

Análise espacial das ocorrências de desmatamento na região norte de Minas Gerais

Aliny Aparecida dos Reis¹
Fausto Weimar Acerbi Júnior¹
Marcelo Dias Teixeira¹
Juliana Maria Ferreira de Souza Diniz¹
Tamara Azevedo Resende¹

¹ Universidade Federal de Lavras - UFLA
Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras - MG, Brasil
alinyreis@hotmail.com, fausto@dcf.ufla.br, mxdtx@yahoo.com.br,
{juju-dinizsvm, tamara.resende}@hotmail.com

Abstract. Deforestations, following by landscape fragmentation have been the main agent of natural ecosystems destruction worldwide. Landscape fragmentation can be understood as the process of transforming an area of continuous natural vegetation into smaller areas isolated from each other by environments different of the original. The objective of this study was to analyze the spatial structure of the deforestation polygons inserted into a landscape matrix of native Cerrado vegetation in the northern state of Minas Gerais, Brazil. In order to evaluate the effect of deforestation on the landscape structure we used metrics or landscape ecology indices. The landscape ecology indices were calculated using a free ArcGis 9.3 software extension called V-Late (Vector-based Landscape Analysis). The results showed the occurrence of 30 deforestation polygons that together represent an area of 670.86 ha. The largest deforestation polygon had an area of 428.58 ha which accounts for over 60% of the total area deforested. In environments where the landscape matrix is the native vegetation, the greater the edge area of the deforestation polygons, the greater the impact on the natural ecosystem. On the other hand, the smaller the edge area and the greater the distance between neighboring deforestation polygons, the lower will be the impact of deforestation on the natural ecosystem.

Key-words: Landscape ecology, deforestation, mapping, fragmentation

1. Introdução

A fragmentação e o desmatamento têm sido os principais agentes de devastação dos ecossistemas brasileiros, sendo que estes apresentam uma grande diversidade e complexidade em decorrência das dimensões continentais apresentadas pelo país. A perda da biodiversidade e os impactos climáticos são as maiores preocupações em decorrência do aumento do desmatamento em todo o mundo (Fearnside, 2005).

Dada a diversidade ecológica e riqueza do Cerrado, o desmatamento desse ecossistema tem atraído a atenção da comunidade científica nas últimas décadas, principalmente devido à possibilidade de extinção de espécies e da problemática relacionada ao aquecimento global. O desmatamento do Cerrado possui diversas causas, porém a expansão das fronteiras agrícolas e a criação de fazendas agropecuárias podem ser consideradas os principais agentes de devastação desse ecossistema.

A fragmentação da paisagem é um fenômeno amplamente distribuído e associado à expansão de novas fronteiras agrícolas e industriais, de modo que a interrupção da vegetação natural continua por barreiras antrópicas (estradas, cidades, culturas agrícolas, pastagens, entre outros) ou naturais (montanhas, lagos, rios, entre outros) reduz significativamente o fluxo de animais, pólen e/ou sementes entre os remanescentes de vegetação nativa (Paula e Rodrigues, 2002).

À medida que a paisagem torna-se fragmentada, as populações de espécies florestais são reduzidas, padrões de dispersão e migração são interrompidos, fluxos de entrada e saída nos ecossistemas são alterados, além de tornar habitats anteriormente isolados expostos a condições externas, resultando em progressiva redução da biodiversidade biológica desses ecossistemas (Barros, 2006).

A fragmentação pode ser entendida como o processo de transformação de uma área de vegetação natural contínua em áreas menores isoladas umas das outras por ambientes diferentes do original (Saunders et al., 1991). Deste modo, a fragmentação resulta em fragmentos ou manchas imersas em uma matriz, que dependendo da intensidade da fragmentação, pode ser a própria vegetação natural em ambientes poucos fragmentados; ou a agricultura, a vegetação secundária, o solo degradado e áreas urbanizadas em ambientes que sofreram severos processos de fragmentação (Barros, 2006).

Entende-se por matriz o elemento da paisagem mais conectado e extensivo, circundando a mancha, que apresenta estrutura e composição específica distinta dessa mancha. A matriz possui grande importância no funcionamento e sobrevivência do sistema, pois os fluxos de espécies, energia e matéria entre a matriz e seus elementos são dependentes da sua estrutura e composição. Já uma mancha pode ser definida como a porção não linear da paisagem, diferindo em aparência do seu entorno (Lang & Blaschke, 2009).

As métricas ou índices de ecologia da paisagem foram desenvolvidos com o intuito de se estudar os padrões de estrutura espacial das manchas e são utilizados para caracterizar a complexidade das paisagens. Várias dessas métricas têm sido usadas para descrever padrões espaciais, a partir de produtos temáticos obtidos através do uso integrado das ferramentas de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas. Desta forma, tais ferramentas são importantes como subsídios para tomada de decisões no tocante ao ambiente natural, políticas agrícolas e rurais, costeiras e de transportes (Cemin et al., 2009; Pirovani, 2010; Albergoni, 2011).

A realização de estudos utilizando métricas ou índices de ecologia da paisagem é muito importante para fins de manutenção da biodiversidade, pois a análise dos valores das métricas permite identificar áreas aptas à conservação por meio da interpretação dos resultados de área, forma, borda, e proximidade das manchas dentro da paisagem (Calegari et al., 2010).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar a estrutura das manchas de desmatamentos inseridas em uma matriz de vegetação nativa de Cerrado na região norte do estado de Minas Gerais, por meio de métricas ou índices de ecologia da paisagem, e avaliar o efeito do desmatamento sobre a estrutura da paisagem.

2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo correspondente a uma matriz de vegetação nativa predominantemente de Cerrado, onde se encontra também remanescentes de Campo Cerrado, Campos, Floresta Estacional Decidual Montana, estando localizada na região norte do Estado de Minas Gerais, nos municípios de Varzelândia e Ibiracatu (Figura 1).

O município de Varzelândia está localizado ao norte de Minas Gerais, no Polígono das Secas, com uma área territorial de 790km². Sua população consiste em 19.169 habitantes. O clima do município é tropical semi-úmido, com temperatura média de 24°C, onde a estação seca prolonga-se por aproximadamente seis meses.

O município de Ibiracatu localiza-se também ao norte de Minas Gerais, no Polígono das Secas, e possui uma área territorial de 359 km² e uma população de 6.500 habitantes. O clima de Ibiracatu, segundo a classificação climática de Köppen, é Aw, tropical com estação seca de inverno.

As manchas de desmatamentos foram detectadas pelo Projeto de Monitoramento Contínuo da Cobertura Vegetal do Estado de Minas Gerais desenvolvido pelo Laboratório de Projetos e Estudos em Manejo Florestal/UFLA durante o ano agrícola 2010/2011. Este projeto tem por finalidade quantificar mensalmente as áreas desmatadas de floresta nativa em todo o estado de Minas Gerais.

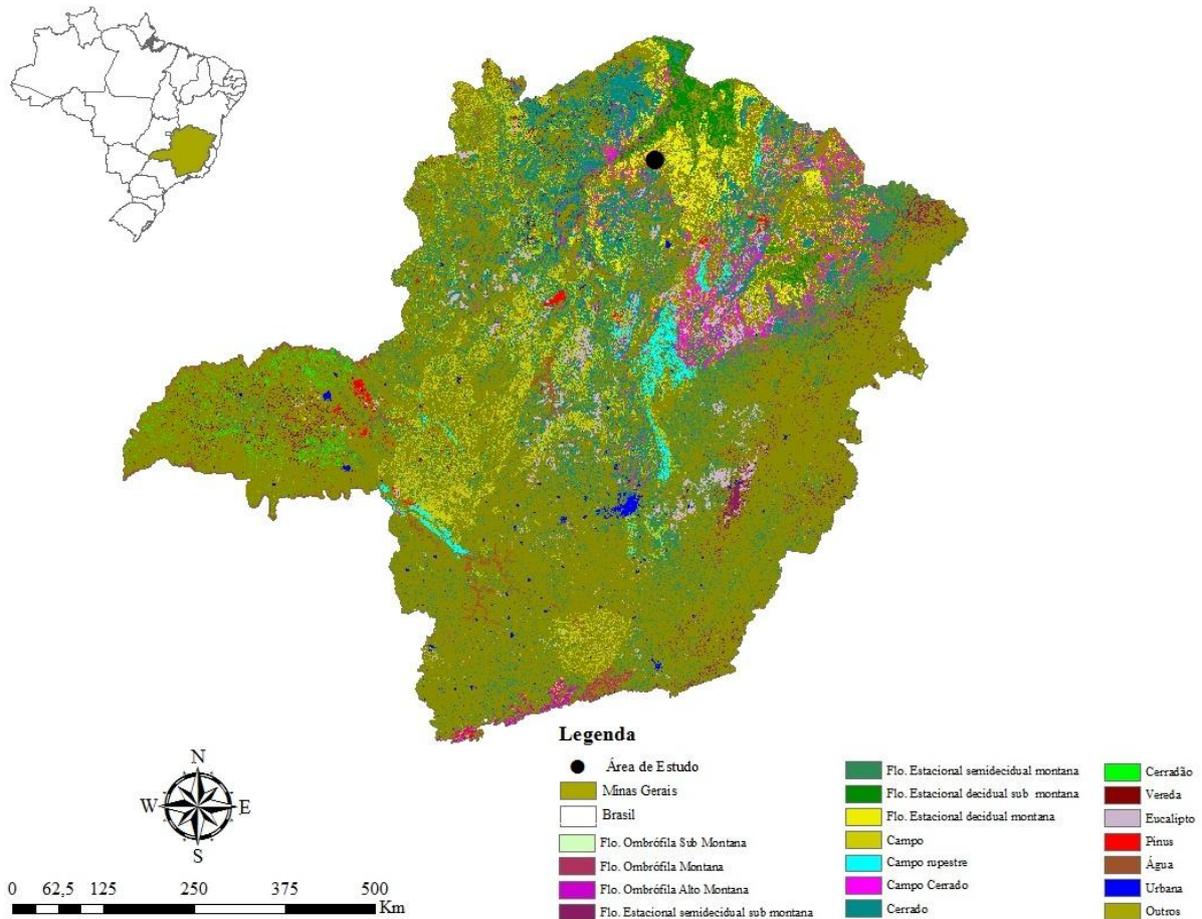


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo e classificação temática da flora nativa e dos reflorestamentos do estado de Minas Gerais, 2005. (Fonte: Carvalho et al., 2006a; Carvalho et al., 2006b).

Para a detecção das manchas de desmatamento foram utilizadas imagens coletadas pelo sensor TM (*Thematic Mapper*), que se encontra a bordo do satélite Landsat 5, e apresenta sete bandas espectrais, sendo seis na região do espectro eletromagnético conhecida como ótica, fornecendo imagens com resolução espacial de 30 m e, uma na região conhecida como termal, gerando imagens com resolução espacial de 120 m.

Os dados foram adquiridos junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), de modo que a seleção das cenas foi realizada levando-se em consideração a qualidade das imagens, e uma quantidade de nuvens mínima ou nula, quando possível. As imagens passaram pelo pré-processamento de correção geométrica e radiométrica.

Além do conjunto multitemporal de imagens de sensoriamento remoto, também foi utilizado um mapa temático (Figura 1) produzido em estudos anteriores (Carvalho et al., 2006a; Carvalho et al., 2006b) que faz parte do Projeto de Mapeamento da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas Gerais desenvolvido pelo Laboratório de Estudos e Projetos em Manejo Florestal/UFLA em parceria com o IEF-MG (Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais).

A análise das manchas de desmatamento foi realizada com o intuito de obter-se o número de manchas existentes, a relação de tamanho entre essas manchas, e o formato de tais manchas por meio dos índices de ecologia da paisagem.

Os índices ou métricas de ecologia da paisagem para as manchas de desmatamento foram obtidos dentro do aplicativo computacional ArcGis 9.3, através da extensão gratuita V-Late

(*Vector-based Landscape Analysis*). As métricas foram calculadas utilizando a versão para dados vetoriais para o arquivo das manchas de desmatamento.

No sentido de evitar a utilização de métricas redundantes optou-se por utilizar as seguintes métricas: tamanho, forma, índices de borda e vizinhança entre manchas. O detalhamento das métricas utilizadas neste estudo, ao nível de paisagem para as manchas de desmatamento, juntamente com suas siglas e significados pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1. Índices de ecologia da paisagem das relativas às manchas de desmatamento.

Aspecto principal	Sigla	Métrica	Unidade	Observação
Heterogeneidade	NP	Número de Manchas	Adimensional	Número de manchas.
	CA	Área	Hectare (ha)	Somatório das áreas de todas as manchas.
Análise da área	MPS	Tamanho médio da mancha	Hectare (ha)	Soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas.
	PSSD	Desvio padrão do tamanho da mancha	Hectare (ha)	Razão da variância do tamanho das manchas.
Análise de borda	TE	Total de bordas	Metro (m)	Extremidade total de todas as manchas. É a soma de perímetro de todas as manchas.
	MPE	Comprimento médio da borda	Metro (m)	Soma do total de bordas dividido pelo número de manchas.
Análise de forma	MSI	Índice de forma médio	Adimensional	É igual a um quando todas as manchas forem circulares e aumenta com a crescente irregularidade da forma da mancha.
	MPAR	Razão média do perímetro pela área	Metro por metro ao quadrado (m/m ²)	Tamanho da mancha em relação a sua borda. Em escalas usuais é menor que 1.
	MFRAC	Dimensão fractal média	Adimensional	Os valores se aproximam de 1 para formas com perímetros simples e chega a 2 quando as formas forem mais complexas.
Análise de Vizinhança	NNDIST	Distância ao vizinho mais próximo	Metro (m)	Manchas adjacentes são consideradas como NNDIST=0

FONTE: Adaptado de Lang & Blaschke, 2009.

3. Resultados e Discussões

Na Figura 2 encontra-se a distribuição das manchas de desmatamento da área de estudo, onde foram mapeadas 30 ocorrências de desmatamento que ocupam uma área de 670,86 ha. Observa-se ainda a classificação por fitofisionomia da vegetação nativa da região.

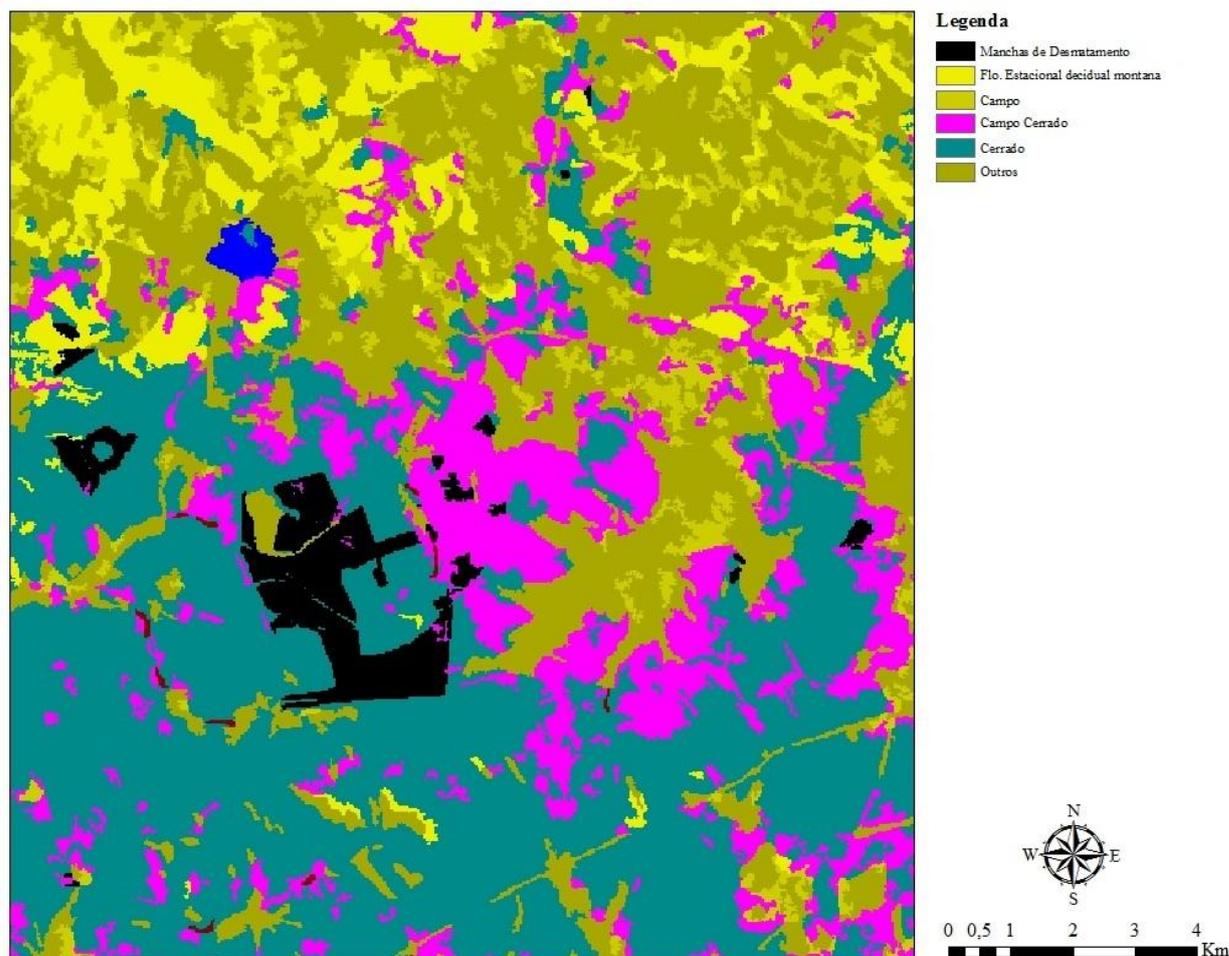


Figura 2. Distribuição espacial das manchas de desmatamento na área de estudo.

Na Tabela 2 encontram-se as métricas analisadas em nível de paisagem para as ocorrências de desmatamento no norte de Minas Gerais.

Tabela 2. Métricas analisadas em nível de paisagem para as manchas de desmatamento.

Mancha	NP	CA	MPS	PSSD	TE	MPE	MSI	MPAR	MFRACT
Desmatamento	30	670,86	22,36	77,46	74820,0	2494,00	1,798	0,056	1,367

NP: Número de manchas; **CA:** Área total das manchas (ha); **MPS:** Tamanho médio da mancha (ha); **PSSD:** Desvio padrão do tamanho da mancha (ha); **TE:** Total de bordas (m); **MPE:** Comprimento médio de bordas (m); **MSI:** Índice de forma médio; **MPAR:** Razão média do perímetro pela área (m/m²); **MFRACT:** Dimensão fractal média.

Área ou tamanho (CA) é a métrica de estrutura de paisagem mais importante, por ser uma informação de grande valor para a biodiversidade, e por ser a base para o cálculo de outras métricas de paisagem (Lang e Blaschke, 2009), sendo que quanto maior for a área desmatada, maior será o impacto do desflorestamento sobre a conservação do ecossistema em questão.

O mapeamento das ocorrências de desmatamento permitiu contabilizar 30 manchas de desmatamento e mostra que a maior mancha de desmatamento possui 428,58 ha e corresponde a 63,88% da área total desmatada na região de estudo.

O índice de tamanho médio (MPS) das manchas de desmatamento apresentou um valor de área média de 22,36 ha, porém através do alto valor do desvio padrão do tamanho da mancha (PSSD = 77,46 ha) percebeu-se a alta variabilidade nos valores de área desmatada, mostrando que entre as ocorrências de desmatamento podem-se encontrar manchas de tamanho mínimo

(0,09 ha) até valores muito acima da média, como a área da maior mancha, que possui 428,58 ha.

As métricas de borda revelaram um valor do total de borda (TE) de 74820,0 m para as manchas de desmatamento e um comprimento médio de bordas (MPE) igual 2494,00 m. A borda pode ser definida como uma parte da floresta que sofre interferência direta do meio externo, tendo como sua vizinhança áreas de desmatamento, plantações, pastagens, estradas, apresentando características físicas e estruturais diferentes do seu entorno. O efeito de borda é o resultado da interação de dois ecossistemas adjacentes e, quando os dois são separados por uma transição abrupta, tem-se a formação da borda (Murcia, 1995). Em ambientes onde a matriz da paisagem é a vegetação nativa, quanto maior for a área de borda das manchas, maior será o impacto dessas manchas sobre o ecossistema.

Além do tamanho, a forma das manchas também influencia no grau do impacto do efeito de borda no ecossistema ao seu redor. A forma pode ser avaliada através de proporções simples entre área de borda e área da mancha, podendo ser regulares ou irregulares, sendo estas últimas mais impactantes ao ecossistema ao qual estão inseridas (Pirovani, 2010).

As métricas de forma exigem a adoção de uma paisagem padrão para efeito de comparação. A forma das manchas foi comparada ao formato de um círculo para o cálculo da razão perímetro/área, visto que se compara o valor desse índice a um círculo quando o arquivo é vetorial e a um quadrado quando os arquivos possuem formato raster ou matricial.

A forma é tão importante quanto a área de uma mancha (Albergoni, 2011). No que se refere ao índice médio de forma (MSI), Lang e Blaschke (2009) comentam que quanto mais próximo de 1 melhor a forma, pois as manchas tendem a ser mais circulares, e conseqüentemente, exercem menor influência ao ecossistema ao seu redor. Na área de estudo, as manchas de desmatamento apresentaram MPI igual a 1,798, valor este que pode ser considerado elevado, indicando que as manchas apresentam formas mais irregulares e perímetros recortados.

Segundo Albergoni (2011) a relação perímetro/área (MPAR) é a métrica de forma mais comum, sendo que os valores dessa razão geralmente se encontram numa faixa de 0 a 1, o que quanto mais baixo, maior será a compacidade da mancha. De maneira geral, quanto menor for a relação perímetro-área e maior o índice de forma, mais irregulares são as manchas, corroborando com os resultados obtidos nesse estudo.

Os valores de dimensão fractal média (MFRACT) se aproximam de 1 para formas com perímetros simples e chegam a 2 quando as formas forem mais complexas (Lang e Blaschke, 2009). As manchas de desmatamento apresentaram MFRACT=1,367, e possuem uma tendência de apresentarem formatos com perímetros simples e com algumas reentrâncias.

Na Tabela 3 encontra-se a análise de vizinhança para as manchas de desmatamento. A distância do vizinho mais próximo (NNDist) é definida como a distância de uma mancha para a mancha que está em suas proximidades, baseada na distância borda-a-borda. Por esta análise pode-se identificar as manchas que se encontram mais isoladas, a mancha vizinha mais próxima e sua área. Quanto maior for a distância entre manchas vizinhas, e menor for a área dessas manchas, menor será o impacto do desmatamento no ecossistema.

Tabela 3. Análise de vizinhança para as manchas de desmatamento.

Mancha	Área (ha)	NNDist (m)	Área NN (ha)	Mancha	Área (ha)	NNDist (m)	Área NN (ha)
1	1,71	1100,64	1,35	16	11,34	0,00	0,72
2	1,35	1100,64	1,71	17	9,90	30,00	0,36
3	0,09	180,00	5,67	18	0,72	0,00	11,34
4	5,67	134,16	10,35	19	81,18	0,00	0,09
5	0,09	30,00	10,35	20	0,09	0,00	81,18
6	10,35	30,00	0,09	21	1,44	67,08	2,61
7	5,94	657,95	2,79	22	2,61	67,08	1,44
8	0,09	30,00	62,01	23	13,59	30,00	0,54
9	2,79	161,55	11,43	24	0,54	0,00	11,34
10	62,01	30,00	0,09	25	0,09	0,00	11,34
11	0,36	30,00	9,90	26	11,34	0,00	0,54
12	11,43	161,55	2,79	27	0,63	30,00	11,34
13	0,18	313,21	1,98	28	428,58	0,00	11,34
14	3,15	284,60	11,43	29	0,63	67,08	0,99
15	1,98	174,93	428,58	30	0,99	67,08	0,63

4. Conclusões

A maior mancha de desmatamento (428,58 ha) corresponde a mais de 60% da área total desmatada na região de estudo.

Em ambientes onde a matriz da paisagem é a vegetação nativa, quanto maior for à área de borda das manchas, maior será o impacto dessas manchas sobre o ecossistema, e quanto maior for à distância entre manchas vizinhas e menor for à área dessas manchas, menor será o impacto do desmatamento sobre o ecossistema.

Agradecimentos

Os autores expressam seus sinceros agradecimentos à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

- ALBERGONI, L. **Caracterização do uso e cobertura da terra como subsídio para análise de paisagem e de vulnerabilidade de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista**. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- BARROS, F. A. **Efeito de borda em fragmentos de floresta de Montana, Nova Friburgo-RJ**. 112f. Dissertação (Mestrado Ciência Ambiental), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.
- CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.871-880, 2010.
- Carvalho, L. M. T.; Oliveira, A. D.; Mello, J. M.; Acerbi Junior, F. W.; Cavalcanti, H. C.; Vargas Filho, R. Projeto monitoramento 2005. In: Jose Roberto Soares Scolforo; Luis Marcelo Tavares de Carvalho. (Org.). **Mapeamento e inventário da flora nativa e reflorestamentos de Minas Gerais**. 1ed. Lavras: Editora UFLA, 2006a, v. 1, p. 58-63.
- Carvalho, L. M. T.; Oliveira, A. D.; Mello, J. M.; Acerbi Junior, F. W.; Cavalcanti, H. C.; Vargas Filho, R. Procedimentos para mapeamento. In: Jose Roberto Soares Scolforo; Luis Marcelo Tavares de Carvalho. (Org.). **Mapeamento e inventário da flora nativa e reflorestamentos de Minas Gerais**. 1ed. Lavras: Editora UFLA, 2006b, v. 1, p. 37-57.

CEMIM, 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.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia Brasileira: história, índices e conseqüências. **Megadiversidade**, v. 1, n.1, p. 113-123, 2005.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: Implication for conservation. **Tree**, v. 10, p. 58-62, 1995.

PAULA, A.S.; RODRIGUES, E. Degradação da paisagem norte-paranaense: um estudo de fragmentos florestais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 229-238, 2002.

PIROVANI, D. B. **Fragmentação florestal e dinâmica da ecologia da paisagem na bacia hidrográfica do rio Itapemirim**. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo, 2010.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v. 5, p.18, 1991.