



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CAMPUS PLANALTINA

**AVALIAÇÃO DA PAISAGEM DA SUB-BACIA DO ALTO SÃO BARTOLOMEU
PELO MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA**

Fernando Ramos de Oliveira

Planaltina – DF

2013

FERNANDO RAMOS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA PAISAGEM DA SUB-BACIA DO ALTO SÃO BARTOLOMEU
PELO MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Gabriela Bielefeld Nardoto

Planaltina – DF

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Fernando Ramos

Avaliação da paisagem da sub-bacia do alto São Bartolomeu pelo modelo Pressão-Estado-Resposta/ Fernando Ramos de Oliveira. Planaltina – DF, 2013. 51 f.

Monografia – Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientadora: Gabriela Bielefeld Nardoto

1. Ecologia da paisagem. 2. Modelo PER. 3. Cerrado. 4. Planejamento Ambiental. 5. Métricas da paisagem. I. Oliveira, Fernando Ramos. II. Título.

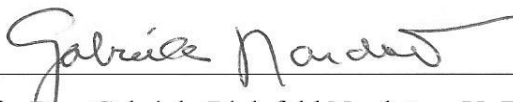
FERNANDO RAMOS DE OLIVEIRA

***AValiação da Paisagem da Sub-bacia do Alto São Bartolomeu pelo
Modelo Pressão-Estado-Resposta***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

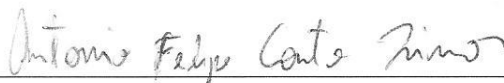
Planaltina – DF, 17 de dezembro de 2013.



Profa. Dra. Gabriela Bielefeld Nardoto – UnB/FUP
(Orientadora)



Dra. Ludmilla Moura de Souza Aguiar – UnB/ECL
(Examinadora Externa)



Dr. Antônio Felipe Couto Júnior – UnB/FUP
(Examinador Interno)

**Dedico este trabalho aos meus pais, SÔNIA e
JOÃO, pelo sacrifício de uma vida inteira
dedicada à minha educação
e de meu irmão, ANDRÉ.
E ao Zulu, sempre vivo em minhas memórias.**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sônia e João, que marcaram minha vida desde o começo, ao me dar um lugar no mundo e principalmente, ao me ensinar a conviver nele, sempre com muito amor e responsabilidade. Sem esse início nada seria possível e sem seus ensinamentos eu não teria as condições fundamentais para trilhar meu caminho. Amo vocês!

À Professora Dra. Gabriela Bielefeld Nardoto, docente exemplar, pelos ensinamentos e por ter oportunizado essa orientação, sempre com paciência, seriedade e incentivo, contribuindo com esta realização.

Ao Professor Dr. Antônio Felipe Couto Júnior e aos colegas João Paulo e Glauber Neves pelo fornecimento dos dados imprescindíveis para a realização desse trabalho, e ainda aos demais colegas do Núcleo de Estudos Ambientais Tropicais, pelos auxílios e críticas construtivas durante todo o processo.

À Jéssica Sampaio, por nunca ter se deixado ausentar e estar sempre disposta a ajudar. Você foi fundamental para eu superar minhas angústias e concluir este trabalho. Obrigado pela amizade e carinho, e principalmente por sempre acreditar na minha capacidade, mesmo quando eu teimava e pensava que nada daria certo!

Ao Vitor Augusto pelo tempo e esmero dedicados na elaboração do abstract, humildemente agradeço.

À Stephanie Freitas, pela amizade ao longo de todo o curso, pelo auxílio e conselhos oferecidos, mas, principalmente, por ser um exemplo de força para seguir em frente apesar de todas as adversidades!

A todos os mestres e educadores que passaram pela minha vida e que contribuíram para que eu chegasse à obtenção de um diploma de uma universidade pública. Parabenizo e agradeço especialmente àqueles que acreditam na educação como ferramenta de intervir no mundo, mesmo com toda a dificuldade de persistir no magistério.

Aos meus queridos colegas de curso da turma do semestre 2º/2009, pela amizade e bons momentos compartilhados ao longo de nossa graduação.

Ao meu irmão, André Luiz, pelas conversas sobre a vida, pelo incentivo e apoio oferecidos nos momentos difíceis, e pelos momentos de descontração necessários.

Aos colegas da Superintendência de Resíduos Sólidos da ADASA, especialmente à Élen Dânia e Samira Soares pela oportunidade de estágio, incentivo e pela compreensão dos momentos os quais tive que me ausentar.

A todos os familiares e amigos que contribuíram de alguma forma com esta realização.

À vida, que nos permite sempre evoluir.

E finalmente à Universidade de Brasília, por tudo o que me proporcionou ao longo desses quase cinco anos de acolhida.

A todos, minha eterna gratidão!

RESUMO

Avaliação da Paisagem da Sub-Bacia do Alto São Bartolomeu pelo Modelo Pressão-Estado-Resposta

Os múltiplos tipos de atividades realizadas pela sociedade humana na busca da satisfação de suas demandas econômicas, culturais e sociais causam alterações ambientais cada vez mais perceptíveis em curtas escalas de tempo. No Cerrado, essas transformações trouxeram grandes danos ambientais: fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e possivelmente modificações climáticas regionais. Para minimizar todos esses efeitos, tem sido proposto cada vez mais o estudo e planejamento da paisagem. Nesse contexto, este estudo realizou, através da interpretação de métricas de paisagem, a avaliação da paisagem da sub-bacia do alto curso do rio São Bartolomeu. Partindo-se da interpretação das métricas resultantes do uso de sensoriamento remoto foi possível identificar o estado atual dessa paisagem e, através do histórico de uso e ocupação dessa área, averiguar os fatores de pressão. Essas informações posteriormente deram base ao desenvolvimento de um modelo Pressão-Estado-Resposta (PER), na qual a “resposta” foi considerada como sendo as contribuições de um gestor ambiental dentro de um contexto de planejamento e monitoramento ambiental de curto, médio e longo prazo. As métricas indicaram que os fragmentos remanescentes de vegetação nativa da área em estudo encontram-se em dimensões reduzidas e possivelmente sob efeito de borda, principalmente os da formação florestal, essencial para a provisão de serviços ecossistêmicos e manutenção da biodiversidade. Além disso, mesmo os maiores fragmentos como as Unidades de Conservação PNB e ESEC-AE apresentam-se extremamente pressionadas pela matriz em função do acelerado processo de ocupação do solo em seu entorno, nem sempre planejado e organizado. Através do uso do modelo PER foi possível identificar o estado atual da paisagem investigada, bem como os seus principais fatores de pressão antrópica e estabelecer uma resposta para corrigir ou atenuar o quadro de dilapidação dos recursos naturais.

Palavras-chave: Ecologia da paisagem, Modelo PER, Cerrado, Planejamento Ambiental, Métricas da paisagem.

ABSTRACT

Evaluation of the landscape from the sub-drainage basin of the high São Bartolomeu river following the Pressure-State-Response (PSR) framework

The various types of activities held by human society in search for the fulfillment of its economics, cultural and social demands have transformed the landscape. In the Cerrado, the main environmental transformations are habitats fragmentation, biodiversity extinction, introduction of invasive species, soil erosion, aquifers pollution, ecosystems degradation, alterations in fire regime, changes in the carbon cycle and probably regional climatic modifications. An alternative to minimize such effects is the studying and planning of the landscape. In this context, the objective of this study was to evaluate the sub-drainage basin of the high São Bartolomeu through the metrical landscape interpretation. Taking as a start point the interpretations of the metrics resulted from the remote sensing it was possible to identify the current state of this landscape and, through the history of the usage and occupation of this area, ascertain the pressure factors. Such information provided the basis to the development of a Pressure-State-Response (PSR) framework, in which the response was considered as being the contributions of an environmental manager inside a context of environmental planning and monitoring in short, medium and long terms. The metrics indicated that the remaining fragments of native vegetation of the study area are found in reduced dimensions and possibly under edge effects, mostly the forests formations, essential for the provision of ecosystem services, biodiversity maintaining and the agriculture production. Furthermore, even the biggest fragments as the Environment Conservation Units PNB and ESEC-AE are presented under high pressure by the matrix in function of the accelerated process of the soil occupation in its surroundings, not always planned nor organized. Through the use of the PSR framework it was possible to identify the actual state of the researched landscape, as well as its main factors of anthropogenic pressure and establish an answer to correct or mitigate the frame of the natural resources degradation.

Key-words: Landscape ecology, PSR framework, Cerrado, Environmental planning, Landscapes metrics.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Área remanescente de Cerrado até 2008..... | 9 |
| Figura 2 – Moldura conceitual para indicadores ambientais segundo o modelo Pressão-Estado-Resposta. | 17 |
| Figura 3 – Localização da área de estudo. | 18 |
| Figura 4 – Mapa geológico da sub-bacia do alto curso do rio São Bartolomeu..... | 19 |
| Figura 5 – Mapa de solos da sub-bacia do alto curso do rio São Bartolomeu. | 20 |
| Figura 6 – Diferentes Fitofisionomias do Bioma Cerrado. | 20 |
| Figura 7 – Modelo Pressão-Estado-Resposta gerado para a sub-bacia do alto São Bartolomeu. | 30 |

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| RESUMO | viii |
| ABSTRACT | ix |
| LISTA DE FIGURA | x |
| SUMÁRIO | xi |
| 1 Introdução | 2 |
| 2 Revisão Bibliográfica..... | 5 |
| 2.1 Conceito de paisagem segundo a Ecologia de Paisagem | 5 |
| 2.2 Fragmentação do Cerrado | 7 |
| 2.3 A análise da paisagem e suas aplicações..... | 10 |
| 2.4 A incorporação do estudo da paisagem nos processos de planejamento..... | 13 |
| 2.5 Indicadores e o modelo PER | 15 |
| 3 Material e Métodos..... | 18 |
| 3.1 Área de estudo..... | 18 |
| 3.2 Histórico de uso e ocupação das terras na Bacia do Rio São Bartolomeu | 21 |
| 3.3 Análise dos fragmentos por meio de métricas da paisagem..... | 22 |
| 4 Resultados e Discussão | 25 |
| 5 Conclusão | 32 |
| 6 Considerações finais..... | 32 |
| REFERÊNCIAS | 34 |

1 INTRODUÇÃO

Os múltiplos tipos de atividades realizadas pela sociedade humana na busca da satisfação de suas demandas econômicas, culturais e sociais causam alterações ambientais cada vez mais perceptíveis em curtas escalas de tempo. De acordo com Pires et al. (2004), tais alterações são consequências de um modelo de planejamento fragmentado adotado nas gestões tradicionais, no qual os aspectos temáticos, como solo, água e biodiversidade, são interpretados e avaliados de forma isolada pelos setores de interesse relacionados à agricultura, mineração, indústria, habitação, entre outros.

Atualmente, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de pesquisas, estratégias e conceitos que auxiliem o equilíbrio entre as demandas da sociedade e a conservação de paisagens naturais; estas, geralmente são consideradas apenas como objetos passíveis de serem apropriadas no processo de territorialização humana (ARAÚJO, 2010). Diante disso, a mudança na forma de se interpretar a natureza, com base no respeito de suas potencialidades e fragilidades, pode vir a representar um momento de ruptura perante modelos predatórios de apropriação e ocupação dos espaços naturais.

Para Araújo (2010), a noção de qualidade ambiental envolve a necessidade de desenvolver relações harmônicas entre o homem e seu ambiente por meio da compreensão que o nosso bem-estar está intimamente ligado com a manutenção da estrutura e funcionamento dos ecossistemas. Todavia, a manutenção da integridade ambiental só é obtida nos casos em que os processos de apropriação e ocupação dos espaços pelos seres humanos sejam planejados em conjunto com os arranjos e funções ecológicas das dinâmicas naturais.

Nesse sentido, o controle sobre os problemas de degradação decorrentes da urbanização só se dará por meio do conhecimento dos processos e ciclos naturais específicos de cada local, sendo a incorporação dos aspectos ambientais às práticas do planejamento e gestão ambiental do território necessária para consubstanciar uma configuração de usos e funções mais apropriados a uma região (RIBAS, 2002).

O entendimento das relações espaciais, das interações e das mudanças estruturais e funcionais de uma paisagem, provocadas pela ação antrópica, é o objeto de estudo de uma ciência relativamente nova, a Ecologia de Paisagem (ZOCHE et al., 2012). Esta ciência emergente pode contribuir para a solução de conflitos ambientais, uma vez que em suas análises permite a compreensão do grau de fragilidade a que as paisagens estão submetidas,

ao mesmo tempo em que fornece subsídios para o planejamento da ocupação da terra e para a sua gestão eficiente.

De acordo com Santos (2004), na última década, a teoria que fundamenta a Ecologia de Paisagem vem sendo utilizada no planejamento ambiental como um caminho integrador. Isto porque ela permite aplicar procedimentos analíticos que conduzem à observação, sistematização e análise combinada dos múltiplos elementos interdependentes no ambiente. Nesse caso, a paisagem é o objeto central da análise, observada como um conjunto de unidades naturais, alteradas ou substituídas por ação humana, que compõe o mosaico. Dentro dessa linha, os planejadores buscam interpretar esse mosaico, traduzir a heterogeneidade e revelar as relações ou processos ativos na unidade. A mesma autora observa que se esse propósito for bem executado, a compreensão dos efeitos antrópicos sobre o meio ambiente é mais explícita e as ações ou estratégias de manejo podem ser orientadas pelos elementos descritores da paisagem.

Dessa forma, o levantamento de dados sobre o uso da terra numa dada região torna-se um aspecto fundamental para a compreensão dos padrões de organização espacial da paisagem. O conhecimento atualizado da distribuição e da área ocupada pela agricultura, vegetação natural, áreas urbanas e edificadas, bem como informações sobre as proporções de suas mudanças, são cada vez mais necessárias aos legisladores e planejadores na medida em que objetiva superar os problemas do desenvolvimento, bem como reduzir a degradação ambiental (GRIGIO et al., 2009). Desse modo, existe a necessidade de atualização constante dos registros de uso da terra para que suas tendências e cenários possam ser analisados.

Para os estudos atuais de uso e ocupação das terras, o desenvolvimento tecnológico tem possibilitado diferentes tipos de análises. A utilização e a evolução do sensoriamento remoto estabeleceram uma nova realidade de obtenção de informações espaciais e o geoprocessamento permitiu as análises dessas informações (OKA-FIORI et al., 2003).

O mapeamento de uso e a ocupação das terras com a utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento constituem instrumento de grande importância visto que auxilia no diagnóstico acerca dos tipos de uso, podendo subsidiar ações de planejamento ambiental, conforme constatado por Carvalho e Lacerda (2006), Ferreira (2006), Silva et al. (2009), Chaves et al. (2010).

Entre as possibilidades de utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicadas à análise da paisagem está o estudo do processo de fragmentação

(quebra de continuidade). Nesse tipo de estudo geralmente são utilizadas métricas ou índices que descrevem os padrões encontrados. As métricas estão associadas aos três elementos básicos constituintes da paisagem¹ – matriz, mancha e corredor – e através da quantificação dos padrões espaciais da paisagem são capazes de descrever o nível de uniformidade ou fragmentação dos elementos de uma paisagem, facilitando a compreensão da heterogeneidade espacial e da própria estrutura da paisagem.

Os resultados desse tipo de análise podem fundamentar e colocar em evidência a necessidade de preservação de fragmentos remanescentes de vegetação nativa, assim como contribuir para o planejamento ambiental regional, fornecendo informações atuais sobre o estado em que se encontra aquela respectiva paisagem, subsidiando ações e intervenções de gestores e tomadores de decisões voltadas à gestão territorial eficiente.

Dentro dessa perspectiva, este trabalho realizou, através da aplicação de princípios da ecologia de paisagem, a avaliação da paisagem da sub-bacia do alto curso do rio São Bartolomeu. Partindo-se da interpretação das métricas resultantes do uso de sensoriamento remoto foi possível identificar o estado atual dessa paisagem e, através do histórico de uso e ocupação dessa área, averiguaram-se os fatores de pressão. Essas informações posteriormente deram base ao desenvolvimento de um modelo Pressão-Estado-Resposta - PER (OECD, 1993), onde a “resposta” foi considerada como sendo as contribuições de um gestor ambiental dentro de um contexto de planejamento e monitoramento ambiental de curto, médio e longo prazo.

¹ De acordo com Santos (2004), a estrutura da paisagem pode ser observada a partir de três elementos básicos: a matriz, a mancha e o corredor. Matriz é o elemento que tem domínio ou que controla a dinâmica da paisagem, em geral reconhecida pelo predomínio de área ocupada no espaço. As manchas são os fragmentos não lineares que interrompem a matriz. Já os corredores são elementos lineares e distinguíveis da matriz. A presença de pelo menos dois elementos caracteriza a ocorrência de um mosaico na paisagem.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCEITO DE PAISAGEM SEGUNDO A ECOLOGIA DE PAISAGEM

A conceituação da paisagem encontra uma gama bastante distinta de enfoques, obedecendo aos objetivos e interesses das áreas de conhecimentos que a formulam, possuindo conotações diversas em função do contexto e da pessoa utiliza o termo. Apesar da diversidade de conceitos, a noção de espaço aberto, espaço “vivenciado” ou de espaço de inter-relação do homem com o seu ambiente está imbuída na maior parte dessas definições (METZGER, 2001).

Conforme apresentado por Metzger (2001), no estudo introdutório sobre ecologia de paisagens, podemos citar o geobotânico alemão Alexander Von Humboldt, que no início do século XIX introduziu o conceito de paisagem no âmbito da pesquisa científica, definindo-a como “caráter total de uma área geográfica”. Já o termo Ecologia de Paisagem foi introduzido pela primeira vez em 1939, pelo geógrafo alemão Carl Troll, possuindo como foco central o estudo da paisagem, ligada noção de espacialidade e heterogeneidade do espaço onde o homem habita. Segundo Soares-Filho (1998), a partir dos estudos de Troll, várias escolas de geografia e ecociências desenvolveram também novos conceitos sobre o termo Paisagem, como nos exemplos de Bertrand (1968) e Zonneveld (1979).

Bertrand (1968) define paisagem como uma determinada porção do espaço que resulta da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, os quais interagindo dialeticamente uns sobre os outros formam um conjunto único e indissociável em perpétua evolução. Por sua vez, Zonneveld (1979) conceitua a Paisagem como uma parte do espaço na superfície terrestre abrangendo um complexo de sistemas caracterizados pela atividade geológica, da água, do ar, de plantas, de animais e do homem e por suas formas fisionômicas resultantes, que podem ser reconhecidos como entidades.

Como exposto acima, a Ecologia de Paisagem pode ser considerada dentro de uma visão tradicional, como o estudo das inter-relações entre os fenômenos e processos da Paisagem ou da geoesfera, incluindo as comunidades de plantas, animais e o Homem (VINK, 1983 *apud* SOARES-FILHO, 1998). No entanto, durante os últimos anos, o conceito dessa disciplina evoluiu também na direção de um estudo integrado dos padrões da paisagem e dos processos de que resultaram. Por essa linha de pesquisa, a Ecologia de Paisagem surgiu então

como uma importante disciplina no estudo da estrutura, da função e das mudanças da Paisagem.

Dentro da “abordagem geográfica” descrita por Metzger (2001), a Ecologia de Paisagem qual possui três características fundamentais: a preocupação com o planejamento da ocupação territorial, através do conhecimento dos limites e das potencialidades de uso econômico de cada “unidade da paisagem” (definida, nessa abordagem, como um espaço de terreno com características comuns); o estudo de paisagens fundamentalmente modificadas pelo homem, as “paisagens culturais” que predominam no espaço europeu; e a análise de amplas áreas espaciais, sendo a Ecologia de Paisagens diferenciada, nessa abordagem, por enfocar questões em macro-escalas, tanto espaciais quanto temporais. Nessa perspectiva, fica clara a preocupação com o estudo das inter-relações do homem com o seu espaço de vida e com as aplicações práticas na solução de problemas ambientais.

A Ecologia de Paisagem é, portanto, uma ciência interdisciplinar que lida com as interações entre a sociedade humana e seu espaço de vida, natural e construído (NAVEH e LIEBERMAN, 1994). Ela possibilita que a paisagem seja avaliada sob diversos pontos de vista, permitindo que seus processos ecológicos possam ser estudados em diferentes escalas temporais e espaciais (SANTOS, 2004). Essa ciência tem crescido muito nos últimos anos porque se propõe a investigar o ambiente na escala de ação do homem.

Em termos aplicados, argumenta-se que a ecologia de paisagens possa contribuir no manejo de mosaicos antropizados, na escala na qual o homem está modificando o seu ambiente. Na “abordagem geográfica”, mais do que uma análise detalhada de impactos locais, a ecologia de paisagens procura entender as modificações estruturais, e, portanto funcionais, trazidas pelo homem no mosaico como um todo, incorporando de forma explícita toda a complexidade das inter-relações espaciais de seus componentes, tanto naturais quanto culturais (METZGER, 2001). Para compatibilizar uso das terras e sustentabilidade ambiental, social e econômica, é necessário planejar a ocupação e a conservação da paisagem como um todo. Para fazê-lo, é necessário renunciar nossa visão ainda fragmentada da realidade proporcionada pelas disciplinas mais especializadas (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Climatologia, etc.) e reunir o conhecimento através de uma abordagem integradora como a proposta pela Ecologia de Paisagem.

Essa abordagem complexa e integradora das relações entre a natureza e a sociedade é fundamental para a realização de práticas eficientes de gestão ambiental com caráter holístico. Tal abordagem é a base da corrente científica que procura alterar os pressupostos da ciência

tradicional racionalista e reducionista, trazendo noções inter e transdisciplinares como sistemas complexos, auto-organização e outros (CUNHA e FREITAS, 2004).

2.2 FRAGMENTAÇÃO DO CERRADO

O Cerrado ocupa aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados, equivalendo a mais de um quinto da área do país, ocupando a maior parte do Brasil Central (RIBEIRO e WALTER, 1998; SILVA, et al., 2002). Trata-se da savana mais biologicamente diversificada do mundo, contendo cerca de um terço de toda a biodiversidade existente no território nacional continental (DIAS, 1992; HOGAN et al., 2002; SAWYER, 2002).

Por estar na posição central do território brasileiro, o Cerrado é considerado o *bioma do contato*, interligando outros principais biomas: Floresta Amazônica, Floresta Atlântica, Caatinga e Pantanal, formando, na fronteira com estes outros domínios, diversos ecótonos ou áreas de transição. Neste espaço territorial encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade.

Conforme o Ministério do Meio Ambiente, além dos aspectos ambientais, o Cerrado tem grande importância social. Muitas populações sobrevivem de seus recursos naturais, incluindo etnias indígenas, geraizeiros, ribeirinhos, vazanteiros e comunidades quilombolas que, juntas, fazem parte do patrimônio histórico e cultural brasileiro, e detêm um conhecimento tradicional de sua biodiversidade.

Em suma, o Cerrado é considerado uma das principais áreas de ecossistemas tropicais da Terra, sendo um dos centros prioritários para a preservação da biodiversidade do planeta (KLINK, et al., 2005). Entretanto, vários fatores têm contribuído para alterar essa situação. Dentre eles, ressaltam-se a pressão urbana e o rápido estabelecimento de atividades agrícolas na região, o que tem provocado uma rápida redução da biodiversidade desse bioma.

Nos últimos 50 anos o Cerrado foi palco de uma acelerada e intensa ocupação econômica, tendo o agronegócio como carro-chefe. Estima-se que entre 40 e 65% da área do Cerrado tenha sido convertida ou modificada, basicamente para usos agropecuários (KLINK, et al., 2005; SANO, et al., 2008; MANTOVANI, et al., 1998). Essas constatações evidenciam

a necessidade do conhecimento das dinâmicas de ocupação e transformações ambientais decorrentes da ação antrópica (COUTO JUNIOR, 2013).

Como se sabe, ao contrário da Amazônia, considerada patrimônio nacional pela Constituição e que conta com apoio internacional em prol de sua defesa, o Cerrado vem sendo a fronteira permitida, o espaço onde, desde a década de 1970, uma série de esforços de pesquisa e iniciativas de programas governamentais viabilizou sua domesticação agrícola e modernização concentradora (SHIKI, 1997; MAZZETTO, 2006). De acordo com Mazzetto (2009), duas vertentes principais do agronegócio se expandiram no espaço do bioma: a grande pecuária de corte ancorada, principalmente, na adaptação das braquiárias ao ambiente do Cerrado, e a produção de grãos para exportação em sistema de grandes monoculturas. O impacto ambiental mais evidente desse processo é o desaparecimento gradativo do ecossistema e a sua substituição por uma paisagem bastante homogênea, formada por pastagens e por grandes lavouras.

Santos et al. (2010) fizeram uma revisão de trabalhos que estimaram a destruição do bioma Cerrado e apontaram os principais trabalhos com essa finalidade. Machado et al. (2004) estimaram que, até o ano de 2002, 54,9% da área original do Cerrado já havia sido devastada. Já Mantovani e Pereira (1998) concluíram que aproximadamente 30% da área do Cerrado haviam sofrido forte ação antrópica, percentual próximo ao obtido por Klink e Moreira (2002) – 33,6% de área devastada. Sano e Ferreira (2005) e Sano et al. (2008), por sua vez, utilizando dados do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica (PROBIO/Cerrado), estimaram em aproximadamente 40% o percentual da área de Cerrado devastada até o ano de 2002. Nestes últimos trabalhos foram consideradas como áreas de vegetação nativa aproximadamente 280 mil quilômetros quadrados de pastagens nativas. Se estas áreas fossem consideradas como tendo intervenção antrópica, o percentual de área degradada subiria para 53,3%, resultado próximo ao encontrado por Machado et al. (2004).

A Figura 1 apresenta um mapa elaborado pelo Instituto Cerrado e Sociedade (ICS) que através de dados do PROBIO e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), contabilizou um total de 51,16% de Cerrado remanescente até o ano 2008.

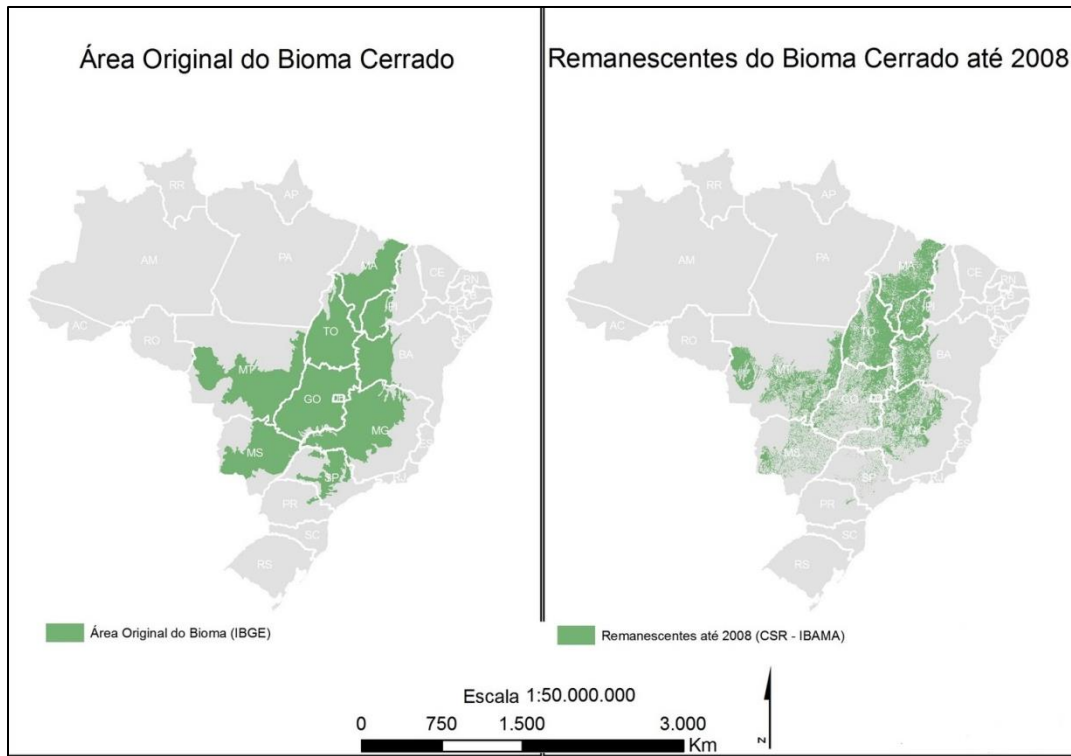


Figura 1 – Área remanescente de Cerrado até 2008.

Fonte: ICS (2001).

Embora divergentes, os números destacados são preocupantes, principalmente quando se leva em conta a velocidade do processo de degradação. As taxas anuais de desmatamento são mais elevadas no Cerrado: entre os anos de 1970 e 1975, o desmatamento médio no Cerrado foi de 40.000 km² por ano – 1,8 vezes a taxa de desmatamento da Amazônia durante o período 1978-1988 (KLINK e MOREIRA, 2002).

As transformações ocorridas no Cerrado trouxeram grandes danos ambientais – fragmentação de habitats, perda da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e possivelmente modificações climáticas regionais (KLINK, et al., 2005).

Contudo, este cenário de degradação ambiental não é uma exclusividade do Cerrado ou da realidade brasileira. Em um estudo divulgado em 2009, um grupo de pesquisadores

coordenados por Johan Rockström, ao investigarem sobre o nível de degradação planetária, definiram nove limites físicos para o planeta Terra os quais a humanidade não deve transgredir, pois isso pode causar instabilidade abrupta nos sistemas essenciais de suporte da vida. Desses limites de segurança, estima-se que três já foram superados: mudanças climáticas, perda de biodiversidade e alterações no ciclo do nitrogênio. Soma-se a esse quadro o fato de que esses limites são interdependentes, o que significa que ultrapassar um pode ter implicações nos restantes.

Os ecossistemas naturais são fundamentais para a manutenção da biodiversidade e de importantes processos evolutivos e ecológicos, como a ciclagem de matéria orgânica e de nutrientes, o equilíbrio climático, a oferta de água potável para consumo, entre outros serviços ambientais. Desta forma, os processos de modificação nos padrões de uso e ocupação dos ambientes têm relação direta com as crises ambientais globais (METZGER, 2007), tanto no que se refere à degradação e esgotamento dos recursos hídricos, quanto às mudanças climáticas e à extinção de espécies (PRIMACK e RODRIGUES, 2001; METZGER, 2007).

É neste cenário que uma nova visão deve ser adotada, no qual a dimensão ambiental é compreendida pela inter-relação e interdependência entre os elementos e processos do ambiente, de modo que mudanças em um deles resultarão em alterações em outros componentes. Diante disso, a abordagem da Ecologia de Paisagem pode ser uma importante ferramenta de auxílio aos gestores, pois seus resultados provêm da inter-relação entre o homem e a paisagem, e, desse modo, possibilita a compreensão do grau de fragilidade do meio ocupado e fornece subsídios para sua gestão eficiente.

2.3 A ANÁLISE DA PAISAGEM E SUAS APLICAÇÕES

Para Santos (2004) um planejador que trabalha sob o enfoque da paisagem deve expressar a heterogeneidade do espaço caracterizando pelo menos três aspectos: estrutura, função e mudança. Conforme Forman e Godron (1986) essas características principais da paisagem podem ser definidas como:

Estrutura, que é o produto do relacionamento espacial entre os distintos ecossistemas ou elementos presentes. Mais especificamente, é como que o arranjo ou padrão espacial da paisagem (descrito pelos tamanhos, formas, número e tipos de configuração dos ecossistemas) governa a distribuição de energia, materiais e organismos.

Função, ou interações entre os elementos espaciais, representadas pelos fluxos de energia, materiais e espécies entre os ecossistemas presentes.

Mudança, dada pela alteração na estrutura e na função do mosaico ecológico através do tempo.

A observação das interações entre a estrutura da paisagem e seus processos ecológicos permite que vários fenômenos sejam averiguados, como: a capacidade do meio em recuperar-se e continuar em equilíbrio frente a uma mudança; o tempo de sobrevivência de um sistema ou de algum de seus componentes; os efeitos da fragmentação da paisagem e entre outros (SANTOS, 2004).

Entretanto, antes de partir para as técnicas e métodos de análise da paisagem é necessário definir adequadamente a escala, ponto fundamental relacionado diretamente com o objetivo e amplitude do estudo. Dessa forma, em um estudo com uma abordagem ecológica, a paisagem pode ser vista como um conjunto de habitats que apresentam condições mais ou menos favoráveis para a espécie ou comunidade estudada. Já em um estudo com uma visão antropocêntrica, a paisagem pode ser vista como um mosaico heterogêneo composto por unidades de uso e cobertura do solo, definidos por critérios fisionômicos, composicionais ou de utilidade para uso humano. Fica claro que, dependendo do observador, as definições dos limites e dos constituintes da paisagem vão se modificar (METZGER, 2007).

A emergência da paisagem como escala apropriada para muitos estudos ecológicos ocorreu em função de três fatores principais: a ampla escala dos assuntos ambientais e dos problemas de manejo de terras; o desenvolvimento de novos conceitos relacionados à escala na ecologia e os avanços tecnológicos em sensoriamento remoto, e tratamento de dados (TURNER, 2001).

Segundo Sandeville Jr. (2004), o processo de mapeamento da paisagem deve abranger pesquisas relacionadas à localização da área de estudo, seleção dos dados disponíveis, fisionomia, características bioclimáticas, estrutura, dinâmica, histórica da apropriação, legislação, códigos normativos, e por fim, a intervenção. Em função da grande quantidade de informações que estas pesquisas fornecem, a manipulação e organização dos dados podem ser feitas por meio dos aplicativos computacionais de Sistemas de Informação Geográfica, que armazenam a geometria e os atributos dos dados localizados sob uma superfície terrestre representados em uma projeção cartográfica (REMPEL, 2009).

O termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento matemático (através de algoritmos computacionais) de dados geográficos (DAVIS e FONSECA, 2001). Como característica fundamental, um SIG armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica. Ainda de acordo com Davis e Fonseca (2001), o SIG pode ser entendido como um sistema de banco de dados que tem a capacidade de adquirir, guardar, manipular e mostrar dados referenciados espacialmente, utilizado como ferramenta na busca pela solução de problemas complexos em pesquisa, planejamento e gerenciamento.

Como a ecologia de paisagem lida com a relação entre padrões espaciais e processos ecológicos, é necessário quantificar com precisão os padrões espaciais. Uma das formas de quantificação é a utilização das chamadas “métricas da paisagem” ou “índices da paisagem” (LI e WU, 2004). Entre os principais índices estão: Índices de vegetação; Índices de composição; Índices de disposição (diversidade espacial); Índices de fragmentação, isolamento, conectividade e de forma dos fragmentos.

Segundo Carrão et al. (2001), no contexto da ecologia de paisagem, existem aplicativos destinados a funções de análise de avaliação da estrutura espacial dos elementos paisagísticos, como o *Fragstats*, o *Patch Analyst* e o *Landic*, que, por meio de cálculos de índices espaciais estatísticos, são capazes de descrever o nível de uniformidade ou fragmentação dos elementos de uma paisagem. Dessa forma, tais ferramentas são importantes como subsídio para tomada de decisões no tocante ao ambiente natural e contribuindo para a para o planejamento de áreas destinadas à conservação.

Para Almeida (2010), as interações entre os aspectos coletados da realidade e as possibilidades oferecidas pelas novas ferramentas computacionais permitem ao ser humano a simulação de acontecimentos e ambientes, enfatizando a noção de um mundo em que a humanidade possui um papel decisivo na qualidade do ambiente ocupado. Dessa forma, diante da existência de métodos e ferramentas que tem como objetivo principal a compreensão dos fatores que compõem o meio ambiente natural e antrópico, podem-se obter resultados mais adequados às áreas estudadas e sugestões de medidas concretas de manejo, aproveitamento dos recursos e conservação dos elementos naturais.

2.4 A INCORPORAÇÃO DO ESTUDO DA PAISAGEM NOS PROCESSOS DE PLANEJAMENTO

Os processos necessários à ocupação e apropriação do espaço natural para a construção de um meio adequado à existência do ser humano ocasionam impactos que chegam a provocar o desperdício e uso inadequado dos recursos naturais, a fragmentação de áreas de vegetação nativa, das relações e processos ecológicos e a degradação do meio físico, fator essencial que suporta todas as atividades humanas.

O crescente aumento populacional aliado aos constantes avanços tecnológicos obriga frequentemente a sociedade a rearranjar seu território. Nesse contexto, a paisagem acaba por transformar e distanciar-se cada vez mais de seus aspectos originais antes da apropriação humana, muitas vezes ocorrendo a desconsideração de suas potencialidades e restringindo os ecossistemas remanescentes a uma existência obrigatória apenas por força da legislação.

O Planejamento da Paisagem constitui atualmente em um importante instrumento para a organização do espaço utilizado em diversos países, principalmente, na Alemanha, onde é uma atividade prevista em lei e teve um papel fundamental na reconstrução do país no período pós 2ª Guerra Mundial (NUCCI, 2010). O Planejamento da Paisagem na Alemanha é um instrumento de proteção e desenvolvimento da natureza com o objetivo de salvaguardar a capacidade dos ecossistemas e o potencial recreativo da paisagem como partes fundamentais para a vida humana.

O Planejamento da Paisagem pode ser entendido como o processo positivo que pretende acomodar certos usos nas terras com melhores capacidades de acolhimento para os mesmos, e como um processo negativo que pretende evitar a deterioração ou consumo dos recursos naturais, como o solo agrícola e a água de boa qualidade (LAURIE, 1975 *apud* NUCCI, 2010).

Nucci (2010) cita como exemplo de propostas metodológicas dentro do campo do Planejamento da Paisagem a de McHarg (1971), que procura incorporar os fatores do meio físico no planejamento com o mapeamento dos fatores intrínsecos do meio natural (clima, hidrologia, geologia, solo e habitat da vida selvagem) e, depois, combinando os mapas dentro de uma simples composição que indica (por cores e tons usados por vários fatores) a susceptibilidade intrínseca da terra para vários usos, tal como residencial, comercial, industrial, conservação e recreação ativa ou passiva; em adição, a composição indica áreas sobre o terreno onde mais de um uso pode ser suportado.

No Brasil, o instrumento legal que mais se aproxima de um planejamento da paisagem é o Zoneamento Ambiental Ecológico (ZEE), previsto no inciso II do artigo 9º da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei n.º 6.938) e regulamentado pelo decreto n.º 4.297 de 10 de julho 2002. Esse instrumento prevê a preservação, reabilitação e recuperação da qualidade ambiental. Sua meta é o desenvolvimento socioeconômico condicionado à manutenção, em longo prazo, dos recursos naturais e melhoria das condições de vida do homem. O ZEE trabalha, essencialmente, com indicadores ambientais que destacam as potencialidades, vocações e fragilidades do meio natural. Pela sua própria concepção, é muito usado pelos planejadores ambientais (REMPEL, 2009).

Outra importante norma jurídica brasileira para ordenamento territorial é o Estatuto da Cidade, Lei n.º 10.257 de 10 de julho de 2001, que estabeleceu diretrizes gerais para a política e o planejamento municipal, visando promover a “cidade sustentável”, definida em seu artigo 2º, inciso 1º como: “direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 2001).

Conforme observa Rolnik (2002), a aprovação do Estatuto ofereceu uma nova concepção de planejamento e gestão por meio de instrumentos de intervenção. É fato que tal documento representou um importante avanço na gestão da qualidade da gestão dos municípios, entretanto, em sua definição sobre “cidades sustentáveis”, percebe-se a ênfase de uma ótica antrópica e urbana, deixando uma lacuna não preenchida referente à importância da conservação dos elementos naturais na obtenção da sustentabilidade (ARAÚJO, 2010).

Embora a legislação ambiental brasileira seja muitas vezes referenciada como uma das mais avançadas do mundo, o nível de importância e eficácia da política ambiental ainda está muito aquém de países como a Alemanha, seja pelas opções ou pelas limitações do cenário político brasileiro.

A procura por estratégias, modelos e técnicas que visam à qualidade de um ambiente equilibrado e à minimização dos impactos negativos gerados pela intensa atuação antrópica têm a capacidade de contribuir para a sustentabilidade dos ecossistemas através da otimização e racionalização do uso da superfície terrestre e seus elementos.

O estudo das paisagens como fator fundamental ao planejamento da apropriação e utilização do espaço pela humanidade, por meio de critérios que variam devido à forma, estrutura, função, percepção, tamanho, escala e tempo possibilita a realização de projetos sob

novas perspectivas e novas demandas, como a interpretação e conservação dos processos naturais. Segundo Rozely Ferreira dos Santos (2007), o grande desafio em incorporar o estudo da paisagem no processo de planejamento está na fase da tomada de decisão, que, além dos interesses políticos, deve considerar os conceitos científicos, os argumentos técnicos e os anseios sociais.

Nesse contexto, para uma melhor efetividade do planejamento, é essencial que os dados gerados a partir do estudo da paisagem sejam representativos da realidade e interpretáveis e sendo assim, capazes de gerar indicadores. Em suma, o dado é a base do conhecimento, podendo ser a medida, a quantidade ou o fato observado que pode ser apresentado na forma de números, caracteres ou símbolos (SANTOS, 2004). Quando o dado passa a ter uma interpretação, então ele se torna uma informação. Dessa forma, pode-se afirmar que o principal objetivo dos indicadores, no contexto aqui analisado, é o de assistir os gestores públicos.

2.5 INDICADORES E O MODELO PER

De uma maneira geral, pode-se dizer que indicadores são parâmetros, ou funções derivadas deles, que têm a capacidade de descrever um estado ou uma resposta dos fenômenos que ocorrem em um meio (SANTOS, 2004).

Conforme Bellen (2006) as principais funções dos indicadores são: avaliações de condições e tendências; comparação entre lugares e situações; avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos; prover informações de advertência; antecipar futuras condições e tendências. De acordo com Beaver (2011) os indicadores devem: ser simples de usar e fáceis de serem entendidos; ter facilidade de coleta e custo viável; sendo então úteis como ferramentas de gestão. Para EPA (*Environmental Protection Agency*) (2000), indicadores medem o avanço em direção a metas e objetivos.

Segundo Santos (2004) os indicadores são fundamentais para tomadores de decisão e para a sociedade, pois permitem tanto criar cenários sobre o estado do meio, quanto aferir ou acompanhar os resultados de uma decisão tomada. São indicativos das mudanças e condições no ambiente e, se bem conduzidos, permitem representar a rede de causalidades presente num determinado meio.

Em um planejamento ambiental, as informações obtidas por meio dos indicadores selecionados para determinado estudo obrigatoriamente devem ser sistematizadas, ordenadas e agrupadas. Devem conduzir à síntese para que realmente possam subsidiar a decisão.

O modelo mais citado em planejamento é o de Pressão-Estado-Resposta (PER) desenvolvido pela OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*), publicado em 1993. Esse modelo fundamenta-se em um marco conceitual que aborda os problemas ambientais segundo sua relação de causalidade (CARVALHO e BARCELLOS, 2009). Os indicadores ambientais desenvolvidos pelo modelo PER buscam responder a três questões básicas: o que está acontecendo com o ambiente? (**Estado**); Por que isso ocorre? (**Pressão**); Qual a reação da sociedade? (**Resposta**).

Segundo o modelo PER, os indicadores relativos a cada tema são divididos em três categorias:

Pressão: esses indicadores apresentam as pressões que as atividades humanas exercem direta ou indiretamente sobre o ambiente e recursos naturais. Ex.: emissões provenientes de fábricas e automóveis;

Estado: expressam a qualidade do ambiente em um dado horizonte de espaço/tempo. Ex.: índices de qualidade do ar e risco ambiental;

Resposta: mostram as ações da sociedade que atenuam ou previnem impactos ambientais negativos, corrigem danos causados ao meio ambiente, preservam os recursos naturais ou contribuem para a melhora de vida da população. São as medidas tomadas para diminuir ou anular as pressões ambientais para, dessa forma, melhorar o estado do ambiente. Ex.: fiscalização e controle de emissões provenientes de fábricas e automóveis, que podem ser mensurados na forma de número multas, vistorias, autuações, licenças emitidas, etc.

A Figura 2 esquematiza o modelo Pressão-Estado-Resposta, descrevendo sucintamente as ligações entre as atividades humanas e o meio ambiente. O modelo propõe uma linearização nas relações de interação sociedade e meio-ambiente. No entanto, as relações dentro dos ecossistemas são bem mais complexas.

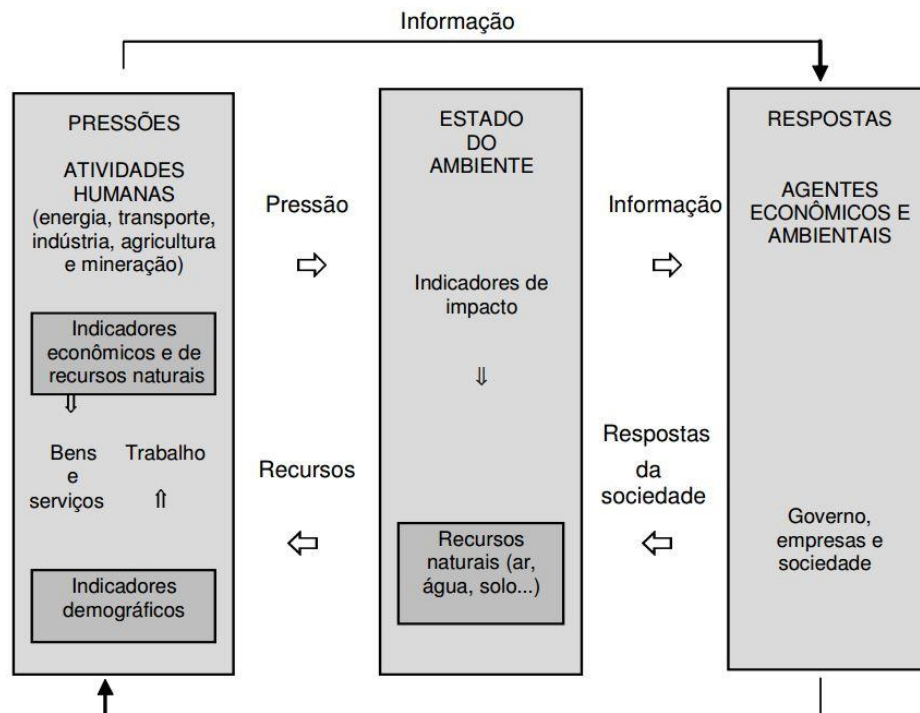


Figura 2 - Moldura conceitual para indicadores ambientais segundo o modelo Pressão-Estado-Resposta.

Fonte: OECD (1993) adaptado por Carvalho & Barcellos (2009).

Carvalho e Barcellos (2009) destacam que a maior vantagem do modelo PER deve-se ao fato de dar uma visão global dos vários componentes de determinado problema ambiental, facilitando o diagnóstico e formulação das políticas públicas adequadas.

A estrutura PER é universalmente reconhecida e utilizada para formulação, organização e seleção de indicadores de meio ambiente. O modelo fornece subsídios aos tomadores de decisão para avaliação e fiscalização do estado do meio ambiente. Dessa forma, eles poderão avaliar em que medida necessitam colocar em prática suas políticas de meio ambiente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde a sub-bacia do alto curso do rio São Bartolomeu (Figura 3), conforme subdivisão baseada nos padrões geomorfológicos proposta por Sena-Souza (2013), inserida na ecorregião do Planalto Central (ARRUDA et al., 2008) e situa-se especificamente a porção norte da bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, a maior em termos de extensão territorial no Distrito Federal (DF). Possui uma área de drenagem de 1853,7 km² e envolve Regiões Administrativas importantes como Planaltina, Sobradinho, Cruzeiro, Águas Claras, Lago Norte, Lago Sul e Brasília.

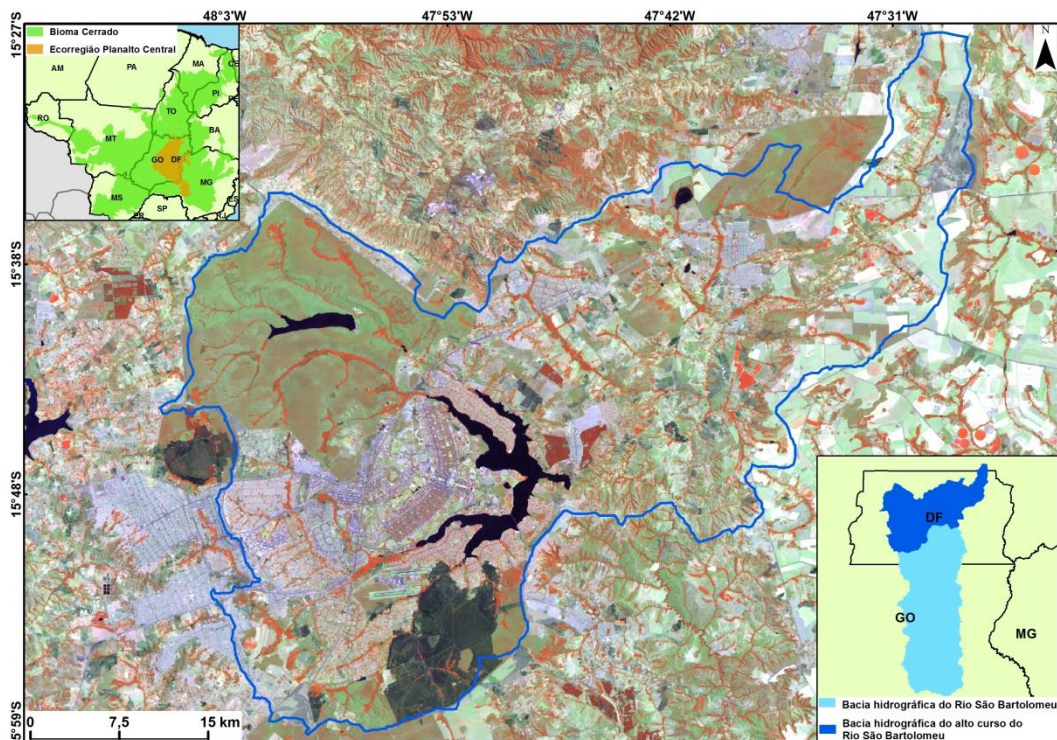


Figura 3 – Localização da área de estudo.

Fonte: Couto Junior (Dados não publicados)

Os afluentes de maior importância são o ribeirão Sobradinho, que banha a cidade-satélite de mesmo nome, e o ribeirão Mestre D'Armas, inserido em Planaltina. Abriga importantes Unidades de Conservação (UCs), como a Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESEC-AE) localizada em Planaltina, na parte leste, e o Parque Nacional de Brasília (PNB), mais conhecido como “Água Mineral”, na parte oeste da sub-bacia.

O clima na região da sub-bacia do alto do curso do Rio São Bartolomeu é caracterizado por uma sazonalidade intensa com chuvas concentradas entre os meses de outubro e abril. Enquadra-se como tropical úmido de savana com inverno seco (Aw), segundo a classificação de Köppen.

A geologia da região é formada principalmente por rochas metassedimentares dos grupos Paranoá e Canastra, os quais se encontram em contato tectônico (MARTINS, et al., 2004) (Figura 4). O levantamento de solos mais recente é apresentado por Reatto et al. (2004) que propôs uma reclassificação do mapa de solos da Levantamento Pedológico da Embrapa (1978) com o propósito de adequá-lo ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Com base nesse trabalho, as classes de solos mais representativas da bacia do São Bartolomeu são: Latossolo, Cambissolo e os Solos Hidromórficos (Figura 5).

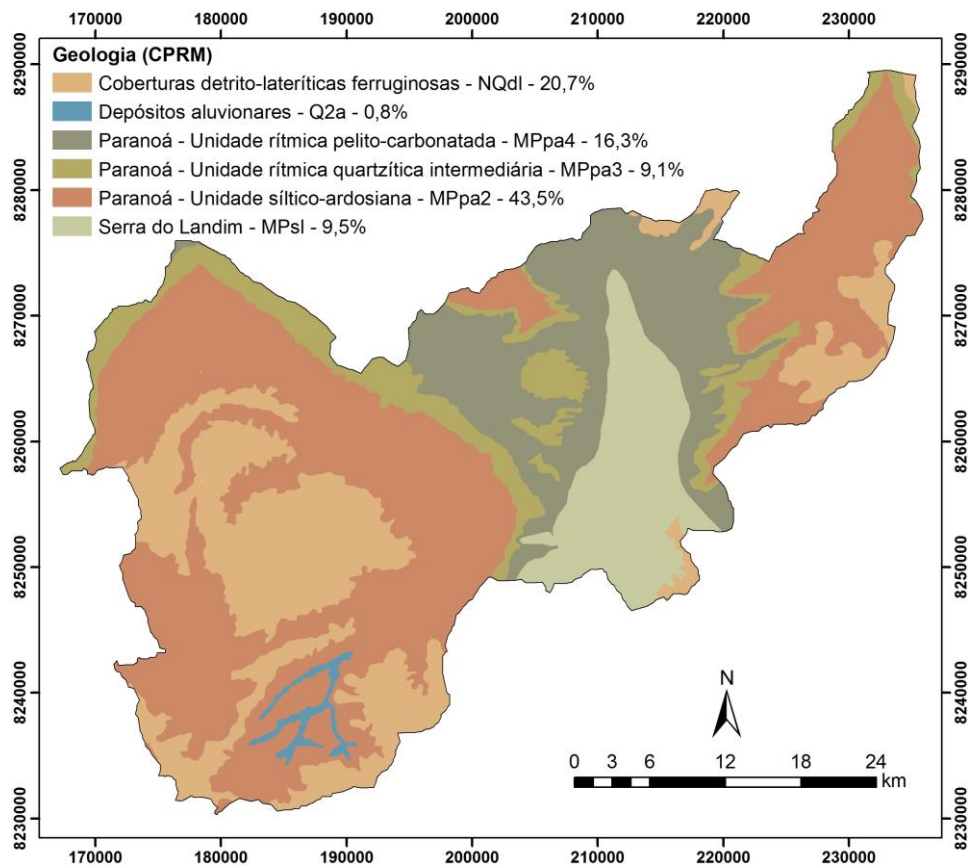


Figura 4 - Mapa geológico da sub-bacia do alto curso do rio São Bartolomeu.

Fonte: Sena-Souza (Dados não publicados)

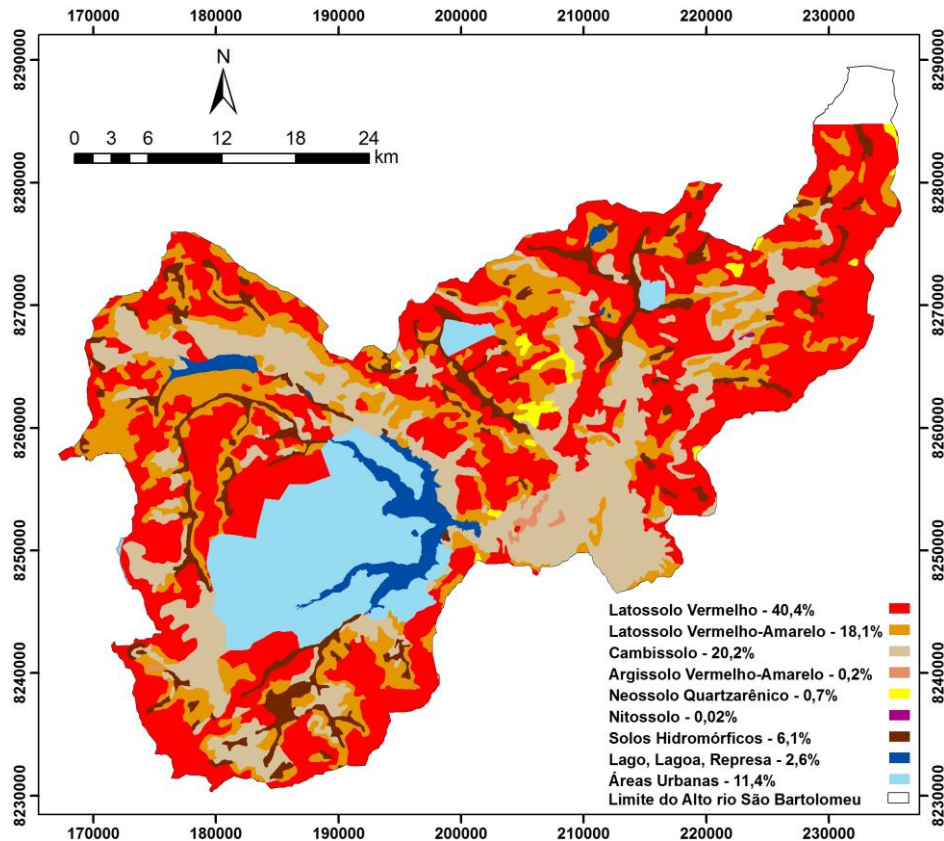


Figura 5 – Mapa de solos da sub-bacia do alto curso do rio São Bartolomeu.
Fonte: Sena-Souza (Dados não publicados)

A cobertura vegetal natural abriga as formações florestais, savânicas e campestres presentes no Cerrado (RIBEIRO e WALTER, 2008). A formação florestal compõe-se de Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão. A formação savânica é caracterizada por Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda. Nas áreas que ocorrem a formação campestre, observa-se a presença de Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre (Figura 6).



Figura 6 - Diferentes Fitofisionomias do Bioma Cerrado.
Fonte: Ribeiro e Walter (2008).

Estudos demonstraram que a área mais preservada dessa bacia hidrográfica localiza-se justamente na Estação Ecológica de Águas Emendadas, situada na sub-bacia do alto curso do rio São Bartolomeu, ressaltando, assim, a importância dessa região para a manutenção e conservação dos recursos naturais (SEINFRA-DF, 2005).

3.2 HISTÓRICO DE USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS NA BACIA DO RIO SÃO BARTOLOMEU

Tendo em foco a identificação de fatores de pressão antropogênica, foi realizada uma busca por trabalhos que registrassem o histórico de uso e ocupação da Bacia do rio São Bartolomeu nas bases de dados científicas (*SciELO*, *Google Scholar*, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações - BDTD).

Como o recorte da área de estudo é baseado em uma subdivisão específica da Bacia do São Bartolomeu proposta por Sena-Souza (2013) e, portanto, não obedece a uma delimitação oficial, obter o histórico de uso e ocupação exclusivamente da sub-bacia do alto curso do rio São Bartolomeu exigiria uma pesquisa inédita e voltada para este fim. Como este não foi o foco do trabalho, o histórico de uso e ocupação foi averiguado levando em consideração a Bacia do São Bartolomeu como um todo.

Com base nisso, o histórico de uso e ocupação da área em estudo foi baseado em dados secundários, sendo o trabalho de Ferreira (2006) a fonte principal. Neste estudo foi realizada a avaliação multitemporal do uso e ocupação de terras na Bacia do rio São Bartolomeu mediante utilização de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicado a uma série histórica de imagens de satélite, compreendendo os anos de 1984, 1992 e 2003. Para tanto, a área selecionada para este estudo foi a porção setentrional da Bacia do Rio São Bartolomeu, que abrange as microbacias dos córregos Mestre D'armas e Pípiripau, inseridas na região do alto curso do rio São Bartolomeu. Essa área foi considerada representativa das ocupações rurais e urbanas do DF, pois apresentam atividades agrícolas diversificadas e uma intensa expansão da área urbana.

3.3 ANÁLISE DOS FRAGMENTOS POR MEIO DE MÉTRICAS DA PAISAGEM

Os índices ou métricas da paisagem para os fragmentos remanescentes de vegetação nativa da sub-bacia do alto curso do rio São Bartolomeu foram obtidos por Neves e Couto Junior (não publicado) através do aplicativo computacional ArcGis 9.3, por meio da extensão gratuita *Patch Analyst*.

Para identificar e categorizar as classes de cobertura da terra identificadas na extensão da área em estudo foi utilizado o sistema de classificação de uso e cobertura da terra a partir da interpretação de imagens de satélite LANDSAT ETM+ de Araújo Filho et al. (2007). A partir desse sistema, este trabalho limitou-se aos níveis de categorização I e II para definir e classificar o atual uso e cobertura da terra da sub-bacia do alto curso do rio São Bartolomeu. O nível I identificou e classificou os tipos de uso presentes no alto São Bartolomeu em: corpo d'água, cobertura vegetal natural e superfície construída. Já no nível II foram selecionadas as classes de cobertura vegetal natural: formação campestre, formação savânica e formação florestal para identificar os fragmentos remanescentes. Juntos, os dois níveis foram utilizados para identificar e descrever os demais uso e cobertura da terra presentes na matriz, configurando assim a estrutura espacial da paisagem.

A matriz pode ser definida como o elemento que ocupa maior área e que possui a mais extensa conectividade ou que exerce a maior influência sobre os demais elementos da paisagem (FORMAN e GODRON, 1986). Dessa forma, na paisagem do alto curso do rio São Bartolomeu o elemento que se apresenta com o maior predomínio são as áreas construídas (uso antrópico), portanto, a matriz representa todo o conjunto de elementos não naturais (pastos, áreas de agricultura, estradas, cidades, represas, solo exposto) que existem nessa paisagem, ou seja, o que não foi compreendido como formação campestre, savânica e florestal. Por sua vez, os fragmentos remanescentes de vegetação nativa são considerados como manchas inseridas na matriz da paisagem, pois estão fisicamente isoladas ou separada de outra mancha do mesmo tipo de ecossistema.

Por meio das métricas de tamanho obteve-se o somatório da área todos os fragmentos, o tamanho médio e coeficiente de variação de tamanho dos fragmentos, número total de fragmentos, total de bordas e densidade de bordas, e os índices de forma dos fragmentos. Os índices calculados encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Índices de Ecologia de Paisagem gerados através do *Patch Analyst* para fragmentos florestais.

| Grupo | Sigla | Métrica | Unidade | Descrição |
|---------------------|-------|---|-----------------|---|
| Área | CA | Área de Classe | Hectares (ha) | Somatório das áreas dos fragmentos de cada classe presentes na área em estudo |
| | MPS | Tamanho médio do fragmento | Hectares (ha) | Soma do tamanho dos fragmentos dividido pelo número de fragmentos |
| Densidade e Tamanho | NumP | Número de fragmentos | Quantidade | Número total de fragmentos de uma classe |
| | PSCoV | Coefficiente de variação do tamanho | Porcentagem (%) | Desvio Padrão do tamanho do fragmento dividido pelo tamanho médio do fragmento, multiplicado por 100 |
| Borda | TE | Total de bordas | Metros (m) | Extremidade total de todas os fragmentos. É a soma de perímetro de todas os fragmentos. |
| | ED | Densidade de bordas | m/ha | Quantidade de extremidades relativa à área da paisagem. |
| Forma | MSI | Índice de forma médio | Adimensional | Nível de complexidade da feição. É igual a um quando todas as manchas forem circulares e aumenta com a crescente irregularidade da forma da mancha. |
| | AWMSI | Índice de forma médio ponderado pela área | Adimensional | Nível de complexidade da feição ponderado por sua área |

Fonte: adaptado de McGarigal e Marks (1994) e McGarigal e Marks (1995).

As métricas de área indicam o tamanho dos fragmentos de cada classe analisada e a porcentagem desses fragmentos em relação à área total estudada (MCGARIGAL e MARKS, 1994). As métricas de densidade, tamanho e variabilidade representam o número de fragmentos presentes em cada classe e o tamanho médio destes fragmentos. As métricas de borda apresentam valores referentes à extensão dos efeitos de borda da paisagem. E por fim, as métricas de forma indicam a complexidade das formas dos fragmentos, variando entre pouco complexas e muito complexas.

A Tabela 2 apresenta os dados de fragmentação por formação vegetal presente no alto curso da bacia do Rio São Bartolomeu. O resultado da análise das métricas geradas para a área em estudo foi utilizado para fazer o reconhecimento do padrão espacial da paisagem, permitindo o reconhecimento do “estado” da paisagem. Aliada aos dados obtidos através do histórico de uso e ocupação da bacia, a análise das métricas serviu como base para o desenvolvimento do modelo PER.

Tabela 2 Dados das métricas da paisagem por formação vegetal presente na sub-bacia do alto curso do rio São Bartolomeu.

| Classe | Grupo de Métrica | | | | | | | |
|--------------------|------------------|----------|------------|-----------|---------------------|------|-----------|--------------|
| | Forma | | Borda | | Densidade e Tamanho | | | Área |
| | AWMSI | MSI | TE (m) | ED (m/ha) | MPS (ha) | NumP | PSCoV (%) | CA (ha) |
| Formação Savânica | 3,92553 | 1,91913 | 1171719,21 | 0,00063 | 5575723,33 | 77 | 304,67 | 429330696,16 |
| Formação Campestre | 4,48035 | 2,01329 | 1179289,86 | 0,00064 | 3743263,05 | 81 | 251,70 | 303204306,97 |
| Formação Florestal | 6,44058 | 3,40532 | 1962431,67 | 0,00106 | 1048434,48 | 141 | 181,95 | 147829261,24 |
| Matriz | 16,18554 | 16,18554 | 1789991,64 | 0,00097 | 973280292,81 | 1 | 0,00 | 973280292,81 |

Fonte: Neves e Couto Junior (não publicados).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cálculo das métricas de paisagem referentes às categorias de composição e configuração geraram resultados que permitiram, sob a ótica da ecologia de paisagens, fazer o reconhecimento do padrão espacial da sub-bacia do alto São Bartolomeu, permitindo ainda, traçar mais que uma descrição da paisagem, mas apontar correlações entre os números apontados pelas métricas e o efeito do padrão histórico de ocupação que resultou em pressões que contribuíram para a configuração atual da paisagem.

Os resultados das métricas apontaram que as formações florestal e campestre foram aquelas em maior quantidade de fragmentos, 141 e 81, respectivamente, embora na formação savânica observou-se o maior tamanho médio de fragmento entre as classes, que somados representam 23% da área de estudo (Tabela 2). A formação campestre apresentou um tamanho médio de fragmento de 3.743.263,05 hectares totalizando cerca de 16% da área enquanto a formação florestal foi responsável por recobrir um valor equivalente a aproximadamente 8% da área total da sub-bacia, apresentando o menor tamanho médio de fragmento entre as classes, apresentando (Tabela 2). Tais valores contrastam com um índice de 52% ocupação antrópica do total da área da sub-bacia, elucidando o fato de que, em geral, os fragmentos de vegetação remanescentes não apresentaram grandes valores nos índices de complexidade de forma.

Uma das formas de analisar a fragmentação é por meio dos índices de forma, que, entre outras informações, podem indicar a vulnerabilidade da feição frente a fatores externos. As métricas MSI e AWMSI verificam o quanto a forma de um fragmento se aproxima de uma circunferência, que tem o valor mínimo de 1. Fragmentos com índice próximos a 1 são os mais arredondados e quanto maior o índice, mais alongados são os fragmentos (PIRES, 1995).

Sobre esse aspecto, as métricas de forma revelaram que a formação florestal é a classe de maior complexidade. Isso se deve ao fato de que as principais fitofisionomias dessa formação – matas ciliares e matas de galeria – ocorrem associadas aos cursos d'água, proporcionando assim um maior alongamento e também uma maior exposição e contato com a matriz. Paralelamente, a análise desse fator em conjunto com outras métricas permite obter ainda mais informações sobre o estado dos fragmentos remanescentes.

Borges (2010) ressalta que quanto maior o valor da relação perímetro/área, maior o efeito de borda, ou seja, quanto maior o Total de bordas (TE) e a Densidade das Bordas (ED),

maior a possibilidade de fragmentação da paisagem. Nesse sentido, o maior valor de total de borda foi observado na formação florestal correspondendo a 0,00106 m/ha de densidade de borda com o inverso sendo identificado na formação savânica, que apresentou os menores índices de total de borda e densidade de borda, 1.171.719,21 m e 0,00063 m/ha respectivamente (Tabela 2). Tais índices são importantes para determinar a exposição ou não dos fragmentos aos efeitos de borda.

Os efeitos de borda vêm sendo conceituados como alterações nas condições ecológicas decorrentes da interação da paisagem. Na medida em que os fragmentos se tornam menores e com forma mais irregular, também se tornam crescentemente dominados pelos habitats de borda (CASTRO, 2008). O efeito de borda faz com que uma série de alterações microclimáticas ocorra, modificando a abundância relativa e a composição de espécies na parte marginal de um fragmento (MENDES et al., 2008). Dessa, ocorrem mudanças rápidas e pronunciadas, iniciando-se pelas maiores luminosidade, temperatura, umidade e temperatura do vento. Essas mudanças são mais pronunciadas na borda e diminuem na direção do interior da floresta (GREGGIO, 2009).

Nesse sentido, a formação florestal apresentou maior suscetibilidade à fragmentação florestal, porque, embora seja a classe que apresentou o maior número de fragmentos remanescentes, esses são de dimensão reduzida, apresentando o menor valor médio de área e ocupando a menor parcela (8%) da sub-bacia. Os resultados expressos pelas métricas de borda corroboram o fato de que a formação florestal é a mais vulnerável, tanto à fragmentação como à possibilidade de seus fragmentos estarem sob efeito de borda.

Geralmente a formação florestal compõe grande parte das Áreas de Proteção Permanente (APP). Entre os pesquisadores, há consenso de que as áreas marginais a corpos d'água – sejam elas várzeas ou florestas ripárias – e os topos de morro ocupados por campos de altitude ou rupestres são áreas insubstituíveis em razão da biodiversidade e de seu alto grau de especialização e endemismo, além dos serviços ecossistêmicos essenciais que desempenham – tais como a regularização hidrológica, a estabilização de encostas, a manutenção da população de polinizadores e da ictiofauna, o controle natural de pragas, das doenças e das espécies exóticas invasoras. Na zona ripária, além do abrigo da biodiversidade com seu provimento de serviços ambientais, os solos úmidos e sua vegetação nas zonas de influência de rios e lagos são ecossistemas de reconhecida importância na atenuação de cheias e vazantes, na redução da erosão superficial, no condicionamento da qualidade da água e na manutenção de canais pela proteção de margens e redução do assoreamento. Existe amplo

consenso científico de que são ecossistemas que, para sua estabilidade e funcionalidade, precisam ser conservados ou restaurados, se historicamente degradados (SILVA et al., 2011).

A eficiência dessas faixas de vegetação remanescentes depende de vários fatores, entre eles a largura e o estado de conservação da vegetação preservada. Não levar isso em consideração pode resultar num enorme ônus que afeta não apenas o proprietário das terras, mas para a sociedade como um todo, especialmente para a população urbana que mora naquela bacia ou região que degrada suas zonas ripárias. Vale salientar que mesmo com toda a evolução do conhecimento científico e tecnológico, os custos para restaurar as áreas mais degradadas são ainda muito elevados, especialmente no caso das várzeas. Além do mais, nem todos os serviços ecossistêmicos são plenamente recuperados (SILVA et al., 2011).

Diante deste cenário fica evidente a necessidade de planejar e executar ações especialmente dedicadas à conservação e recuperação dos fragmentos de formação florestal remanescentes, dado o papel fundamental que a vegetação das áreas marginais a corpos d'água têm para a provisão de serviços ecossistêmicos e para a produção agropecuária, conforme as ponderações científicas da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e da Academia Brasileira de Ciências (ABC) a respeito das alterações do Código Florestal Brasileiro e suas implicações.

Outra classe que com base nos resultados se relevou bastante pressionada foi a formação campestre que recobre aproximadamente 16% da área total da sub-bacia do alto São Bartolomeu com grande parte de sua vegetação natural sendo substituída por usos agrícolas, sobretudo na região do Ribeirão Pípiripau onde há uma extensa chapada ocupada por pelo maior contingente de população rural do DF (ZEE-DF, 2011). A formação campestre apresenta o segundo maior coeficiente de variação de fragmento (251,70%) indicando uma grande variabilidade no tamanho de seus fragmentos que ocorrem de maneira esparsa na área da sub-bacia e concentram-se nas áreas das Unidades de Conservação.

McGarigal et al. (2002) observa que o tamanho médio dos fragmentos (MPS) é considerado bom indicativo do grau de fragmentação, por ser função do número de fragmentos e da área total ocupada pela classe. Dessa forma, paisagens que apresentam menores valores para tamanho médio de fragmento devem ser consideradas como mais fragmentadas. Isso reforça o fato de que a formação florestal é a classe mais vulnerável e a situação menos crítica é a da formação savânica. De acordo com Pereira et al. (2001) o tamanho médio dos fragmentos deve ser analisado examinando-se o desvio padrão. Se o

desvio padrão for muito grande, é possível que haja grandes fragmentos, mesmo com um tamanho médio relativamente baixo.

A presença de áreas nucleares de extensão significativa como o Parque Nacional de Brasília e a Estação Ecológica de Águas Emendadas, ambas predominantemente compostas por formação savânica, contribuiu para que essa classe se apresentasse como a mais regular e com o maior valor médio de área por fragmento (5.575.723,33 ha). Entretanto a formação savânica foi a que apresentou o maior valor de coeficiente de variação de tamanho de fragmento (304,67 %) entre as classes, indicando uma grande variação nos tamanhos dos fragmentos, ou seja, manchas com valores de área muito acima e/ou muito abaixo do valor médio. Este fato reduz a possibilidade de conectividade com outros fragmentos, restringindo a formação de corredores ecológicos (GUIMARÃES et al., 2011).

Tendo em vista o histórico de uso e ocupação, a ampliação da ocupação urbana na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu a partir da ampliação da região de Sobradinho, ampliação de São Sebastião e adensamento de dezenas de condomínios todos no alto curso da Bacia, acarretou em um incremento da pressão antrópica. Fernandes (2007) observou que a região está submetida a diversos tipos de pressões antrópicas, seja pela construção de barragens, pela diluição de efluentes de esgotos domésticos provenientes de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) ou pela destruição da paisagem natural, como o cerrado, campos limpos e sujos e, principalmente, as matas de galeria. De certa forma isso ilustra as razões para Ferreira (2006) constatar que aproximadamente 50% das terras da Bacia Hidrográfica do São Bartolomeu não são consideradas adequadas ao sistema brasileiro de aptidão agrícola.

Como já mencionado, no alto curso do Ribeirão Pípiripau há forte pressão de ocupação para uso agrícola, entretanto sugere-se que tal região não seja ocupada uma vez que é uma importante zona de recarga dos aquíferos que alimentam a Bacia do Pípiripau, importante para irrigação (a partir de derivações por canais) e para abastecimento humano (a partir da captação do Pípiripau) (ZEE-DF, 2011).

Outro ponto importante a destacar é que as UCs, apesar de serem os locais mais conservados dessa região, apresentam-se pressionadas pela matriz em função do acelerado e irregular processo de ocupação de seu entorno. No Parque Nacional de Brasília a situação é alarmante devido às irregularidades encontradas na sua zona de amortecimento. A “zona de amortecimento” ou “zona tampão” não pertence ao interior da UC. Ela se localiza no seu entorno e é estabelecida com a finalidade de filtrar os impactos negativos de atividades

externas a ela, tais como: ruídos, poluição, espécies invasoras e avanço da ocupação humana, no caso de Unidades localizadas em áreas fortemente ocupadas (MILLER, 1997).

O loteamento irregular denominado Lago Oeste localizado na porção norte da poligonal do Parque não deveria existir, pois se encontra numa Área de Proteção de Mananciais, sendo vedado o parcelamento, a expansão urbana e o adensamento nessa região. (HOROWITZ, 2003). Outro ponto crítico localiza-se na porção sul da poligonal do Parque. É a Vila Estrutural, invasão de terras públicas que se tornou assentamento nas imediações do Aterro do Jóquei, popular “lixão da estrutural”. Ali hoje se encontra uma irregular expansão urbana iniciada à revelia do poder público, sendo hoje uma área urbana de consolidação em zona de amortecimento do Parque Nacional, contradizendo a legislação federal (Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000) (SAMPAIO, 2006).

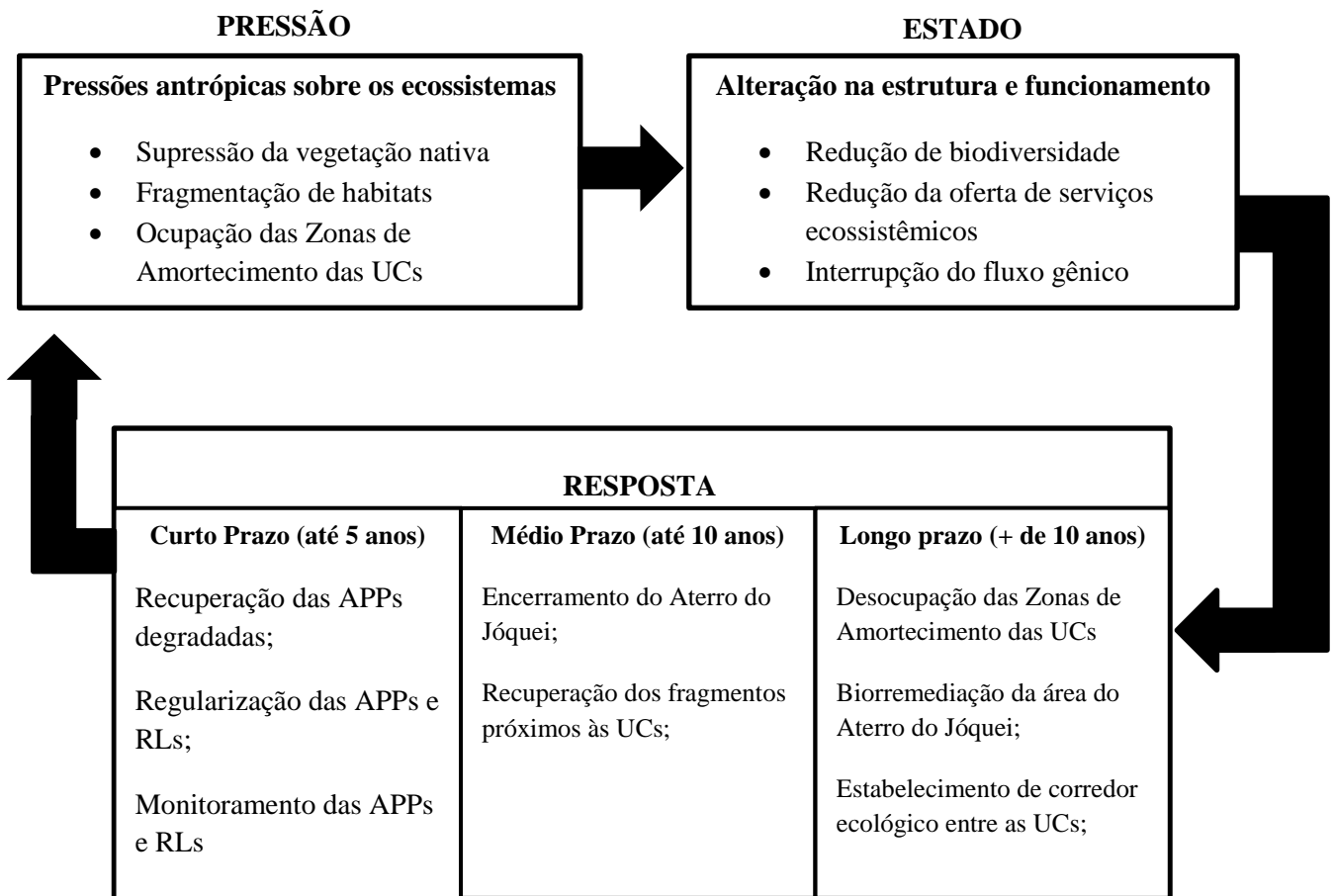
Diante deste cenário as principais pressões antrópicas identificadas na sub-bacia do alto curso do Rio São Bartolomeu foram: supressão e substituição da vegetação nativa por outros usos, fragmentação de habitats e ocupação irregular das zonas de amortecimento das UCs. Tal quadro vem causando redução de biodiversidade, redução da oferta de serviços ecossistêmicos e interrupção do fluxo gênico devido ao grau de isolamento dos fragmentos remanescentes.

Dentro desse contexto, este trabalho teve como produto final a formulação do modelo Pressão-Estado-Resposta para a área em estudo, onde o “estado” foi obtido a partir da interpretação das métricas da paisagem, a “pressão” foi identificada através de dados secundários e por fim, a “resposta” foi considerada como sendo as contribuições de um gestor ambiental dentro de um contexto de planejamento e monitoramento ambiental de curto, médio e longo prazo.

A Figura 7 esquematiza o modelo PER criado, apresentando em linhas gerais as contribuições de um gestor ambiental frente ao estado atual da paisagem investigada e às pressões identificadas.

Nesse planejamento foi considerado como horizonte de tempo: medidas de até cinco anos para serem implementadas (curto prazo); até 10 anos (médio prazo) e mais de 10 anos (longo prazo). Todas as proposições foram sugeridas para mitigar ou controlar os principais fatores impactantes oriundos da intervenção humana.

Figura 7 – Modelo Pressão-Estado-Resposta gerado para a sub-bacia do alto São Bartolomeu.



Os índices de forma revelaram formas pouco complexas dos fragmentos vegetais remanescentes, com a formação florestal apresentando as formas mais irregulares. Esse fato em conjunto com a informação das métricas de total de borda e densidade de borda puderam comprovar que os fragmentos florestais possivelmente estão sob efeito de borda devido suas dimensões reduzidas. Com isso, a oferta de serviços ecossistêmicos e a manutenção da biodiversidade ficam prejudicadas já que a eficiência da vegetação das áreas marginais aos cursos d'água depende de fatores como largura e o estado de conservação da vegetação preservada. Portanto, como medida prioritária a recuperação das matas ripárias degradadas, bem como a regularização imediata das APPs e RLs das propriedades particulares e o seu monitoramento constante com o objetivo de resguardar o papel desempenhado por essas faixas de vegetação.

Os altos valores de coeficiente de variação de tamanho de fragmento apresentados também contribuem para a degradação ambiental, uma vez que revelou a existência de

fragmentos muito acima ou muito abaixo do tamanho médio, o que dificulta a conectividade estrutural da paisagem já que as manchas ocorrem de maneira esparsa na área, dificultando diretamente o fluxo gênico das espécies presentes na região. Por isso, fica evidente a necessidade de recuperar as manchas remanescentes próximas às UCs com vistas a aumentar a conectividade estrutural dos fragmentos e possibilitar a criação de um corredor ecológico ligando o PNB à ESEC-AE.

Um perigo eminente constatado através do histórico de uso e ocupação da sub-bacia é a ocupação das zonas de amortecimento das UCs, essenciais como barreira de proteção dos impactos antrópicos circunvizinhos. No Parque Nacional de Brasília a situação é crítica devido à existência do lixão, que traz efeitos adversos tanto ambientais como sociais e econômicos. De acordo com Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305), todos os tipos de tratamento e disposição final inadequados ficam proibidos a partir de agosto de 2014, porém, como se sabe, a Vila Estrutural hoje é uma área urbana consolidada onde há famílias residindo que dependem do trabalho e condições precárias do lixão para sobreviver, tornando bastante difícil o caminho para cumprir a meta estabelecida pelo Governo, já que além de encerrar as atividades do Aterro do Jóquei também seria preciso remanejar as famílias e dar condições para elas se manterem. Igualmente irregular também é a situação do Lago Oeste que também necessita de atenção dos gestores públicos para que o adensamento populacional fique ainda maior. Dadas essas dificuldades, foi proposta como meta de longo prazo a desocupação das zonas de amortecimento das UCs, sem, contudo, ousar definir linhas de ação para que isso ocorra devido à complexidade da questão.

5 CONCLUSÃO

A análise e interpretação das métricas geradas para a sub-bacia do alto São Bartolomeu permitiu identificar as principais características estruturais da paisagem investigada. Os resultados dessa análise puderam fundamentar e colocar em evidência a necessidade de preservação de fragmentos remanescentes de vegetação nativa, dado o contexto de exploração e degradação do Cerrado, o qual apresenta uma série de danos ambientais decorrentes da ação antrópica responsável por modificar e transformar mais da metade da área original do bioma em ritmo mais acelerado que o processo de degradação da Amazônia.

Ressalta-se a importância de que gestores públicos proponham medidas conservacionistas para os fragmentos remanescentes visando o equilíbrio entre as demandas sociais e a conservação da natureza, especialmente em termos de formação florestal, já que o resultado das métricas revelou que essa é a classe mais fragmentada e possivelmente exposta ao efeito de borda. Tal fato é alarmante quando se leva em consideração o papel fundamental desempenhado pela vegetação ripária na manutenção da qualidade de água da sub-bacia, na provisão de serviços ecossistêmicos como a regularização hidrológica, a manutenção da biodiversidade, a estabilização de encostas, o controle natural de pragas, das doenças e das espécies exóticas invasoras. Entretanto, embora as outras formações vegetais presentes no alto São Bartolomeu apresentem-se em situação menos crítica em relação à formação florestal, vale lembrar que também devem ser passíveis de gestão uma vez que 95% da biodiversidade do Cerrado encontram-se nas formações savânica e campestre, reforçando a necessidade de um manejo mais compatível com os limites e potencialidades da área estudada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no histórico da região constatou-se que dinâmica de formação da paisagem no Distrito Federal está intimamente relacionada aos intensivos processos de adensamento da malha urbana, geralmente irregular e inadequado, e do crescimento da ocupação agrícola, que, em conjunto, podem ser considerados os principais componentes das transformações territoriais e da redução da área ocupada pela vegetação de Cerrado. As métricas de forma e de densidade e tamanho de fragmento evidenciaram, nesta sub-bacia, a forte presença antrópica, responsável por 52% de ocupação do total da paisagem no alto São Bartolomeu, ao

passo que os fragmentos remanescentes de vegetação nativa apresentam-se possivelmente afetados pelo efeito de borda devido a sua dimensão reduzida.

Torna-se importante observar que áreas nucleares como o Parque Nacional de Brasília e a Estação Ecológica de Águas Emendadas apresentam-se extremamente pressionadas pela matriz em função do acelerado processo de ocupação do solo em seu entorno, nem sempre planejado e organizado. No caso do Parque Nacional de Brasília a presença do Aterro do Jóquei – o popular “lixão da Estrutural” – torna o cenário ainda mais grave devido a todos os efeitos deletérios que este tipo de ambiente propicia, sejam eles sociais, econômicos ou ambientais.

Esta ocupação no entorno destas unidades de conservação faz com que as mesmas fiquem cada vez mais isoladas, formando fragmentos de vegetação natural sem conectividade com outras áreas de Cerrado, comprometendo assim, o fluxo de material genético, a consequente redução da biodiversidade e a dilapidação dos recursos naturais.

Ademais, a sociedade moderna vive um período crítico para as relações entre o homem e a biosfera. O impacto das atividades humanas sempre foi relevante para os ecossistemas, mas, a partir da revolução industrial e o conseqüentemente aumento exponencial da população humana na Terra, a magnitude das transformações alcançaram escalas planetárias, onde, além de seres vivos, os componentes abióticos dos ecossistemas sofrem profundas mudanças, como o clima e os solos.

Nesse contexto, a ecologia de paisagem pode e deve embasar medidas de manejo ambiental que levem a políticas mais adequadas para a convivência da espécie humana em nosso planeta na medida em que a compreensão dos processos ecológicos, das estruturas e dinâmicas dos ecossistemas pode oferecer subsídios tanto para o planejamento da ocupação da terra como para ações e intervenções de gestores e tomadores de decisões voltadas à gestão territorial eficiente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. M. Aplicação dos Sistemas de Sensoriamento Remoto por Imagens e o Planejamento Urbano e Regional. **Revista Eletrônica de Arquitetura e Urbanismo (USJT)**, v. 3, p. 98-123, 2010. Disponível em: <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_03/8arqurb3-claudia.pdf>. Acesso em: 23 set. 2013.

AMARAL, S. P. Indicadores de sustentabilidade ambiental, social e econômica: uma proposta para a indústria de petróleo brasileira. In: **VI Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Vitória – ES, 2002.

ARAÚJO FILHO, M. C.; MENESES, P. R.; SANO, E. E. Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 59/02, p. 171-179, 2007.

ARAÚJO, L. L. S. **A conservação natural como parâmetro para o planejamento do território**: aplicação dos princípios da ecologia de paisagem em área de expansão urbana no município de São João da Boa Vista. 2010. 193 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP, 2010.

ARRUDA, M. B.; PROENÇA, C. E. B.; RODRIGUES, S. C.; CAMPOS, R. N.; MARTINS, RENATA C.; MARTINS, E. S.. Ecorregiões, Unidades de Conservação e Representatividade Ecológica do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. [S.l.]: Embrapa, v. 1. Cap. 8, p. 229-270. 2008.

BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora FGV. 2006. 256 p.

BERTRAND, G. Paysage et Géographie Physique Globale: esquisse méthodologique. *Revue Geographiques Pyrenees et du Sud-Ouest*. **Toulouse**, v. 39, n. 3, 1968. p. 249- 272.

BRAGA, R. Estrutura urbana e sustentabilidade ambiental em cidades de porte médio: uma análise da cidade de Rio Claro – SP. In: **III Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável – PLURIS**. Santos – SP, 2008.

BRASIL. **Lei Federal 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. D.O.U. de 02.09.1981.

_____. **Lei Federal nº 10.257**, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade). D.O.U de 11.7.2001

_____. **Lei Federal nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. D.O.U. de 19.07.2000.

_____. **Decreto nº 4.297**, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9o, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. D.O.U. de 11.07.2002.

CARRÃO, H.; CAETANO, M.; NEVES, N. LANDIC: Cálculo de indicadores de paisagem em ambiente SIG. In: Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG 2001, 6., Oeiras, Portugal, 28-30 nov., 2001. **Anais**. Lisboa: Associação dos Utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica - USIG, 2001.

CARVALHO, P. G. M.; BARCELLOS, F. C. Construindo indicadores de sustentabilidade. **Indicadores Econômicos FEE**. Porto Alegre – RS, v. 37, p. 2280/2656, 2009.

CARVALHO, F. A.; LACERDA, M. P. C. Monitoring environmental impact of land use: Evaluating an agricultural area of Distrito Federal, Brazil. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v.36, p.25-29, 2006. Disponível em: <<http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/part2/pdf/carvalho.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2013.

CASTRO, D. M. **Efeito de borda em ecossistemas tropicais**: síntese bibliográfica e estudo de caso em fragmento de cerrado, na região nordeste do estado de São Paulo. 171 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

CAVALCANTI, C. Política de governo para o desenvolvimento sustentável: uma introdução ao tema e a esta obra coletiva. In: CAVALCANTI, C. (org.). **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. 3.ed. São Paulo: Ed. Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2001, p. 23-40.

CAVALLINI, M.; NORDI, M.; PIRES, J. S. R. Enfoques metodológicos da ecologia humana e da ecologia da paisagem como subsídios à conservação biológica e ao planejamento ambiental: um estudo de caso. In: SANTOS, J. E. et al. (Orgs). **Faces da polissemia da paisagem**: ecologia, planejamento e percepção. Vol 2. São Carlos: EDUFSCAR, 2004, p. 755-780.

CHAVES, A. A. A.; LACERDA, M. P. C.; KATO, E.; GOEDERT, W. J.; RAMOS, M. L. G. Uso das terras da parte norte da bacia do rio Descoberto, Distrito Federal, Brasil. **Bragantia**, v.69, p.711-718, 2010.

COUTO JUNIOR, A. F. **Séries temporais do sensor MODIS utilizadas para a avaliação da cobertura da terra da ecorregião do Chapadão do São Francisco**. 2012. 126 p. Tese

(Doutorado em Geociências Aplicadas) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

CUNHA, S. B.; FREITAS, M. W. D. Geossistemas e Gestão Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio São João - RJ. In: **GEOgraphia** (UFF), Universidade Federal Fluminense, v. VI/n12, p. 87-110, 2004.

CEREDA JUNIOR, A. **Mapeamento da fragilidade ambiental na Bacia do Ribeirão do Monjolinho – São Carlos – SP – utilizando ferramentas de geoprocessamento**. 2006. 111 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2006.

DAVIS, C.; FONSECA, F. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográficos**. Monografia do Curso de Especialização em Geoprocessamento. Belo Horizonte. UFMG - Instituto de Geociências, Departamento de Cartografia, 2001.

DIAS, B. F. S. 1992. Cerrado: uma caracterização. In: DIAS, B. F. S (Coord.) **Alternativas de desenvolvimento do Cerrado: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Fundação Pró-Natureza (FUNATURA) - IBAMA, Brasília, p.11-25.

EPA - United States Environmental Protection Agency. **Evaluation guidelines for ecological indicators**. Editado por Jackson, L. E.; Kurtz, J. C.; Fisher, W. S. April 2000, pag 1-4. Washington DC.

FERREIRA, C. S. **Avaliação temporal do uso e ocupação das terras na Bacia do São Bartolomeu, DF**. 2006. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/UnB, Brasília – DF, 2006.

FERNANDES, A. C. M. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos de qualidade de água**: proposta para elaboração de um índice de integridade biológica. 226p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2007.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 619 p.

GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; CARVALHO, A. A.; GOMES, R. A. C.; MARTINS, E. S.; CARVALHO, A. P. F. Forest fragments distribution as related to geomorphological parameters. In: **Revista Brasileira de Cartografia**. n. 62. 2010. p. 373-384. 2011.

GREGGIO, T.C. et al. Avaliação dos Fragmentos Florestais do Município de Jaboticabal-Sp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.1, p.117-124. 2009.

GRIGIO, A. L. M.; AMARO, V. E.; DIODATO, M. A. Dinâmica espaço-temporal do uso e ocupação do solo, no período de 1988 a 2004, do baixo curso do rio Piranhas-Assu (RN): sugestões de acompanhamento integrado das atividades socioeconômicas impactantes na área costeira. **Geografia**, v. 34, p. 141-161, 2009.

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

HOROWITZ, C. **A Sustentabilidade da Biodiversidade em Unidades de Proteção Integral: Parque Nacional de Brasília**. Tese de Doutorado (Centro de Desenvolvimento Sustentável / UnB). Brasília-DF, CDS/UnB, 2003.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: IBGE; 2010.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. In: **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KLINK, C.A.; MOREIRA, A. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. (Ed.). **Ecology and natural history of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p.69-88.

LI, H.; WU, J. Use and misuse of landscape indices. **Landscape Ecology**. v. 19. n.4. p.389-399, 2004.

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. **Conservação Internacional**, Brasília - DF, 2004, 23 p.

MANTOVANI, J. E. ; PEREIRA, A. Estimativa da Integridade da Cobertura Vegetal do Cerrado através de Dados TM/Landsat. In: **Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Santos, Brasil, 11-18 de setembro de 1998.

MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. **Evolução Geomorfológica do Distrito Federal**. Embrapa Cerrados. Planaltina, DF, p. 57. 2004b.

MAZZETTO, C. E. S. **Os Cerrados e a sustentabilidade: territorialidades em tensão**. 2006. 271 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2006.

MAZZETTO, C. E. S. Ordenamento Territorial no Cerrado brasileiro: da fronteira monocultora a modelos baseados na sociobiodiversidade. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 19, p. 89-109, jan./jun. 2009.

MENDES, J. D.; SILVA, N. M. Avaliação do efeito de borda em fragmentos de Cerrado por meio de métricas de paisagem no Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil. In: **IX Simpósio Nacional do Cerrado e II Simpósio Internacional Savanas Tropicais**. Brasília, DF. Outubro, 2008.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure**. Version 2.0. Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis, USA. 1994.

MCGARIGAL, K.; MARKS B. J. **FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program For Quantifying Landscape Structure**. General Technical Report PNW-GTR-351. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon, USA. 1995.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? In: **Biota neotropica**, 2001. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br>> Acesso em 20 de janeiro de 2013.

METZGER, J. P. Uma visão da global fragmentação. In: **Página 22**, São Paulo, v. 4, p. 55 - 57, 22 fev. 2007.

MILLER, K. R. Evolução do Conceito de Áreas de Proteção – Oportunidades para o século XXI. In: **I Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**, Curitiba, 1997. UNILIVRE. 1997. v. 1, p. 3 – 21.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 24 de setembro de 2013.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. S. **Landscape Ecology: theory and application**. 2. ed. New York: Springer-Verlag, 1994. 356 p.

NUCCI, J. C. Aspectos teóricos do Planejamento da Paisagem. In: NUCCI, J. C. (Org). **Planejamento da Paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano**. Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade – Curitiba/PR. Curitiba: LABS/DGEOG/UFPR, 277 p. 2010.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. **Core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report by the Group on the State of the Environment**. Paris: OECD, 1993. (Environmental monographs n. 83).

OKA-FIORI, C.; FIORI, A. P.; HASUI, Y. Dinâmica da ocupação do solo na bacia do Rio Itiquira, Mato Grosso, Brasil. **Revista RA'E GA, O Espaço Geográfico em Análise**, v.7, p. 19-31, 2003.

OOSTERBEEK L. M et al. (Orgs). **Arkeos: Arqueologia Ibero-Americana e Arte Rupestre**. 32 ed. Lisboa: Candeias, 2012, v. 32, p. 17-28.

PACHÊCO, A. P. & RIBAS, N. S. Sensoriamento Remoto Aplicado ao Uso da Terra. *Revista da Comissão Brasileira de Geodésia*. **Geodésia online**, v.4, 1998.

PELLEGRINO, P. R. M. **Paisagem e Ambiente: um processo de aproximação no setor oeste da macrometrópole de São Paulo**. 1987, 124 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

PEREIRA, J. L. G.; BATISTA, G. T.; THALÊS, M. C.; ROBERTS, D. A.; VENTURIERI, A. Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação na Amazônia. **Geografia**, Rio Claro, v. 26, n.1, p. 59-90. 2001.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; PIRES, A. M. Z. C. R. Gestão biorregional: uma abordagem conceitual para o manejo de paisagens. In: SANTOS, J. E. et al. (Orgs). **Faces da polissemia da paisagem: ecologia, planejamento e percepção**. Vol 1. São Carlos: EDUFSCAR, 2004. p. 23–34.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. 3. ed. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328 p.

REATTO, A.; MARTINS, E. S.; FARIAS, M. F. R.; SILVA, A. V.; CARVALHO JUNIOR, O. A.. Mapa Pedológico Digital - SIG Atualizado do Distrito Federal Escala 1:100.000 e uma Síntese do Texto Explicativo. **Documentos Embrapa Cerrados**, 2004.

REMPEL, C. **A ecologia de paisagem e suas ferramentas podem aprimorar o zoneamento ambiental?** O caso da região política do vale do Taquari. 2009, 146 p. Tese (Doutorado em Ecologia de Paisagem) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

RIBAS, O. **A sustentabilidade das cidades: os instrumentos da gestão urbana e a construção da qualidade urbana**. Tese de doutorado, CDS/UNB, Brasília, 2002.

RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Orgs). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, 1998. p. 89-166.

ROCKSTRÖM, J. et al. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. **Ecology and Society**, v. 14, n. 2, p. 32. 2009. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>>. Acesso em: 2 set. 2013.

ROLNIK, R. Estatuto da Cidade: instrumento para as cidades que sonham crescer com justiça e beleza. In: **Cadernos Pólis**, n. 4, p. 5. 2001. Disponível em: <<http://www.polis.org.br/uploads/833/833.pdf>>. Acesso em: 7 set. 2013.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Estúdio Nobel, FUNDAP, 1993. 103 p.

SAMPAIO, C. S. . Uso do solo no entorno do Parque Nacional de Brasília: uma análise multitemporal. **Revista Brasileira de Cartografia** (Online), v. 58/02, p. 155/05-162, 2006.

SANDEVILLE JR., E. Paisagens e métodos. Algumas contribuições para elaboração de roteiros de estudo da paisagem intra-urbana. In: **Paisagens em Debate** (USP), FAU. USP, v. 2, p. 1, 2004.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 43, n. 1, p. 153-156, 2008.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, R. F. (Org). **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, 2007. 196 p.

SAWYER, D. (2002). População, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no cerrado. In: HOGAN, D. J. et al. (Orgs.). **Migração e ambiente no Centro-Oeste**. Campinas, NEPO/UNICAMP: PRONEX, p. 279-299.

SEINFRA-DF - Secretaria de infra-estrutura e obras do Distrito Federal. **Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal**. (Caderno Distrital de recursos Hídricos) Elaborado por: Consórcio GOLDER/FAHMA. Belo Horizonte, 2006.

SHIKI, S. Sistema agroalimentar no Cerrado brasileiro: caminhando para o caos? In: ORTEGA, A. C.; SILVA, J. G.; SHIKI, S. (Orgs.). **Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do Cerrado brasileiro**. Uberlândia: UFU, p. 135-166, 1997.

SILVA, J.; BATES, J. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: A tropical savanna hotspot. **Bioscience**, 52, 2002. 225-233.

SILVA, J. A. A. et al. **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo**. ISBN 978-85-86957-16-1, São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC. 2011. 124 p.

SILVA, M. T. G; LACERDA, M. P. C.; CHAVES, A. A. A. Geotecnologia aplicada na avaliação do uso das terras da microbacia do ribeirão João Leite, Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p. 330-337, 2009.

SOARES-FILHO, B. S. **Análise de Paisagem: Fragmentação e Mudanças**. Belo Horizonte. 1998.

SOUZA, M. P. **Instrumentos de Gestão Ambiental: Fundamentos e Prática**. São Carlos: Riani Costa, 2000.

SENA-SOUZA, J. P. **Utilização de Parâmetros do Relevo para a Subdivisão Fisiográfica da Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu**. 2013. 66 p. Dissertação (Graduação em Gestão Ambiental) Faculdade UnB de Planaltina – UnB, Planaltina – DF.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H.; O'NEILL, R. V. 2001. *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. New York: **Springer-Verlag**: 2001.

WCED - World Commission on Environment and Development. **Our Common Future**. Oxford, Oxford University Press, 1987.

ZEE-DF - ZONEAMENTO ECOLÓGICO E ECONÔMICO DO DISTRITO FEDERAL. Execução técnica - Greentec Consultoria e Planejamento Ltda., vencedora do processo licitatório - Solicitação de Proposta nº 004/2008, por meio do contrato de serviço nº 21/2009 (UGP/SEDUMA). 2011.

ZOCHE, J. J. ; CAMPOS, J. B. ; SCARPATO, P. M. ; MARCOMIM, F. E. . *Ecologia de Paisagem: Bases Teórico-Methodológicas para Gerenciamento Territorial*. In:

ZONNEVELD, I. S. **Land Evaluation and Landscape Science**. Enschede, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences. 1979. 134p.