



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Fragmentação da vegetação de Cerrado, entre os Anos de 1984 e 2011 no Parque Estadual do Cerrado (Jaguariaíva-PR) e em sua Zona de Amortecimento

Adriano Ávila Goulart¹, Everton Passos², João Carlos Nucci³

¹ Geógrafo (UNESP – Campus de Ourinhos), mestre em Geografia (PPGG-UFPR), Universidade Federal do Paraná – UFPR, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, s/n, 81530-900 – Curitiba, PR, Brasil, adriano.goulart@ufpr.br; ² Geógrafo (UFPR), doutor em Engenharia Florestal (PPGF-UFPR) e professor do Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, s/n, 81530-900 – Curitiba, PR, Brasil, everton@ufpr.br; ³ Biólogo (IB-USP), doutor em Geografia Física (DG-FFLCH-USP) e professor do Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, s/n, 81530-900 – Curitiba, PR, Brasil, nucci@ufpr.br

Artigo recebido em 16/07/2014 e aceito em 28/12/2015

RESUMO

O Cerrado, formação vegetal que já ocupou cerca de 24% de todo o território brasileiro, atualmente se encontra em um contexto de grande fragmentação. Esta situação não é exclusiva da região próxima à sua área nuclear, onde a vegetação nativa foi substituída por atividades agropecuárias, mas pode-se evidenciar um acentuado grau de fragmentação também nos seus ecótonos com outras relevantes formações vegetais, comprometendo as funções ecológicas que mantêm o seu equilíbrio natural. É exatamente em uma dessas faixas de transição que este trabalho foca suas análises, através do objetivo de estudar a dinâmica espacial da fragmentação da vegetação de Cerrado, entre os anos de 1984 até 2011 no Parque Estadual do Cerrado (Jaguariaíva/PR) e em sua Zona de Amortecimento. Para realizar a análise foram utilizadas 28 imagens Landsat TM 5, nestas foram identificados os fragmentos de Cerrado presentes na Zona de Amortecimento do parque e posteriormente, através da operação algébrica de adição das imagens foram gerados 28 cartogramas (ano X ano). A quantificação dos pixels de interseção entre as datas analisadas revelou uma grande instabilidade entre os fragmentos, principalmente no período pós 1999, o que demonstra um cenário propício para o decaimento de ecossistemas. A função ecológica dessa Unidade de Conservação, caso este quadro de fragmentação perdure, torna-se cada vez mais questionável.

Palavras-chave: Fragmentação, Cerrado, Biogeografia, Sensoriamento Remoto, Parque Estadual do Cerrado.

Fragmentation of Cerrado Vegetation, from the Year 1984 to 2011, in Parque Estadual do Cerrado (Jaguariaíva-PR) and its Buffer Zone

ABSTRACT

The Cerrado, a vegetation formation that had already occupied about 24% of the Brazilian territory, is currently in a context of fragmentation. This situation is not unique to the area near to its nuclear region, where native vegetation has been replaced by agricultural activities, but one can point a high degree of fragmentation in also their boundaries with other relevant plant formations, compromising the ecological functions that maintain its natural balance. It is exactly in one of those boundaries that this study focuses its analysis, with the objective of studying the spacial dynamics of fragmentation of Cerrado vegetation, from the years 1984 to 2011 in the Parque Estadual do Cerrado (Jaguariaíva / PR) and its Buffer Zone. To perform the analysis, it was used 28 Landsat TM 5, in these images Cerrado fragments were identified in the Buffer Zone of the park and later, by adding the rasters, it generated 28 cartograms (year X year). The quantification of intersection pixels on the dates analyzed showed great instability between fragments, especially after 1999, demonstrating a favorable scenario for the decay of ecosystems. The ecological function of this protected area, in case of continuous fragmentation, becomes increasingly questionable.

Keywords: Fragmentation, Cerrado, Biogeography, Remote Sensing, Parque Estadual do Cerrado.

* E-mail para correspondência: adriano.goulart@ufpr.br (Goulart, A. A.).

Introdução

A formação vegetal caracterizada como Cerrado, estendendo-se de aproximadamente 20 graus em latitude em zona próxima à Linha do Equador e ao Trópico de Capricórnio e 10 graus em longitude, é a segunda maior em área dentre todas as formações brasileiras (ficando atrás apenas da Amazônia). Com uma área correspondente a 204,7 milhões de hectares, ou seja, cerca de 24% de todo o território brasileiro, distribui-se predominantemente no Planalto Central e abrange doze unidades federativas brasileiras, além de registros de áreas de refúgios em meio outros domínios florestais como o amazônico e o da caatinga. (Sano et al., 2008).

Apesar de toda esta extensão, atualmente o Cerrado encontra-se em uma situação crítica, desde a expansão das fronteiras agrícolas do país em direção ao planalto central brasileiro. A fragmentação dessa formação é crescente, pois a vegetação nativa é cada vez mais substituída pelas lavouras de soja (*Glycine max*), no planalto central, e cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), na região sudeste e sul, além da introdução comercial de outras espécies florestais exóticas, como o “florestamento ou reflorestamento” de eucalipto (*Eucaliptus* spp.) e de pinus (*Pinus* spp.) e além das pastagens cultivadas com braquiária que ocupam uma área estimada de 60 milhões de ha na região do Cerrado, sendo as espécies *Brachiaria âecumbens* e *Brachiaria brizantha* as mais representativas com cerca de 80% desse total (Macedo, 2005).

O desmatamento indiscriminado do Cerrado causa a fragmentação da vegetação com consequente perda de biodiversidade. Essa redução do sucesso na persistência de diversas espécies, logo redução da diversidade genética dos remanescentes, torna cada fragmento muito sensível às mudanças das condições abióticas e suscetível às possíveis pragas e consequentes desequilíbrios naturais (Shaffer, 1981). Genericamente este é o contexto atual do Cerrado, um domínio extremamente complexo e relevante que está fadado a um desaparecimento gradual devido à crescente fragmentação.

Atualmente as técnicas de Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento combinados podem contribuir significativamente na geração de dados e informações que por meio de avaliação e monitoramento desses remanescentes do cerrado, são fundamentais aos responsáveis pela conservação da natureza, para planejar e gerenciar as intervenções necessárias na paisagem, para a sustentabilidade das formas de ocupação ou uso da terra e que concomitantemente

o ecossistema perdue cumprindo sua função ecológica.

Este trabalho confina a área de estudo e discussão aos enclaves fitogeográficos do Parque Estadual do Cerrado (PEC) e respectiva zona de amortecimento, localizado no município de Jaguariaíva, no Estado do Paraná. Um local relevante sob o ponto de vista da Biogeografia, pois se situa na faixa de transição, ou ecótono, entre os domínios dos Cerrados, das Araucárias e dos Mares de morros florestados. As faixas de transição, segundo Ab’Saber (2003), “são áreas de contato entre *stocks* de vegetação pertencentes a diferentes províncias florísticas”, o que valoriza esses ambientes em termos da biodiversidade.

A identificação dos fragmentos de Cerrado presentes no PEC e arredores é de fundamental importância para a compreensão da evolução e complexidade destes *stocks* de vegetação, o que auxilia práticas de reestruturação de ambientes originais de Cerrado que se encontram em estado avançado de fragmentação, a fim de garantir a diversidade genética destas áreas especiais de transição recobertas por Cerrados e penetradas por florestas-galeria que historicamente foram e ainda são desprezados por políticas públicas de proteção ambiental.

Compreender a evolução do Cerrado e respectiva distribuição geográfica pode levar o ser humano a quebrar alguns paradigmas e a repensar a forma com que sempre tratou este domínio, como uma vegetação seca, pobre e sem vida, e por isso passível de desmatamento. O rompimento desta ideia conduzirá ao repensar e questionar quantitativamente e a qualitativamente as Unidades de Conservação da Natureza presentes nas áreas de Cerrado, pois é alarmante continuar a desfavorecer as práticas de conservação à custa de uma economia pautada na devastação dos ambientes naturais para ceder lugar à agropecuária.

A pesquisa teve por objetivo estudar a dinâmica espacial da fragmentação da vegetação de Cerrado, entre os anos de 1984 até 2011 no Parque Estadual do Cerrado e em sua Zona de Amortecimento.

O Parque Estadual do Cerrado, criado no ano de 1992, localiza-se no município de Jaguariaíva/PR, localizado entre 24°16’00” de latitude Sul e 49°49’21” de longitude, a Oeste do meridiano de Greenwich (Figura 1).

A região onde esta Unidade de Conservação está inserida corresponde ao segundo planalto paranaense, constituído por rochas Paleozóicas, com relevo de planalto modelado em estruturas monoclinais, sub-horizontais, mergulhado para Oeste, encontrando

seu limite Oeste na escarpa arenito-basáltica ou Triássico-Jurássico e seu limite Leste na Escarpa Devoniana (Santos et. al., 2006), mais especificamente na Escarpa da Serrinha (Serra de São Luís do Purunã), formada pelos sedimentos paleozóicos da Bacia do Paraná, cujas altitudes alcançam cerca de 1.200 m, declinando suavemente para oeste (MINEROPAR, 2004).

O clima do município, segundo Maack (2012), utilizando a classificação de Koeppen, caracteriza-se como Cfb: clima temperado úmido com verão temperado, não apresenta estação seca (sempre úmido), com temperaturas no mês mais quente abaixo

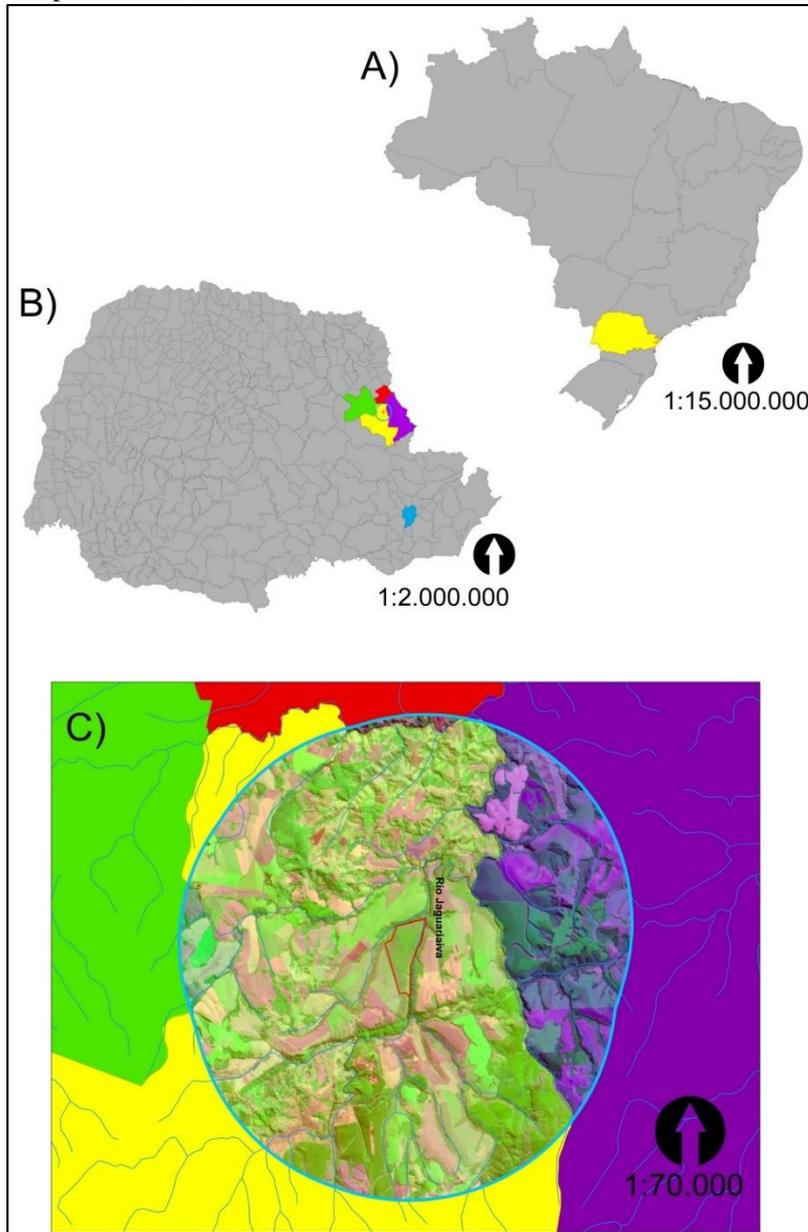


Figura 1. Cartogramas de localização da área de estudo: A) Brasil, com destaque para o Estado do Paraná (amarelo); B) Estado do Paraná, com destaque para Jaguariaíva (amarelo), Arapoti (verde), São José da Boa Vista (vermelho), Sengés (roxo) e Curitiba (azul); C) Área de estudo, com destaque para a drenagem (linhas azuis), PEC (polígono vermelho) e Zona de Amortecimento (polígono ciano) recortada a partir da imagem Landsat 5 TM de 06/06/2011. Fonte: IAP, SISCOM, IBAMA, MMA; 2012, Unidade de Conservação Proteção Integral, Hidrografia 1:250.000. Fonte: Organizado pelo autor em Nov/2013.

de 22°C, onze meses acima de 10°C e algumas geadas por ano.

Segundo a teoria dos refúgios florestais, as florestas decíduas e semidecíduas da América do Sul encontraram o ápice no final da última

glaciação, na retomada do período interglacial, as florestas secas retraíram-se e as florestas úmidas passaram a se expandir lentamente, o que explica a presença de manchas de Cerrado em meio ao domínio dos planaltos subtropicais com

araucárias. Para Maack (2012), a cobertura vegetal presente na região dos campos cerrados do Paraná, onde o autor incluiu Jaguariaíva, são os Campos Cerrados ou Estepes Arbustivas, que se constituem basicamente de gramíneas e ervas baixas com associações de arbustos e árvores baixas e altas, com predominância de leguminosas.

A região onde se encontra o município de Jaguariaíva fica próxima à fronteira entre dois Estados de relevância, sob aspecto econômico, São Paulo e Paraná. Após o estabelecimento dos núcleos de Paranaguá e Curitiba, surgiu a necessidade de se estabelecer algumas vilas no caminho utilizado pelos tropeiros para o transporte do gado. Uma dessas localidades estabelecidas nesse período foi Jaguariaíva. Os processos históricos de ocupação e uso do solo não devem ser desconsiderados na análise da evolução da paisagem, visto que ainda há grande influência da agropecuária na matriz dessa paisagem.

Uma rápida avaliação qualitativa do uso e ocupação do solo na área revela ainda outro uso da matriz que é extremamente contrastante com as práticas de conservação da natureza: os florestamentos e reflorestamentos comerciais. Grandes áreas próximas a Unidade de Conservação são destinadas ao plantio de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp., para abastecer as indústrias de celulose e papel instaladas na região desde a década de 1970, sob incentivo do governo federal.

Material e métodos

Em um primeiro momento foi necessária à identificação dos fragmentos de cerrado. Para tal, foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, bandas 3, 4 e 5, órbita 221 e ponto 077, disponíveis para *download* no site da Divisão de Geração de Imagens (DGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As datas foram escolhidas conforme a passagem do satélite, optando, quando possível, para os meses de inverno, quando há menor interferência atmosférica pela nebulosidade. Os anos de 1994 e 1998 apresentaram falhas na recepção da imagem e indisponibilidade de imagens sem interferência da nebulosidade, respectivamente e foram excluídos do estudo. Já para os dois últimos anos, 2010 e 2011, foram trabalhadas duas imagens, pois a análise mais detalhada temporalmente permite melhor verificação das evidências da dinâmica espacial dos fragmentos na paisagem. Deste modo, foram utilizadas quatro passagens para os referidos anos totalizando 28 imagens analisadas, sendo nesta seleção utilizadas as imagens: 19840627, 19850614, 19860601, 19870620, 19880809, 19891031, 19900730,

19910818, 19920719, 19930807, 19950423, 19960714, 19970818, 19990520, 20000522, 20010509, 20020309, 20030920, 20040618, 20050605, 20060912, 20070729, 20080528, 20090803, 20100619, 20100822, 20110505 e 20110606.

Para georreferenciar as imagens foi utilizada a imagem Landsat *Global Land Survey* de 12/09/2006 como referência, para todas as imagens utilizadas no estudo. Seguiu-se a seleção de pontos de controle (GCP's) com um Erro Médio Quadrático (RMS *error*) menor do que 0.5 pixel, para garantir um registro confiável das imagens e resultados derivados da classificação das mesmas.

O método de correção atmosférica utilizado foi o *Dark Object Subtraction* (DOS) ou subtração dos pixels escuros, convencionalmente utilizado em trabalhos de Sensoriamento Remoto desta natureza.

Para obter as assinaturas espectrais na classificação dos fragmentos de Cerrado foi criado um arquivo vetorial de polígono amostral no formato *shape*, na região central do Parque Estadual do Cerrado, onde não houve grandes variações na tipologia da vegetação ao longo de toda a série estudada. A partir desse arquivo amostral foi feita uma interpolação por vizinhos mais próximos (*number of neighbors*: 4) com o intuito de expandir a área amostrada a partir de pixels que revelaram semelhanças espectrais com os pré-estabelecidos pelo usuário, na amostragem. Os dados amostrais foram analisados, por meio de histogramas e tabelas, das bandas 3, 4 e 5 e do índice gerado pelo método, *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) de cada passagem.

Para a classificação optou-se por trabalhar com 90% dos dados mais próximos da moda, descartando os primeiros e os últimos 5%, o que pode ser feito através manipulação da distribuição de frequência dos valores amostrados. Para classificação das imagens foi utilizado o método de classificação *decision tree* ou árvore de decisão, do software ENVI 4.7. O método é desenvolvido como uma árvore invertida, em que no primeiro nó são divididas duas saídas (uma que atenda os parâmetros estabelecidos no nó e outra que não atenda) com a possibilidade de mais um nó em cada uma destas e assim por diante, podendo formar um modelo complexo, de acordo com os interesses do usuário. Segundo Safavian e Landgrebe (1991) a ideia básica da árvore de decisão é “*to break up a complex decision into a union of several simpler decisions, hoping the final solution obtained this way would resemble the intended desired solution*”. Os nós da árvore

utilizada foram, na seguinte ordem: NDVI, Banda 5, Banda 4 e Banda 3.

As imagens geradas após o processamento da árvore de decisão, em arquivos *raster*, foram então exportadas para outro *software*, o ArcGis10.1. Para eliminar os ruídos, ou seja, retirar os pixels que estavam erroneamente identificados como Cerrado, foram utilizados dois filtros: em um primeiro momento o *expand* (uma célula, para expandir um pixel) e posteriormente o *shrink* (também de uma célula, para reduzir um pixel). Assim os fragmentos ficaram mais agrupados o que permitiu transformá-los em arquivos vetoriais e realizar uma filtragem por área, em que foram selecionados apenas os fragmentos maiores ou iguais a 0,1 km², o que é equivalente a ¼ da área total do Parque Estadual do Cerrado.

A escala foi definida segundo características físicas que compõem a paisagem em questão, pois cada espécie possui estratégias evolutivas de dispersão mais ou menos eficazes para situações específicas, o que torna incompatível a padronização de uma escala para o estudo da dispersão de espécies de flora, não só do Cerrado, mas de outras formações vegetais.

A priori foi estabelecido um buffer de 10 quilômetros, no formato *shapefile*, a partir dos limites do PEC, que corresponde à normatização proposta no Artigo 27 do Decreto 99274/90 e que frequentemente é seguida no estabelecimento das Zonas de Amortecimento (ou Zonas Tampão): “Nas áreas circundantes das Unidades de Conservação, num raio de dez quilômetros, qualquer atividade que possa afetar a biota ficará subordinada às normas editadas pelo Conama”. Este critério justifica-se pela função da Zona de Amortecimento, que ao mitigar as interferências antrópicas nos arredores da área protegida cria também melhores condições ecológicas para a

dispersão dos espécimes para além dos limites protegidos (Figura 2).

Para a análise da dinâmica espacial dos fragmentos na série temporal pré-estabelecida, os arquivos vetoriais foram convertidos novamente para arquivos *raster* para uso nas operações posteriores. Através de sobreposição de bandas, elaboraram-se cartogramas com a a resultante do somatório da classificação de determinado ano com o do ano posterior, o que resultou 3 classes de fragmentos: tempo 1, tempo 2 (posterior ao primeiro) e interseção (pixels em comum nos dois anos) ou seja os fragmentos persistentes. Os cartogramas de “Ano 1 X Ano 2”, foram salvos no formato jpeg com resolução de 500 dpi’s, com escala fixada em 1:70.000. A estrutura dos cartogramas seguiu um padrão de cores e organização de *layers*: pixels vermelhos (área de interseção entre duas datas), pixels amarelos (fragmentos exclusivos do tempo 2), pixels verdes (fragmentos exclusivos do tempo 1) e em preto (a matriz, ou seja, o que não identificou-se como fragmentos) (Figura 2).

Os critérios adotados nos procedimentos metodológicos foram pautados em procedimentos quantitativos, de maneira que fosse possível a automação das técnicas de processamento de imagem assim como a classificação e confecção dos cartogramas de fragmentos, sem a interferência subjetiva do pesquisador. Porém, é válido ressaltar a importância do usuário na análise qualitativa criteriosa dos resultados obtidos em cada etapa da metodologia, como por exemplo, a expansão da mancha urbana e dos reflorestamentos comerciais em detrimento a áreas de vegetação nativa, lembrando que como trata-se de uma série temporal e os métodos de controle de campo ainda que limitados mostraram-se fundamentais na verificação dos resultados.

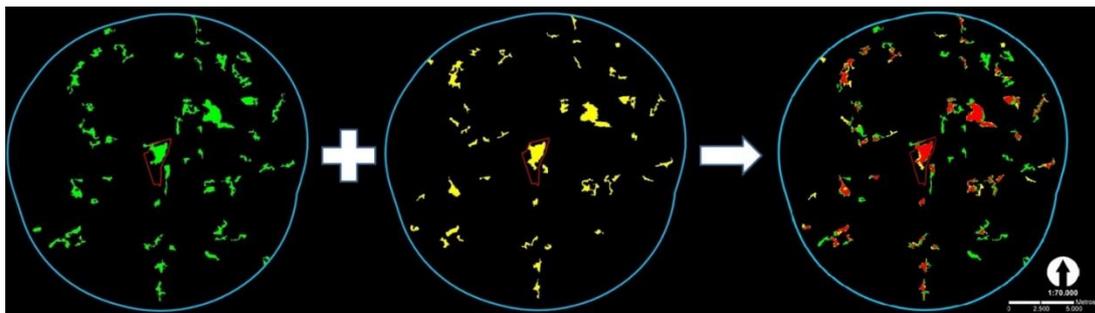


Figura 2. Exemplo da matemática de bandas utilizada para a geração dos cartogramas de ano x ano: pixels verdes (tempo 1, 2007 no exemplo), pixels amarelos (tempo 2, 2008 no exemplo) e pixels vermelhos (área de interseção entre duas datas, 2007 x 2008 no exemplo). Fonte: Organizado pelo autor em Nov/2013.

Resultados e discussão

Os 28 cartogramas de ano após ano permitem uma melhor visualização e interpretação da evolução da paisagem, além de possibilitar a

compreensão das variações espaciais, dos fragmentos e da matriz, entre as datas analisadas (Tempo 1 X Tempo 2) (Figura 3).

Os resultados da dinâmica espacial dos fragmentos podem ser visualizados na figura 3, em que os totais de pixels de interseção para cada data sobreposta a data seguinte foram: (A) 1984 X 1985 – 22.980; (B) 1985 X 1986 – 18.682; (C) 1986 X 1987 – 25.745; (D) 1987 X 1988 – 27.342; (E) 1988 X 1989 –

34.581; (F) 1989 X 1990 – 44.376; (G) 1990 X 1991 – 55.487; (H) 1991 X 1992 – 59.242; (I)

1992 X 1993 – 32.720; (J) 1993 X 1995 – 16.560; (K) 1995 X 1996 – 15.517; (L) 1996 X 1997 – 25.411; (M) 1997 X 1999 – 26.098; (N) 1999 X 2000 – 11.923; (O) 2000 X 2001 – 10.301; (P) 2001 X 2002 – 12.244; (Q) 2002 X 2003 – 13.202; (R) 2003 X 2004 – 12.155; (S) 2004 X 2005 – 9.563; (T) 2005 X 2006 – 11.402; (U) 2006 X 2007 – 12.567; (V) 2007 X 2008 – 9.544; (W) 2008 X 2009 – 9.924; (X) 2009 X Jun/2010 – 6.129; (Y) Jun/2010 X Ago/2010 – 6.501; (Z) Ago/2010 X Mai/2011 – 9.777; (B) Mai/2011 X Jun/2011 – 9.359. A partir destes dados foi possível, também, a construção do gráfico de Total de Pixels de Interseção, Figura 4.

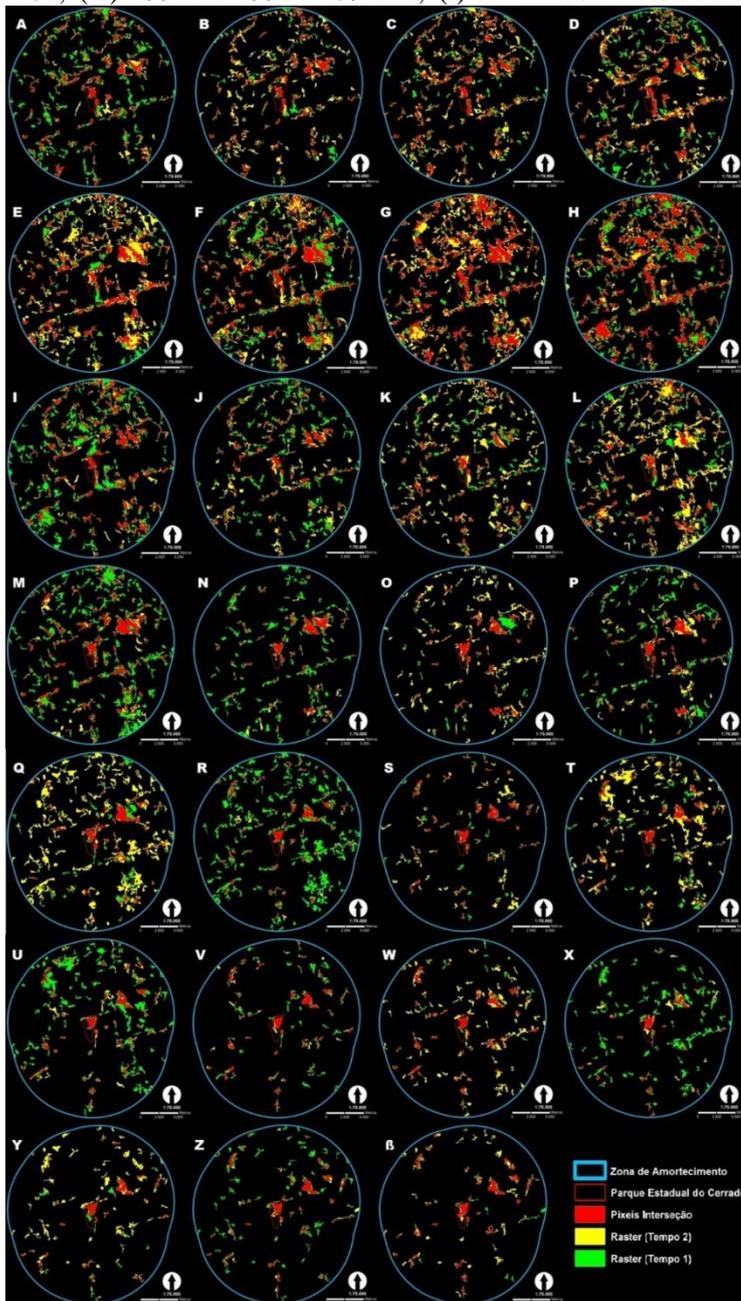


Figura 3. Cartogramas de ano X ano. Fonte: Organizado pelo autor em Nov/2013.

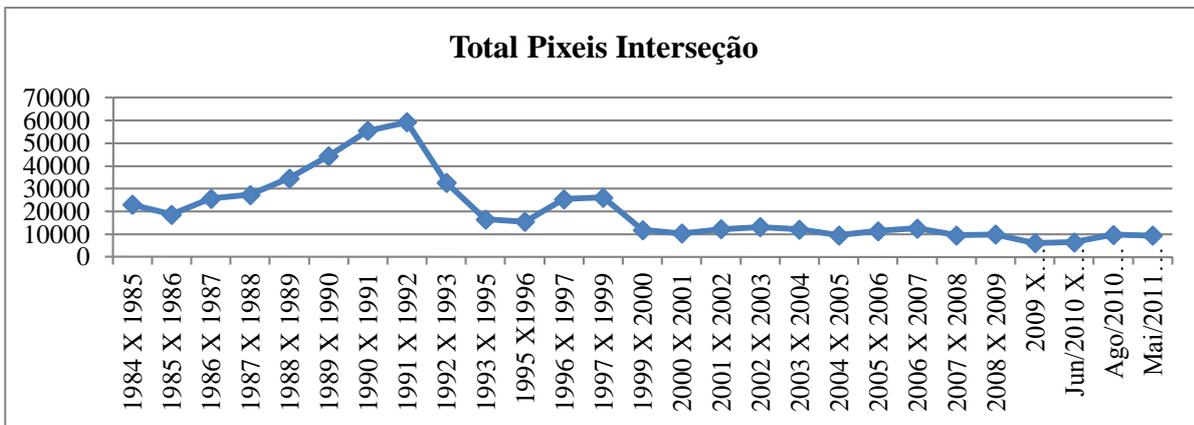


Figura 4. Gráfico linear, construído a partir dos dados de total de pixels de interseção ano x ano.
Fonte: Organizado pelo autor em Nov/2013.

A distribuição dos dados no gráfico de linhas de pixels de interseção (Figura 4) indica a concentração dos maiores valores, nos primeiros anos da década de 1990 e os menores valores da série podem ser observados nos últimos anos da análise. Esse comportamento dos dados revela que o total de pixels de interseção é inversamente proporcional ao grau de fragmentação, quanto maior a fragmentação da área menor serão os valores dos pixels de interseção entre as duas datas.

O aumento da fragmentação da vegetação significa que os fragmentos estão se tornando cada vez menores, o que aumenta o efeito de borda em cada um deles. Laurance et al. (2002), em estudo de efeito de borda feito na floresta amazônica, revelaram que os primeiros 100 metros em relação ao limite do fragmento sofrem efeito direto das atividades encontradas na matriz, alterando suas condições ecológicas (principalmente na luminosidade, umidade, vento e temperatura). A área voltada para o interior do fragmento, a partir desta borda pré-estabelecida em 100 metros quando existente, constitui-se no seu núcleo. A persistência (no espaço) de um fragmento revela uma estrutura estável, em que as espécies que compõem o ecossistema dos fragmentos apresentam relações mais complexas formando assim um equilíbrio interno que caso mantido pode vir a constituir áreas nucleares ou áreas core. Sendo assim, não apenas a área do fragmento é relevante para que este contenha uma área nuclear bem estabelecida e complexa, mas também a persistência deste fragmento na mesma localidade durante o tempo em que está acontecendo a sucessão ecológica, a reestruturação do Cerrado até suas condições de clímax onde estas forem possíveis.

No gráfico podem ser observados três anos, de 1989 até 1992, que indicam o melhor cenário para a manutenção das funções ecológicas

da ainda não homologada Unidade de Conservação, o PEC. Os altos valores de pixels de interseção nestes três anos revela uma estabilidade espacial capaz de propiciar condições para uma maior estruturação da vegetação, aumentando a complexidade das relações ecológicas presentes no interior dos fragmentos.

Já os últimos anos da série temporal indicam um cenário propício para o decaimento de ecossistemas conforme sugerem as pesquisas de Bierregaard et al. (1992). A persistência ano após ano de um mesmo fragmento mostra estabilidade não apenas da distribuição espacial, mas revela também uma estrutura estável, em que as espécies que compõem o ecossistema dos fragmentos apresentam relações mais complexas formando assim um equilíbrio interno nas áreas nucleares, quando essas existem. Porém esse não é o quadro evidenciado na área de dispersão direta do Cerrado próximo ao Parque Estadual do Cerrado. Estudos demonstram que a perda do *habitat* causada pela fragmentação simplificou a cadeia trófica, decaimento de ecossistemas (Bierregaard et al., 1992), e alterou muito a densidade populacional das espécies presentes nos fragmentos (Shaffer, 1981), o que foi agravado pela velocidade com que essa interferência antrópica ocorreu (Figuras 5, 6 e 7).

Um quadro de avançada fragmentação em um curto intervalo de tempo tornam o equilíbrio secundário cada vez mais improvável de ocorrer. Essa ideia é reforçada devido a falta de *turnover* entre as espécies (Mac Arthur e Wilson, 1967), pois a probabilidade de ocorrer um reforço, um ganho, de uma nova espécie para ocupar um nicho de uma espécie extinta localmente ou com baixa densidade populacional é cada vez mais remota. A velocidade com que a extinção local ocorre possibilita conjecturas sobre a área estar passando por um acelerado empobrecimento, possivelmente provocando um vórtice de extinção

(Soulé e Gilpin, 1986). O Parque Estadual do Cerrado é apenas um exemplo, entre várias

Unidades de Conservação em todo o país, de como a fragmentação da vegetação nativa do



Figura 5: Pecuária, em meio fragmento de floresta, como exemplo de uso contrastante com as práticas de proteção nos limites do Parque Estadual do Cerrado. Fonte: Arquivo pessoal do autor (05/2013).



Figura 6: Reflorestamentos ou florestamentos com *Pinnus* ssp. se distribuem por vários pontos dentro da zona de amortecimento do Parque Estadual do Cerrado. Fonte: Arquivo pessoal do autor (05/2013).



Figura 7: Agricultura mecanizada aos arredores do Parque Estadual do Cerrado como mais um exemplo de uso contrastante com as práticas de proteção do Parque Estadual do Cerrado. Fonte: Arquivo pessoal do autor (05/2013).

entorno torna o parque mais suscetível aos fatores estocásticos. Sendo fato recorrente em outras áreas de proteção de Cerrado, as taxas de extinção serão cada vez maiores, e mesmo antes de atingirem níveis para ser considerada extinção em massa certamente extinguirão as áreas de proteção de Cerrado

Conclusão

A análise da dinâmica espacial dos fragmentos revelou uma grande variação entre datas subsequentes se considerada toda a série temporal. Entende-se que estas variações sejam consequência da intensificação das atividades antrópicas em detrimento das políticas de conservação da natureza na localidade estudada.

Os maiores valores de interseção dos pixels, evidenciando a persistência de "áreas core", aparecem nos anos anteriores à criação da Unidade de Conservação e, ao contrário do que deveria ocorrer, a partir da data de homologação do Parque Estadual do Cerrado há uma maior variação espacial dos fragmentos. Sendo assim, um estudo sobre a complexidade da estrutura dessas áreas nucleares na Zona de Amortecimento do Parque seria ideal para conclusões mais precisas sobre como a resiliência do Cerrado na área é afetada pela crescente fragmentação.

A abordagem quantitativa revela quadros estanques de um processo que, mesmo no recorte temporal de 28 anos, pode demandar um tempo maior de análise. Porém estes quadros podem auxiliar na geração de resultados mais rápidos, a fim de auxiliar no monitoramento da intervenção antrópica em uma área de relevante

interesse ecológico, contribuindo com os gestores na tomada de decisões do poder público.

A utilização do Sensoriamento Remoto e do Geoprocessamento no estudo de áreas de proteção ambiental acaba por priorizar a sinecologia, uma abordagem sistêmica, porém mais generalista, que não leva em consideração a ecologia de uma única espécie (autoecologia). Portanto, destaca-se que a autoecologia é tão relevante quanto à sinecologia, e que os estudos qualitativos tem igual importância para a proteção e/ou preservação das espécies ameaçadas quanto os estudos quantitativos.

Em um contexto não exclusivo do Parque Estadual do Cerrado, as áreas de proteção atuais acabam por retomar a ideia tão criticada do romantismo e da beleza cênica atribuída à natureza, pois as funções ecológicas básicas para manutenção das espécies em equilíbrio no ecossistema já não acompanham o grau de interferência do Homem, restando assim, um recorte empobrecido do ecossistema que servirá para apreciação de pessoas que cotidianamente não possuem o contato com a natureza.

Agradecimentos

Os autores agradecem a UFPR e o Departamento de Geografia e em especial ao Programa de Pós-graduação em Geografia desta unidade, pela infraestrutura que possibilitaram o desenvolvimento da pesquisa e ao apoio financeiro da Capes e do CNPq pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor e de produtividade em pesquisa ao terceiro coautor, respectivamente.

Referências

- Ab'Saber, A.N., 2003. Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial, São Paulo.
- Bierregaard, R.O., Lovejoy, T.E., Kapos, V., Santos, A.A., Hutchings, R.W., 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments, in: *BioScience* 42, 11, Stability and Change in the Tropics. American Institute of Biological Sciences, Washington, pp.859-866.
- Laurance, W.F., Lovejoy, T. E., Vasconcelos, H.L., Bruna, E.M., Didham, R.K., Stouffer, P.C., Gascon, C., Bierregaard, R.O., Laurance, S.G., Sampaio, E., 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology* 16, 605-618.
- Maack, R., 2012. Geografia Física do Estado do Paraná, 4 ed. UEPG, Ponta Grossa.
- Macedo, M.C.M., 2005. Pastagens no ecossistema cerrado: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável, in: *Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia* 42, 56-84.
- MINEROPAR. Minerais do Paraná SA. Relatório Convênio de Cooperação Técnica DNPM – MINEROPAR (DNPM/DIRIN nº 17/2002). Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Curitiba Convênio DNPM/MINEROPAR, 2004. Disponível: <http://www.Mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/publicacoes/planodiretor/relatorio/capitulo1.pdf>. Acesso: 02 jul. 2014.
- Safavian, S.R., Landgrebe, D., 1991. A survey of decision tree classifier methodology. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 21, 660-674.
- Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F., 2008. Cerrado: ecologia e flora. EMBRAPA CERRADO. v.1 – capítulos 1 a 14 e v.2 – capítulo 15. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Santos, L.J.C., Oka-Fiori, C., Canali, N.E., Fiori, A.P., Silveira, C.T., Silva, J.M.F., Ross, J.L.S., 2006. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 7, 03-12.
- Shaffer, M.L., 1981. Minimum population sizes for species conservation. *BioScience* 31, 131-134.
- Soulé, M.E., Gilpin, M.E., Conway, W., Foose, T., 1986. The millenium ark: how long a Voyage, how many staterooms, how many passengers? *Zoo Biology* 5, 101-113.