

Daiani Bernardo Pirovani¹, Aderbal Gomes da Silva², Alexandre Rosa dos Santos³

ANÁLISE DA PAISAGEM E MUDANÇAS NO USO DA TERRA NO ENTORNO DA RPPN CAFUNDÓ, ES

Palavras chave:
Unidade de Conservação
Sistemas de Informações
Geográficas
Índices de ecologia da paisagem

Histórico:
Recebido 12/04/2011
Aceito 25/03/2014

Keywords:
Conservation Unit
Geographic Information Systems
Indexes of landscape ecology.

Correspondência:
daianipirovani@hotmail.com

RESUMO: Neste estudo, objetivou-se mapear as classes de uso e ocupação da terra e analisar e quantificar as mudanças estruturais ocorridas entre os anos de 1970 e 2007, no entorno da Unidade de Conservação (UC) Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN) Cafundó, por meio do uso de índices de ecologia de paisagem. Com o mapa de uso e ocupação da terra foi possível caracterizar, quantitativamente, em termos de área, as classes presentes no entorno da unidade. No período estudado (1970 e 2007), houve poucas mudanças no uso e ocupação da terra no entorno da reserva, estando as áreas dominadas, em sua maioria, por pastagem. As métricas ou índices de ecologia da paisagem foram obtidos por meio da extensão *Patch Analyst* ao nível de paisagem e de classe, sendo obtidos valores para as 10 classes de uso e ocupação da terra mapeadas. Os resultados da análise quantitativa, por meio de métricas, apontaram para um aumento na fragmentação da paisagem no entorno da Unidade de Conservação RPPN Cafundó.

EVOLUTION OF LAND USE AND LANDSCAPE ANALYSIS IN THE AREA AROUND THE RPPN CAFUNDÓ

ABSTRACT: The objective of this study was to map the land use and occupancy classes and to analyze and quantify the structural changes of scenery, between the years 1970 and 2007, surrounding the Conservation Unit (UC) Private reservation of natural patrimony (PRNP) Cafundó, through the use of landscape ecology indexes. With the land use and occupation map it was possible to characterize quantitatively, in terms of area, the present classes in the surroundings of the reservation. On the 37 evaluated years there were a few changes in the land use and occupancy surrounding the unit, with the areas mostly dominated by grazing. Landscape ecology metrics or indexes were obtained through the Patch Analyst extension by landscape and class level, and values were obtained for the 10 classes of land use and occupancy. The results of quantitative analysis by the use of metrics pointed to an increase in the fragmentation of the landscape surrounding the Units of Preservation PRNP Cafundó.

¹ Instituto Federal do Espírito Santo - Ibatiba, Espírito Santo, Brasil

² Universidade Federal do Espírito Santo - Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, Brasil

³ Universidade Federal do Espírito Santo - Alegre, Espírito Santo, Brasil

INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2009), restam cerca de 7% da área originalmente coberta pela Mata Atlântica. Esse domínio fitogeográfico se torna cada vez mais frágil, despertando preocupações para manter a sustentabilidade dos fragmentos florestais remanescentes, sendo que alguns desses esforços têm sido materializados sob a forma de Unidades de Conservação (UC's).

A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) faz parte do grupo das unidades de uso sustentável e é uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica (BRASIL, 2000). A primeira Unidade de Conservação dessa categoria a ser criada no Estado do Espírito Santo foi a RPPN Cafundó, por meio da Portaria IBAMA nº 62 de 20 de maio de 1997 (INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA, 1997). Segundo Bergher (2008), a conservação desse ambiente natural na região ocorreu, em razão de um processo histórico de manejo da propriedade Fazenda Boa Esperança, onde se trabalhou em parte da terra para atividades agrícolas e pecuárias, conservando, em floresta, o restante da área.

De acordo com o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2012), entre as RPPN's existentes no Estado do Espírito Santo, a Reserva Cafundó é a segunda mais expressiva em termos de tamanho (517 ha). Essa reserva apresenta o objetivo de desenvolver e disseminar práticas ambientais nas áreas de pesquisa, educação ambiental e turismo, visando à utilização racional dos recursos naturais renováveis, servindo a toda a região Sul do Estado do Espírito Santo.

A RPPN Cafundó possui um dos maiores remanescentes florestais da Mata Atlântica na bacia do rio Itapemirim, protegendo uma grande diversidade de espécies. De acordo com levantamento realizado por Bergher (2008), foram registrados na reserva e entorno 257 espécies de aves, e na Floresta Nacional (FLONA) de Pacotuba, fragmento florestal vizinho à RPPN, fazendo parte do corredor Pacotuba-Burarama-Cafundó, há um total de 57 espécies da flora. A importância dessa UC leva à necessidade de análise da estrutura da paisagem do seu entorno ou matriz, que está relacionada com as pressões sofridas pelas UC's. A quantificação da estrutura da paisagem é um pré-requisito para a compreensão das mudanças que vêm acontecendo no uso da terra da região de contato com as UC's.

Diversos estudos vêm sendo realizados visando a conhecer o padrão espacial de fragmentos florestais

para estratégias de conservação dos mesmos. Trabalhos desta natureza foram realizados por Batista et al. (2009) e Ferraz e Vettorazzi (2003) no Estado de São Paulo. No Espírito Santo, Nascimento e Laurance (2006) mapearam os fragmentos florestais na bacia hidrográfica do rio Alegre; e Paiva et al. (2010) realizaram análise dos fragmentos visando a sítios florestais na bacia do rio Itapemirim.

Objetivou-se, neste estudo, mapear as classes de uso e ocupação da terra, a fim de verificar e quantificar a ocorrência de mudanças estruturais da paisagem ocorridas entre 1970 e 2007, no entorno da Unidade de Conservação RPPN Cafundó, por meio do uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e índices de ecologia de paisagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende o entorno da unidade RPPN Cafundó, localizada na bacia do rio Itapemirim, município de Cachoeiro de Itapemirim, região Sul do Espírito Santo (Figura 1). O entorno da RPPN corresponde a uma área aproximada de 7000 ha, com um raio de cerca de 3 km da reserva e se localiza entre a latitude 20°40'23" S e 20°44'51" S e longitude 41°10'53" W e 41°15'42" W. Foi considerado o raio de 3 km ao redor da RPPN, pois, nessa faixa, os cuidados com o uso da terra deveriam ser máximos visando à minimização da pressão ambiental e efeitos maléficos da vizinhança na borda da unidade, de acordo com Silva (2004).

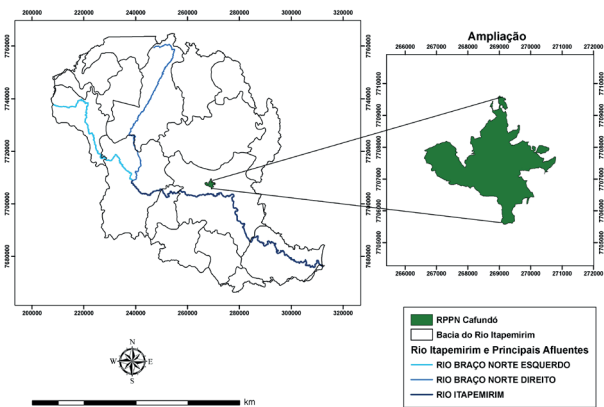


FIGURA 1 Localização da RPPN Cafundó na Bacia do Rio Itapemirim, Município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil.

FIGURE 1 Location of the RPPN Cafundó in the Itapemirim River Basin, Municipality of Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brazil.

Segundo pesquisa de campo realizada por Bergher (2008), a região se localiza no domínio fitogeográfico da Mata Atlântica, sendo a vegetação classificada de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2012) como Floresta Estacional Semidecidual Submontana, caracterizada por apresentar duas estações bem definidas, uma seca e outra chuvosa, que condicionam uma estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, estando situada entre 400 a 640 metros acima do nível do mar.

Evolução temporal do uso e ocupação da terra no entorno da RPPN Cafundó

Aerofotos do ano de 1970, cedidas pelo Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal, com escala de 1:25000, sendo digitalizadas em scanner de mesa, com resolução de 800 dpi, e georeferenciadas e mosaicadas no programa ArcGis 9.3® (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE - ESRI, 2006), e ortofotomosaico do ano de 2007, cedido pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente, elaborado em levantamento aerofotogramétrico na escala 1:35000 foram utilizados no mapeamento da área.

Para cada imagem foi gerado um mapa de uso e ocupação da terra com digitalização, via tela, por meio de fotointerpretação na escala padrão de 1:1500. Foram criados dois arquivos de imagem vetorial poligonal no ArcGis 9.3®, um para a imagem inicial (1970) e outro para a imagem final (2007).

Ao todo foram mapeadas 10 classes de uso da terra fotointerpretadas de acordo com a definição do IBGE (2006), sendo elas: fragmento florestal, cafezal, campo sujo, pastagem, solo exposto, formação rochosa, área agrícola, corpos d'água, área urbana e área edificada. A área de cada classe foi obtida por meio da calculadora de valores da tabela de atributos do próprio arquivo vetorial, tornando possível comparar o aumento ou a diminuição da área das classes em relação ao período estudado.

Análise quantitativa da estrutura da paisagem no entorno da RPPN Cafundó

Com o uso da terra, a estrutura da paisagem foi quantificada por meio dos índices de ecologia da paisagem, para cada data (1970 e 2007), no aplicativo computacional ArcGis 9.3®, por meio da extensão gratuita *Patch Analyst 2.0* (Analisador de Manchas) desenvolvida por Rempel (2009).

Ao nível de toda a paisagem e também para as classes mapeadas, foram avaliadas as seguintes categorias de índices: métricas de área, métricas de densidade e tamanho, métricas de borda, métricas de forma, métricas de proximidade, métricas de área central e de diversidade, sendo esta última obtida somente ao nível de paisagem. Segundo Mcgarigal e Marks (1995), o índice de diversidade igualará a zero, quando houver apenas uma classe na paisagem e aumentará com o número de tipos de classes ou distribuição proporcional de aumentos de tipos de classes.

Os mapas de uso da terra no entorno da RPPN foram convertidos do formato vetorial para *raster* ou matricial para análise das métricas. Para o cálculo das métricas de área central, utilizou-se a distância de *buffer* para o efeito de borda de 100 m. Essa distância foi escolhida de acordo com Pirovani (2010), pois entre as distâncias de bordas testadas na região (20, 40, 60, 80, 100, 140 e 200 m) verificou-se que seria indicada uma distância máxima de 100 metros para a realização de estudos com simulações de faixa de borda, pois valores acima deste eliminariam por completo a área central de fragmentos pequenos, os quais predominam no entorno da RPPN.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mudanças no uso e ocupação da terra no entorno da RPPN Cafundó

A partir da análise dos mapas de uso da terra (Figura 2), notam-se algumas alterações na paisagem do entorno da RPPN Cafundó. Os valores de área em km² ocupados por cada classe no entorno da RPPN Cafundó nos anos de 1970 e 2007 e os valores de mudanças na área e no percentual de cada classe encontram-se na Tabela 1.

Tanto em 1970 quanto em 2007, verificou-se que a maior parte da área do entorno da RPPN Cafundó é constituída de pastagem. Bergher (2008), ao realizar estudos para proposta de implantação de corredores ecológicos à Reserva, também constatou que a pastagem era a matriz circundante aos fragmentos da região.

De acordo com Pinto et al. (2005), a pastagem, quando bem manejada, oferece maior cobertura vegetal ao solo durante todo o ano em comparação às culturas agrícolas que deixam o solo exposto na época de plantio. O grande problema da classe pastagem como matriz circundante seria a realização de práticas inadequadas de manejo, como superpastejo, compactando o solo, e gerando áreas de solo exposto que, neste estudo, foram verificadas em maior quantidade em 1970.

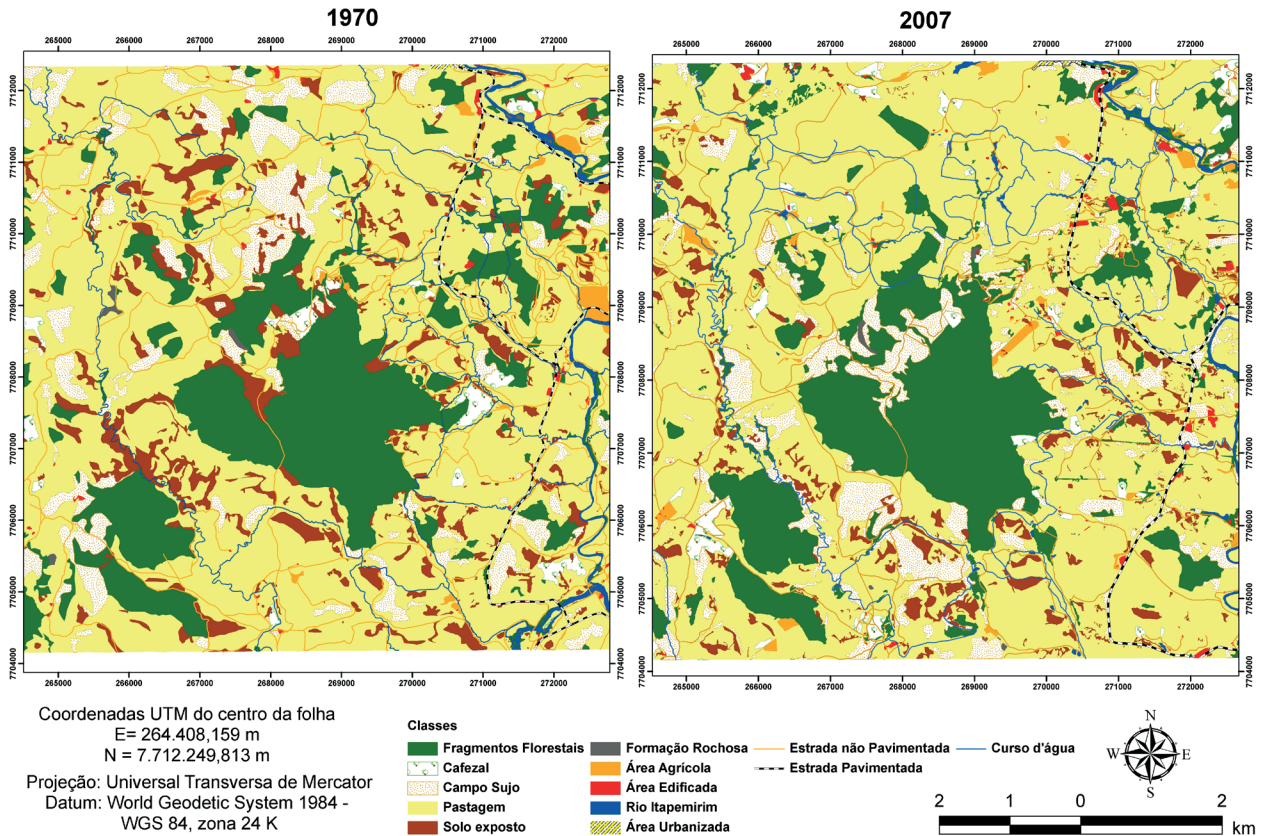


FIGURA 2 Mapa temático do entorno da RPPN Cafundó nos anos de 1970 e 2007.
FIGURE 2 Thematic map of the surroundings the RPPN Cafundó in 1970 and 2007.

TABELA 1 Valores de área das classes de uso e ocupação da terra no entorno da RPPN Cafundó nos anos de 1970 e 2007.
TABLE 1 Land use and occupation classes area values in the vicinity of RPPN Cafundó in 1970 and 2007.

Classe / Ano	1970		2007		Mudança (2007 - 1970)	
	Área (km ²)	(%)	Área (km ²)	(%)	Área (km ²)	(%)
Fragmentos Florestais	13,39	19,02	13,20	18,76	-0,18	-0,26
Cafezal	0,95	1,35	1,39	1,97	0,44	0,62
Campo Sujo	6,21	8,82	6,70	9,51	0,49	0,69
Pastagem	42,61	60,53	44,18	62,76	1,57	2,23
Solo Exposto	5,74	8,16	3,17	4,51	-2,57	-3,65
Formação Rochosa	0,11	0,16	0,08	0,11	-0,03	-0,05
Área agrícola	0,51	0,72	0,63	0,90	0,12	0,18
Área edificada	0,24	0,34	0,36	0,51	0,12	0,17
Corpos d'água	0,59	0,84	0,64	0,91	0,05	0,07
Área urbana	0,04	0,06	0,04	0,06	0,00	0,00
Total	70,40	100	70,40	100	-	-

A redução da classe solo exposto de 1970 para 2007 é um aspecto positivo para a conservação no entorno da reserva, visto que esses locais, antes com ausência de vegetação, poderiam desencadear a formação de áreas degradadas ao redor da RPPN por estarem sem proteção contra a ação erosiva. A redução dessa classe coincide com o pequeno aumento de outras, como a classe campo sujo, representando as áreas em regeneração, e da área agrícola e cafezal. Tal alteração indica que os solos, antes descobertos, possam agora estar ocupados pela agricultura ou sendo recuperados para futuramente, com o processo de sucessão natural, agregar áreas florestadas próximas à reserva, pois essas novas áreas de campo sujo se encontram ligadas à RPPN, como pode ser verificado na Figura 2. O aumento dos corpos d'água é explicado pela construção de reservatórios ou açudes no entorno da reserva, causado por uma pequena intervenção antrópica na paisagem no período entre as duas datas mapeadas.

Análise quantitativa da estrutura da paisagem no entorno da RPPN Cafundó

A análise dos índices ao nível de toda a paisagem no entorno da RPPN Cafundó revelou pouca mudança

na distribuição das classes entre os anos de 1970 (Tabela 2) e 2007 (Tabela 3), sendo encontrado pelo índice de riqueza (PR) um total de 10 classes para as duas datas. Segundo Valente e Vettorazzi (2005), o estudo em nível de paisagem é um pré-requisito para compreensão das funções e mudanças ocorridas em uma paisagem, por exemplo, se o índice de riqueza revela que nenhuma

classe deixou de existir ao mesmo tempo em que não houve o surgimento de uma nova categoria de uso, sabe-se que as alterações em área das classes se deram por troca entre as mesmas.

Esse valor de riqueza gerou um índice de diversidade de Shannon (SDI) de 1,21 para 1970 e 1,17 para 2007, sendo que esses valores denotam a

TABELA 2 Valores das métricas referentes às classes de uso e ocupação da terra na paisagem do entorno da RPPN Cafundó no ano de 1970.

TABLE 2 Values of the metrics relating to classes of land use and occupation of the landscape surrounding the RPPN Cafundó in 1970.

Classes	Tamanho e densidade*			Forma*			Borda*		Proxi- midade*	Área central*					
	MPS	NUMP	PSCoV	MSI	AWMSI	MPFD	TE	ED	MNN	TCA	MCA	NCA	CASD	CACoV	TCAI
Fragmentos Florestais	1.097	122	51,27	1,83	2,69	1,12	1.956.720	278	923,3	61.238	1.361	45	64,79	47,60	45,74
Cafezal	380	25	10,67	1,58	1,71	1,09	278.400	396	3.733,4	550	110	5	10,6	9,60	5,78
Campo sujo	652	95	16,69	1,76	2,38	1,10	1.590.120	226	1.658,5	4.963	113	44	26,3	23,28	7,99
Pastagem	5.252	81	82,50	1,80	18,21	1,10	5.564.400	791	131,1	142.762	1.124	127	120,5	10,71	33,56
Solo Exposto	183	312	20,40	1,85	2,50	1,13	2.816.220	400	993,8	558	37	15	6,7	1,80	0,98
Formação Rochosa	44	26	23,62	1,48	1,96	1,11	77.940	111	2.728,6	0	0	0	0	0	0
Área Agrícola	211	24	18,87	1,68	1,59	1,11	184.020	262	4.422,2	571	285	2	276	96,78	11,26
Área Edificada	25	97	13,64	1,36	1,53	1,08	240.060	342	2.581,8	0	0	0	0	0	0
Corpos d'água	118,2	5	12,38	4,76	9,70	1,22	423.000	602	156,1	0	0	0	0	0	0
Área Urbanizada	417	1	0	2,37	2,37	1,16	19.320	27	1	0	0	0	0	0	0

* SDI AWMSI (Índice de forma de área média ponderada); MSI (Índice de forma médio); MPFD (Dimensão fractal da mancha média); TCA (Área central total); TCAI (Índice de área central total); CACOV (Coeficiente de variação de área central); CASD (Desvio padrão de área central); NCA (Número de áreas centrais); MCA (Área central média); TE (Total de bordas); ED (Densidade de borda); MNN (Distância média do vizinho mais próximo); MPS (Tamanho médio da mancha); NumP (Número de manchas); PSCoV (Coeficiente de variação do tamanho da mancha).

TABELA 3 Valores das métricas referentes às classes de uso e ocupação da terra na paisagem do entorno da RPPN Cafundó no ano de 2007.

TABLE 3 Values of the metrics relating to classes of land use and occupation of the landscape surrounding the RPPN Cafundó in 2007.

Classes	Tamanho e densidade			Forma			Borda		Proxi- midade	Área central					
	MPS	NUMP	PSCoV	MSI	AWMSI	MPFD	TE	ED	MNN	TCA	MCA	NCA	CASD	CACoV	TCAI
Fragmentos Florestais	629	210	76,45	2,07	3,59	1,15	2.672.640	3.796	8.135	59.599	2.384	25	88,47	37,10	45,14
Cafezal	301	49	13,43	1,66	1,87	1,11	501.960	713	30.617	181	18	10	26	14,57	1,23
Campo sujo	359	184	20,64	2,18	2,71	1,15	2.611.500	3.709	9.826	4.988	178	28	322	18,07	7,54
Pastagem	3.377	131	10,67	1,77	2,30	1,13	7.067.040	10.038	936	135.910	786	173	99,62	12,68	30,72
Solo Exposto	58	540	23,41	1,99	2,62	1,17	2.656.260	3.773	5.953	146	49	3	62	1,26	0,46
Formação Rochosa	56	14	14,60	1,87	1,87	1,15	62.940	89	67.333	0	0	0	0	0	0
Área Agrícola	161	38	11,27	1,67	1,69	1,11	282.360	401	60.560	1	1	2	0	50,00	0,2
Área Edificada	22	159	20,44	1,39	1,59	1,09	341.220	485	16.435	0	0	0	0	0	0
Corpos d'água	110	57	30,35	1,83	5,76	1,11	524.220	745	29.270	0	0	0	0	0	0
Área Urbanizada	390	1	0	3,14	3,14	1,22	24.780	85	1	0	0	0	0	0	0

diversidade dos usos na área analisada. A pequena diminuição do índice de diversidade, com o passar do tempo, pode ser explicada por alteração mínima no arranjo e distribuição das classes na paisagem, visto que a riqueza manteve-se a mesma.

O valor da dimensão fractal (MPFD) indica que os formatos tornaram-se mais irregulares. No entanto, esse índice evidencia que a forma das manchas da paisagem no entorno da RPPN Cafundó, de maneira geral, mostraram-se pouco irregulares por apresentarem valores mais próximos de 1. Para McGarigal e Marks (1995), a dimensão fractal pode não ser aplicável na determinação da forma de remanescentes de florestas em paisagens altamente fragmentadas, em razão da limitação de sua amplitude ($1 - 2$), que o torna menos sensível a variações que o índice de forma (MSI).

Houve aumento do número de bordas na paisagem expresso pelo total de bordas (TE) e densidade de bordas (ED). Em 1970, havia 955,78 m·ha⁻¹ de borda para cada hectare da paisagem, valor que saltou para 1213,91 m·ha⁻¹ em 2007, contudo, a área central média (MCA) diminuiu. Essa redução não foi só decorrente da maior influência do efeito de borda, mas, também, à fragmentação das áreas anteriormente maiores, evidenciada pelo aumento do número de manchas. Waltrin e Venturieri (2005), ao calcular métricas da paisagem no Patch Analyst, também obteve aumento nos valores da métrica densidade de bordas, em decorrência do aumento gradativo das atividades produtivas, que é representado pela formação de novos polígonos na paisagem.

Esses resultados apontam para um processo de fragmentação, evidenciado pelo aumento do número de bordas, maior irregularidade do formato das manchas, diminuição do percentual da área central e aumento do número de áreas centrais. Ao analisar as métricas de tamanho e densidade das manchas, a fragmentação fica mais evidente, em razão do aumento do número de manchas na paisagem (NUMP), que eram 779 em 1970 e passaram para 1.383 manchas em 2007. A fragmentação, fez com que o tamanho médio das manchas (MPS) diminuísse, passando de 902 ha em 1970 para 509 ha em 2007. Assim, o aumento do número de manchas também fez com que o coeficiente de variação do tamanho da mancha (PScoV) fosse maior em 2007.

A diminuição do índice de diversidade, mesmo a riqueza tendo se mantido constante, fica evidenciada com a mudança no arranjo e a distribuição das classes, ocasionada pelo processo de fragmentação ocorrido com o passar dos anos, e observado por meio do

resultado dos demais índices ao nível da paisagem (área, forma e borda).

Para Herrmann et al. (2005), os índices da paisagem mais importantes por explicarem a maioria da variação das espécies nas bordas dos fragmentos foram: área do fragmento, forma do fragmento e área central. Neste estudo, nota-se que esses grupos de métricas foram os responsáveis por explicar o processo de fragmentação ocorrido na paisagem entre o período avaliado no entorno da RPPN Cafundó.

Depois de feita uma análise da paisagem como um todo, nas Tabelas 2 e 3 respectivas aos anos de 1970 e 2007, pode-se identificar a mudança ocorrida com os índices de ecologia da paisagem para cada classe mapeada. A classe fragmentação florestal sofreu aumento do número de fragmentos (NUMP), em razão da fragmentação de áreas já existentes, e não implantação de novas áreas florestais, pois o tamanho médio dos fragmentos (MPS) diminuiu. Esses resultados apontam o grande número de pequenos fragmentos no entorno da RPPN, o que diversos trabalhos também mostram em paisagens de Floresta Atlântica. Cemin et al. (2009), analisando a paisagem na sub-bacia do Arroio Jacaré, RS, constataram que 87,82% dos fragmentos florestais eram menores que 1 ha. Valente e Vettorazzi (2005), ao analisarem a estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, também obtiveram maior número de fragmentos pequenos (menores que 5 ha), correspondendo de 12 a 34% da área total. Kurasz et al. (2008) verificaram que mais de 80% dos fragmentos vizinhos à Reserva Florestal EMBRAPA/EPAGRI de Caçador (SC) possuem menos que 5 ha.

O processo de fragmentação florestal ocorrido no entorno da RPPN Cafundó pode estar relacionado ao aumento das áreas de pastagem, cafezal e área agrícola. Segundo Laurence e Vasconcelos (2009), os estudos disponíveis indicam que a fragmentação florestal causa uma diversidade de efeitos, alterando o tamanho e a dinâmica das populações, as interações tróficas e os processos ecossistêmicos. Todos esses efeitos tendem a ser mais abruptos nos fragmentos de paisagens fragmentadas há mais tempo como, por exemplo, no domínio Mata Atlântica.

A redução do tamanho dos fragmentos fez com que as áreas centrais diminuíssem em número (NCA), o que é ruim para a qualidade da paisagem, uma vez que é o número de áreas que possuem habitat preservado dentro dos fragmentos. Neste caso, fragmentos muito pequenos podem estar completamente sobre o efeito de borda.

O índice de área central média (TCAl) indica que a média percentual da área de cada mancha, correspondente à área central foi reduzida, havendo mais área sobre o efeito de borda em 2007. De acordo com Cemin et al. (2009), com o aumento do efeito de borda, há redução na área central, ocorrendo maior interação com a matriz, o que, com o tempo, influenciará a qualidade da estrutura desses ecossistemas.

O aumento do índice de forma (MSI) da classe fragmentação florestal demonstra que a fragmentação tornou os formatos mais irregulares. O índice de forma ponderado pela área (AWMSI) mostra maior irregularidade na forma dos fragmentos, indicando a influência da área no formato das manchas, então, pensando-se em conservação de área central, ou seja, das espécies que se encontram mais no interior do fragmento, é melhor um fragmento de maior área com formato irregular do que um fragmento de formato circular que seja menor, pois este estaria mais exposto ao efeito de borda. Os efeitos de área e de borda têm sido raramente discriminados em estudos de florestas fragmentadas. Para fragmentos de mesma forma, a relação área/perímetro é maior quanto maiores são os fragmentos e, portanto, quanto maior esta relação, menor a intensidade dos efeitos de borda em florestas fragmentadas (ZUDEIMA et al., 1996).

A maior irregularidade dos formatos dos fragmentos fez com que a densidade de bordas (ED) aumentasse entre 1970 (Tabela 2) e 2007 (Tabela 3). De acordo com Valente e Vettorazzi (2005), os fragmentos com forma irregular estão mais susceptíveis ao efeito de borda, principalmente àqueles de menor área, em função da sua maior interação com a matriz. Com o aumento do efeito de borda, tem-se a diminuição proporcional da área central desses fragmentos, que influenciará na qualidade da estrutura desses ecossistemas. De acordo com Rodrigues e Nascimento (2006), a borda é um limite permeável sujeito a impactos advindos da matriz antrópica que causa constante degradação, alterações na composição de espécies e na estrutura da vegetação.

A distância média de um fragmento florestal a outro (MNN) diminuiu de 923,3 m em 1970 para 813,5 m em 2007, porém ao analisar esse índice junto com os demais calculados para essa classe (aumento do número de fragmentos e redução do tamanho médio), percebe-se que este não é um indício de melhoria na conservação (maior facilidade de dispersão de propágulos de plantas e movimentação de animais silvestres entre os fragmentos). Nesse caso, o processo de fragmentação faz com que o cálculo do índice MNN considere uma área como vizinha

a outra, mas que antes faziam parte de um mesmo fragmento. Ressalta-se, porém, que esse índice fornece uma importante informação quanto ao isolamento dos fragmentos, pois segundo Metzger (2000), os fragmentos circunvizinhos podem ajudar a controlar a diversidade de espécies tanto quanto a área do fragmento, se houver corredores ecológicos entre eles.

Landau (2003), analisando o padrão espacial da Mata Atlântica sudeste da Bahia, relata que a interrupção da conectividade original da paisagem em decorrência da fragmentação do habitat acarreta transtornos para as populações de espécies, limitando o fluxo gênico entre populações e dificultando a recolonização de fragmentos por meio da imigração de indivíduos, o que garantiria a persistência de uma espécie em longo prazo.

A paisagem no entorno da RPPN Cafundó não é homogênea, possuindo fragmentos florestais menores ao redor, podendo-se ampliar a conectividade entre eles, pela simples obediência à legislação que prevê matas ciliares ao longo dos cursos d'água. Essa possível estratégia de implantação de corredores ecológicos também foi observada por Pereira et al. (2010) em fragmentos no Campus da Universidade Federal de Lavras. A implantação de sistemas agroflorestais nas áreas de reserva legal também seria outra forma de interligar os fragmentos vizinhos à reserva, favorecendo a diminuição do isolamento entre os fragmentos florestais.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que houve algumas modificações no padrão espacial da cobertura florestal no entorno da RPPN Cafundó.

As mudanças na paisagem podem resultar em alterações na diversidade biológica e na vulnerabilidade ecológica dos fragmentos florestais, constatada pela intensificação do processo de fragmentação.

A introdução de novas áreas em recuperação foi observada em 2007, o que futuramente agregará maior área florestal nos limites da reserva. Outra observação favorável à conservação da RPPN é a possibilidade de interligação aos fragmentos menores que existem ao redor por meio de corredores ecológicos.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, E. R.; SANTOS, R. F.; SANTOS, M. A. Construção e análise de cenários de paisagem em área do Parque nacional da serra da Bocaina. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1095-1108, 2009.

- BERGHER, I. S. **Estratégias para edificação de micro-corredores ecológicos entre fragmentos de mata atlântica no sul do Espírito Santo**. 2008. 111 p. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2008.
- BRASIL. **Lei 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. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação - CNUC**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cadastro_uc>. Acesso em: 9 set. 2012.
- CEMIN, G.; PERICO, E.; REMPEL, C. Composição e configuração da paisagem da sub-bacia do Arroio jacaré, Vale do Taquari, RS, com ênfase nas áreas de florestas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 705-711, 2009.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ArcGIS professional GIS for the desktop**. Versão 9.3. New York, 2006.
- FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A. Identificação de áreas para recomposição florestal com base em princípios de ecologia de paisagem. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 575-583, jul./ago. 2003.
- HERRMANN, B. C.; RODRIGUES, E.; LIMA, A. A paisagem como condicionadora de bordas de fragmentos florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 1, p. 13-22, jan./abr. 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2012. 274 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 1).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 91 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 7).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Portaria nº 62**, de 20 de maio de 1997. Reconhece mediante registro a Reserva Particular de Patrimônio Natural Cafundó. Brasília, 1997. Disponível em: <http://sistemas.icmbio.gov.br/site_media/portarias/2010/09/06/ES_RPPN_fAZENDA_BOA_eSPERAN%C3%87A.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Ministério da Ciência e Tecnologia**. Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em: 24 ago. 2009.
- KURASZ, G.; ROSOT, N. C.; OLIVEIRA, Y. M. M.; ROSOT, M. A. D. Caracterização do entorno da reserva florestal EMBRAPA/EPAGRI de Caçador (SC) usando imagem Ikonos. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 641-649, out./dez. 2008.
- LANDAU, E. C. Padrões de ocupação espacial da paisagem na Mata Atlântica do Sudeste da Bahia, Brasil. In: PRADO, P. I.; LANDAU, E. C.; MOURA, R. T.; PINTO, L. P. S.; FONSECA, G. A. B.; ALGER, K. (Org.). **Corredor de biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia**. Ilhéus: IESB, 2003. 1 CD-ROM.
- LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 434-451, set. 2009.
- MCGARIGAL; MARKS. **Fragstats: spatial pattern analysis program for quantify Inland scape structure: reference manual**. Oregon: Oregon State University, 1995. 59 p.
- METZGER, J. P. Tree functional group richness and landscape structure in Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, New York, v. 10, n. 4, p. 1147-1161, 2000.
- NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 2, p. 183-192, 2006.
- PAIVA, Y. G.; SILVA, K. R. da; PEZZOPANE, J. E. M.; ALMEIDA, A. Q. de; CECÍLIO, R. A. Delimitação de sítios florestais e análise dos fragmentos pertencentes na bacia do rio Itapemirim. **Idesia**, Arica, v. 28, n. 1, p. 17-22, 2010.
- PEREIRA, I. M.; BERG, E. van den; PINTO, L. V. A.; HIGUCHI, P.; CARVALHO, D. A. de. Avaliação e proposta de conectividade dos fragmentos remanescentes no campus da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 305-321, jul./set. 2010.
- PINTO, L. V. A.; FERREIRA, E.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Caracterização física da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 49-60, jan./mar. 2005.
- PIROVANI, D. B. **Fragmentação florestal, dinâmica e ecologia da paisagem na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES**. 2010. 121 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2010.
- REMPEL, R. **Patch Analyst v.3.0**. Disponível em: <<http://flash.lakeheadu.ca/~rempel/patch/>>. Acesso em: 5 out. 2009.

- RODRIGUES, P. J. F. P.; NASCIMENTO, M. T. Fragmentação florestal: breves considerações teóricas sobre efeitos de borda. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 1, p. 63-74, 2006.
- SILVA, A. M. Análise da cobertura do solo da área de entorno de três unidades de conservação localizadas no estado de São Paulo. **Holos Enviroment**, Rio Claro, v. 4, n. 2, p. 130-144, 2004.
- VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 62, p. 114-119, 2005.
- WALTRIN, O. S.; VENTURIERI, A. Métricas de paisagem na avaliação da dinâmica do uso da terra em projetos de assentamentos no Sudeste Paraense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 3433-3440.
- ZUDEIMA, P. A.; SAYER, J. A.; DIJKMAN, W. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. **Environmental Conservation**, Cambridge, v. 23, p. 290-297, 1996.