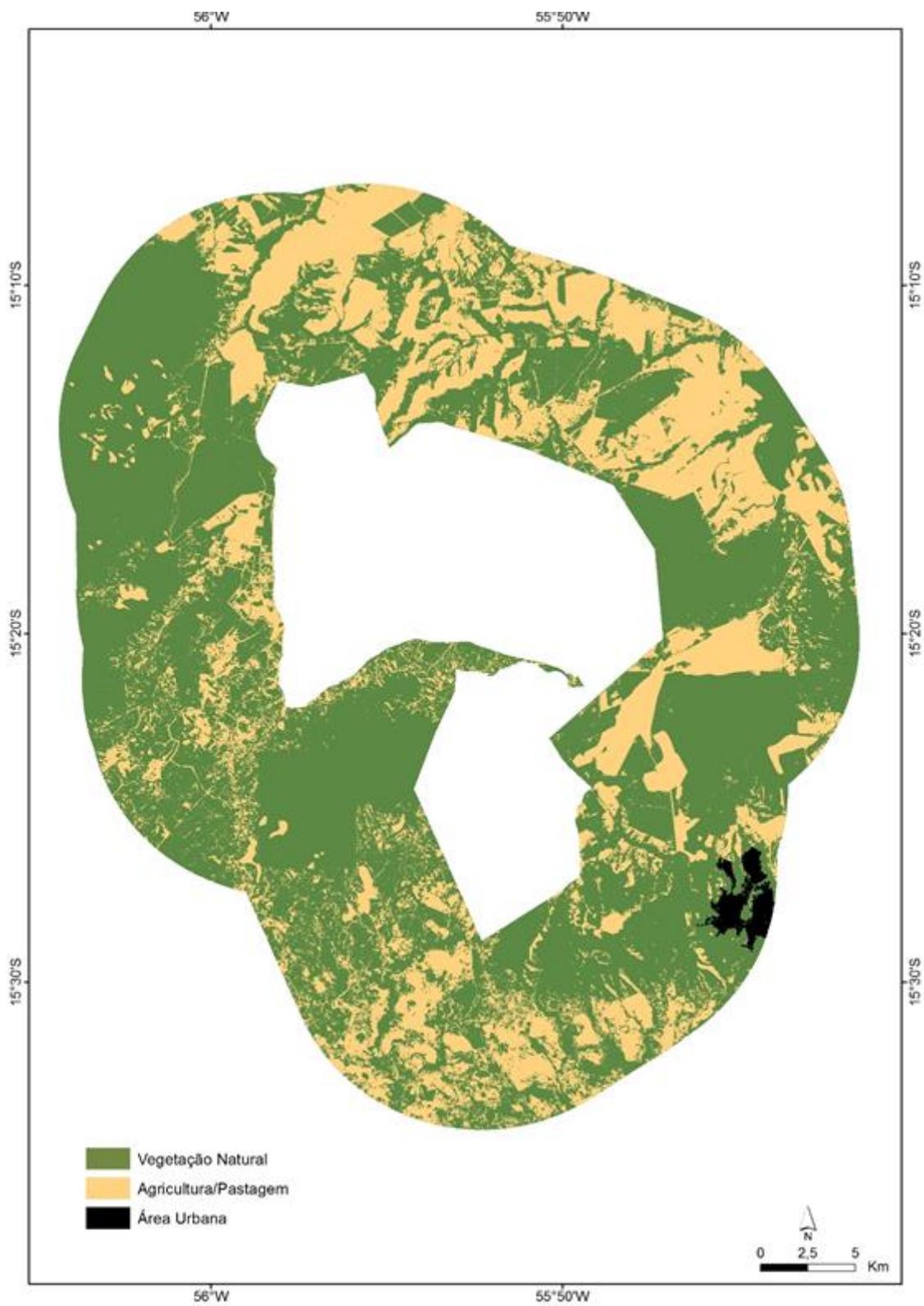


Figura 7. Uso e ocupação do solo da zona de amortecimento do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães.

6.2. Fertilidade de Solos

As porcentagens das áreas ocupadas pelas classes de fertilidade de solos nas zonas de amortecimento dos três parques em consideração estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Parques nacionais e porcentagens da classificação de fertilidade do solo.

PARQUE NACIONAL	FERTILIDADE DO SOLO	(%)
Brasília	Eutrófico	100
	Eutrófico	58
Chapada dos Guimarães	Distrófico	42
	Eutrófico	100
Serra da Bodoquena	Eutrófico	100

Toda a área das zonas de amortecimento dos PN de Brasília e do PN da Serra da Bodoquena apresentaram solos eutróficos, ou seja, solos férteis e susceptíveis à ocupação antrópica através de culturas agrícolas. Somente a zona de amortecimento do PN da Chapada dos Guimarães apresenta dois tipos de fertilidade de solos, os eutróficos (58% da zona de amortecimento) e os distróficos (42% da zona de amortecimento). Conforme mencionado anteriormente, os solos distróficos possuem fertilidade média ou baixa, o que reduz a susceptibilidade dessas zonas ao uso antrópico relacionado à agricultura.

6.3. Declividade

A distribuição (em porcentagem) da área das classes de declividade nas zonas de amortecimento dos três parques nacionais é mostrada na Tabela 8. As três áreas de estudo estão, em sua maior parte, entre as classes 1 a 4, que representam declividades de 0° a 25°. Como o aumento da declividade apresenta influência direta sobre a susceptibilidade do solo à erosão, quanto mais declivoso o terreno maior a quantidade de sedimentos que entrarão no parque e, em consequência, maior o seu índice parcial de vulnerabilidade.

Após a análise dos resultados, foi verificado que, apesar de influenciar a pressão sob as áreas de conservação devido à quantidade de sedimentos que é carregada para essas unidades, como as zonas de amortecimento dos três parques apresentaram

declividades bem parecidas, essa variável não demonstrou muita influência no resultado final de cálculo de vulnerabilidade do solo. Nos mapas de declividade do terreno das zonas de amortecimentos, é possível conferir o resultado da análise desse fator (Figuras 8 a 10).

Tabela 8. Distribuição das classes de declividade nas zonas de amortecimento dos PN da Chapada dos Guimarães, PN de Brasília e PN da Serra de Bodoquena.

DECLIVIDADE (%)	PN CHAPADA DOS GUIMARÃES	PN BRASÍLIA	PN SERRA DE BODOQUENA
Classe	Porcentagem da Área Total (%)		
0 - 5	74	72	65
5 - 10	15	17	20
> 10	11	11	15

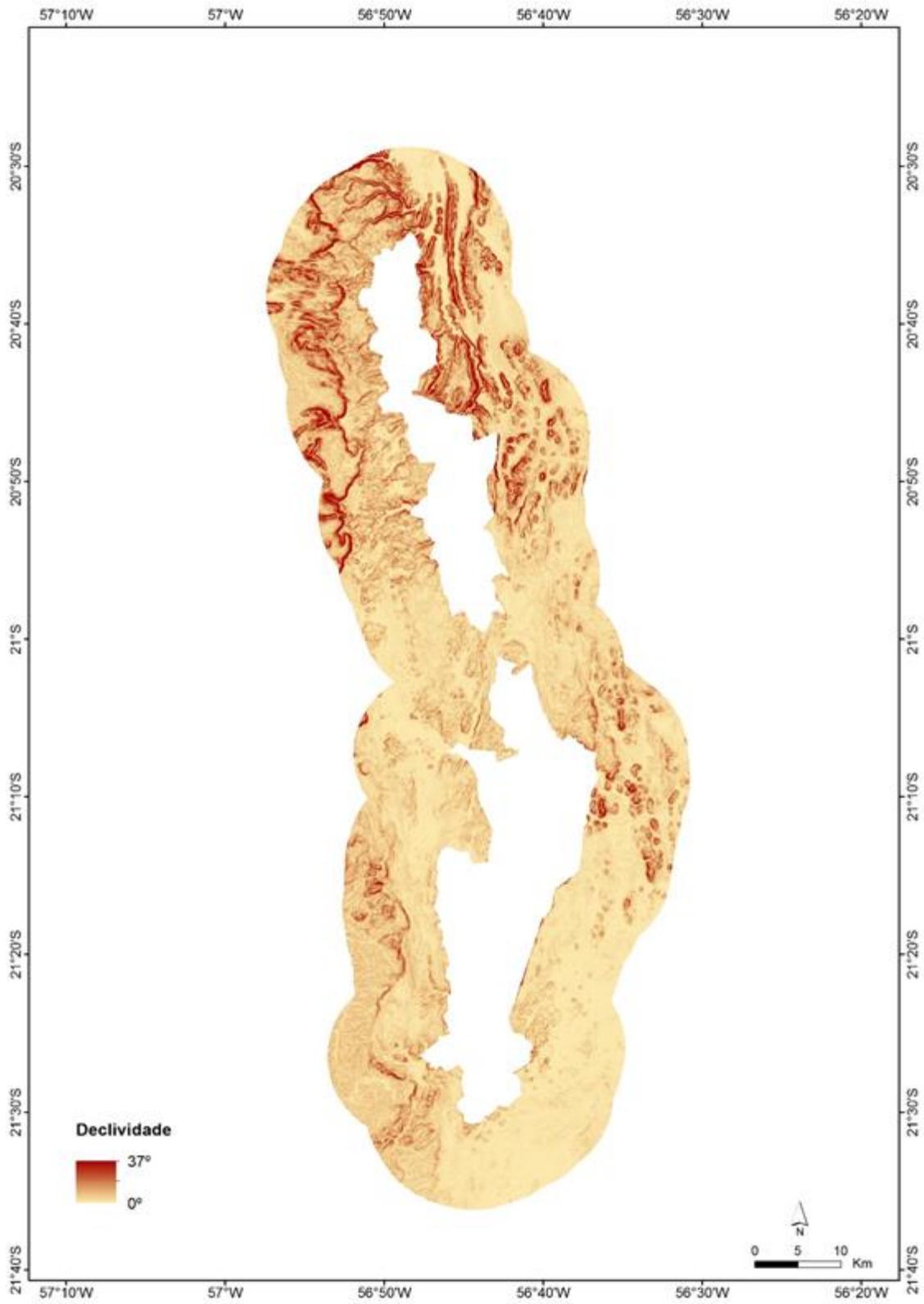


Figura 8. Declividade da zona de amortecimento do Parque Nacional da Serra da Bodoquena.

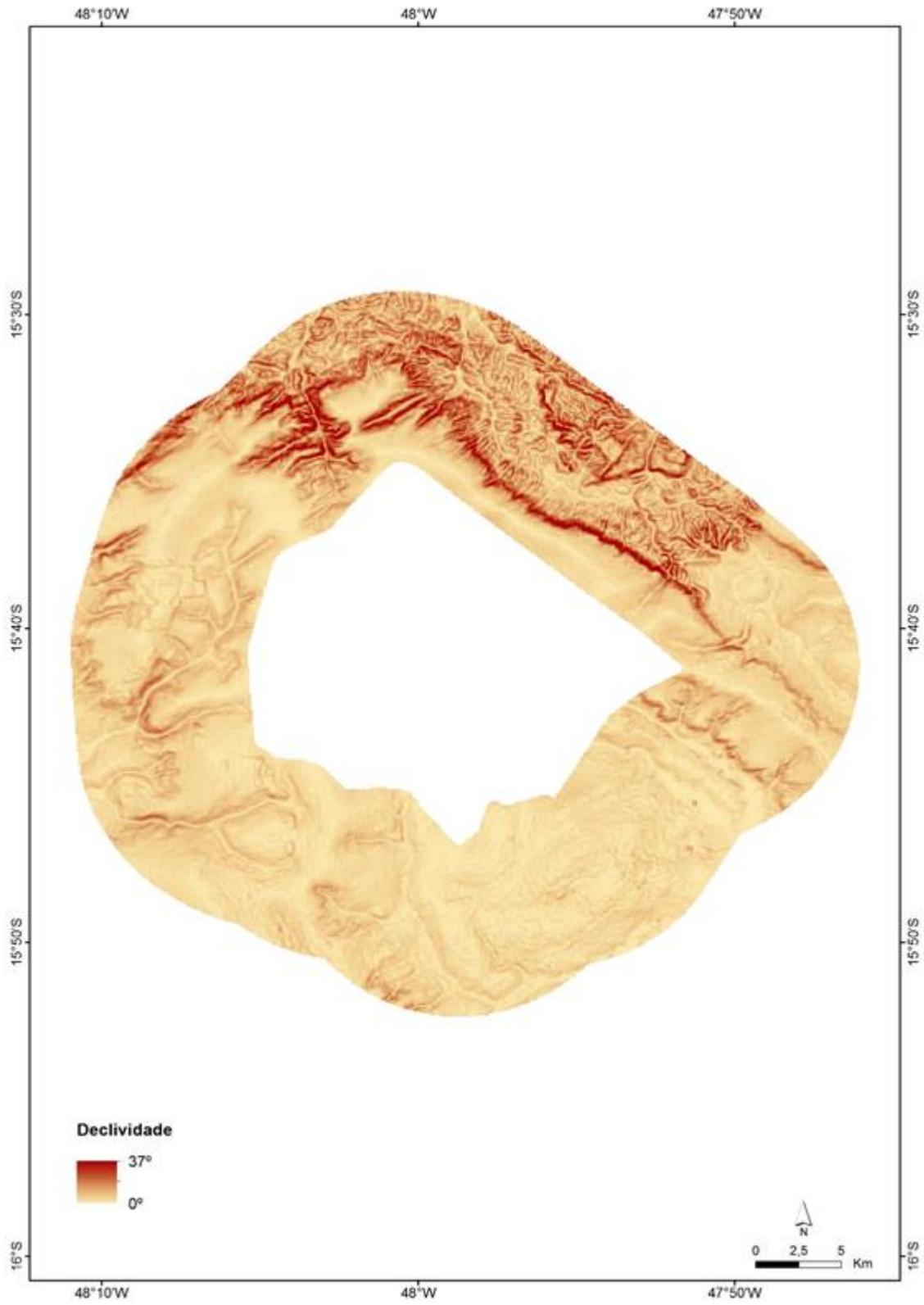


Figura 9. Declividade da zona de amortecimento do Parque Nacional de Brasília.

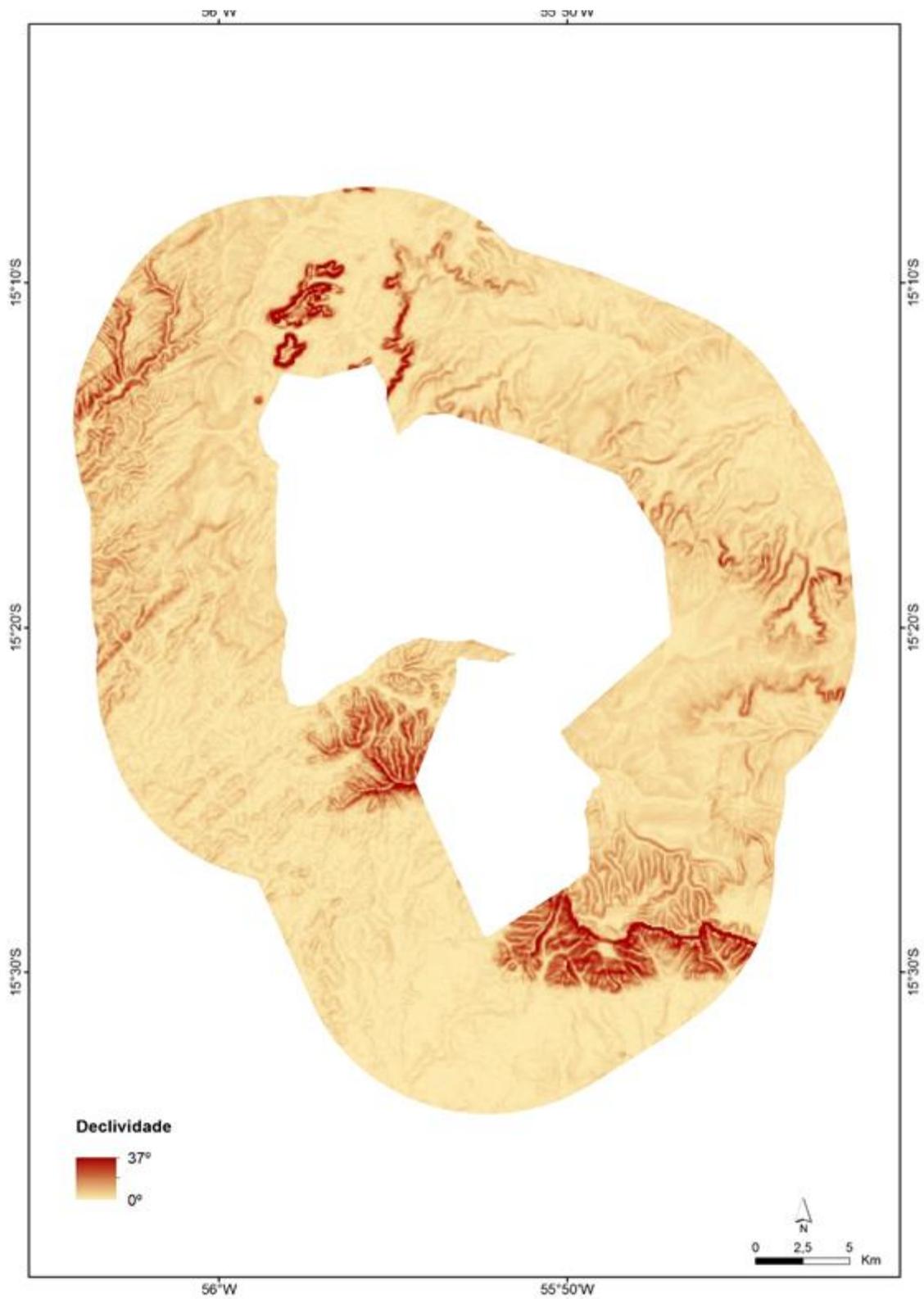


Figura 10. Declividade da zona de amortecimento do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães.

6.4. Drenagem

A rede de drenagem que entra no parque é responsável por levar sedimentos ou contaminantes, por exemplo, relacionados com herbicidas e inseticidas a elas. Assim, quanto maior é a densidade de drenagem da zona de amortecimento que entra nos parques, maior será a sua vulnerabilidade. Os três parques apresentam índices similares, conforme mostrado na Tabela 9. Dentre eles, o que apresenta maior vulnerabilidade é o PN de Brasília (29%) e o que possui menor vulnerabilidade é o PN da Chapada dos Guimarães (24%).

Tabela 9. Proporção da rede de drenagem presentes nas zonas de amortecimento do PN Chapada dos Guimarães, PN Brasília e PN Serra da Bodoquena que entram no interior dos parques.

DENSIDADE DE DRENAGEM			
Parque Nacional	Área de drenagem (ha)	Área do Parque (ha)	Porcentagem (%)
Brasília	34.039	118.106	29
Chapada dos Guimarães	24.491	102.564	24
Serra do Bodoquena	80.335	283.548	28

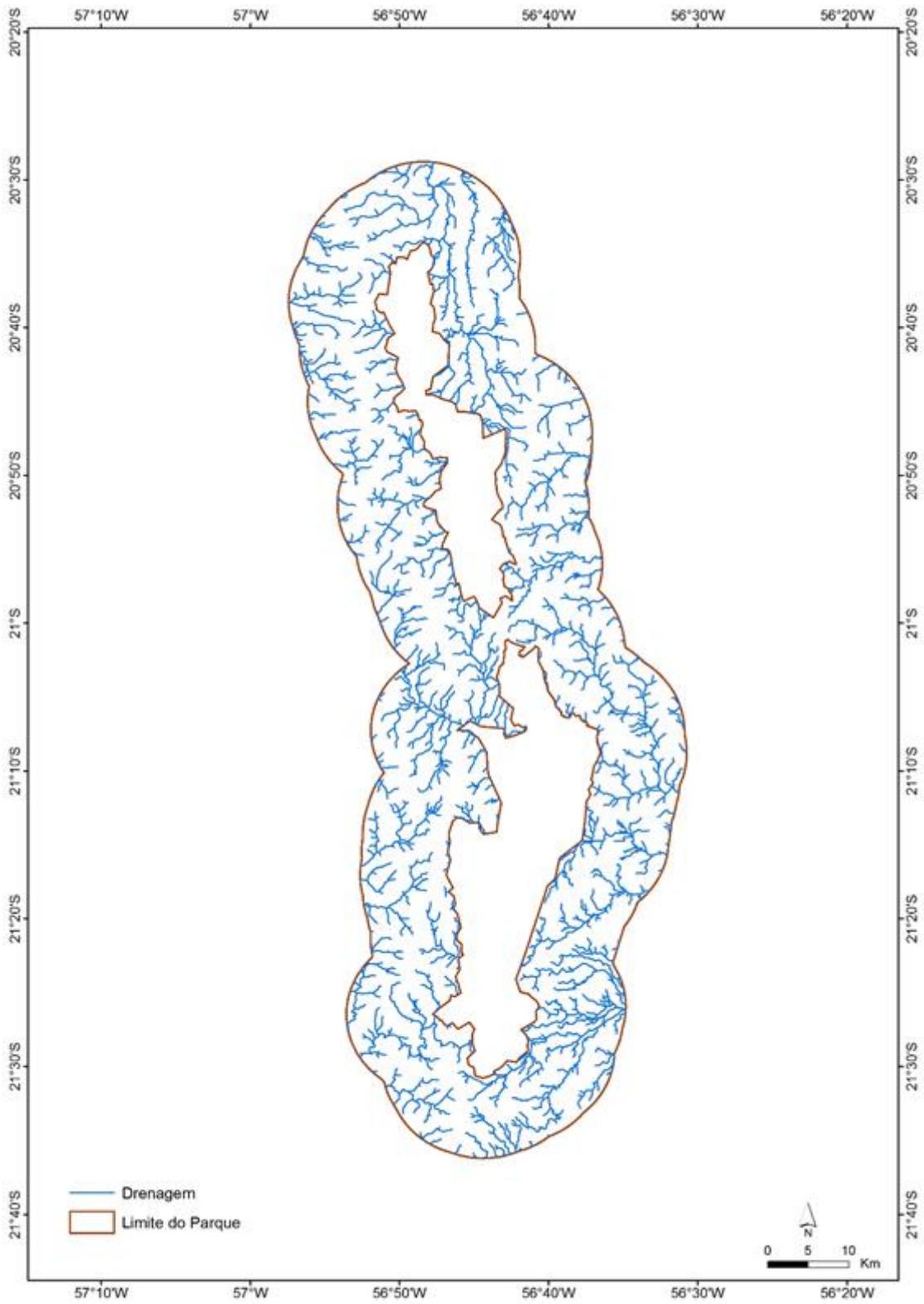


Figura 11. Drenagem da zona de amortecimento do Parque Nacional da Serra da Bodoquena.

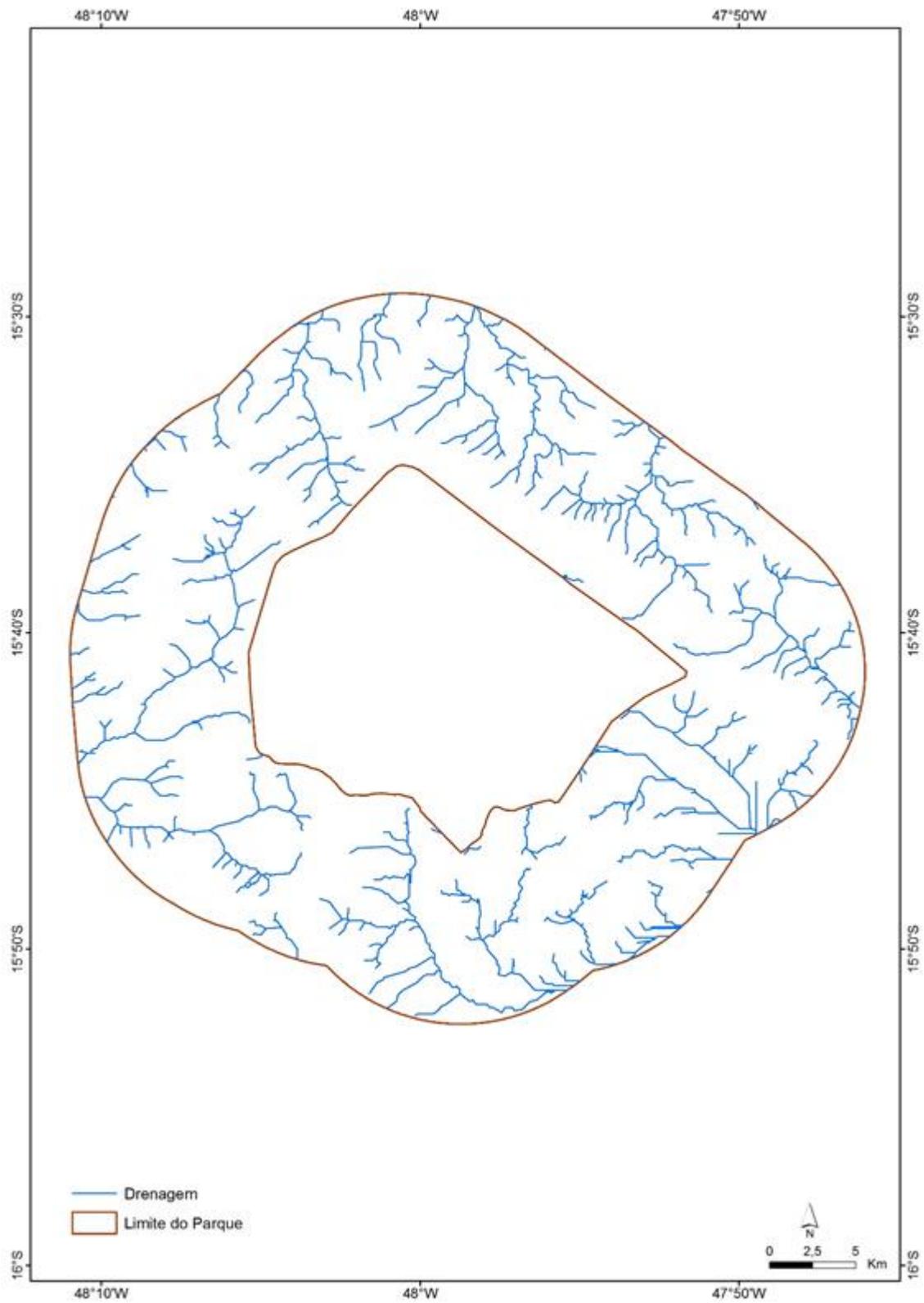


Figura 12. Drenagem da zona de amortecimento do Parque Nacional de Brasília.

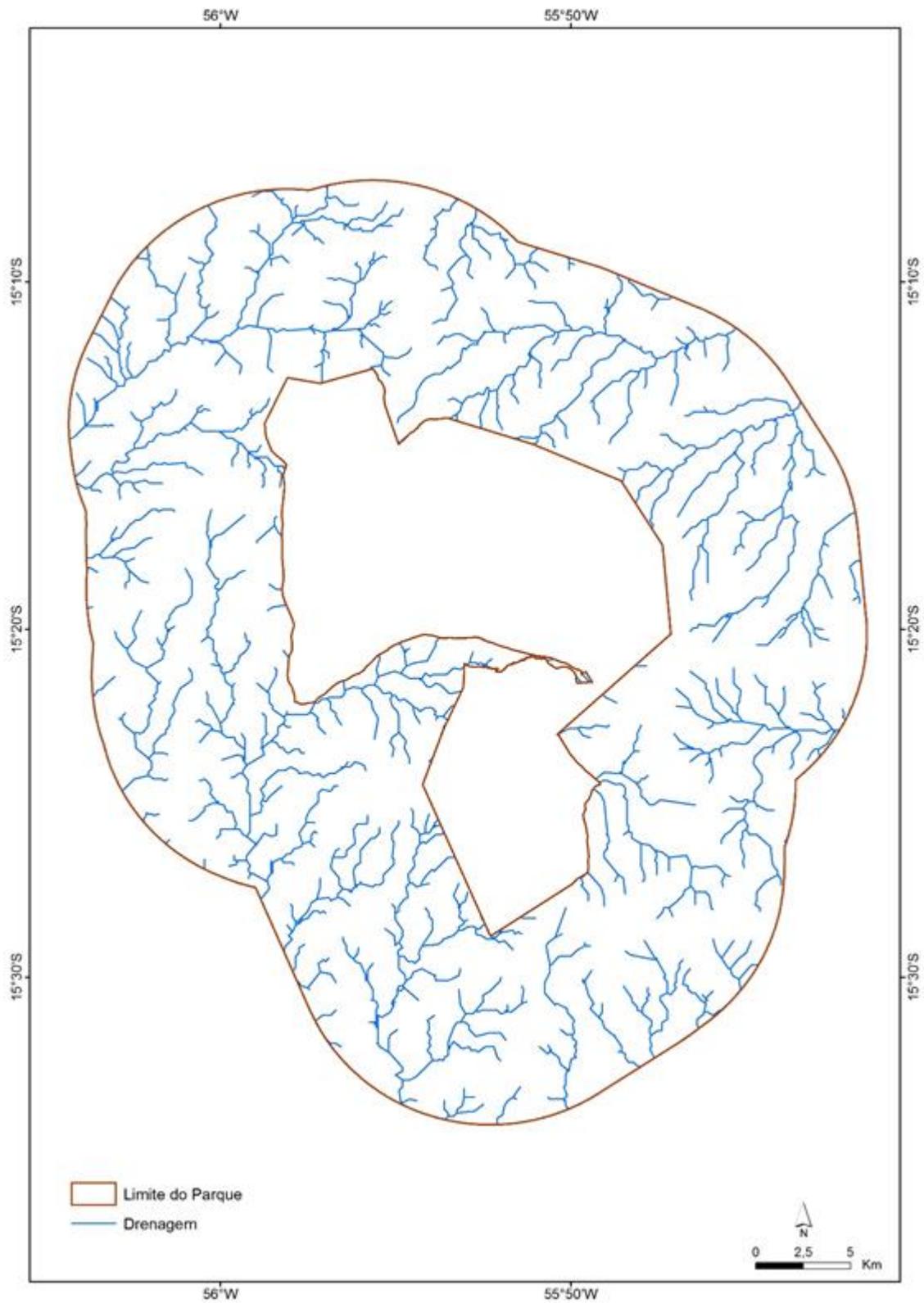


Figura 13. Drenagem da zona de amortecimento do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães.

6.5. Vulnerabilidade

Dentre os parques nacionais estudadas, o mais vulnerável foi o PN da Serra da Bodoquena e o menos, o PN da Chapada dos Guimarães, conforme explicitado na Tabela 10.

Tabela 10. Vulnerabilidade dos parques nacionais estudados..

Parque Nacional de Brasília			
VARIÁVEL	PESO	ÁREA (%)	VULNERABILIDADE
CLASSES	(1-10)	(Hectares)	Escore*Área
USO/COBERTURA			
Área urbana	10	15	150
Pastagem/Agricultura	7	27	189
FERTILIDADE DO SOLO			
Solos distróficos	1	100	100
Solos eutróficos	7	0	0
DENSIDADE DE DRENAGEM			
< 25%	1	0	0
25 - 50%	7	29	288
> 50%	10	0	0
DECLIVIDADE			
0 - 5 %	1	72	72
5 -10%	3	17	52
> 10%	7	11	77
Somatório			928
Parque Nacional da Serra da Bodoquena			
VARIÁVEL	PESO	ÁREA (%)	VULNERABILIDADE
CLASSES	(1-10)	(Hectares)	Escore*Área
USO/COBERTURA			
Área urbana	10	0	0
Pastagem/Agricultura	7	55	385
FERTILIDADE DO SOLO			
Solos distróficos	1	42	42
Solos eutróficos	7	58	406
DENSIDADE DE DRENAGEM			
< 25%	1	0	0
25 - 50%	7	28	196
> 50%	10	0	0
DECLIVIDADE			
0 - 5 %	1	74	74
5 -10%	3	15	45
> 10%	7	11	74
Somatório			1223

Parque Nacional da Chapada dos Guimarães			
VARIÁVEL	PESO	ÁREA (%)	VULNERABILIDADE
CLASSES	(1-10)	(Hectares)	Escore*Área
USO/COBERTURA			
Área urbana	10	1	10
Pastagem/Agricultura	7	34	238
FERTILIDADE DO SOLO			
Solos distróficos	1	100	100
Solos eutróficos	7	0	0
DENSIDADE DE DRENAGEM			
< 25%	1	0	0
25 - 50%	7	29	203
> 50%	10	0	0
DECLIVIDADE			
0 - 5 %	1	74	74
5 -10%	3	15	45
> 10%	7	11	74
Somatório			745

7. CONCLUSÕES

Os resultados desta pesquisa indicam que o Parque Nacional (PN) da Serra da Bodoquena é o que apresenta maior pressão antrópica. Deste modo, é o parque com maior prioridade para conservação, seguido pelo Parque Nacional (PN) de Brasília e pelo parque com menor prioridade para conservação, o PN da Chapada dos Guimarães.

A aplicação dessa técnica de análise de vulnerabilidade nas zonas de amortecimentos das unidades de conservação para indicar de priorização de conservação, mostrou-se efetiva como modelo para comparação e definição de prioridade de conservação de áreas protegidas. As variáveis analisadas, assim como a quantidade de áreas protegidas, podem ser definidas de acordo com a necessidade de cada análise.

Dois fatores apresentaram maior influência sobre os resultados - a área e a fertilidade do solo. Tais influências foram observadas no caso do PN de Brasília e do PN da Serra da Bodoquena. Apesar do primeiro apresentar uma área urbana dentro da zona de amortecimento que abrange uma área significativa (15%) em comparação com os outros parques e que esta é uma variável que apresenta o maior escore, o segundo foi apontado como o mais vulnerável por ter uma área de pastagem/ agricultura que ocupa porcentagem de área de 55% da área total. Também associado com o fato de ter área de 58% de solos eutróficos e ser o único parque que possui esse tipo de solo fértil, o PN da Serra da Bodoquena foi o que apresentou maior vulnerabilidade entre as unidades de conservação estudadas.

Os resultados desta pesquisa podem ser utilizados pelos tomadores de decisão para definir estratégias de conservação de áreas protegidas na região do Cerrado brasileiro. Análises como essas são primordiais como embasamento para planejamento e execução de políticas públicas no que se refere a conservação da natureza e bloqueio ou desaceleração da pressão antrópica sobre áreas naturais.

Como a metodologia definida pelo estudo apresentou resultados aplicáveis na conservação do bioma Cerrado, pode-se expandir a análise para abranger os demais parques do bioma e incluir mais variáveis para gerar um modelo mais complexo e com uma maior precisão.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARROIO JUNIOR, P. P. **Avaliação de Produção e Transporte de Sedimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Itaqueri, municípios de Itirapina e Brotas – SP.** (Dissertação de Mestrado), São Carlos: USP, 2013.
- BENNETT, C. F. **Conservation and Management of Natural Resources in the United States, USA.** Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1983.
- BRANNSTROM, C.; JEPSON, W.; FILIPPI, A.M.; REDO, D; XU, Z.; GANESH, S. Land change in the Brazilian savanna (Cerrado), 1986-2002: comparative analysis and implication for land-use policy. **Land Use Policy**, v. 25, p. 579-595, 2008.
- BRASIL. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).** Lei nº 9.985 de 18 de junho de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 10 julho 2014.
- BRITO, M. C. W. **Unidades de Conservação. Intenções e Resultados.** São Paulo: Annablume/FAPESP. 2000, 230 p.
- BUTCHART, S. H. M. et al. Global biodiversity: indicators of recent declines. **Science**, v. 328, n. 5982, p. 1164–1168, 2010.
- CASTRO JÚNIOR, E.; COUTINHO, B. H.; FREITAS, L. E. Gestão da Biodiversidade e Áreas Protegidas. In: GUERRA, A. T.; COELHO, M. C. N. (Orgs.). **Abordagens Geográficas das Unidades de Conservação.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- COSTA, N. M. C.; COSTA V. C.; SANTOS, J. C. Definição e caracterização de áreas de fragilidade ambiental, com base em análise multicritério, em zona de amortecimento de unidades de conservação. In: ENCUENTRO DE GEOGRAFOS DE AMERICA LATINA, 12., Montevideo. **Anais...** Caminando em uma América Latina em transformación. Montevideo: EGAL, 2009.

- DIAS, B. F. S. A Conservação da Natureza. In: PINTO, M. N. (org.). **Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas**. Brasília: UnB/SEMATEC. 2ª ed., p. 607-663, 1994.
- DIAZ, S.; FARGIONE, J.; CHAPIN III, F.S.; TILMAN, D. **Biodiversity loss threatens human well-being**. PLoS Biology, v. 4, n. 8, e277, 2006. Disponível em: <doi:10.1371/journal.pbio.0040277>. Acesso em: 15 junho 2014.
- DIEGUES, A. C. S. **Populações tradicionais em unidades de conservação: O mito moderno da natureza intocada**. Núcleo de Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas do Brasil. Série Documentos e Relatórios de Pesquisa, n. 1, São Paulo, 1993.
- DIETZ, T.; OSTROM, E.; STERN, P. The struggle to govern the commons. **Science**, v. 302, p. 1907-1910, 2003.
- DIRZO, R; RAVEN, P. H. Global state of biodiversity and loss. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 28, p. 137-167, 2003.
- DUFFY, K. **Failing students: a qualitative study of factors that influence the decisions regarding assessment of students' competence in practice**. Glasgow Caledonian University, 2003. Disponível em: www.nmc-uk.org/aFrameDisplay.aspx?DocumentID=1330. Acesso em: 01 julho 2014.
- EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.
- EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. (coord.). **Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas**. Brasília: UnB/SEMATEC. 2ª ed., p. 1-65, 1994.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 412 p., 1999.
- EMBRAPA. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre a sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Embrapa Cerrados, 2008.

- FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C. **Biogeografia do Bioma Cerrado. Estudo Fitofisionômico da Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília: UnB/Departamento de Engenharia Florestal, 152 p., 2001.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; NOGUEIRA, P. E.; WALTER, B. M. T.; SILVA, M. A.; ENCINAS, J. I. Comparação florística e fitossociológica do Cerrado nas Chapadas Pratinha e dos Veadeiros. In: LEITE, L.; SAITO, C. H. (eds.). **Contribuição ao Conhecimento Ecológico do Cerrado**. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, p. 6-11, 1997.
- FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E.; SILVA JÚNIOR, M. C.; MARIMON, B. S.; DELITTI, W. B. C. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa, MT. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 1, p. 103-112, 2002.
- FERREIRA, H. S. **Trajetória da Gestão de Unidades de Conservação Federais no Brasil e os Modelos Institucionais de Gestão. A Mudança IBAMA – ICMBio e seus Impactos na Amazônia Ocidental**. Manaus: INPA, 2012.
- FERREIRA, L. G.; YOSHIOKA, H.; HUETE, A.; SANO, E. E. Optical characterization of the Brazilian savanna physiognomies for improved land cover monitoring of the Cerrado biome: preliminary assessments from an airborne campaign over an LBA core site. **Journal of Arid Environments**, v. 53, n. 3, p. 425-447, 2004.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- GRACIA NETO, T. **Definição de perímetro e áreas de zonas de amortecimento de unidades de conservação. A função das microbacias hidrográficas**, 2010.
- GROSSI, C. H. **Diagnóstico e monitoramento ambiental da microbacia hidrográfica do Rio Queima-Pé, MT**. (Dissertação de Mestrado), Botucatu: UNESP, 2006.
- GUIGUER, N.; KOHNKE, N. Métodos para determinação da vulnerabilidade de aquíferos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12. **Anais...** São Paulo: ABAS, 2012. Disponível em:

<<http://malinovski.com.br/CongressoFlorestal/Trabalhos/01-Conservacao/CN-Artigo-07.pdf>>. Acesso em: 01 julho 2014.

HOGAN, D. J.; CARMO, R. L.; CUNHA, J. M. P.; BAENINGER, R. **Migração e ambiente no Centro-Oeste**. Campinas:NEPO/UNICAMP/PRONEX, 324 p., 2002.

IBGE – Fundação IBGE. Manual técnico de geomorfologia. Coordenadores: Nunes, B. de A; Ribeiro, M.I. de C.; Almeida, V.J. de; Natali Filho, T. Série Manuais Técnicos em Geomorfologia n. 5. Fundação IBGE, R. de Janeiro, 112 p., 1995.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Mapa de biomas do Brasil: escala 1:5.000.000**, 2004. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viwer.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2014.

IUCN. **Guidelines for Protected Area Management Categories**: Commission on National Parks and Protected Areas (CNPPA) with the assistance of the word conservation monitoring centre. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 1994.

KLINK, C. A.; MOREIRA, A. G. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil**. Nova Iorque: Columbia University Press. Cap. 5, p. 69-88, 2002.

KUNTSCHIK, G.; BITENCOURT, M. D. Quantificação de fitomassa florestal aérea de cerrado e cerradão através de imagens orbitais SAR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11. Belo Horizonte, 2003. **Anais...** Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.14.14.31>>. Acesso em: 13 jul. 2014.

LELI, I. T.; STEVAUX, J. C.; NÓBREGA, M. T. Produção e transporte da carga suspensa fluvial: teoria e método para rios de médio porte. **Boletim de Geografia**, v. 28, n. 1, p. 43-58, 2010.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M.

- Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro.** (Relatório técnico não publicado), Brasília: Conservação Internacional. 10 p., 2004.
- MANTOVANI, J. E.; PEREIRA, A. Estimativa da integridade da cobertura vegetal de Cerrado através de dados TM/Landsat. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., Santos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p. 1455-1466, 1998.
- MARANDOLA JÚNIOR, E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidade e riscos: entre geografia e demografia. **Revista Brasileira de Estudos Populares**, v. 22, n. 1, p. 29-53, 2005.
- MASEK, J. G.; HONZAK, M.; GOWARD, S. N.; LIU, P.; PAK, E. Landsat-7 ETM+ as an observatory for land cover. Initial radiometric and geometric comparisons with Landsat-5 Thematic Mapper. **Remote Sensing of Environment**, v. 78, p. 118-130, 2001.
- MILANO, M. S. Por que existem as unidades de conservação? In: MILANO, M. S. (Org.), **Unidades de Conservação. Atualidades e Tendências**. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. p. 193-208, 2002.
- MILLER, K. R. Evolução do conceito de áreas de proteção - oportunidades para o século XXI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1. **Anais...** Curitiba: IAP/UNILIVRE, v. 1, p. 3-21, 1997.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: relatório final**. Edital Probio 02/2004. Projeto Executivo B.02.02.109. Coordenador técnico: SANO, E. E. Unidades executoras: Embrapa Cerrados, Universidade Federal de Uberlândia, Universidade Federal de Goiás. 2013. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/cerrado/documentos/relatorio_final.pdf>. Acesso em 23 dez. 2013.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em 04 mar. 2014.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Relatório Técnico de Monitoramento do Desmatamento no Bioma Cerrado, 2002 a 2008: Dados Revisados**. Brasília:MMA/IBAMA/PNUD, 2009. Disponível em:

<http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/cerrado/Relatorio%20tecnico_Monitoramento%20Desmate_Bioma%20Cerrado_CSR_REV.pdf>. Acesso em: 01 julho 2014.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. Viçosa: UFV, 3^a ed., 2005.

MOURA, C. P.; STUART, M. D. **Forestry-based Greenhouse Gas Mitigation: a short story of market evolution**, 1999. Disponível em: <www.ecosecurities.com/downloads/> Acesso em: 18 dez. 2014.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 203, p. 853-858, 2000.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. **Landsat Data Continuity Mission: Continuously Observing Your World**, 2013. Disponível em: <http://ldcm.gsfc.nasa.gov/mission_details.html>. Acesso em: 19 mai. 2014.

NATALINO M. G.; FARIA, M. A.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R.; VIOLA, M. R. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo associados ao uso e ocupação da paisagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 427-435, 2007.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

NOVOTONY, V.; OLEM, H. **Water Quality. Prevention, identification and Management of Diffuse Pollution**. New York: John Wiley, 1994.

PERRINGS, C; MICK, C. Towards an ecological economics of sustainability. **Ecological Economics**, v. 6, n. 1, p. 7-34, 1992.

PINHO, C.; RENNÓ, C.; KUX, H. Avaliação de técnicas de fusão aplicadas à imagem QuickBird. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005.

PLANO DE MANEJO - **Parque Nacional da Chapada dos Guimarães** - IBAMA. Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br/portal/>> Acesso em 01 de jan 2014

- PLANO DE MANEJO - **Parque Nacional da Serra da Bodoquena** - IBAMA.
Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br/portal/>> Acesso em 01 de jan 2014
- PLANO DE MANEJO - **Parque Nacional de Brasília Convênio** - IBAMA –
FUNATURA. Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br/portal/>> Acesso em
01 de jan 2014
- QUINTÃO, A. T. B. Evolução do conceito de Parques Nacionais e sua relação com o
processo de desenvolvimento. **Brasil Florestal**, n. 54, p. 13-28, 1983.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.
M.; ALMEIDA, S. P. (eds.). **Cerrado: Ambiente e Flora**, p. 87-166.
Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. Aspectos Ecológicos. São Paulo:
Hucitec/Edusp, v. 2, 1979.
- ROCHA, L. G. M. **Os Parques Nacionais do Brasil e a questão fundiária: o caso do
Parque Nacional da Serra dos Órgãos**. (Dissertação de Mestrado), Rio de
Janeiro: UFF, 2002.
- SAITO, C. H. **PROBIO. Educação Ambiental - Livro do Professor**. Brasília:
MMA/UnB, 2006, 136 p.
- SANO, E. E.; FERREIRA, L. G.; HUETE, A. R. Synthetic aperture radar (L-band) and
optical vegetation índices for discriminating the Brazilian savanna
physiognomies: a comparative analysis. **Earth Interactions**, Paper n. 9, v. 15,
p. 1-15, 2005.
- SANO, E. E.; PINHATI, F. S. C. Espaço rural do oeste baiano: identificação de áreas
agrícolas sob sistema de plantio direto por meio de dados obtidos por câmera
digital e satélite CBERS- 2 CCD. **Geografia**, v. 34, n. 1, p. 117-129, 2009.
- SAWYER, D. População, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável no Cerrado.
In: HOGAN, D. J. (Org.). **Migração e Meio Ambiente no Centro-Oeste**.
Campinas: NEPO, p.277-299, 2002.
- SILVA, L. L. O papel do estado no processo de ocupação das áreas de Cerrado entre as
décadas de 60 e 80. **Caminhos da Geografia**, v. 1, n. 2, p. 24-36, 2000.

USGS. United States Geological Survey. **Landsat Project Description**. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/about_project_descriptions.php> Acesso em: 11 jun. 2014.

VALLEJO, L. R. Unidades de Conservação. Uma discussão teórica à luz dos conceitos de território e de políticas públicas. **Geographia**, v. 4, n. 8, p. 57-78, 2012.

WRI. WORLD RESOURCES INSTITUTE. World resources 2000-2001: people and ecosystems. In: **The Fraying Web of Life**. Washington, DC: United Nations Development Programme, United Nations Environment Programme, World Bank, World Resources Institute. 400 p., 2000.

WWF. FUNDO MUNDIAL PARA A NATUREZA. **De grão em grão o Cerrado perde espaço. Impactos do Processo de Ocupação**. Brasília: WWF/Fundação Pró-Cerrado. 65 p., 1995.