

Análise da estrutura da paisagem em uma sub-bacia hidrográfica de Minas Gerais: diretrizes para a conservação de fragmentos florestais

Christianne Riquetti Corsini¹, Alan de Brito²

¹Universidade Federal do Paraná - UFPR
Rua dos Funcionários, 1540 – 80035-050 – Curitiba - PR, Brasil
chrisriqueti@yahoo.com.br

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Avenida dos Astronautas, 1758 – 12227-010 – São José dos Campos - SP, Brasil
alan.brito@inpe.br

Abstract. This study aimed to analyze the catchment of the Rivers Pandeiros and Calindó, sub-basin of the Rio São Francisco (SF9), Minas Gerais. Landscape metrics were used to establish a profile of landscape structure and direct actions of conservation and preservation of this forest fragments. The metrics in terms of fragments were: area, shape index and nuclear area index. To analyze the thematic classes were calculated: area, number of fragments, mean shape index, area of the largest fragment and percentage of class area in the landscape. The results showed that the sub-basin is highly fragmented, comprising 81.78% of the fragments is smaller than 10 and 0.04% with over 10,000 hectares. The analysis of shape index and nuclear area demonstrated that the biodiversity of the sub-basin SF9 is threatened, since most of the fragments had little core area, are vulnerable to impacts the edge area. As for the classes, the results showed that the vegetation type is the most preserved Cerrado sensu stricto, occupying an area of 32.11% of the landscape area and 30.40% of the fragments in the sub-basin analysis. Have classes Campo, Campo Cerrado, Montana Deciduous Forest and Deciduous Forest Sub Montana are quite fragmented, when together occupy only 23.31% of the total area. The main measures for conservation and preservation of the remnants, as well as increased biodiversity in the sub-basin are: to improve the network of corridors and increase the permeability of the landscape matrix.

Palavras-chave: biodiversity conservation, sensing, landscape metrics, Cerrado, conservação, métricas da paisagem, processamento de imagens, Minas Gerais.

1. Introdução

Na atualidade, o intenso processo de fragmentação imposto principalmente por ações antrópicas, tem causado a redução drástica da vegetação natural. Tanto em relação ao desmatamento para obtenção de produtos florestais, quanto em função da substituição das florestas por pastagens e culturas agrícolas. Esse processo tem causado forte impacto ao meio ambiente, reduzindo a disponibilidade e qualidade de recursos naturais, alterando padrões climáticos, influenciando a qualidade de vida da população.

A transformação de extensas áreas de vegetação natural em remanescentes florestais esparsos causa perda de biodiversidade, perda da estabilidade ecológica, aumenta os riscos de extinção de espécies e tornam os ecossistemas vulneráveis a todo tipo de perturbações. Além disso, a falta de um planejamento na ocupação dessas áreas aumenta o risco de degradação provocando, não raro, desastres naturais que envolvem a população dessas regiões. Dessa forma é de fundamental importância a contenção dessa fragmentação, bem como a preservação e conservação dos remanescentes florestais.

A caracterização espacial do mosaico formado pelos fragmentos de vegetação nativa e outras formas de ocupação do solo, bem como a compreensão dos padrões ecológicos que permeiam esta paisagem, torna-se fundamental para o adequado planejamento ambiental, fornecendo subsídios para políticas públicas de ocupação territorial e de conservação dos recursos naturais de uma região.

Nesse contexto, a aplicação de conceitos de ecologia da paisagem se aplica de forma pertinente, visto que o enfoque desta ciência é o entendimento das relações espaciais entre os fragmentos florestais, bem como a mudanças estruturais que ocorrem numa paisagem em diferentes escalas temporais. Segundo Turner (1989) essa disciplina considera o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, as interações e trocas através da

paisagem, a influência dessa heterogeneidade nos processos bióticos, abióticos e ainda o manejo adequado dessa paisagem.

Soares Filho (1998) ressalta que o resultado da análise e modelagem da dinâmica da paisagem fornece suporte ao planejamento ambiental, sobretudo no que se refere à previsão de diferentes impactos de fragmentação/alteração dos ecossistemas originais, a partir de tendências observadas nos modelos de ocupação territorial.

Para Périco et al (2011) o planejamento ambiental através de técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento, modelagem matemática e análise da paisagem, pode ser utilizado como uma importante ferramenta para a tomada de decisão na ordenação do processo de parcelamento e ocupação do solo de uma região, possibilitando a distinção de áreas potencialmente agricultáveis daquelas destinadas à preservação e à recuperação ambiental.

Por fim, pode-se concluir que a caracterização das paisagens fragmentadas e a quantificação de suas estruturas possibilitam contextualizar a distribuição espacial de seus elementos e determinar as alterações resultantes desse processo que, por sua vez, permitem o melhor direcionamento das ações de conservação e preservação dos recursos florestais.

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo principal aplicar técnicas de análise da paisagem da Bacia dos Rios Pandeiros e Calindó, uma sub-bacia do Rio São Francisco, localizada em Minas Gerais, a fim de propiciar diretrizes ao planejamento ambiental, com vistas à preservação e conservação de fragmentos de vegetação remanescentes.

2. Metodologia de Trabalho

O trabalho foi realizado na Bacia Hidrográfica dos Rios Pandeiros e Calindó (SF9), uma sub-bacia do Rio São Francisco inserida na mesorregião Norte de Minas (Figura 1). Abrangendo um total de 17 municípios, a bacia possui uma população estimada de 260.437 habitantes. O clima é semiárido, apresentando um período seco anual superior a seis meses. A disponibilidade hídrica na bacia situa-se entre 2 e 10 litros por segundo por quilômetro quadrado, com exceção das nascentes, onde se situa entre 10 e 20 litros por segundo por quilômetro quadrado.

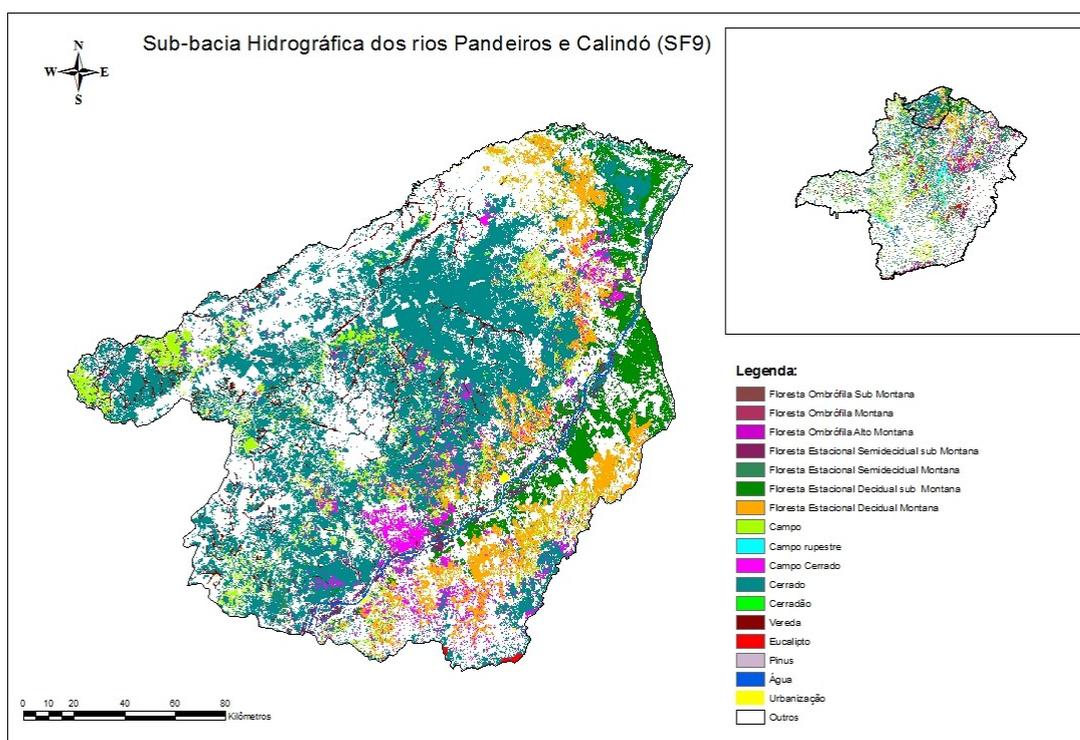


Figura 1. Localização geográfica da Bacia Hidrográfica dos Rios Pandeiros e Calindó (SF9), bem como as fitofisionomias que ocorrem na região

Como referência para determinação das métricas da paisagem, foi utilizado o mapa causado pela classificação temática realizada para o Estado de Minas Gerais (SCOLFORO e CARVALHO, não publicado) referente ao ano de 2009. Este mapeamento foi coordenado e executado pelo Laboratório de Estudos e Pesquisas em Manejo Florestal (LEMAF) do Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em parceria com o Instituto Estadual de Florestas (IEF/SEMAD - MG).

As 105 cenas retratando três épocas do ano (primavera, verão e inverno) utilizadas foram obtidas pelo Satélite LANDSAT, Sensores TM e ETM+. O método de classificação foi o supervisionado e o algoritmo empregado foi árvore de decisão (CARVALHO *et al.*, 2004). Após a classificação das imagens, classes com pastagem, culturas agrícolas e solo exposto foram agrupadas em uma única classe chamada “outros”. As demais classes compreendidas foram: Floresta Estacional Decidual Sub-Montana, Floresta Estacional Semidecidual Sub-Montana, Floresta Estacional Semidecidual Montana, Floresta Estacional Decidual Montana, Cerrado *sensu stricto*, Campo, Campo Cerrado e Vereda. A classe urbanização e eucalipto também foram classificados, contudo esta classe não será avaliada neste estudo, uma vez que não faz parte do objetivo do mesmo.

A determinação dos parâmetros de estrutura dos fragmentos e das classes contidas no mapeamento foi realizada utilizando o software Fragstats 3.3 (MCGARIGAL *et al.*, 2002). Inicialmente foram determinados o tamanho (ÁREA), forma (SHAPE) e o índice de área nuclear (CAI) de todos os fragmentos mapeados. Posteriormente, a área de todas as classes temáticas (CA), o número de manchas em cada classe (NP) e o percentual de cada classe na paisagem (PLAND) foram determinados. Estes parâmetros fornecem informações importantes quanto ao grau de fragmentação, tais como grau de isolamento dos fragmentos, densidade dos fragmentos, contágio, entre outras. Por sua vez, estes aspectos ajudam a determinar práticas para a manutenção da conservação florestal e da diversidade de espécies, bem como de outros processos correlacionados (MCGARIGAL & MARKS, 1995).

2. Resultados e Discussão

2.1 Parâmetros estruturais

Foram analisados 48.561 fragmentos mapeados na sub-bacia SF9. Os resultados da análise dos parâmetros por fragmentos são apresentados na Figura 2.

Pode-se observar na Figura 2 (A) que mais de 90% dos fragmentos possuem menos de 50ha, apenas 0,04% tem uma área superior a 10.000ha, restando 4,98% dos fragmentos com área variando entre 50ha e 10.000ha. Esse resultado mostra que a biodiversidade florística existente na SF9 está concentrada em pequenos fragmentos, cuja estrutura interna já está alterada em relação à matriz, em decorrência da indução do efeito de borda. Desta forma, os fragmentos ficam mais suscetível à impactos que potencializam os distúrbios na sua dinâmica tal como mudanças na dispersão de sementes e nos hábitos dos herbívoros, que por sua vez, podem influenciar na composição e estrutura da vegetação.

Pretendendo-se traçar um padrão mais apurado da fragmentação da paisagem foi realizada uma subdivisão da classe de área entre 0,09ha e 50ha, visto que os fragmentos da sub-bacia analisada estão inseridos, quase na sua totalidade, nessa amplitude de tamanho. O objetivo foi verificar se a ocorrência desses fragmentos é uniforme em toda classe, ou se a amplitude utilizada, num primeiro momento, foi muito elevada para captar a abundância de fragmentos nessa classe. A Figura 2 (B) mostra a distribuição dos fragmentos na classe de área entre 0,09ha e 50ha.

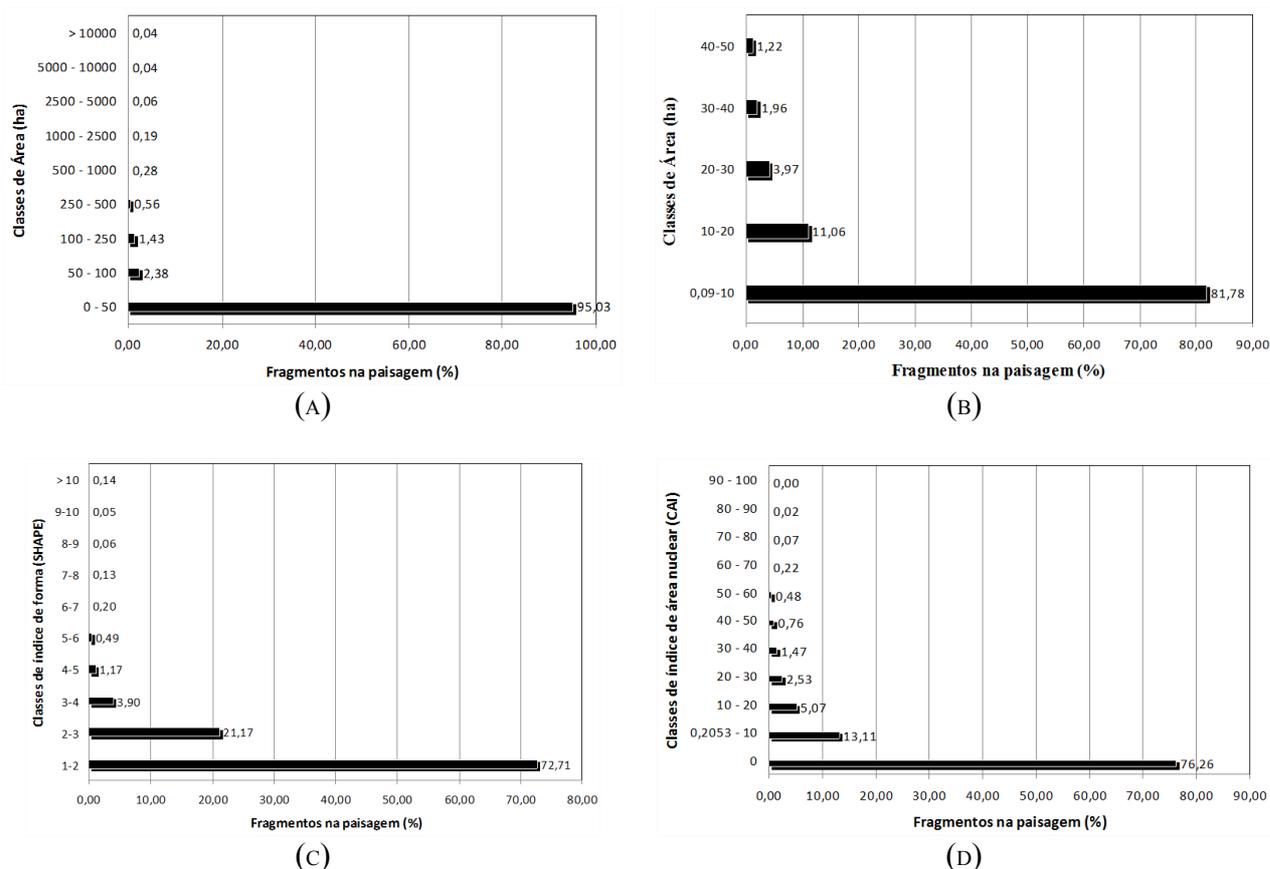


Figura 2. Resultados da análise dos parâmetros por fragmentos, sendo: (A) Distribuição dos fragmentos em classes de tamanho, (B) Distribuição dos fragmentos entre 0,09 ha e 50 ha em classes de tamanho, (C) Distribuição dos fragmentos em classes índice de forma (SHAPE) e (D) Gráfico mostrando a dispersão dos fragmentos em classes índice de área nuclear (CAI)

Pode-se observar que o padrão apresentado condiz com o que foi verificado na primeira divisão, uma vez que o maior percentual de fragmentos (81,78%) representa fragmentos de até 10ha. Entretanto, essa análise demonstrou que a amplitude de classes aplicada, num primeiro momento, não permitiu verificar qual era a real abundância de fragmentos dentro dessa classe de área, já que a classe de 10ha a 50ha mostrou ter uma quantidade de fragmentos bem inferior à de 0,09ha a 10ha. Esta última, então, representa o real padrão de fragmentos da paisagem, perfazendo 77,72% (37.741 fragmentos) considerando o total de fragmentos na sub-bacia (48.561). Assim, a composição da paisagem caracteriza-se por elementos de tamanhos reduzidos, ou seja, os fragmentos com área inferior a 10ha têm maior influência nos processos ecológicos da paisagem, atuando como elementos de interação com outros elementos dentro da sub-bacia analisada.

Analisando o índice de forma (SHAPE) apresentado na Figura 2 (C), temos que os fragmentos da sub-bacia apresentam formas retangulares, uma vez que as classes de menor SHAPE (1-2) correspondem a 72,71% do total analisado. Os fragmentos se tornam mais recortados à medida que se tem um aumento no valor do índice, estando mais susceptíveis a apresentar maior efeito de borda, principalmente àqueles de menor área, em função da sua maior interação com a matriz.

O percentual de fragmentos existentes em cada classe de índice de área nuclear (CAI) é apresentado na Figura 2 (D). Optou-se por destacar os fragmentos com 0% de CAI, para que se especifique o número de fragmentos que possuem apenas área de borda. A partir do menor valor de CAI obtido (0,2053) foi iniciada a próxima classe. Pode-se observar que mais de

70% dos fragmentos não possuem área de núcleo sendo compostos apenas por área de borda. Fragmentos com até 50% de área de núcleo correspondem a 22,94% do total e fragmentos com mais de 50% perfazem apenas 0,79%, sendo que fragmentos com mais de 90% de núcleo não tem nenhuma ocorrência. Desta forma, a sub-bacia analisada possui uma matriz fortemente fragmentada e infere-se que a biodiversidade dos ecossistemas nela presente está comprometida pelo efeito de borda.

Em suma, os parâmetros e análises apresentados demonstram o alto grau de fragmentação que ocorre na SF9, onde a redução das áreas contínuas de vegetação levou a aumento no número de fragmentos, com áreas cada vez mais reduzidas, dispersos numa matriz antrópica. A redução das áreas de núcleo impõe mais efeito de borda, entretanto as formas mais isométricas mantêm os fragmentos numa aparente estabilidade.

Em outro extremo, estão os fragmentos que possuem áreas elevadas, onde, a análise do SHAPE e CAI prevê a função destes na paisagem. São fragmentos com mais de 500ha e CAI médio acima de 47,66%. Apesar de serem os maiores fragmentos, possuem forma mais recortada, onde a relação perímetro/área é alta, permeando uma faixa maior de ambientes. Nestes fragmentos é encontrada a maior biodiversidade da sub-bacia, abrigando as espécies mais específicas aos ambientes de núcleo. Os resultados por classes podem ser visualizados na Tabela 1, classificada em função da CA de forma decrescente.

Tabela 1. Resultados obtidos para as métricas de classes

CLASSES	CA (ha)	CA (%)	PLAND (%)	NP	NP (%)	SHAPE_MN	LPI (%)
Cerradosensu stricto	1000102	54,83	32,11	14761	30,40	1,79	12,80
Floresta Estacional Decidual sub Montana	216190	11,85	6,94	3073	6,33	1,73	1,00
Floresta Estacional Decidual Montana	215205	11,80	6,91	3893	8,02	1,81	0,51
Campo	148200,5	8,12	4,76	9297	19,14	1,98	0,23
Campo Cerrado	146269,1	8,02	4,70	13302	27,39	1,84	0,33
Vereda	61389,81	3,37	1,97	904	1,86	2,17	0,14
Floresta Estacional Semidecidual sub Montana	21819,42	1,20	0,70	1300	2,68	1,77	0,04
Floresta Estacional Semidecidual Montana	14857,65	0,81	0,48	2031	4,18	1,55	0,04
Total Vegetação Nativa	1824033	100	58,56	48561	100	14,64	15,09

De acordo com os valores obtidos a área total de vegetação que ocorre na sub-bacia é de 1.824.033,24 ha, sendo que o Cerrado *sensu stricto* ocupa 54,83%, com mais de um milhão de hectares. Seguindo o gradiente tem-se as Florestas Estacionais Deciduais ocorrendo com 23,65%. Já a Floresta Estacional Semidecidual Montana ocorre em menor proporção em relação às demais classes (0,81%). O percentual de ocorrências das classes dentro da paisagem, em relação à área, pode ser visualizada na Figura 4.

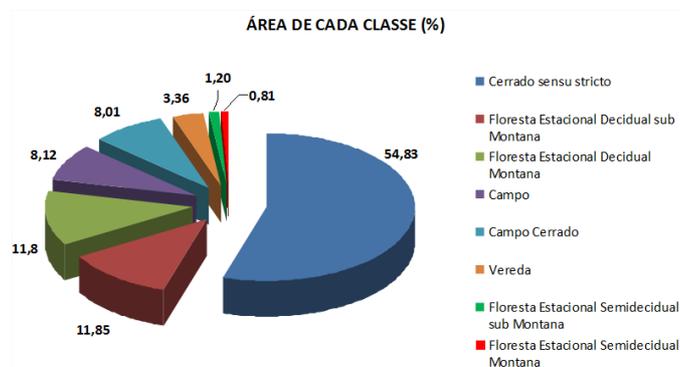


Figura 4. Distribuição das classes na área de vegetação natural da SF9

Já em relação ao número de fragmentos o Cerrado *sensu stricto* aparece como o mais abundante, seguido do Campo Cerrado e do Campo. Ou seja, o gradiente não é o mesmo que

para a CA. Esse fato mostra que apesar de ocorrerem em maior número, os fragmentos das classes Campo Cerrado e Campo têm áreas menores, demonstrando um maior grau de fragmentação que as Florestas Deciduais.

A relação entre número de fragmentos (NP) e área ocupada por cada classe na paisagem (CA) está expressa na Figura 5 (A). O gráfico mostra que as classes de Cerrado *sensu stricto*, Floresta Estacional Decidual Montana, Floresta Estacional Decidual Sub-Montana e Vereda têm valores de área maior do que o número de fragmentos, o que reflete uma maior conservação dessas classes. Em contrapartida, as classes de Campo Cerrado, Campo, Floresta Estacional Semidecidual Montana e Floresta Estacional Semidecidual Sub-Montana possuem uma relação inversa, onde o número de fragmentos é maior do que a área, ou seja, os fragmentos dessas classes são menores, demonstrando grau elevado de fragmentação.

Avaliando os valores de percentual de área ocupada pelas classes (PLAND) na Tabela 1, observa-se que o gradiente é o mesmo que para a área das classes (CA), onde infere-se que a área de ocupação é mais relevante para a caracterização da paisagem do que o número de fragmentos (NP). Ou seja, as classes Cerrado *sensu stricto*, Floresta Estacional Decidual Sub-Montana e Floresta Estacional Decidual Montana caracterizam de forma mais contundente a sub-bacia estudada, com 32,11%, 6,94% e 6,91% de ocupação da paisagem. O LPI (índice de maior fragmento) confirma a importância do Cerrado *sensu stricto* na caracterização da paisagem, onde o maior fragmento dessa classe ocupa 12,8% da área. A relação entre os índices LPI (%) e PLAND (%) pode ser visualizada na Figura 5 (B). Os resultados mostram que o gradiente de LPI e PLAND seguem uma direção decrescente até a classe das Veredas, com exceção da classe de Campo Cerrado, que apresentou uma ocupação de 4,7% da paisagem e o maior fragmento ocupa 0,33%, sendo que a classe subsequente, o Campo, apesar de um valor de PLAND maior (4,76%) o seu maior fragmento ocupa 0,23% da paisagem. De forma geral, as classes, com exceção do Cerrado *sensu stricto*, apresentam fragmentos de áreas reduzidas, demonstrando que a distribuição do número de fragmentos em classes de área feita na análise de fragmentos, expressa a realidade da sub-bacia, onde os fragmentos de grandes dimensões são escassos.

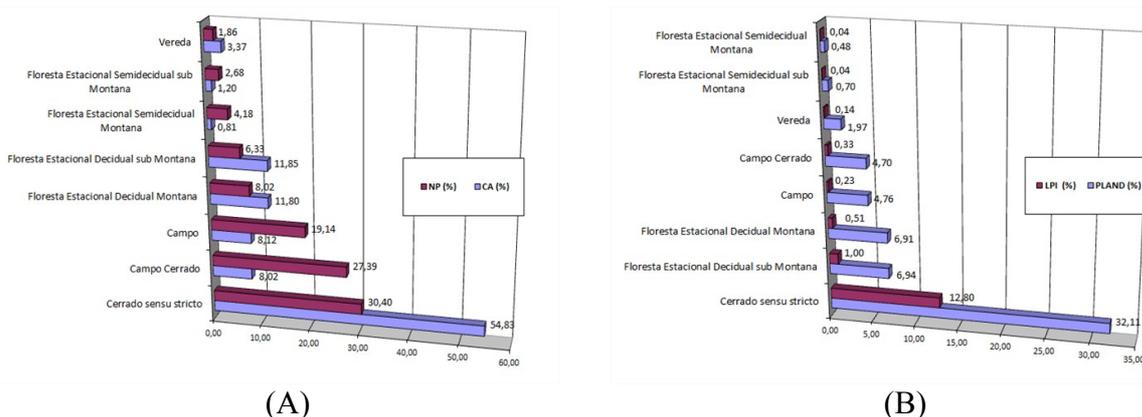


Figura 5. (A) Percentual de número de fragmentos (NP) e de área de cada classe (CA) e (B) percentual de Índice de LPI e de PLAND

O gradiente de SHAPE não se repetiu conforme a análise feita para fragmentos, ou seja, a classe de maior área (Cerrado *sensu stricto*) não foi a que apresentou o menor índice de forma e a classe de menor área também não apresentou o maior valor de SHAPE, pelo contrário, as Florestas Estacionais Semideciviais Montana apresentaram o menor índice de forma (1,55). Esse resultado mostra que essa classe é composta por fragmentos pequenos com forma mais

simétrica. Campo e Campo Cerrado seguem após as Florestas Estacionais Semidecíduais Montana, como as classes com formas mais alongadas, com 1,98 e 1,84, respectivamente.

A avaliação dos índices de área, densidade e tamanho é o primeiro passo para o entendimento do processo de fragmentação florestal (Forman, 1997). Nesse aspecto, fica clara a predominância do Cerrado *sensu stricto*, tanto em número de fragmentos quanto em área, perfazendo 32,11% da área da Sub-bacia. Já as Florestas Estacionais Semidecíduais ocorreram de forma pouco expressiva, tanto em número de fragmentos quanto em área, mostrando que a biodiversidade contida nessa fitofisionomias está restrita a uma pequena área da paisagem (0,08%). Esse resultado pode ser explicado, em parte, pela sua ocorrência natural, que é caracterizada por regiões de maior disponibilidade hídrica, sendo mais comuns na zona da mata mineira e sul de Minas Gerais. As Florestas Estacionais Deciduais seguem em segundo lugar na ocupação, abrangendo 13,85% da área da paisagem. O Campo Cerrado e o Campo têm maior ocorrência, com 46,54% dos fragmentos contra 14,34% das Florestas Estacionais Deciduais, contudo cobrem uma área de apenas 9,45% da paisagem.

No contexto das análises dos parâmetros apresentados, algumas estratégias para aumentar a conectividade e, dessa forma, preservar a biodiversidade florística da SF9, apesar da constante pressão antrópica a que os ecossistemas estão expostos são: (i) melhorar a rede de corredores, seja construindo novos ou melhorando os já existentes (aumento de sua largura e qualidade) e, (ii) aumentar a permeabilidade da matriz da paisagem, seja alterando as características das unidades da matriz, tornando-as menos resistentes aos fluxos seja aumentando a densidade de *stepping-stones*. Em relação aos corredores ecológicos, esses devem ser largos o suficiente para abranger espécies de vários ambientes para que possam ser seguras para espécies de interior, mais restritas ao seu habitat. Desse modo, pode-se implementar medidas de preservação e conservação dos fragmentos de áreas elevadas (acima de 10.000 ha), que tiveram uma ocorrência de 19 fragmentos na paisagem, como a transformação dos mesmos em reservas protegidas por Lei. Já no que diz respeito à permeabilidade da paisagem, pode-se pensar na conservação dos remanescentes, com área até 10 ha, muito abundantes na sub-bacia (SF9), que muito provavelmente estão localizados em propriedades rurais de áreas reduzidas. Nessas áreas o mais relevante é a conscientização da importância na manutenção das reservas legais e áreas de preservação permanente, como forma de se manter a qualidade dos recursos que são fornecidos por esses ambientes.

Contudo, toda estratégia tem seus pontos positivos e negativos, e a eficiência na sua aplicação é determinada pelos objetivos que se deseja alcançar. É importante notar que a melhor estratégia deve ser vista caso a caso, e que possivelmente um conjunto de estratégias será adotado numa paisagem, em função do tamanho, da qualidade e da localização de cada fragmento. A adoção de políticas públicas de conservação e preservação da biodiversidade da vegetação nativa deverá ser estabelecida a partir de um diagnóstico das principais deficiências de cada fragmento da paisagem, daí a importância de estudos que forneçam parâmetros ecológicos da região.

4. Conclusões

As métricas aplicadas na análise da paisagem permitiram traçar um perfil da estrutura da Sub-bacia SF9, onde foi detectado um alto grau de fragmentação, com 81,78% dos fragmentos com área inferior a 10 ha. Ao mesmo tempo, o índice de forma (SHAPE) e o índice de área nuclear (CAI) confirmaram que os fragmentos estão sobre forte pressão da matriz, o que induz o efeito de borda, reduzindo o número de espécies nesses fragmentos. Por outro lado, os fragmentos de maior área, apesar de ser a minoria na paisagem, concentram a maior biodiversidade florística da Sub-bacia (SF9), pois têm mais área de núcleo, preservando as espécies mais sensíveis aos impactos da área de borda.

Em relação às classes analisadas, pode-se concluir que o Cerrado *sensu stricto* é a fitofisionomia mais preservada na sub-bacia SF9. As fitofisionomias mais ameaçadas pela fragmentação são o Campo Cerrado e o Campo, seguidos pelas Florestas Estacionais Deciduais Montana e Sub-Montana. As classes de Floresta Estacional Semidecidual Montana, Floresta Estacional Semidecidual Sub-Montana e Vereda foram as que menos caracterizam a paisagem tendo ocorrido em menor número e com menor área.

As principais medidas para conservação e preservação dos fragmentos florestais remanescentes na paisagem, bem como para o aumento da biodiversidade florística na Sub-bacia SF9, são a melhoria da rede de corredores ecológicos e o aumento da permeabilidade da paisagem estudada.

Referências Bibliográficas

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley, 1986. 619 p. GLANZ, M. H. Aral Sea Basin: a sea dies, a sea also Rises. **Ambio**, v. 36, n. 4. 2007. P. 323-327.

HARRIS, L.D. **The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity**. Chicago: University of Chicago. 1984. 229 p.

MC GARIGAL, K; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Portland: Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122p.

MCGARIGAL, K., S. A. CUSHMAN, M. C. NEEL, and E. ENE. Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. **Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst**. 2002. Disponível em: www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 71, n. 3, p. 445-463, 1999.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? . **Biota Neotropica**, v. 1. n. 1/2, p. 271-287, 2001.

PÉRICO, E. REMPEL, C.; ECKHARDT, R.R.; CEMIN, G. Determinação de possíveis áreas de proteção ambiental (APA's) na região da bacia hidrográfica do Rio Forqueta, RS, utilizando métodos de sensoriamento remoto. **Anais do Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**, n. 3, 2002, p.5.

PÉRICO, E.; AREND, U.; CEMIN, G.; ECKHARDT, R.R.; SECCHI, F.J.; REMPEL, C. Alterações na paisagem da bacia hidrográfica do Rio Forqueta, RS, Brasil. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPE, 2011, p. 1713.

SCOLFORO, J.R.S.; CARVALHO, L.M.T. **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2006. 288p.

SOARES-FILHO, B. **Modelagem da Dinâmica de Paisagem de uma Região de Fronteira de Colonização Amazônica** (Tese de Doutorado), Escola Politécnica da USP. 1998.

TURNER, M.G. 1987. Spatial simulation of landscape changes in Georgia: a comparison of transition models. **Landscape Ecology**, v.1, p.27-39.

TURNER, M.G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 20, p. 171-197. 1989.

TURNER, M.G.; CONSTANZA, R.; SKLAR, F. Methods to evaluate the performance of spatial simulation models. **Ecological modeling**, v. 48, p. 1-18, 1989.