

Kmila Gomes da Silva<sup>1</sup>, Alexandre Rosa dos Santos<sup>2</sup>, Aderbal Gomes da Silva<sup>3</sup>, João Batista Esteves Peluzio<sup>4</sup>, Nilton César Fiedler<sup>3</sup>, Sidney Sára Zanetti<sup>3</sup>

## ANÁLISE DA DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ALEGRE, ES

**RESUMO:** O conhecimento sobre o histórico da fragmentação florestal em bacias hidrográficas auxilia no planejamento e na aplicação de práticas pautadas na restauração de áreas florestais devastadas. A análise estrutural dos fragmentos florestais da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, ES, baseou-se no uso de métricas da paisagem, por meio do aplicativo computacional ArcGis 10.0 e a extensão *Patch Analyst*, considerando uma evolução durante os anos de 1975, 2002 e 2007. As análises mostraram um aumento de, aproximadamente, 7% na área total da cobertura florestal, acompanhado do surgimento de 645 novos fragmentos florestais. O número de fragmentos foi elevado e a área de contribuição pequena, o que implicou na alta relação de borda/área. A predominância de fragmentos de forma geométrica simples ocorreu entre os menores fragmentos (< 1 ha). Os maiores fragmentos (> 20 ha) mostraram-se próximos, apresentando tendência de redução nos valores da métrica de proximidade. A partir dos resultados, infere-se que, apesar do aumento da área vegetada, a qualidade ambiental dos remanescentes florestais encontra-se altamente comprometida.

## ANALYSIS OF SPACE-TIME DYNAMICS OF FOREST FRAGMENTS IN THE ALEGRE RIVER SUBWATERSHED, BRAZIL

**ABSTRACT:** Knowing the history of forest fragmentation in watersheds helps plan and implement practices based on restoration of degraded forest areas. Structural analysis of forest fragments in the Alegre River subwatershed, State of Espírito Santo, was based on landscape metrics using ArcGIS 10 software with Patch Analyst extension, regarding changes during 1975, 2002, and 2007. Analysis showed an increase of about 7% in the total area of forest cover and emergence of 645 new forest fragments. Numerous patches and a small drainage area resulted in a high perimeter-to-area ratio. Simple geometric shapes predominated in smaller patches (< 1 ha). Larger patches (> 20 ha) were close to each other, with a tendency to decrease proximity metric values. The results show that despite increase in vegetated area, the environmental quality of forest remnants is highly jeopardized.

### Palavras chave:

Remanescentes florestais  
Evolução espacial e temporal  
Métricas da paisagem  
Sistemas de Informações Geográficas

### Histórico:

Recebido 20/06/2012  
Aceito 02/02/2015

### Keywords:

Forest remnants  
Spatial and temporal evolution  
Landscape metrics  
Geographic Information Systems

### Correspondência:

kmila22@yahoo.com.br

<sup>1</sup> Universidade Federal de Lavras - Lavras, Minas Gerais, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo - Alegre, Espírito Santo, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Federal do Espírito Santo - Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, Brasil

<sup>4</sup> Instituto Federal do Espírito Santo - Alegre, Espírito Santo, Brasil

### DOI:

10.1590/01047760201521021562

## INTRODUÇÃO

Com o histórico de uso e ocupação do solo, a Mata Atlântica tem apresentado, desde 2008, menos de 8% de sua cobertura original no cenário nacional, associados a um diagnóstico que não evidencia sinais de inversão na curva de degradação há anos (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE, 2011). Esse cenário nada mais é que o reflexo da ausência de um planejamento adequado para a implantação de áreas agrícolas, estradas e a expansão de centros urbanos. Tal desenvolvimento tem ocasionado acentuadas modificações na paisagem natural e atingido áreas de grande sensibilidade ambiental.

As áreas de florestas nativas situadas na sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, ES, inclusas no bioma Mata Atlântica, foram desmatadas para dar lugar à cultura do café e à pastagens (NASCIMENTO et al., 2006). Esse cenário, demonstra a fragilidade do ecossistema no contexto de bacias hidrográficas, despertando preocupações e demonstrando a necessidade de estudos relacionados à manutenção da sustentabilidade nos remanescentes florestais.

Estudos na área da Ecologia da Paisagem, principalmente aqueles realizados com o intuito de embasar projetos de reabilitação das funções dos ecossistemas antropizados, utilizam análises de variação temporal e espacial. Segundo Cabacinha et al. (2010), trata-se de uma área do conhecimento que estuda as alterações que ocorrem na paisagem de determinado local, procurando estabelecer o resgate da evolução histórica da fragmentação. Os resultados obtidos nesses estudos são indispensáveis às práticas relacionadas à reestruturação da vegetação original devastada, pois direcionam o processo de recomposição dos fragmentos florestais.

A partir dos resultados obtidos com a aplicação da geotecnologia, é possível recomendar um manejo de preservação de áreas florestais. Por meio de levantamentos de imagens espaciais e aerofotos, a identificação da evolução do desmatamento, o uso e ocupação do solo em áreas de preservação e o reconhecimento de remanescente com potencial para conservação são mais rápidos e precisos. Nesse contexto, são necessários estudos pautados na avaliação estrutural dos remanescentes florestais da região, para direcionar o manejo florestal adequado para a situação local.

Nesse contexto, o estudo foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar a evolução espacial e temporal das estruturas dos fragmentos florestais da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, localizada no município de

Alegre, ES, utilizando as métricas da Ecologia da Paisagem aplicadas aos anos de 1975, 2002 e 2007.

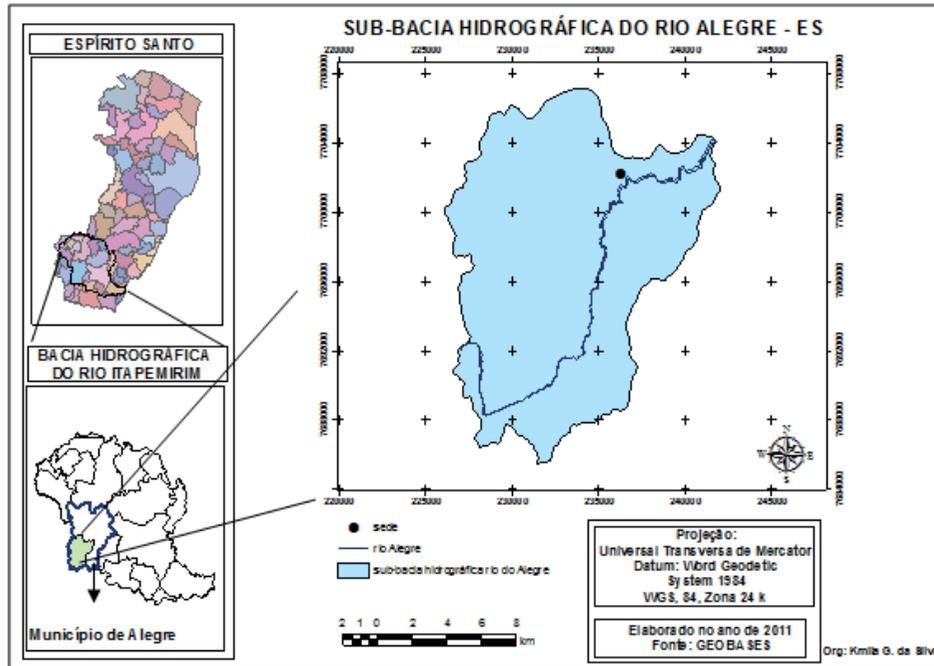
## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

A sub-bacia hidrográfica do rio Alegre está situada no município de Alegre, extremo Sul do estado do Espírito Santo, entre as latitudes 20° 46' e 20° 55' S e longitudes 41° 28' e 41° 37' W, com área de, aproximadamente, 206,85 km<sup>2</sup>. O principal curso d'água é o rio Alegre, afluente do rio Itapemirim (Figura 1).

O município de Alegre situa-se no território do Caparaó, com relevo basicamente acidentado intercalado por reduzidas áreas planas (BRASIL, 2010). A altitude varia entre 100 a 1.326 m, chegando a 250 m na sede (INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - INCAPER, 2011). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região se enquadra no tipo Cwa, caracterizado pelo inverno seco e verão chuvoso. A precipitação anual média é de 1.200 mm e a temperatura média anual é de 23°C, com máximas diárias de 29°C e mínimas de 20°C (ESPÍRITO SANTO, 1994). A região está inserida no bioma Mata Atlântica e a vegetação natural é composta por floresta estacional semidecidual (VELOSO et al., 1991) e sob solos caracterizados, principalmente, por Latossolos Vermelho-Amarelos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1999).

O mapeamento dos remanescentes florestais foi realizado por base em aerofotos (Junho de 1975) digitalizadas na resolução de 600 dpi, na escala 1:60.000 disponibilizadas pelo Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF); aerofotos (julho/setembro de 2007) com resolução espacial de 1 m, na escala 1:35.000, cedidas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA). As aerofotos utilizadas (1975 e 2007) foram adquiridas pelo governo do estado do Espírito Santo, para fins de planejamento e gestão de recursos naturais, além de subsidiar estudos científicos. Imagem de satélite IKONOS II (dezembro de 2002) na escala 1:2.500 com resolução espacial de 4 m, disponibilizada pelo Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e cartas do IBGE, folhas: SF-24-V-A-V-1, SF-24-V-A-IV-2, SF-24-V-A-V-3 e SF-24-V-A-IV-4 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 1977) na escala de 1:50.000, contendo as áreas urbanas, estradas, hidrografia e curvas de nível.



**FIGURA 1** Localização geográfica da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, em Alegre, ES.

**FIGURE 1** Geographical location of the Alegre River subwatershed, Alegre, State of Espírito Santo.

A elaboração da base de dados (mosaicagem e georreferenciamento) e o mapeamento da classe dos fragmentos florestais, foram realizados no aplicativo computacional ArcGis versão 10.0. Para o georreferenciamento dos mosaicos da aerofoto do ano de 1975, foram utilizados pontos de controle da aerofoto de 2007. A digitalização via tela das feições (fragmentos florestais) foi realizada na escala de 1:2000, por meio do processo de fotointerpretação. Considerou-se como fragmento florestal toda estrutura vegetal florestal com feições de textura rugosa e tamanho, a partir de 0,1 ha.

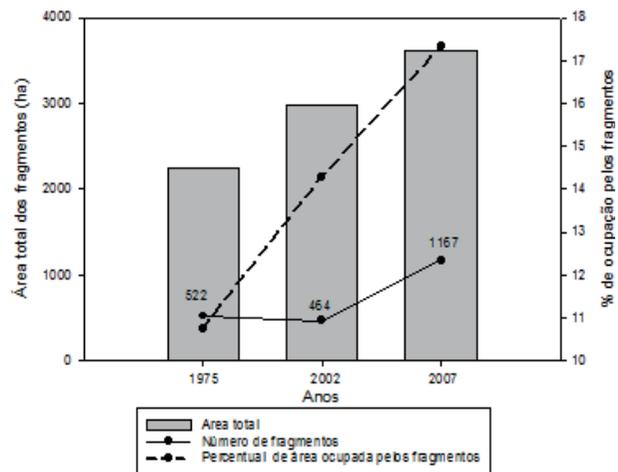
A caracterização e a quantificação estrutural da paisagem florestal foi realizada na extensão *Patch Analyst* versão 4.0 (analisador de manchas). As métricas ou índices foram calculados utilizando-se a versão para dados vetoriais.

No intuito de analisar a evolução temporal entre os anos de 1975, 2002 e 2007, nos aspectos relacionados ao tamanho dos fragmentos florestais, número, formato e proximidade entre eles, foram utilizados os índices: tamanho e densidade dos fragmentos florestais, forma, borda e proximidade. Foram definidas as seguintes classes de tamanho, em hectare: 0 a 1; 1 a 5; 5 a 10; 10 a 15; 15 a 20 e > 20.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evolução histórica da paisagem florestal indicou um aumento no número de fragmentos florestais

de 522 para 1.167, acompanhado de um acréscimo em área, passando de 2.240,88 ha para 3.609,63 ha. Isso evidenciou que, em termos de representatividade na sub-bacia, os fragmentos florestais obtiveram um aumento de 7%, ao longo do período de 1975 a 2007 (Figura 2).



**FIGURA 2** Área total (ha), número e percentual (%) de área ocupada pelos fragmentos florestais da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, ES entre os anos de 1975, 2002 e 2007.

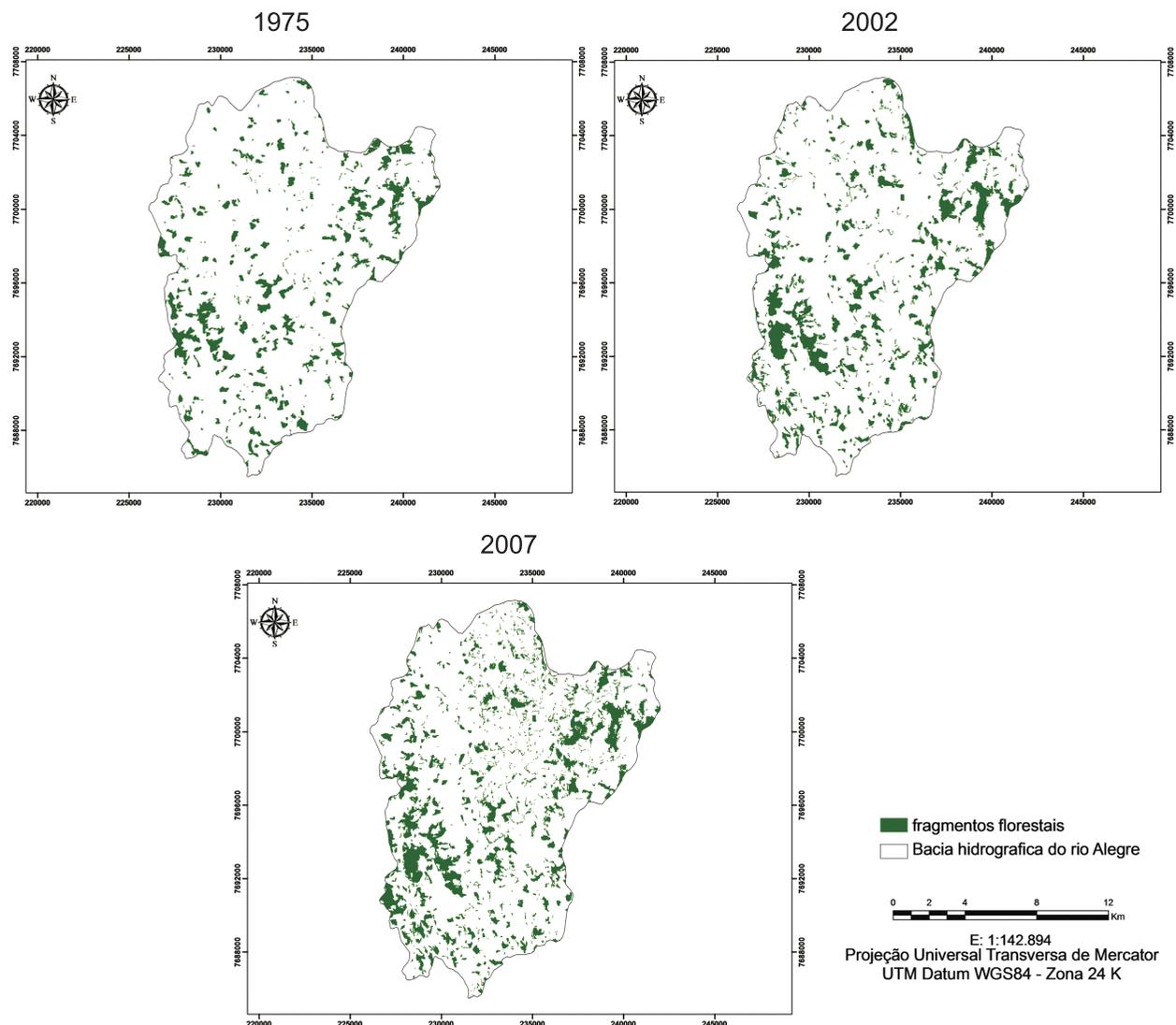
**FIGURE 2** Total area (ha), number and rate (%) of area occupied by forest fragments in the Alegre River subwatershed, State of Espírito Santo, during 1975, 2002, and 2007.

Esse fato pode estar associado à restrição imposta pela legislação ambiental e ao abandono de áreas de pastagens e lavouras, ao longo da sub-bacia. Isso pode ter possibilitado a regeneração da vegetação e a caracterização da cobertura florestal em diferentes estágios sucessionais. No entanto, vestígios históricos da extração da vegetação nativa para a implantação de pastagens e cafeicultura, ainda interferem na capacidade total de recomposição natural da vegetação (PAIVA et al., 2010).

Por ser tratar de uma matriz altamente antropizada, geralmente, os fragmentos florestais de maior significância, em termos de área, encontram-se localizados, principalmente, em topos de morro ou próximos a rios. Eles são circundados por pequenas

propriedades rurais e núcleos urbanos (BENEDETTI, 2010), o que foi o caso de três fragmentos significativos, em termos de área, para a referida sub-bacia.

A distribuição dos fragmentos florestais dentro da área de estudo tornou-se mais heterogênea ao longo dos anos (1975, 2002 e 2007). Esse fato ficou mais evidente em 2007, quando se observou a concentração de pequenos remanescentes mais ao norte da sub-bacia, enquanto os maiores se aglomeraram ao sudoeste. O maior fragmento florestal mapeado, em 2007, apresentava área estimada de 246 ha. De 1975 a 2002, o mesmo fragmento passou de 97 ha para 252 ha. O acréscimo de 155 ha, em 12 anos, foi, provavelmente, em decorrência da ligação de fragmentos vizinhos, proporcionada pelo processo de regeneração (Figura 3).

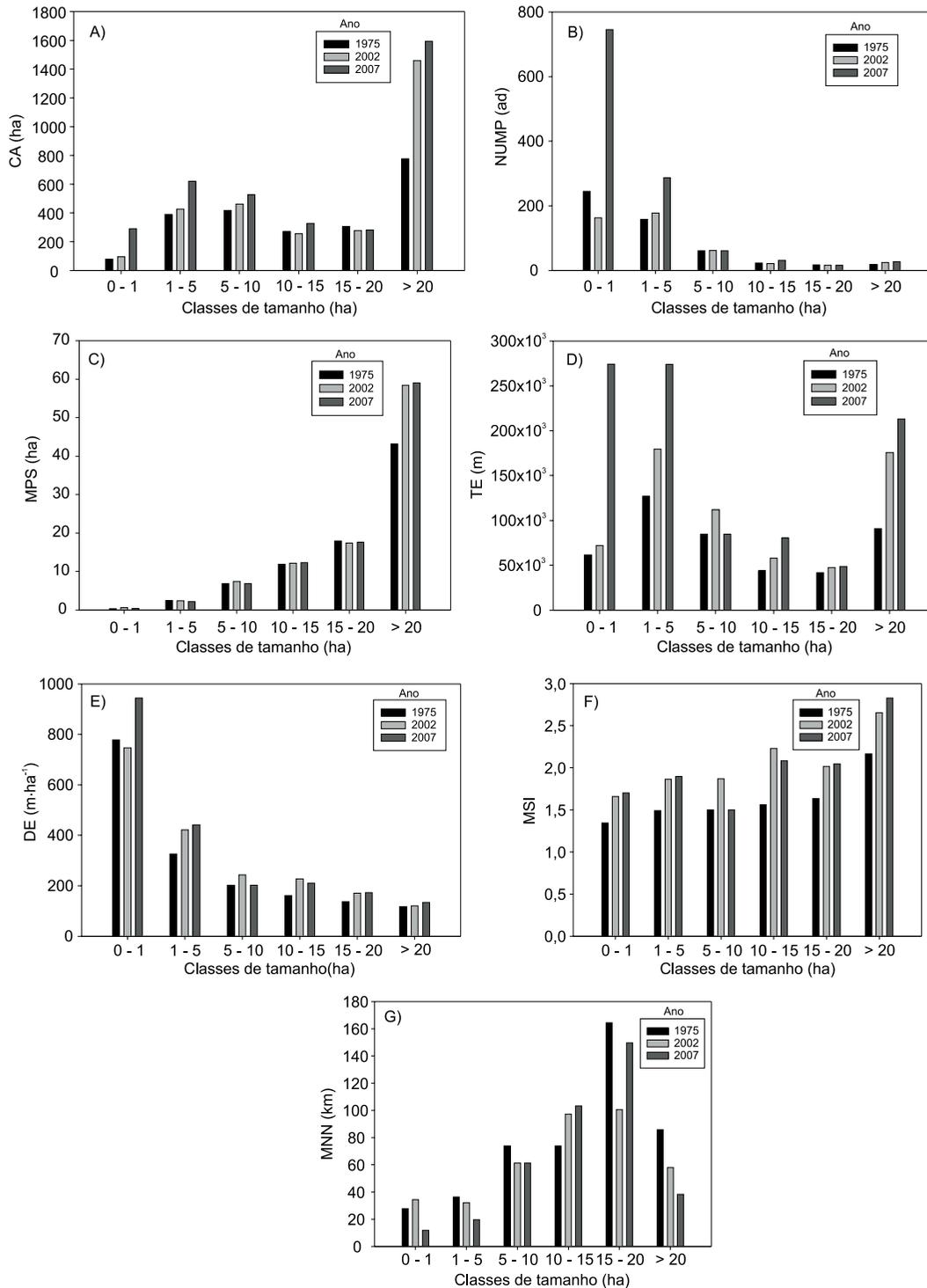


**FIGURA 3** Distribuição espacial dos fragmentos florestais presentes na sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, ES, referente aos anos de 1975, 2002 e 2007.

**FIGURE 3** Spatial distribution of forest fragments in the Alegre River subwatershed, State of Espírito Santo, during 1975, 2002, and 2007.

A análise da quantificação em relação à área de contribuição dos fragmentos florestais demonstrou que

o número de fragmentos foi inversamente proporcional à área de contribuição (Figura 4 A e 4 B).



**FIGURA 4** Índices dos fragmentos florestais da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre, ES, contemplando os períodos de 1975, 2002 e 2007. A) área total (CA); B) número de fragmentos (NUMP); C) tamanho médio (MPS); D) total de bordas; E) densidade de borda (DE); F) índice de forma média (MSI); G) distância do vizinho mais próximo (MNN).

**FIGURE 4** Indexes of forest fragments in the Alegre River subwatershed, State of Espírito Santo, during 1975, 2002, and 2007. A) total area (CA); B) number of fragments (NUMP); C) mean fragment size (MPS); D) total number of edges (NUMP); E) edge density (ED); F) mean shape index (MSI); G) mean nearest neighbor (MNN).

A maior parte dos fragmentos florestais, nos três períodos estudados, foi composta pelos fragmentos com áreas inferiores a 1 ha, acompanhados dos fragmentos de 1 a 5 ha. Juntos representaram, em termos numéricos, cerca de 77,2%, em 1975; 73,5%, em 2002 e 88,5%, em 2007. Apesar de representarem a maioria dos fragmentos na área de estudo, a soma da área das duas classes de tamanho não superou os 20,9% da área total em 1975, 17,5% em 2002 e 25,2% em 2007 (Figuras 4 A).

O número elevado de pequenos fragmentos representa uma ameaça para a conservação da biodiversidade na área de estudo, visto que, para o período mais atual, aproximadamente 88% da cobertura vegetal da sub-bacia podem estar integrando área composta por hábitat sob o efeito de borda.

A predominância da ocupação dos pequenos fragmentos é o reflexo do manejo da paisagem na sub-bacia hidrográfica em que, por conter pequenas propriedades rurais, o uso da terra se restringe às necessidades dos pequenos produtores. As melhores áreas para o plantio, de acordo com Cemin et al. (2009), geralmente não ocorrem próximas uma das outras. Isso implica na forma de distribuição espacial da cobertura florestal, caracterizando uma formação de ilhas de fragmentos florestais no mosaico da paisagem.

Em relação aos fragmentos maiores que 20 ha, a soma das áreas teve uma contribuição na área total de 34,6%, em 1975; 49,0%, em 2002 e 44,1%, em 2007. Para a mesma classe de tamanho, o percentual em números foi de 3,4%, em 1975; 5,4%, em 2002 e 2,3%, em 2007 (Figura 4 A).

Quanto ao índice de tamanho médio (MPS), verificou-se uma oscilação para os fragmentos de 5 a 10 ha (Figura 4 C), fato justificado pela oscilação no número dos fragmentos dessa classe e o aumento na área (Figuras 4 A e 4 B). Isso indica que a variação no número de fragmentos influenciou diretamente o comportamento do MPS dessa classe (Figura 4 B). Nesse caso, o aumento de área e a variação no número dos fragmentos podem indicar tanto o surgimento de novos fragmentos florestais como, também, o incremento no tamanho, o que é mais interessante para a sustentabilidade da paisagem florestal. Em relação aos fragmentos maiores que 20 ha, o valor de MPS aumentou de 43,15 ha (em 1975) para 59,03 ha (em 2007), acompanhado do acréscimo de 11,85 ha (em 1975) para 12,30 ha (em 2007), para os fragmentos da classe de tamanho de 10 a 15 ha (Figura 4 C). Tal fato pode ser justificado, em razão do acréscimo de área para ambas as classes e o número constante de fragmentos florestais (Figuras 4 A e 4 B). Conforme descreveram Nascimento et al. (2006) para a mesma sub-bacia, os

fragmentos florestais estão circundados basicamente por pastagem. Nesse caso, essa forma de uso agrícola favorece o processo de regeneração natural das florestas, pois é praticada a pecuária extensiva, e não são frequentes as práticas de manejo de eliminação de espécies arbóreas invasoras. Por outro lado, Greggio et al. (2009) se depararam com um fato contrário no município de Jaboticabal, SP, entre os anos 1971 e 2001. A redução da área de mata ocorreu em virtude da diminuição da área e a manutenção no número dos fragmentos. Diferente da região de Alegre, ES, o município de Jaboticabal, SP apresenta extensas áreas de cultivo de cana-de-açúcar em que as práticas agrícolas são mais agressivas (queima e tráfego de máquinas), o que impede a regeneração natural dos remanescentes florestais.

Os índices de borda (total de bordas e densidade de borda) realçam como o processo de fragmentação florestal vem se intensificando durante os anos, com o aumento de pequenos fragmentos na evolução temporal (Figuras 4 D e 4 E). As classes de tamanho dos fragmentos de área inferior a 1 ha e entre 1 a 5 ha apresentaram os maiores perímetros ao longo dos três períodos estudados: aproximadamente 61.493 e 126.902 m (em 1975), 72.016 e 179.523 m (em 2002) e 274.221 e 273.816 m (em 2007) (Figura 4 D). Em seguida, vem a classe dos fragmentos maiores que 20 ha. O aumento estimado de 122.012 m no total do perímetro, durante 32 anos (1975 a 2007), pode ser explicado pelo aumento da área (Figura 4 A), já que o surgimento de novos fragmentos foi mínimo (Figura 4 B). Um aumento brusco no TE foi constatado nos fragmentos menores que 1 ha. Isso ocorreu do ano de 2002 (72.016,6 m) para 2007 (274.221,3 m) (Figura 4 D). Esse valor elevado no perímetro adveio da evolução no número desses fragmentos em 2007 (Figura 4 B). De acordo com Valente (2001), a presença de um grande número de pequenos fragmentos implica no declínio na população de espécies (animais e vegetais) que estabelecem exclusivamente em seu interior, acompanhando os efeitos na redução do hábitat e no tamanho dos remanescentes florestais.

Em relação ao índice de densidade de borda (ED), os fragmentos menores que 1 ha apontaram os maiores valores (Figura 4 E). Em 1975, apresentou 778,1 m·ha<sup>-1</sup>, chegando a 944,3 m·ha<sup>-1</sup>, em 2007. Pirovani (2010), ao estudar os fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES, ressaltou que os fragmentos menores que 5 ha, considerados pequenos, apresentaram maiores valores de ED (523,24 m) do que as demais classes. Tal fato foi atribuído à ocorrência de um grande número de fragmentos florestais dessa classe e ao baixo valor de área. Todavia, nos fragmentos maiores que 20 ha, os

valores de ED foram mais baixos em relação às outras classes e não ultrapassaram os 133,6 m·ha<sup>-1</sup> em 2007 (Figura 4 E).

Dos resultados expostos, evidenciou-se que os fragmentos maiores que 20 ha estão menos vulneráveis aos efeitos de borda. Os padrões espaciais da classe indicaram o grau de conservação e integridade dos fragmentos florestais. Entretanto, os fragmentos menores que 1 ha apresentaram alta proporção de borda/área, estando mais susceptíveis aos efeitos de borda. Segundo Ranta et al. (1998), a intensidade desse efeito é inversamente proporcional ao tamanho do fragmento e influencia diretamente os processos ecológicos.

Assim como é importante conhecer o número e densidade de borda, a forma dos fragmentos também é necessária para avaliar a estrutura e o nível de perturbação nos remanescentes florestais. De acordo com Nascimento et al. (2006), a análise da forma dos fragmentos torna-se relevante na medida em que se evidencia a possibilidade de indicar o grau de proteção no interior do remanescente.

Em nível de comparação para a paisagem, deve-se adotar um formato padrão. Nesse sentido, o formato adotado é de um círculo, quando o arquivo é vetorial e quadrado, para *raster* ou matricial. Assim, quanto mais o formato do fragmento se desviar do padrão redondo, maior será o índice de forma (LANG; BLASCHKE, 2009).

A partir dos valores de índice de forma média (MSI), evidenciou-se que os fragmentos menores que 1 ha e os de 1 ha a 5 ha foram os que apresentaram formas mais simples, se comparados aos maiores que 20 ha. Observou-se que os fragmentos até 5 ha, apresentaram baixa tendência a tornarem-se irregulares, o que é evidenciado pela pequena variação (0,35) para a classe até 1 ha e para a classe de 1 a 5 ha (0,41), durante os 32 anos analisados (Figura 4 F).

Em termos de conservação, a reduzida área desses fragmentos interfere, negativamente, nos processos ecológicos. Isso ocorre com menor intensidade nos fragmentos maiores que 20 ha, uma vez que, mesmo não possuindo uma forma ideal (simples) para os parâmetros de conservação, conseguem manter uma sustentabilidade e integridade em seu interior. Nesse contexto, dependendo da forma, quanto maior a área do fragmento, maior será a área de interior, o que reduz o efeito de borda. Segundo Forman (1995), essa situação, geralmente, acontece em fragmentos de formato circular, pois tal formato minimiza a relação borda-área. Nesse caso, o centro fica mais distante da borda, o que não ocorre nos fragmentos de forma alongada.

O isolamento entre os fragmentos, geralmente, é determinado pela distribuição espacial na paisagem e pelos tipos de elementos que separam ou conectam os remanescentes florestais (SCARIOT et al., 2003). Desse modo, o grau de isolamento expresso pela distância média do vizinho mais próximo (MNN) apresentou as menores distâncias e uma oscilação nos valores de MNN nos fragmentos menores que 1 ha. Tal fato, foi ocasionado pelo aumento no número de fragmentos, principalmente entre 2002 e 2007, e a consequente aglutinação (Figura 4 G).

Uma tendência de redução nos valores de MNN, ao longo dos anos, foi evidenciada entre os fragmentos das classes de 1 a 5 ha e maiores que 20 ha. Isso significa que a proximidade, principalmente entre os fragmentos maiores que 20 ha, torna-se favorável, se incrementada com ações voltadas para o aumento de tamanho dos pontos de ligação (fragmentos pequenos), para promover a conectividade física entre os remanescentes, formando corredores ecológicos.

Entre os fragmentos da classe 15 a 20 ha, a oscilação foi mais expressiva e alcançou os maiores valores de MNN, com, aproximadamente, 160 km em 1975, 100 km em 2002 e 150 km em 2007. O manejo de fragmentos com alto grau de isolamento é complexo, uma vez que as interações, tanto da flora como da fauna, são dificultadas, o que compromete a variedade de vida na região. O reflexo do isolamento pode variar de acordo com cada espécie. Awade e Metzger (2008) apresentaram o exemplo de algumas espécies de aves que vivem em sub-bosque e que evitam cruzar em áreas abertas com distâncias superiores a 40 m.

## CONCLUSÕES

Nas condições em que o estudo foi conduzido, as análises dos resultados permitiram apresentar as seguintes conclusões: a área total da cobertura florestal da sub-bacia hidrográfica do rio Alegre aumentou 7%, durante o intervalo de tempo analisado (1975 a 2007); os fragmentos florestais, em sua maioria, foram representados pelas classes de tamanho de área de até 5 ha; a área de contribuição dos fragmentos foi baixa, enquanto o número foi elevado; ocorreram alta relação de borda/área e aumento da intensidade dos efeitos de borda, entre os fragmentos com área inferior a 1 ha; na paisagem, a predominância de fragmentos de forma geométrica simples ocorreu entre os menores fragmentos até 5 ha; no geral, os fragmentos florestais ainda se encontram isolados entre

si; e somente na classe dos maiores fragmentos (>20 ha) a proximidade aumentou.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF) e ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), por disponibilizarem as fotografias aéreas e ao Departamento de Engenharia Florestal da UFES, pela concessão da imagem IKONOS.

## REFERÊNCIAS

- AWADE, M.; METZGER, J. P. Importance of functional connectivity to evaluate the effect of habitat fragmentation for three Atlantic rainforests birds. **Austral Ecology**, Carlton, v. 33, p. 863-871, Nov. 2008.
- BENEDETTI, A. C. P. **Modelagem dinâmica para simulação de mudanças na cobertura florestal das serras do Sudeste e Campanha Meridional do Rio Grande do Sul**. 2010. 166 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Produção da pecuária municipal 2009**. Rio de Janeiro, 2010.
- CABACINHA, C. D.; CASTRO, S. S.; GONÇALVES, D. A. Análise da estrutura da paisagem da alta bacia do Rio Araguaia na savana brasileira. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 4, p. 675-690, 2010.
- 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, jul./ago. 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p.
- ESPÍRITO SANTO. Secretaria de Estado de Ações Estratégicas e Planejamento. **Informações municipais do Estado do Espírito Santo**. Vitória, 1994. 803 p.
- FORMAN, R. T. T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and region**. New York: Cambridge Press, 1995. 632 p.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2008-2010**. São Paulo: Arcplan, 2011. 122 p.
- GREGGIO, T. C.; PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M. Avaliação dos fragmentos florestais do município de Jaboticabal, SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 117-124, jan./fev. 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cartas topográficas na escala 1:50.000, Alegre**. Rio de Janeiro, 1977. Folha: SF-24-V-A-IV-4.
- INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Programa de assistência técnica e extensão rural (PROATER 2011 - 2013): planejamento e programações de ações**. Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Caparao/Alegre.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2011.
- LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 424 p.
- NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. 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, v. 30, n. 3, p. 389-398, maio/jun. 2006.
- PAIVA, Y. G.; SILVA, K. R.; PEZZOPANE, J. E. M.; ALMEIDA, A. Q.; CECILIO, R. A. Delimitação de sítios florestais e análise dos fragmentos pertencentes na bacia do Rio Itapemirim. **Idésia**, Arica, v. 28, n. 1, p. 17-22, jan./abr. 2010.
- 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, Jerônimo Monteiro, 2010.
- RANTA, P.; BLOM, T.; NIEMELA, J.; JOENSUU, E.; SIITONEN, M. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 7, n. 3, p. 385-403, Mar. 1998.
- SCARIOT, A.; FREITAS, S. R.; MARIANO NETO, E.; NASCIMENTO, M. T.; OLIVEIRA, L. C.; SANAIOTTI, T.; SEVILHA, A. C.; VILLELA, D. Vegetação e flora. In: RAMBALDI, D.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas e efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2003. p. 103-123.
- VALENTE, R. O. A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP**. 2001. 144 p. Dissertação (Mestrado em Recursos florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2001.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.