

## NOTA CIENTÍFICA

Kmila Gomes da Silva<sup>1\*</sup>  
Jéferson Luiz Ferrari<sup>2</sup>  
Leônidas Leoni Belan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, MG, Brasil

<sup>2</sup> Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, Campus de Alegre, Alegre, ES, Brasil

**Autor Correspondente:**

\*E-mail: kmila@posgrad.ufla.br

### PALAVRAS-CHAVE

Métricas da paisagem  
Fragmentação florestal  
Legislação florestal

### KEYWORDS

Landscape metrics  
Forest fragmentation  
Forest legislation

# Adequação ambiental de uma microbacia hidrográfica com base no código florestal brasileiro

## *Environmental compliance of a microwatershed based on brazilian forest code*

**RESUMO:** Analisou-se o cenário de adequação ambiental das Áreas de Preservação Permanente (APP's) e Áreas de Uso Restrito (AUR's) da microbacia hidrográfica Córrego Recreio, Alegre, ES para subsidiar estratégias de conservação. O mapeamento do uso e cobertura do solo foi realizado via fotointerpretação na escala de 1:5.000 do ortofotomosaico para o ano de 2007. Foram delimitadas as APP's de cursos d'água, entorno de nascentes e as Áreas de Uso Restrito (AUR's) com declividade superior a 45° graus. Para o cálculo dos índices de ecologia da paisagem foi utilizada a extensão *Patch Analyst* no aplicativo computacional ArcGis® 10.1. Nessa microbacia, 29,90 ha apresenta conflito de uso do solo com as APP's e AUR's, sendo que 27,60 ha são áreas ocupadas por pastagens. As APP's e AUR's representam 54,82 ha da área total da microbacia. A adequação das propriedades rurais à legislação florestal resulta em agregação de área florestada e conexão entre os fragmentos.

**ABSTRACT:** Analyzed the environmental suitability scenario of Permanent Preservation Areas (PPA's) and Restricted Use Areas (RUA's) the Recreio Córrego microwatershed, Alegre, ES to support conservation strategies. The mapping of land use and land cover was performed via photo-interpretation on the scale of 1:5000 of ortofotomosaico for the year 2007. Were delimited's waterways PPA's, around springs and Restricted Use Areas (RUA's) with slope greater than 45 degrees. For the calculation of landscape ecology indices we used the Patch Analyst extension in computer application ArcGis® 10.1. In this microwatershed, 29.90 ha presents land use conflict with the PPA's and RUA's, and 27.60 ha are areas occupied by pastures. The APP's and AUR's representing 54.82 ha of the total area of the watershed. The adequacy of farms to forestry legislation results in aggregation of forested area and connection between the fragments.

## 1 Introdução

A ocupação e o uso desordenado do solo concomitante ao processo de expansão agrícola implicam na fragmentação dos remanescentes. Dessa forma, são formadas paisagens com pouca diversidade de hábitat, com fragmentos isolados e de dimensões reduzidas circundados por diferentes matrizes (Tabarelli et al., 2010). Nesses casos, para a restauração florestal a existência de corredores de vegetação possibilitam a comunicação e a dinâmica entre fragmentos de composição florística semelhante (Metzger, 2010). Logo, programas de manejo visando manter e/ou restaurar a biodiversidade em ambientes naturais modificados devem ser elaborados com base no tipo de paisagem, dos elementos de conectividade ecológica e da proximidade de remanescentes (Pardini et al., 2010).

Essas ações para aproximar e/ou reestabelecer a conectividade de fragmentos florestais podem ser realizadas via recomposição das áreas protegidas, como por exemplo, das Áreas de Preservação Permanente (APP's) e Áreas de Uso restrito (AUR's). Essas áreas além de cumprir serviços ambientais, por exemplo, proteção dos recursos hídricos, solos e biodiversidade, podem fazer a ligação entre os remanescentes florestais (Sparoveck et al., 2012). No entanto, essas propostas de restauração e conservação em paisagens fragmentadas podem ser impraticáveis em determinadas situações, por exemplo, em pequenas propriedades rurais constituídas por áreas consolidadas de uso agropecuário para subsistência familiar. Nessas situações, a combinação de métricas da paisagem e técnicas de Sistema de Informações Geográficas (SIG's) contribuem para o diagnóstico do problema, estimar influências futuras e propor alterações necessárias para manter o equilíbrio natural (Perico & Cemin, 2006).

Além disso, pesquisas sobre ecologia da paisagem têm contribuído para o conhecimento da distribuição espacial de fragmentos florestais. São exemplos os estudos desenvolvidos por Vidolin et al. (2011) no Paraná e Pirovani et al. (2014) sobre um trecho da bacia do rio Itapemirim - Espírito Santo. Porém análises em áreas próximas às Unidades de Conservação ainda são limitadas, inviabilizando elaborar políticas públicas e planos de manejo voltadas a melhoria da qualidade ambiental dos fragmentos florestais nessas áreas (Souza et al., 2014). Como exemplo dessa situação cita-se a microbacia do Córrego Recreio que pertence a Zona de amortecimento do Parque Estadual "Cachoeira da Fumaça" (Alegre - ES), pois carece de informações sobre o cenário ambiental e legal. Nesse caso, o cumprimento da legislação ampliaria a conectividade entre os fragmentos isolados. Logo, o objetivo desse estudo foi mapear as APP's e AUR'S para identificar os usos do solo conflitantes no cenário atual da microbacia hidrográfica Córrego Recreio, e compará-lo com o cenário de cumprimento da legislação florestal brasileira.

## 2 Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido utilizando-se como referência a microbacia hidrográfica do córrego Recreio, localizada no município de Alegre, Estado do Espírito Santo, Brasil, (41° 37' e 41° 35' longitude Oeste e 20° 35' e 20° 37' latitude Sul), no período de setembro de 2011 a agosto de 2012. Esta microbacia ocupa uma área de 513,28 ha, próxima à unidade

de conservação do Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça (Figura 1).

O relevo da região é caracterizado como acidentado, e a classe de solo que predomina é Latossolo vermelho amarelo (Embrapa, 1999). A vegetação é composta por fragmentos de floresta estacional semidecidual e a superfície da microbacia é dividida em pequenas propriedades rurais com atividade agropecuária, contendo nascentes e corpos d'água (córregos, riachos e rios).

Para o mapeamento e classificação do uso e cobertura do solo foi realizada a fotointerpretação via tela das feições do uso do solo na escala de 1:5.000. Foram utilizadas aerofotos da microbacia (escala original de 1:35.000) referentes ao ano de 2007, pertencentes ao ortofotomosaico do Estado do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (Geobases). Os princípios para a definição e padronização das classes de uso e cobertura do solo foram baseados no Manual Técnico de Uso do Solo (IBGE, 2006).

Para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP's) foram consideradas as categorias ao longo de cursos d'água e entorno de nascentes, de acordo com o Código Florestal (Lei 12.651 de 25 de maio de 2012). Para as Áreas de Uso Restrito (AUR's) foi considerada encostas com declividade superior a 45°.

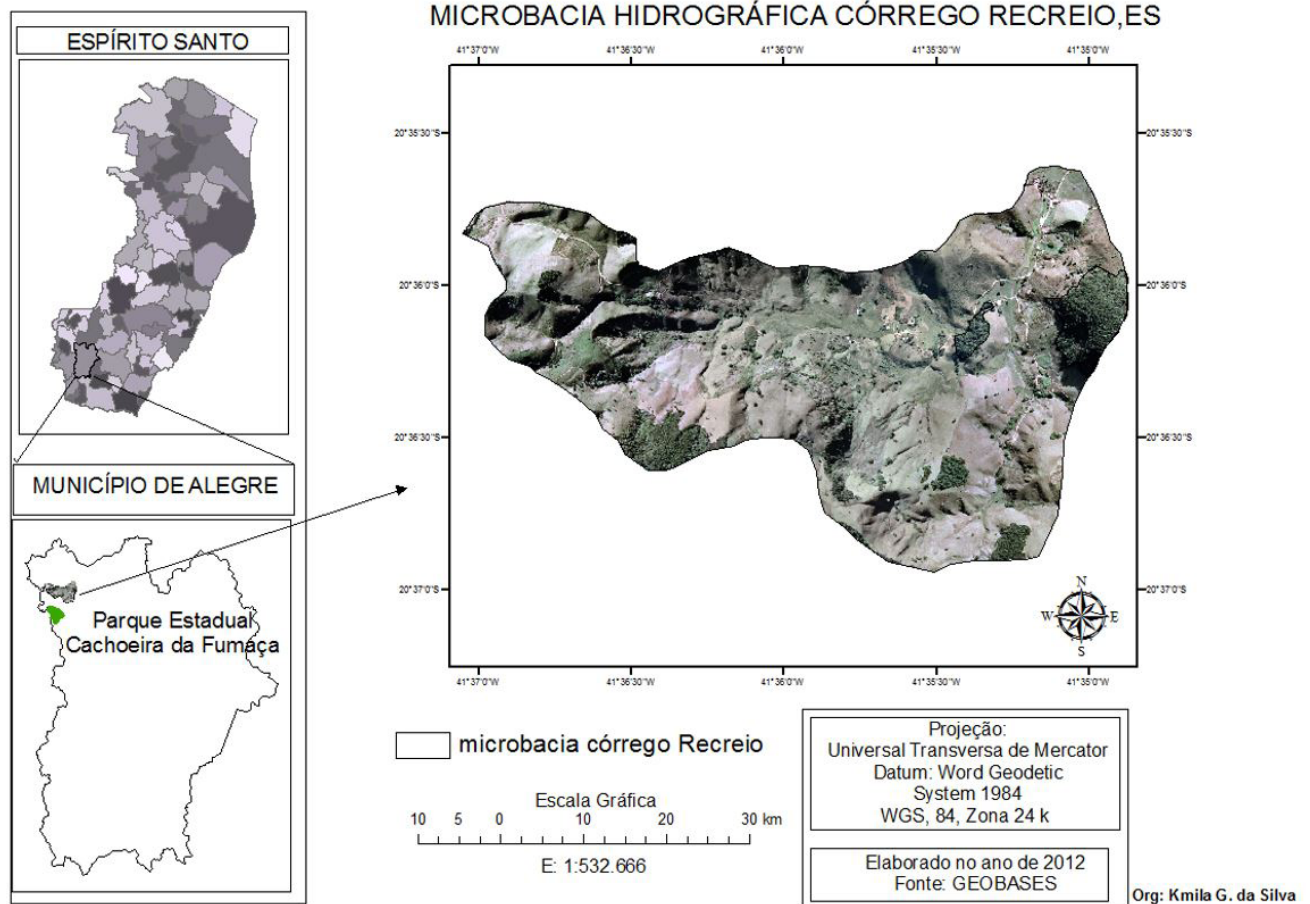
Foi confeccionado o Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC) para delimitação da AUR's, com base nas curvas de nível (escala original de 1:35.000 e equidistância vertical de 20 m) do Geobases. O mapeamento dos cursos d'água e das nascentes foram obtidos a partir de mapas de hidrografia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em adição às informações obtidas em visitas ao local. Posteriormente, foram gerados os mapas das APP's ao longo dos cursos d'água e das nascentes por meio da aplicação de um "buffer" (faixa de proteção) de 30 m a partir das margens de cursos d'água com largura menor que 10 m, e 50 m de raio entorno das nascentes.

Para caracterização do cenário de cumprimento da legislação (Lei 12.651 de 25 de maio de 2012), foram calculadas as métricas da paisagem utilizando-se a extensão "Patch Analyst" do aplicativo computacional ArcGis® 10.1 (Esri, 2010). As métricas de área, forma, densidade, borda e proximidade foram calculadas para os fragmentos florestais, APP's e AUR's utilizando a versão para dados vetoriais (Patch), simulando os valores dos índices ecológicos no contexto da recomposição das APP's e AUR's. O mapa das áreas conflitantes foi obtido a partir da sobreposição dos mapas de uso e cobertura do solo e das APP's e AUR's.

## 3 Resultados e Discussão

No cenário do ano de 2007, a microbacia apresentava 64,50 ha de remanescentes florestais, ou 12,57% da área de estudo (Figura 2A). Com relação as APP's e AUR's, ocupavam 10,68% da área, sendo 8,85% de APP's de cursos d'água (Figura 2B).

Dos 64,50 ha de remanescentes florestais da microbacia, 58,97 ha estavam localizados fora das áreas de preservação (Figura 2C) e 5,53 ha eram fragmentos florestais presentes nas áreas protegidas (Tabela 1). Dessas, as APP's de cursos d'água apresentavam maior grau de proteção, perfazendo



**Figura 1.** Localização da microbacia hidrográfica do Córrego Recreio, município de Alegre, Estado do Espírito Santo.

**Figure 1.** Location of the Recreio Córrego microwatershed, of city of Alegre, State of the Espírito Santo.

6,84% (4,41 ha) da cobertura vegetal na microbacia (Tabela 1). As APP's de nascentes não apresentavam vegetação no entorno.

Foram identificados 29,90 ha de áreas de exploração agrícola em APP's e AUR's (Tabela 1). As principais atividades agropecuárias foram a pecuária (pastagens), cafeicultura e culturas anuais (área agrícola). Áreas com pastagens ocupavam 27,60 ha das APP's e AUR's, ocorrendo principalmente nas APP's de cursos d'água (20,82 ha) (Tabela 1). Várzeas correspondem a segunda maior ocupação das áreas de proteção (34,35%), no entanto, não são destinadas ao uso agropecuário por se tratar de áreas inundadas. O processo de desmatamento na área de estudo foi relacionado à necessidade do uso do solo para atividade agropecuária. O agricultor de base familiar, predominante na microbacia, retirou a vegetação nativa das áreas com relevo não acidentado para o plantio, mantendo apenas faixas de vegetação nativa em áreas de acesso limitado e/ou inviáveis para o cultivo. Por isso, é comum em pequenas propriedades a prática agrícola de subsistência em APP's, violando a legislação florestal (Soares et al., 2011).

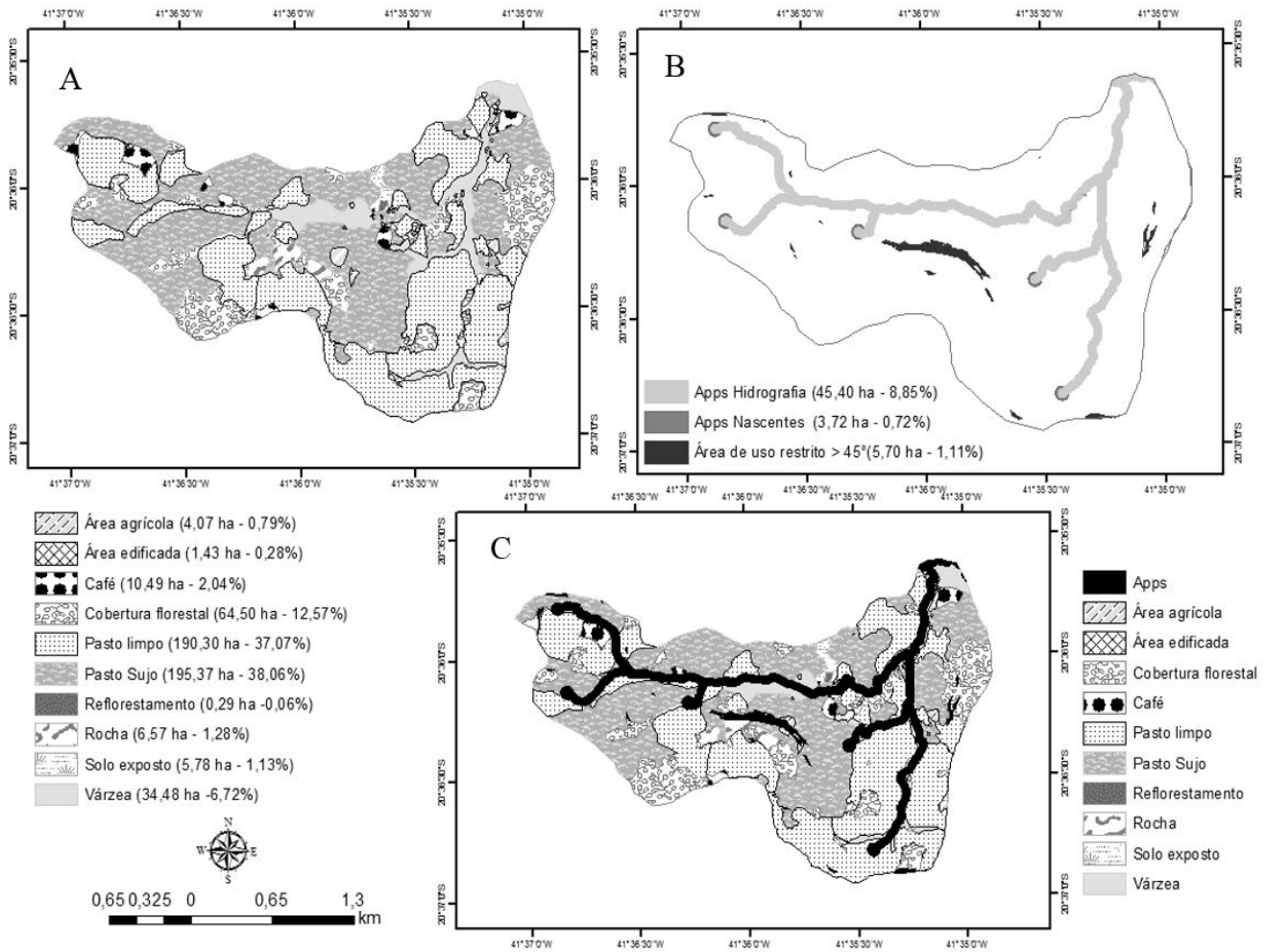
A adequação ambiental das propriedades rurais da microbacia à Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 proporcionaria aumento de 5,82% na cobertura florestal, em relação ao cenário do ano de 2007. Seria necessária a regeneração florestal de 29,90 ha

da microbacia, distribuídos entre APP's e AUR's (Tabela 1). Nesse caso, além do aumento de área, seria maior o número de fragmentos florestais, que passariam de 35 para 38 fragmentos (Tabela 2). Junto ao incremento de área, geralmente ocorre à redução no número de remanescentes florestais, conforme relatado por Zanella et al. (2012) devido à fusão de fragmentos. No entanto, o mesmo não foi observado nesse estudo, devido à distância entre os remanescentes pré-existentes na região.

Como consequência do aumento de área, o tamanho médio dos fragmentos (MPS) apresentaria acréscimo de 2,96 ha (Tabela 2). Porém, o coeficiente de variação do tamanho da mancha (PSCoV = 246,74%) demonstrou variabilidade quanto ao desvio nos valores de área dos fragmentos florestais (Tabela 2). Isso significa que, deverá permanecer a heterogeneidade quanto ao tamanho dos fragmentos florestais. A dimensão dos remanescentes florestais pode interferir tanto na riqueza quanto na manutenção de espécies na região. Tal fato pode ser explicado devido à perda de hábitat advindas do efeito de borda, ou seja, o interior do fragmento fica mais próximo à influências externas da matriz.

Com relação à densidade de borda (ED) e índice de forma (MSI), verificou-se aumento de ambos (143,09 m ha<sup>-1</sup> e 4,74 respectivamente) após o cenário de recomposição da cobertura





**Figura 2.** Classes de uso e ocupação do solo (A), Áreas de Preservação Permanente (APP's) e Áreas de Uso Restrito (AUR's) (B), e sobreposição das APP's e AUR's com uso e ocupação do solo (C) na microbacia hidrográfica do córrego Recreio, Alegre, ES - Brasil.

**Figure 2.** Land use and occupancy classes (A), permanent preservation areas (PPA's) and restricted use areas (RUA's), and RUA's with land use and occupancy (C) in Recreio Córrego microwatershed, of city of Alegre, State of the Espírito Santo - Brazil.

**Tabela 1.** Classes de uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente (APP's) e área de uso restrito (AUR's) na microbacia hidrográfica do córrego Recreio, Alegre, ES – Brasil, e seus respectivos percentuais de ocupação.

**Table 1.** Land use and occupancy classes inside permanent preservation areas (PPA's) and restricted use areas (RUA's) in Recreio Córrego microwatershed, Alegre, ES - Brazil, and their respective percentages of occupation.

Classes de uso e ocupação do solo	Categoria de APP's e AUR's				% em relação ao total das APP's e AUR's
	APP1 (ha)	APP2 (ha)	AUR's (ha)	Total (ha)	
Área agrícola	-----	-----	0,76	0,76	1,39
Cafezal	-----	0,68	-----	0,68	1,24
Fragmentos florestais	-----	4,41	1,12	5,53	10,09
Pasto sujo	2,51	10,48	2,88	15,87	28,95
Pasto limpo	1,12	10,34	0,27	11,73	21,40
Rocha	-----	-----	0,67	0,67	1,22
Solo exposto	-----	0,86	-----	0,86	1,57
Várzea	0,09	18,63	-----	18,72	34,15
Total	3,72	45,40	5,70	54,82	100

APP1: ao redor de nascentes; APP2: margens de cursos d'água; AUR's: Declividade >45°.

**Tabela 2.** Valores das métricas para os fragmentos florestais, as Áreas de Preservação Permanentes (APP's) e Áreas de Uso Restrito (AUR's) na microbacia do córrego Recreio, Alegre, ES - Brasil.

**Table 2.** Values of the metrics for the forest fragments, the Permanent Preservation Areas (PPA's) and Restricted Use Areas (RUA's) in Recreio Córrego microwatershed, Alegre, ES - Brazil.

Grupo	Índices	Unidade	Fragmentos	Paisagem Analisada
				Fragmentos + APP's + AUR'S
Área	CA	ha	64,50	118,27
Densidade e tamanho	MPS	ha	1,84	4,80
	NUMP	Adimensional	35	38
Borda	PSCoV	Porcentagem	198,22	246,74
	ED	m/ha	283,89	381,98
Forma	MSI	Adimensional	1,39	6,13
	MPFD	Adimensional	1,37	2,94
Proximidade	MNN	Metros (m)	42	113

CA (Área de todas as manchas); MPS (Tamanho médio da mancha); NumP (Número de manchas); PSCoV (Coeficiente de variação do tamanho da mancha); ED (Densidade de borda); MSI (Índice de forma médio); AWMSI (Índice de forma de área média ponderada); MPFD (Dimensão fractal da mancha média); MNN (Distância média do vizinho mais próximo).

florestal (Tabela 2). Para avaliação desse último índice é adotado o padrão circular, assim quanto mais irregular for o formato do fragmento maior será o índice de forma. Com a restauração das APP's de cursos d'água é comum o aumento do MSI devido o formato alongado dos fragmentos florestais, com isso a razão interior/margem é reduzida e a densidade de borda aumenta. Segundo Cabacinha et al. (2010) a alta relação interior/margem não significa que os formatos dos fragmentos interfira nas relações ecológicas, mas sugere que o índice de forma seja analisado em conjunto com outras métricas.

A distância média de um fragmento florestal a outro aumentou no cenário de recomposição das APP's e AUR's. Isso ocorreu em função da união de fragmentos que antes da recomposição estavam próximos e após a introdução da vegetação formaram uma única mancha, porém mais distante de outros fragmentos vizinhos. O grau de proximidade dos fragmentos florestais na paisagem pode influenciar em diversos processos ecológicos e dentre esses, destacam o padrão de dispersão de sementes e o potencial de regeneração de florestas (Jesus et al., 2012).

## 4 Conclusões

Foi possível identificar as APP's e AUR'S na microbacia hidrográfica do Córrego Recreio e mapear as áreas de uso do solo em descumprimento da legislação florestal. No cenário do ano de 2007, a microbacia era composta por remanescentes florestais dispersos e imersos em uma matriz formada por pastagens que ocupavam mais de 50% das áreas destinadas as APP's e AUR's. A adequação das propriedades rurais à legislação florestal resulta em agregação de área florestada e conexão entre os fragmentos formando corredores de matas nos limites da Unidade de Conservação. A partir disso, foi possível realizar propostas que viabilizem a adequação da microbacia ao código florestal brasileiro.

## Referências

BRASIL. Presidência da República. *Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2012, 28 jan.2012.

CABACINHA, C. D.; CASTRO, S. S.; GONÇALVES, D. A. Análise da estrutura da paisagem da alta bacia do Rio Araguaia na savana brasileira. *Floresta*, v. 40, p.675-690, 2010. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v40i4.20318>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação. 1999. 412p.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). *ArcGIS Desktop*: Release 10.1. Redlands, CA: ESRI, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRÁFICO E ESTATÍSTICO (IBGE). *Manual técnico de uso da terra*. Rio de Janeiro: IBGE. 2006. 91 p.

JESUS, F.M.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T.; FRANCO, G. A. D.C.; METZGER, J. P. The importance of landscape structure for seed dispersal in rain forest fragments. *Journal of Vegetation Science*, v. 23, p. 1126-1136, 2012. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1654-1103.2012.01418.x>.

METZGER, J. P. Does the forest code has a scientific base? *Natureza & Conservação*, v.8, n.1, p.92-99, 2010.

PARDINI, R.; BUENO, A. A.; GARDNER, T. A.; PRADO, P. I.; METZGER, J. P. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. *PLoS One*, n.5, p.1-10, 2010. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0013666>.

PÉRICO, E.; CEMIN, G. Caracterização da paisagem do município de Arvorezinha, RS, com ênfase na dinâmica dos fragmentos florestais, por meio de sistemas de informações geográfica (SIGs). *Scientia Florestalis*, n. 70, p. 9-21, 2006.

PIROVANI, D. B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R.; CECÍLIO, R. A.; GLERIANI, J. M.; MARTINS, S. V. Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. *Revista Árvore*, v. 38, p. 271-281, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000200007>.

SOARES, V. P.; MOREIRA, A. A.; RIBEIRO, C. A. A. S.; GLERIANI, J. M. Mapeamento das áreas de preservação permanente e dos fragmentos florestais naturais com subsídio à averbação reserva legal em imóveis rurais. *Cerne*, v. 17, p. 555-561, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602011000400015>.

SOUZA, C. G.; ZANELLA, L.; BOREM, R. A. T.; CARVALHO, L. M. T.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L. Análise da fragmentação florestal da Área de Proteção Ambiental Coqueiral, Coqueiral MG. *Ciência Florestal*, v. 24, p. 631-644, 2014. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509815743>.

SPAROVEK, G.; BERNDDES, G.; BARRETTO, A. G. O. P.; KLUG, I. L. F. The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? *Environmental Science & Policy*, v. 16, p. 65-72, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2011.10.008>.

TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C. ; METZGER, J. P. ; PERES, C. A. Prospects for biodiversity conservation in the

Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. *Biological Conservation*, v. 143, p. 2328-2340, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.005>.

VIDOLIN, G.P.; BIONDI, D.; WANDEMBRUCK, A. Análise da estrutura da paisagem de um remanescente de floresta com araucária, Paraná, Brasil. *Revista Árvore*, v. 35, n.3, p.515 – 525, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000300014>.

ZANELLA, L.; BORÉM, R. A. T. ; SOUZA, C. G. ; ALVES, H. M. R. ; BORÉM, F. M. Atlantic Forest Fragmentation Analysis and Landscape Restoration Management Scenarios. *Natureza & Conservação*, v. 10, p. 57-63, 2012. <http://dx.doi.org/10.4322/natcon.2012.010>.

---

**Contribuição dos autores:** Kmila Gomes da Silva realizou as análises e interpretação dos dados e a redação científica; Jéferson Luiz Ferrari contribuiu com a orientação do estudo, interpretação dos dados e a revisão da redação; Leônidas Leoni Belan contribuiu com a interpretação dos dados e revisão do artigo.

**Agradecimentos:** Ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) por disponibilizarem ortofotos do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (Geobases).

**Fonte de financiamento:** Não houve fonte de financiamento.

**Conflito de interesse:** Os autores declaram não haver conflito de interesse.