

Análise da estrutura da paisagem da APA Serra do Sabonetal na região Norte de Minas Gerais

Júlia Fonseca Ferreira¹
Natalia Alkmin Castro Silva¹
André Luiz Olivé -Junqueira¹
Inácio Thomaz Bueno¹
Fausto Weimar Acerbi Júnior¹

¹Universidade Federal de Lavras – UFLA/DCF
37200-000 – Lavras - MG, Brasil
juliafonsecaufla@gmail.com; n.alkmin@hotmail.com;
andreluizojunqueira@hotmail.com; inaciotbueno@gmail.com; fausto@dcf.ufla.br

Abstract: Habitat fragmentation due to anthropogenic disturbance modifies the structure of a landscape resulting in changes in the composition and diversity of communities. In the case of native vegetation, the fragmentation process reshapes the forest structure, disturbing ecological processes and causing loss of richness. The present study aimed to analyze the landscape structure in the Serra do Sabonetal, an Environmental Protection Area, APA, located in the state of Minas Gerais Brazil. We used landscape ecology the indices to assess the patterns of the native vegetation classes and deforested areas in the study area. The indices were generated by using Fragstats 4.1 software based on deforestation polygons and a landscape cover map. The results showed the predominance of the Deciduous Forest class in the study area, but farming, bare lands, and urban zones, represented by the class Others, had the highest occupied area. The deforestation polygons showed a considerable area in a region with sustainable use (about 216 hectares), which implies a need to supervise the region in order to reduce anthropic events on native vegetation. The APA's landscape showed a high degree of isolation among fragments, but these areas have a simple form with high structural connectivity, which benefits biodiversity conservation.

Palavras-chave: landscape structure, landscape ecology the indices, deforestation, estrutura de paisagem, índices de ecologia de paisagem, desmatamento.

1. Introdução

A paisagem é uma formação heterogênea, composta por um complexo de unidades interativas como matriz e fragmentos, responsáveis pela formação de ecossistemas, unidades de vegetação e ocupação das terras, cuja estrutura pode ser definida pela área, forma e disposição espacial das unidades (Metzger, 1999). Por meio da ecologia de paisagem é possível analisar a estrutura, função e dinâmica desses ecossistemas complexos, formados por áreas heterogêneas, permitindo eficácia do manejo e conservação da paisagem (Cemim et al., 2005).

Para analisar e quantificar a estrutura da paisagem, além de caracterizar sua complexidade, são utilizados índices que descrevem os padrões de estrutura espacial das manchas ou fragmentos. Esses índices são conhecidos como métricas ou índices de ecologia da paisagem e podem ser distribuídos em diversas categorias. (Ferreira, et al., 2014).

Estudos utilizando métricas ou índices de ecologia da paisagem tornam-se fundamentais para fins de manutenção da biodiversidade, pois a análise dos valores das métricas permite identificar áreas aptas à conservação (Wang et al., 2012), por meio da descrição do nível de uniformidade ou fragmentação espacial da paisagem, essenciais para avaliar mecanismos ecológicos responsáveis pelas distribuições populacionais (Cemim et al., 2005).

O desmatamento em áreas florestais resulta na formação de fragmentos isolados como “ilhas de mata”, cercadas por habitats não florestados denominados matriz (Périco et al., 2005). Antongiovanni e Metzger (2005) enfatizam que a resposta das espécies sobre efeito da fragmentação depende das características estruturais da matriz e das características biológicas das espécies, já que há espécies mais vulneráveis à fragmentação e espécies menos

vulneráveis. O processo antrópico de fragmentação do habitat, de ruptura da continuidade ou das unidades da paisagem que apresentam melhores qualidades de recursos para as populações estudadas, modifica a estrutura da paisagem, resultando em mudanças na composição e na diversidade das comunidades. Em longo prazo, os processos que resultam na fragmentação, modificam a estrutura da floresta, afetando negativamente os processos ecológicos e causando a perda de espécies (Cemim et al., 2005).

Uma medida eficaz para preservação e minimização do impacto antrópico sobre o meio ambiente é a criação de unidades de conservação (UCs). Essas unidades são voltadas para a proteção da diversidade biológica e seus recursos genéticos associados, salientando a importância da implantação de UCs no Brasil que é um país considerado megadiverso devido a sua riqueza de fauna flora e microrganismos (Simões, 2008). As UCs são divididas em sete categorias e entre elas existe a Área de Proteção Ambiental (APA), que é uma área, na maioria das vezes extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos bióticos, abióticos, estéticos ou culturais importantes para assegurar a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, cujos objetivos são a proteção da diversidade biológica, disciplina do processo de ocupação da terra e certificar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (Brasil, 2000).

Estudos relacionados à estrutura da paisagem, que oferecem suporte ao entendimento de padrões e processos fundamentais para diversos organismos são escassos, porém existe a necessidade de mais pesquisas em escalas locais, pois cada local dispõe de características diferenciadas da paisagem. Poucos estudos têm caracterizado a conectividade e o tamanho dos fragmentos em escalas locais nos ecossistemas tropicais (Metzger, 2008; Lindborg; Eriksson, 2004). Com isso, é preciso compreender as relações ecológicas da paisagem nessas regiões para agir com maior eficácia na sua gestão e conservação.

Assim, este estudo foi realizado com o objetivo de analisar a estrutura da paisagem na APA Serra do Sabonetal, Minas Gerais, tendo como diferencial o uso dos índices de ecologia da paisagem não somente para compreender a atual composição das classes de vegetação nativa, mas também para analisar a influência da ação antrópica, no caso os desmatamentos, nessa estrutura.

2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo compreende a APA Serra do Sabonetal, localizada na sub-bacia hidrográfica Rio Pandeiros (SF9), inserida na região norte de Minas Gerais dentro da Bacia do Rio São Francisco (Figura 1). A APA Serra do Sabonetal foi criada em 08 de outubro de 1998, Decreto de criação Nº 39.952, e possui uma área de 82.500 hectares e o centro da área se localiza em 15°21'00,23" S e 43°59'11,27" O. Abrange as cidades de Jaíba, Itacarambi e Pedras de Maria da Cruz.

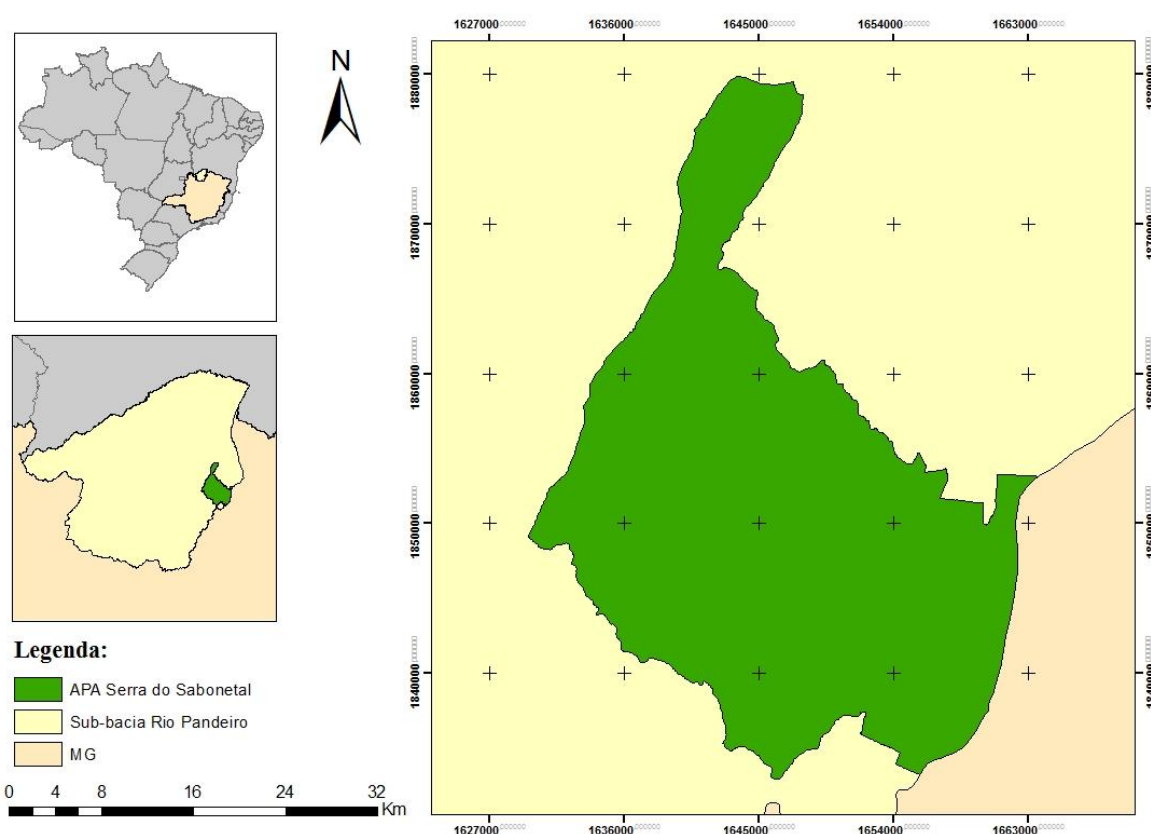


Figura 1. Localização geográfica da APA Serra do Sabonetal, MG.

A vegetação da área de estudo é caracterizada pela ocorrência das fisionomias cerrado *sensu strictu*, campo, campo cerrado, floresta decidual, floresta semidecidual e áreas de vereda (Carvalho e Scolforo, 2007), além de conter importantes áreas de tensão ecológica entre o Cerrado e a Caatinga (Menino et al., 2012). O clima de acordo com a classificação climática de *Thornthwaite* é semiárido com pouca variação de calor no decorrer do ano (COELHO, 1988). O relevo é caracterizado como predominantemente plano apresentando a ocorrência de chapadões, com altitudes variando de 500 a 700 metros (Bethonico, 2009).

O mapa da cobertura do solo utilizado neste estudo foi a classificação da vegetação nativa de Minas Gerais elaborada por Scolforo e Carvalho (2006), sendo atualizado até o ano de 2009, pela metodologia de detecção de mudanças proposta por Carvalho (2001). Para esse estudo, foi efetuado um recorte da classificação da vegetação, utilizando uma máscara vetorial com o contorno da APA Serra do Sabonetal de forma a obter apenas as classes que ocorrem no interior da área.

Os polígonos de desmatamento que foram utilizados nesse estudo foram detectados pelo Projeto Monitoramento Contínuo da Vegetação Nativa do Estado de Minas Gerais, desenvolvido pelo Laboratório de Projetos e Estudos em Manejo Florestal/UFLA durante o ano agrícola 2009/2010 (julho de 2009 a junho de 2010). Este projeto teve por finalidade detectar e quantificar mensalmente as áreas desmatadas de vegetação nativa no Estado de Minas Gerais.

Para a detecção dos polígonos de desmatamento foram utilizadas imagens coletadas pelo sensor *Thematic Mapper*, que se encontra a bordo do satélite Landsat 5 cuja resolução espacial é de 30 metros. Os polígonos de desmatamentos utilizados foram limitados à área de estudo e adicionados as classes de vegetação para o cálculo das métricas da paisagem (Figura 2).

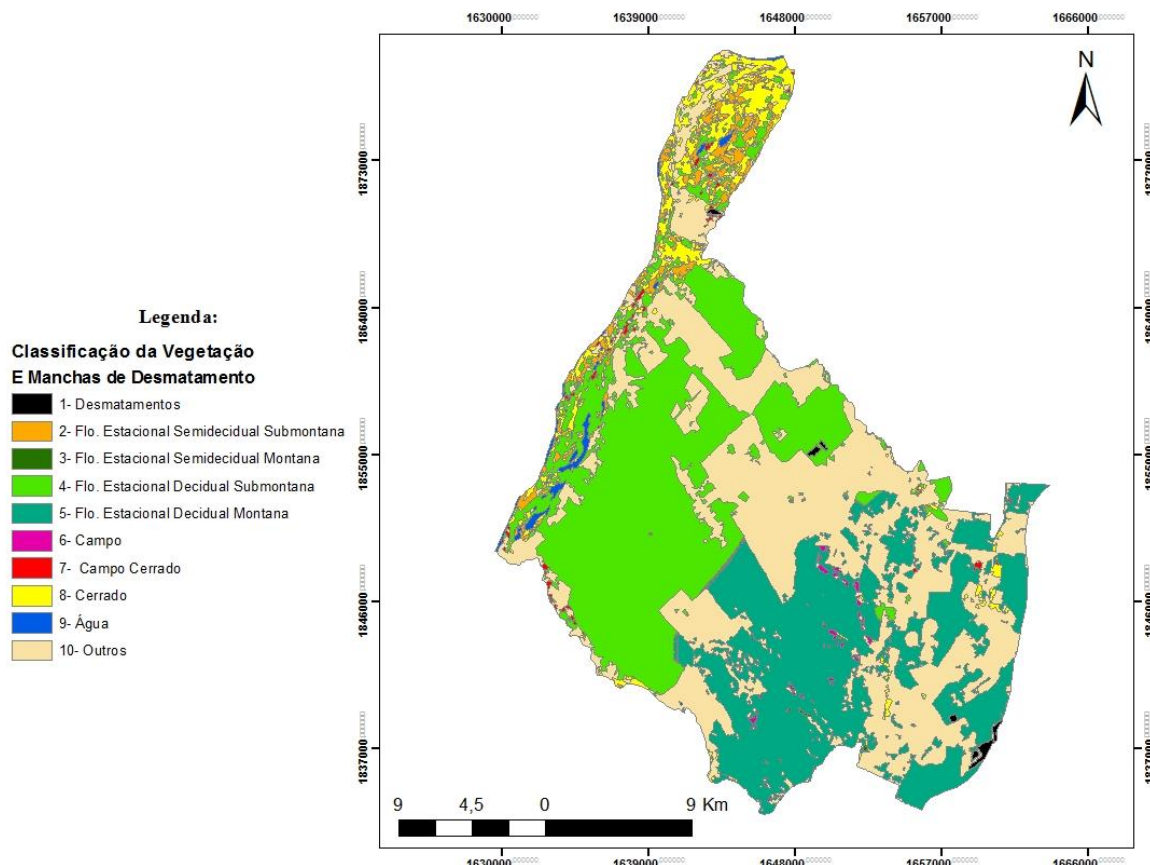


Figura 2. Classificação da cobertura do solo com os polígonos de desmatamento na APA Serra do Sabonetal.

Para análise da estrutura da paisagem foram gerados índices de ecologia da paisagem, Tabela 1, calculados por meio da utilização do software Fragstats 4.1 (McGarigal et al., 2012), que dispõe de uma enorme quantidade de métricas, onde para evitar a redundância na escolha das mesmas, deve-se determinar quais proporcionam informações relevantes e assim, ligá-las às características estruturais do ambiente entendendo a sua real função ecológica (Kelly et al., 2011).

Tabela 1. Índices de paisagem escolhidos para a análise da área.

Tipo	Fórmula	Intervalo (unidade)	Observação
Área da classe (CA)	$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10000} \right)$	CA > 0 (ha)	Medida de Composição da paisagem. Maiores valores de CA indicam domínio da matriz
Número de manchas (NP)	$NP = n_j$	NP ≥ 1 (adimensional)	Maior valor quantifica maior fragmentação da paisagem e menores valores, união ou extinção de fragmentos de mesma classe.
Índice de maior mancha (LPI)	$LPI = \frac{\max_{j=1}^n (a_{ij})}{A(100)}$	0 < LPI < 100 (%)	Maior valor favorece dispersores, polinizadores e dispersão de propágulos, abastecendo fragmentos menores.
Área média dos fragmentos (AREA_MN)	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10000} \right)}{n_i}$	AREA_MN > 0 (ha)	Indicativo do grau de fragmentação por função do número de fragmentos e da área total ocupada por determinada classe.

Índice de forma médio (SHAPE_MN)	$SHAPE = \frac{p_{ij}}{\min p_{ij}};$ $MN = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n_i}$	SHAPE_MN \geq 1 (adimensional)	Valor menor indica fragmento de forma simples, o que é benéfico para a conservação.
Distância média vizinho mais próximo (ENN_MN)	$ENN = h_{ij};$ $MN = \frac{\sum_{j=1}^n h_{ij}}{n_i}$	ENN_MN \geq 0 (m)	Valor menor favorece para a aglutinação dos fragmentos.

3. Resultados e Discussão

Através da análise dos resultados dos índices da paisagem (Tabela 3) e de acordo com as classes de cobertura do solo (Tabela 2), observou-se um predomínio de duas fisionomias: Floresta Estacional Decidual Montana (FEDM) e Submontana (FEDS), ocupando 39.745,16 ha ou 48,17% da área total, com 316 fragmentos. Em seguida aparece o Cerrado (CE) com 3.738,6 ha. A menor área é a de Floresta Estacional Semidecidual Montana (FESM), com 30,24 ha. Já a classe Outros (OT), apresenta o maior número de fragmentos, 254, e ocupa 26.061,66 ha da área, provavelmente explicado pela atividade agropecuária da região. A classe outros engloba não só as atividades agropecuárias, mas também, área urbanizada e solos expostos. A água (AG) ocupa uma pequena parte de 518,85 ha dividida em 59 regiões.

Tabela 2. Classes de cobertura do solo.

Classes	Classificação
DE	Desmatamentos
FESS	Floresta Estacional Semidecidual Submontana
FESM	Floresta Estacional Semidecidual Montana
FEDS	Floresta Estacional Decidual Submontana
FEDM	Floresta Estacional Decidual Montana
CA	Campo
CC	Campo Cerrado
CE	Cerrado
AG	Água
OT	Outros

Tabela 3. Valores dos índices de paisagem para as classes da classificação.

CLASSES	CA	NP	LPI	AREA_MN	SHAPE_MN	ENN_MN
DE	216,09	7	0,155	30,870	1,644	4057,493
FESS	1.767,24	122	0,230	14,486	1,757	312,571
FESM	30,24	6	0,015	5,040	1,542	1226,784
FEDS	21.832,11	203	22,136	107,547	1,542	160,091
FEDM	17.913,15	113	15,503	158,524	1,582	156,044
CA	224,55	37	0,026	6,069	1,623	226,070
CC	322,92	70	0,034	4,613	1,473	505,734
CE	3.738,60	206	1,770	18,149	1,690	233,696
AG	518,85	59	0,169	8,794	1,512	453,555
OT	26.061,66	254	26,755	102,605	1,503	190,396

Em relação aos valores do índice de porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento (LPI), a classe OT ocupa 26,75%, próximo a ela, a classe de FEDM ocupa 22,14%

um valor considerável em relação às outras classes de vegetação, o que proporciona um favorecimento a dispersores, polinizadores e a dispersão de propágulos abastecendo fragmentos menores (Souza, 2011). Assim, as análises de área permitem inferir que mesmo com a atividade agropecuária em grande parte da área, ainda há uma porção de vegetação nativa considerável.

O tamanho médio das manchas (AREA_MN) é considerado um bom indicativo do grau de fragmentação em função do número de fragmentos e da área total ocupada por vegetação natural (Souza, 2011). A Floresta Estacional Semidecidual Montana e o Campo Cerrado (CC) são as classes que apresentam maior grau de fragmentação, já que apresentam menores valores de tamanho médio das manchas (AREA_MN = 5,040 ha e AREA_MN = 4,613 ha, respectivamente). A análise desse índice demonstra a fragilidade da classe FESM, uma vez que existem poucas e pequenas manchas dessa classe de vegetação na área de estudo. As classes FEDS, FEDM e OT apresentaram os maiores valores de área média e, conseqüentemente, menor grau de fragmentação. A classe DE, referente as áreas desmatadas, apresentou um valor intermediário de área média, o que não deixa de ser preocupante, pois indica que a área média desmatada, no período de apenas um ano, é maior do que a área média dos fragmentos de várias fisionomias nativas da região.

O índice de forma (SHAPE_MN) mostrou valores baixos, o que remete a fragmentos de forma simples, o que diminui o efeito borda, considerando que McGarigal e Marks (1995) afirmaram que manchas com valores mais distantes de 1 são considerados irregulares. Resultados distintos foram encontrados por Souza (2011), que mostrou fragmentos de forma mais complexa para altos índices de forma. A Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS), apresentou o maior valor (SHAPE_MN = 1,757), sendo a classe com forma pouco mais complexa, mais irregular dentro da APA. Indício de um aumento da área mais sujeita ao efeito de borda, em função da sua maior interação com a matriz (Nascimento et al., 2006).

Ao analisar a distância média do vizinho mais próximo (ENN_MN), Almeida (2008) declara que distâncias de 60, 120, 200 e >200 m são classificadas como de baixo, médio, alto e muito alto isolamento, respectivamente. Dessa forma, a maioria das classes apresenta fragmentos com uma distância média superior a 200m, representando um grau de isolamento muito alto entre os fragmentos. Exceção é feita para as classes FEDS, FEDM e OT que apresentam alto grau de isolamento com uma distância média entre fragmentos de 150 a 200 m. Índices muito alto e alto de isolamento são um indicativo de fragmentação de todas as classes, menos a classe desmatamento onde valores elevados de isolamento indicam que os desmatamentos não estão concentrados em uma única região da área de estudo e sim dispersos por toda a região. No caso da Floresta Estacional Semidecidual Montana, ENN_MN = 1.226,78, o alto valor de distância é consequência de a classe apresentar baixo número de fragmentos (NP). Resultados também distintos aos encontrados por Souza (2011) que verificou valores de isolamento baixo para as classes de floresta estacional semidecidual e pastagem na APA Coqueiral.

Tabela 4. Valores dos índices de ecologia de paisagem para os polígonos de desmatamento.

Classe	CA	NP	LPI	AREA_MN	AREA_SD	SHAPE_MN	ENN_MN	ENN_SD
Desmatamento	216,09	7	0,155	30,87	34,1024	1,6441	4057,493	5752,758

Os 7 polígonos de desmatamento (DE) encontrados na área ocupam 216,09 ha (0,22%) da APA, Tabela 4. Em relação à distância do vizinho mais próximo, quanto maior for a distância entre manchas vizinhas e menor for a área dessas manchas, menor será o impacto do desmatamento no ecossistema (Reis, 2013). Essa classe apresentou alto valor de distância média do vizinho mais próximo e alto valor de desvio padrão dessa distância, 4057,49 e

5752,75 metros, respectivamente. Neste caso, os altos valores devem-se ao baixo número de fragmentos (NP), porém os fragmentos possuem área média de 30,87 ha, o que representa um impacto considerável para uma área de uso sustentável.

4. Conclusões

O mapa de classificação da vegetação junto aos índices de ecologia de paisagem permitiu caracterizar a estrutura da paisagem da Área de Proteção Ambiental Serra do Sabonetal, que ocorre um predomínio vegetal de Floresta Estacional Decidual. Os polígonos de desmatamento apresentaram uma área considerável para uma região de uso sustentável, o que provoca uma necessidade de criar uma política, juntamente com as autoridades municipais, de preservação dos remanescentes vegetacionais e diminuição dos desmatamentos.

A paisagem da APA apresentou certo grau de isolamento entre os fragmentos, o que afeta diretamente a qualidade de um fragmento de vegetação nativa, por influenciar a movimentação de organismos e a dispersão das espécies. Porém o formato dos fragmentos evita um aumento do efeito borda e como ainda há um percentual elevado de vegetação nativa, pode-se inferir que ainda há conservação da biodiversidade.

5. Agradecimentos

Os autores expressam seus sinceros agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

6. Referencias Bibliográficas

Almeida, C. G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná**. 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

Bethonico, M.B.M. Rio Pandeiros: Território e História de uma área de Proteção Ambiental no Norte de Minas Gerais. *Revista Acta Geográfica*. v.3, n.5, p. 23-38, 2009.

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. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 19 jul. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm>. Acesso em: 15 set. 2014.

Cemim, G.; Périco, E.; Rempel, C. Uso de sistemas de informação geográfica para análise da estrutura da paisagem do município de Arvorezinha, RS. IN: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*, 12, 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 2113-2120. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.21.06/doc/2113.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2014.

Ferreira, J. F.; Análise do grau de fragmentação da vegetação do cerrado em uma região inserida na bacia do rio grande. In: *CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DO CALDAS*, 12., 2014, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, 2014.

Coelho, I.G. D; Bastos, E.J.B. Classificação Climática: uma comparação entre critérios climáticos aplicados a área mineira da SUDENE. In: *Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 5, 1988, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1998.

Forman, R. T. T.; Godron, M. **Landscape ecology**. New York: J. Wiley, 1986. 619 p.

Kelly, M.; TUXEN, K. A.; STRALBERG, D. Mapping changes to vegetation pattern in a restoring wetland: Finding pattern metrics that are consistent across spatial scale and time. **Ecological Indicators**, v. 11, n. 2, p. 263-273, 2011.

Martensen, A. C.; Pimentel, R. G.; Metzger, J. P. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. **Biological Conservation**, Boston, v. 141, n. 9, p. 2184-2192, Sept. 2008.

McGarigal, K.; Cushman, S.; Ene, E. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. **University of Massachusetts**, Amherst, MA. URL <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>, 2012.

McGarigal, K.; Marks, B. J. Fragstats: spatial patterns analysis program for quantifying landscape structure. Portland: Pacific Northwest Research Station, 1995. 122p.

Menino, G.; Nunes, Y.; Santos, R.; Fernandes, G.; Fernandes, L. 2012. Environmental heterogeneity and natural regeneration in riparian vegetation of the Brazilian Semi-Arid region. *Edinburgh Journal of Botany*, 69, 29.

Metzger, J.P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 71: 445-463. 1999

Nascimento, M. C. et al. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da Bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do Satélite Ikonos II. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 389-398, 2006.

Périco, E.; Cemin, G.; Lima, D. F. B.; Rumpel, C. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagens para a seleção de áreas adequadas a testes. IN: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12, 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 2113-2120. Disponível em: <<http://bibdigital.sid.inpe.br/rep-ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.18.20.25>>. Acesso em: 17 set. 2014.

Reis, A. A.; Acerbi Jr, F. W.; Teixeira, M. D.; Diniz, J. M. F. S.; Resende, T. A. Análise das ocorrências de desmatamento na região norte de Minas Gerais. IN: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. Artigos, p. 7016-7023. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1041.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2014.

Simões, L. L. (Org.) Unidades de Conservação: conservando a vida, os bens os serviços ambientais. São Paulo, SP, 2008, 22 p. Disponível em: <http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/cartilha_ucs_versao_para_internet.pdf>. Acesso em: 17 set 2014.

Souza, C. G. **Caracterização ambiental e análise da estrutura da paisagem da área de proteção ambiental de coqueiral, Minas Gerais**. 2011. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Wang, X.; Hamann, A.; Cumming, S. G. Measuring boreal forest fragmentation after fire: Which configuration metrics are best? **Ecological Indicators**, v. 13, n. 1, p. 189-195, 2012.