

## IMPACTOS AMBIENTAIS ANTRÓPICOS COMO MODIFICADORES DA ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE DE FLORESTAS ESTACIONAIS SEMIDECIDUAIS NO TRIÂNGULO MINEIRO, BRASIL

**Sérgio de Faria Lopes**

Professor Doutor em Ecologia - UEPB  
[defarialopes@gmail.com](mailto:defarialopes@gmail.com)

**Jamir Afonso do Prado Júnior**

Doutorando em Ecologia e Conservação - UFU  
[jamirjunior@yahoo.com.br](mailto:jamirjunior@yahoo.com.br)

**Vagner Santiago do Vale**

Doutor em Ecologia e Conservação – UFU  
[vsvale@hotmail.com](mailto:vsvale@hotmail.com)

**Ivan Schiavini**

Professor Doutor em Ecologia - UFU  
[ivanschiavini@gmail.com](mailto:ivanschiavini@gmail.com)

### RESUMO

O crescente processo de fragmentação das florestas estacionais semidecíduais tem exigido o desenvolvimento de metodologias que possibilitem obter informações ecológicas em um curto período para os remanescentes naturais. A partir de uma adaptação da matriz de interação de Leopold, este estudo buscou avaliar a influência dos impactos antrópicos em dez fragmentos de florestas estacionais semidecíduais localizados no Triângulo Mineiro. Foram utilizados levantamentos fitossociológicos prévios da comunidade arbórea. Foram avaliadas a intensidade, frequência e espacialidade dos seguintes impactos: lixo urbano, trilhas, acessibilidade, estradas internas, presença de gado e corte seletivo de madeira. Análises de regressão testaram a influência da matriz de impacto nos parâmetros ecológicos de riqueza, densidade, área basal, classes diamétricas e grupos sucessionais dos fragmentos. A matriz de impactos conseguiu classificar os fragmentos quanto à perturbação antrópica e esteve correlacionada com alguns parâmetros ecológicos destes fragmentos. Nos fragmentos mais perturbados foi observada a redução de indivíduos das últimas classes de diâmetro e das espécies secundárias tardias, além do aumento significativo de espécies pioneiras. Os resultados obtidos demonstraram a influência da perturbação na estrutura e funcionalidade das florestas estudadas e, que esta metodologia pode ser eficiente para obter informação sobre o estado de conservação dos remanescentes vegetais da região.

**Palavras-chave:** Conservação. Grupos sucessionais. Matriz de Leopold. Perturbação antrópica.

### ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL IMPACTS AS MODIFIERS OF THE STRUCTURE AND FUNCTIONALITY IN SEMIDECIDUOUS SEASONAL FORESTS OF THE TRIÂNGULO MINEIRO, BRAZIL

### ABSTRACT

The increasing fragmentation of semideciduous seasonal forests has required the development of methodologies that allow ecological information for the natural remaining in a short period. From an adaptation of Leopold's interaction matrix, this study aimed to evaluate the influence of human impacts in ten fragments of semideciduous seasonal forests located in the Triângulo Mineiro, Brazil. Were used previous phytosociological measurements of tree community. We evaluated the intensity, frequency and spatial effects of the following impacts: urban waste, trails, accessibility, internal roads, presence of cattle and selective logging. Regression analyzes tested the influence of matrix impact on ecological parameters of richness, density, basal area, diameter classes and successional groups of the fragments. The impact matrix classifies the fragments as disturbance and correlated with some ecological parameters of them. In more disturbed fragments was observed the reduction of the individuals with higher

diameter and the late secondary species and besides, the significant increase of pioneer species. The results showed the disturbance influence in the structure and function of the forests studied, and that this methodology can be effective for information on the state of conservation of the remaining vegetation in the region.

**Keywords:** Anthropogenic disturbance. Conservation. Leopold's matrix. Successional groups.

## INTRODUÇÃO

As florestas estacionais semidecíduais (FES) do Brasil apresentam grande diversidade alfa (OLIVEIRA; FONTES, 2000), acompanhada por uma alta diversidade beta, mesmo entre fragmentos próximos (LOPES et al. 2012). Atualmente, estas florestas são compostas por pequenos fragmentos, devido a expansão das áreas de pastagem e agricultura nas últimas décadas, constituindo um padrão de paisagem típico para essa formação (KLINK; MOREIRA, 2002; MILES et al., 2006).

Tal fragmentação transforma a paisagem original em diferentes unidades, que modificam sua estrutura continuamente (HABEL; ZACHOS, 2012). Este crescente processo de fragmentação cria, a partir do habitat natural, diferentes matrizes de entorno e submete os fragmentos a diferentes impactos antrópicos modificando a composição florística e estrutura das comunidades vegetais (LAURANCE; VASCONCELOS, 2009; HABEL; ZACHOS, 2012). Estas alterações entre os diferentes fragmentos podem aumentar a complexidade dos padrões de distribuição das espécies (MORENO et al., 2008). Desenvolver metodologias que possibilitem obter e aplicar informações ecológicas para os remanescentes naturais em um curto período de tempo é fundamental para a conservação da biodiversidade destes fragmentos.

A compreensão da organização espacial da comunidade nos fragmentos e a direção das mudanças nos processos ecológicos podem estar relacionadas ao entendimento de atributos funcionais das espécies (PRADO JÚNIOR et al. 2011; VALE et al., 2013). Isto indica que, espécies com características similares podem responder de maneira semelhante aos impactos no ecossistema como um todo, facilitando o entendimento dos padrões de distribuição das espécies e predição das respostas da vegetação às mudanças ambientais (PILLAR et al., 2009).

Os estudos de impactos ambientais fornecem a base teórica para subsidiar a conservação e a recuperação de fragmentos degradados, contribuindo substancialmente para seu manejo (SOBRAL et al., 2007). Uma ferramenta muito utilizada para avaliação dos impactos ambientais se baseia na análise da matriz de interação de Leopold (LEOPOLD, 1971). Esta matriz possui diversas adaptações, e tem sido utilizada em estudos de impactos ambientais, procurando associar os impactos de uma determinada atividade antrópica com diversas características ambientais de sua área de influência (SOBRAL et al., 2007). Este método permite uma rápida identificação, ainda que preliminar, dos impactos ambientais de determinada áreas, abrangendo aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.

A partir de uma adaptação da matriz de interação de Leopold, este estudo buscou avaliar a influência dos impactos antrópicos em dez áreas de florestas estacionais semidecíduais localizados no Triângulo Mineiro. A hipótese central do estudo foi de que áreas sob o mesmo nível de impactos ambientais refletirão características similares na estrutura da vegetação e dos atributos funcionais das espécies. Sendo assim, áreas de maiores impactos apresentarão menor área basal e riqueza de espécies na comunidade, além de menor número de indivíduos de grande porte e de espécies secundárias tardias. Em contrapartida, estas áreas apresentarão maior densidade, maior número de indivíduos de pequeno porte e porcentagem de espécies pioneiras.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Base de dados, geográficos e climáticos*

A base de dados consistiu em 9932 indivíduos, pertencentes a 242 espécies amostradas em levantamentos fitossociológicos realizados em dez fragmentos de FES, distribuídos em cinco

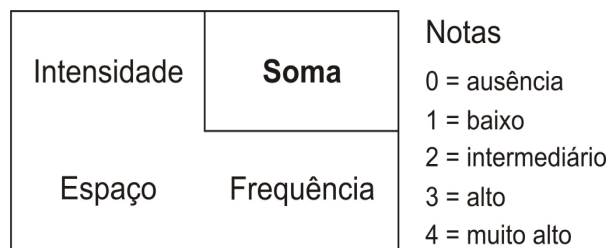
municípios do Triângulo Mineiro (LOPES et al., 2012). Em cada fragmento, foi amostrado um hectare, sendo identificados e medidos todos os indivíduos arbóreos vivos com diâmetro à altura do peito (DAP)  $\geq 4,8$  cm.

Predomina na região o clima tropical de savana (Aw Megatérmico), caracterizado, segundo a classificação atualizada de Köppen-Geiger (KOTTEK et al., 2006), por apresentar invernos secos e verões chuvosos. O clima, fortemente estacional, apresenta duas estações bem definidas, onde a estação de inverno (abril a setembro) possui aproximadamente seis meses de seca e o verão (outubro a março) é quente chuvoso. A temperatura média anual situa-se entre 23°C e 25°C, sendo julho o mês de menor temperatura média (18°C). O índice pluviométrico anual varia de 1160 a 1460 mm (ALVES; ROSA, 2008).

#### *Matriz de interação dos impactos ambientais*

Para a caracterização dos impactos ambientais antrópicos na vegetação utilizou-se uma adaptação do Método das Matrizes de Interação (LEOPOLD, 1971), pois alguns atributos da matriz original foram retirados e/ou substituídos, de acordo com a relevância para os fragmentos estudados. Esta matriz foi composta de linhas, contendo as 10 áreas avaliadas, e colunas, contendo os impactos ambientais antrópicos aos quais as áreas estão submetidas. Os impactos antrópicos avaliados foram presença de lixo urbano, trilhas, acessibilidade, estradas internas, presença de gado e corte seletivo de madeira. Além dos impactos antrópicos, a matriz de entorno também foi avaliada, sendo quantificada quanto à ocorrência de bordas artificiais (pasto/campo ou agricultura) ou borda natural (vegetação nativa). As interseções entre linhas e colunas foram divididas em quatro quadrantes. Os três primeiros quadrantes contêm notas de avaliação (0 a 4) de três características do impacto ambiental: intensidade, espaço e frequência. O quarto quadrante apresenta a soma das pontuações referentes a estas três características, como demonstrado na Figura 1.

**Figura 1.** Modelo utilizado para construção da Matriz de Interações dos impactos ambientais avaliados para dez áreas de floresta estacional semidecidual no Triângulo Mineiro.



Como cada impacto tem uma magnitude diferente para influenciar a comunidade vegetal, foram estipulados “pesos” para cada impacto, de forma que o resultado da soma de cada impacto deve ser multiplicado pelo respectivo “peso” atribuído (FISZON; MARCHIORRO, 2002). Foram eles: lixo urbano = 1; trilhas = 2; acessibilidade = 3; estradas internas = 4; presença de gado e corte seletivo de madeira = 5. Os pesos foram atribuídos de acordo com a intensidade do impacto na estrutura das comunidades florestais. A atribuição de valores aos impactos foi realizada por avaliação subjetiva, baseada em observações de campo e pela literatura (FISZON; MARCHIORRO, 2002). Uma segunda matriz foi construída para representar a nota final de cada impacto em cada área, apresentando na última coluna o resultado final do somatório da matriz de impacto das 10 áreas.

#### *Influência dos impactos antrópicos na estrutura da vegetação*

As variáveis de florística e estrutura da comunidade arbórea analisadas foram riqueza de espécies (S), densidade (número de indivíduos.ha<sup>-1</sup>), área basal (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>). Além disso, foram avaliadas as porcentagens de indivíduos nas diferentes classes diamétricas e nos grupos sucessionais. As classes diamétricas foram avaliadas seguindo a metodologia adotada por Machado et al. (2004), que utiliza amplitudes crescentes de classes diamétricas para compensar o forte decréscimo da densidade nas classes de tamanhos maiores. Dessa forma foram utilizadas quatro classes diamétricas (< 10 cm; 10 cm a 20 cm; 20 cm a 40 cm; > 40 cm). Quanto aos grupos sucessionais, as espécies amostradas foram classificadas baseando-se no estudo realizado por Lopes (2010). Dessa forma, foram distinguidos três grupos: pioneiras (P) -

dependentes de luz que não ocorrem no sub-bosque, desenvolvendo-se em clareiras ou nas bordas da floresta; secundárias iniciais (SI) - ocorrem em condições de sombreamento médio ou luminosidade não muito intensa, ocorrendo em clareiras pequenas, bordas de clareiras grandes e bordas de floresta e secundárias tardias (ST) - desenvolve-se no sub-bosque em condições de sombra leve ou densa e crescem até alcançar o dossel ou a condição de emergente.

#### *Análise dos dados*

Para encontrar padrões entre as dez áreas amostrais e os impactos antrópicos foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), a partir da matriz contendo os valores ponderados para cada impacto antrópico em cada área, calculada pelo programa FITOPAC 1.6 (SHEPHERD, 2006). Também foi testada a influência dos impactos antrópicos nas comunidades vegetais estudadas. Para isso, foram utilizadas análises de regressão entre os parâmetros avaliados (riqueza, densidade, área basal, classes diamétricas e grupos sucessionais) e o somatório da matriz de impacto de cada área, sendo ajustadas as equações mais significativas até 5% de probabilidade, com seus respectivos coeficientes de determinação ( $r^2$ ), calculadas pelo programa R. Para a análise de regressão entre os parâmetros da comunidade arbórea e os impactos ambientais não foi utilizado o fragmento 8, por apresentar uma metodologia diferente para o delineamento da amostragem, o que possibilitaria distorções na análise dos resultados.

## **RESULTADOS**

#### *Matriz de interação dos impactos ambientais*

A matriz de interações para a caracterização qualitativa e quantitativa dos impactos antrópicos e da matriz de entorno dos 10 fragmentos está apresentada nas Tabelas 1 e 2. Todas as sete variáveis possuem grande amplitude entre os fragmentos, apresentando coeficiente de variação superior a 60% para a maioria delas.

A acessibilidade dos fragmentos foi o impacto antrópico com maior média entre os dez fragmentos, contribuindo para o aumento do somatório de todos eles. O corte seletivo e presença de gado também apresentaram médias altas, mas foram restritos a alguns dos fragmentos de estudo. A ocorrência de estradas internas foi observada apenas em quatro fragmentos e apresentou o maior coeficiente de variação (160%). As trilhas ocorrem em nove fragmentos e refletem a fácil acessibilidade da maioria dos fragmentos. O lixo foi o impacto com menor impacto nos fragmentos. Apenas dois fragmentos apresentam matriz de impacto totalmente natural.

Os fragmentos 1, 4 e 8 apresentaram os menores valores totais na matriz, com somatório inferior a 50. Estes fragmentos apresentaram poucos impactos antrópicos, restritos à trilhas, estradas internas e facilidade de acesso. O fragmento 6 também apresentou somatório inferior à média dos fragmentos, mas, além dos impactos supracitados, este fragmento apresenta lixo e uma matriz de entorno muito artificial, composta por pastagens e culturas anuais. Os demais fragmentos apresentaram somatório final superior à média, apresentam-se sob maior intensidade de perturbação. Nestes fragmentos foram observadas a ocorrência de corte seletivo e presença de gado, além de trilhas, estradas internas, fácil acessibilidade à área e presença de lixo em alguns deles. São fragmentos de intensa ocupação e perturbação onde os impactos ainda estão ocorrentes.

A análise de componentes principais (PCA), gerada a partir dos resultados finais das sete variáveis, possibilitou a separação dos 10 fragmentos quanto aos impactos ambientais. Os dois primeiros eixos da PCA explicaram 72,35% da variância dos impactos ambientais entre os fragmentos. Os autovalores, que representam a contribuição relativa de cada eixo de ordenação na variação dos dados foram de 51,08% no Eixo 1 e 21,28% para o Eixo 2. O eixo 1 permitiu a classificação dos fragmentos quanto à perturbação em um gradiente que tem como elementos mais impactantes as variáveis acessibilidade à área, corte seletivo, presença de gado e matriz artificial (Figura 2). O segundo eixo teve maior influência das variáveis estradas internas, trilhas e presença de lixo. Isto possibilitou a diferenciação dos fragmentos em três grupos (Figura 1). O primeiro grupo, composto pelos fragmentos 1, 4, 6 e 8, submetidos a impactos mais brandos, o segundo grupo, composto pelos fragmentos 7, 9 e 10, com valores intermediários de perturbação, e o terceiro grupo, formado por 2, 3 e 5, fortemente impactados.

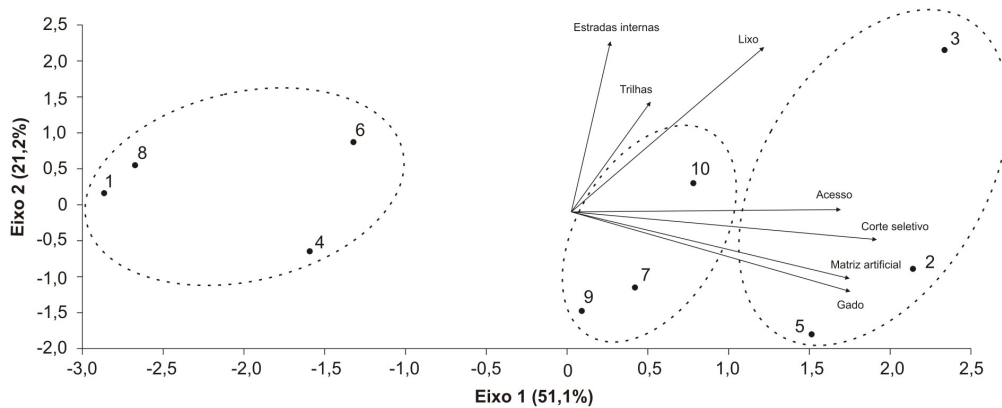
**Tabela 1.** Matriz de interações para identificação e caracterização qualitativa e quantitativa dos impactos antrópicos sobre os 10 fragmentos de floresta estacionais semidecíduais do Triângulo Mineiro, MG. E.I. = estrada interna; C.S. = corte seletivo. Nat. = Natural; Art. = Artificial. Os números entre parênteses representam o “peso” dado para cada impacto. O sistema de pontuações matriciais está detalhado no subitem Material e Métodos.

Áreas	Impactos ambientais										Matriz de entorno					
	Lixo (1)	Trilhas (2)	Acesso (3)	E. I. (4)	C. S. (5)	Gado (5)	Nat. (1)	Art. (5)								
1	0	0	0	0	1	6	2	6	0	0	0	0	-	3	-	0
	0	0	0	0	1	4	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-
2	1	5	2	8	2	8	0	0	3	10	3	9	-	0	-	3
	1	3	2	4	3	3	0	0	3	4	2	4	-	-	-	-
3	3	10	4	12	4	12	4	12	2	8	2	8	-	1	-	2
	3	4	4	4	4	4	4	4	2	4	2	4	-	-	-	-
4	0	0	1	5	3	9	0	0	0	0	0	0	-	1	-	2
	0	0	1	3	3	3	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
5	0	0	2	6	4	11	1	3	1	7	3	9	-	0	-	3
	0	0	2	2	2	4	1	1	2	4	2	4	-	-	-	-
6	1	4	2	7	1	7	1	6	0	0	0	0	-	1	-	2
	1	2	2	3	2	4	1	4	0	0	0	0	-	-	-	-
7	0	0	3	10	2	9	0	0	1	5	3	9	-	1	-	2
	0	0	3	4	3	4	0	0	2	2	2	4	-	-	-	-
8	0	0	4	12	2	6	0	0	0	0	0	0	-	3	-	0
	0	0	4	4	2	2	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
9	0	0	2	7	3	8	0	0	1	5	3	9	-	1	-	2
	0	0	2	3	2	3	0	0	1	3	2	4	-	-	-	-
10	3	8	3	9	3	9	0	0	1	6	1	5	-	1	-	2
	2	3	2	4	2	4	0	0	2	3	2	2	-	-	-	-

**Tabela 2.** Somatório ponderado das notas de cada impacto ambiental sobre os 10 fragmentos de floresta estacionais semidecíduais do Triângulo Mineiro, MG. O sistema de pontuações matriciais está detalhado no subitem Material e Métodos. . EI = estrada interna; C.S. = corte seletivo.

Áreas	Lixo	Trilhas	Acesso	E. I.	C. S.	Gado	Natural	Artificial	Somatório
1	0	0	18	24	0	0	3	0	45
2	5	16	30	0	50	45	0	15	161
3	10	24	36	48	40	40	1	10	209
4	0	10	27	0	0	0	1	10	48
5	0	12	33	12	35	45	0	15	152
6	4	14	21	24	0	0	1	10	74
7	0	20	27	0	25	45	1	10	128
8	0	24	18	0	0	0	3	0	45
9	0	14	24	0	25	45	1	10	119
10	8	18	27	0	30	25	1	10	119
Média	2,7	15,2	26,1	10,8	20,5	24,5	1,2	9	110

**Figura 2.** Análise dos componentes principais (PCA) por áreas, evidenciando os impactos ambientais mais representativos para a separação das áreas de florestas estacionais semidecíduais no Triângulo Mineiro, MG. EI = estrada interna; EE = estrada externa; TB = tipo de borda; CS = corte seletivo; ME = matriz de entorno.



*Influência dos impactos antrópicos na estrutura da vegetação*

As variáveis florísticas, estruturais e funcionais variaram muito entre os 10 fragmentos (Tabela 3). As análises de regressão mostraram que os impactos ambientais de cada área podem influenciar alguns de seus parâmetros florísticos, estruturais e funcionais (Tabela 3). Não foram obtidos valores significativos na regressão entre a matriz de impacto e as variáveis riqueza, densidade de indivíduos, e área basal.

Todos os fragmentos apresentaram o padrão “J invertido” para as classes diamétricas, ou seja, concentração dos indivíduos nas menores classes de diâmetro. Entretanto, os fragmentos com menor intensidade de impactos antrópicos apresentaram as maiores porcentagem de indivíduos nas classes de maior diâmetro (DAP > 40 cm), confirmado pelo valor significativo da regressão ( $R^2 = 0,42$ ,  $p < 0,05$ ). Para as demais classes diamétricas, a regressão com o somatório da matriz de impacto não explicou significativamente a variação dos dados ( $p > 0,05$ ).

Para os grupos sucessionais, a regressão apontou uma dependência significativa ( $p < 0,05$ ), tanto para as porcentagens do grupo de espécies pioneiras (correlação positiva) quanto para a porcentagem do grupo de espécies secundárias tardias (correlação negativa), e a matriz de impactos das áreas. Para a porcentagem de espécies pioneiras, a variação nos dados foi explicada em 40% pelo somatório da matriz de impacto. Já o grupo das secundárias tardias, essa variação foi explicada em 62%.

**Tabela 3.** Influência dos impactos ambientais nas características florísticas, estruturais e ecológicas em dez fragmentos de floresta estacional semidecidual amostrados no Triângulo Mineiro, MG. Os valores de  $R^2$  e P indicam os resultados da análise de regressão entre o somatório da matriz de cada área e seus respectivos parâmetros florísticos, estruturais e ecológicos. Valores em negrito indicam resultados significativos a 5%. Os valores por classes diamétricas e por grupos sucessionais estão representados em porcentagem. S = riqueza de espécies, D = densidade ( $ni \cdot ha^{-1}$ ), AB = área basal ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), P = espécies pioneiras, SI = espécies secundárias iniciais, ST = espécies secundárias tardias.

Áreas	Parâmetros estruturais				Classes diamétricas (cm)				Grupos sucessionais		
	Matriz	S	D	AB	< 10	10-20	20-40	> 40	P	SI	ST
1	45	78	839	25,5	51,5	27,9	15,1	5,5	8,5	36,6	54,9
8*	45	98	1292	21,7	62,3	22,6	11,3	3,9	23,1	60,0	16,9
4	48	88	805	45,8	64,6	24,9	8,0	2,5	3,5	40,0	56,5
6	74	86	976	26,3	47,7	27,1	20,3	4,9	7,4	54,8	37,8
9	119	103	1144	26,8	43,7	34,1	16,8	5,3	6,9	46,8	46,3
10	119	88	1063	35,8	55,9	26,3	9,1	8,7	5,3	51,2	43,5
7	128	73	945	26,9	57,1	29,7	11,9	1,2	5,6	56,1	38,3
5	152	79	1233	23,4	53,1	27,6	14,2	5,1	8,8	57,3	33,9
2	161	50	837	15,1	58,6	28,1	10,7	2,5	45,1	37,7	17,2
3	209	98	798	26,4	53,5	24,7	17,6	4,1	19,2	48,4	32,4
$R^2$	-	0,13	0,08	0,27	0,01	0,01	0,02	0,42	0,40	0,18	0,62
P	-	0,76	0,47	0,15	0,84	0,90	0,75	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	0,26	<b>0,01</b>



## DISCUSSÃO

A matriz de impactos ambientais possibilitou uma avaliação rápida e eficiente da intensidade de perturbação antrópica dos dez fragmentos estudados. A grande amplitude dos somatórios dos impactos nos fragmentos já era esperada devido a grande heterogeneidade de condições, matrizes de entorno e localização dos fragmentos (LOPES et al. 2012). Apesar de apresentar a maior média entre os fragmentos, a acessibilidade dos fragmentos é o impacto que apresenta maior dificuldade de manejo, pois envolve a localização geográfica do fragmento, a proximidade a estradas externas como rodovias e estradas vicinais e facilidade de visitação. Juntamente a ela, a matriz de entorno também é de difícil controle, já que reflete o mosaico entre os poucos remanescentes naturais imersos em uma grande matriz agropecuária e urbana (KLINK; MOREIRA, 2002; MILES et al., 2006).

O corte seletivo e a presença de gado foram outros dois impactos que afetaram fortemente o somatório de muitos fragmentos. O corte seletivo de madeira reduz a biomassa e aumenta o número de clareiras das comunidades vegetais, o que altera a entrada de luz no interior da floresta e, conseqüentemente, aumenta a mortalidade e a perda de espécies (BERRY et al., 2010; LOPES et al., 2011b). Já a presença de gado aumenta a compactação do solo e o pastoreio da regeneração natural, além de promover a disseminação de sementes de espécies invasoras, que também comprometem a regeneração das comunidades vegetais (BROWNING; ARCHER, 2011). Contrariamente a acessibilidade e a matriz de entorno, estes impactos são de fácil controle e podem representar uma grande redução na perturbação dos fragmentos. A maior fiscalização da proibição de corte e retirada de madeira e o cercamento para evitar a entrada de gado nas áreas naturais podem representar um grande avanço para o aumento da conservação destes fragmentos.

As trilhas e estradas internas também aumentam os impactos antrópicos na maioria dos fragmentos. Estes impactos alteram as condições do interior da floresta, aumentando a irradiância que atinge o sub-bosque, a temperatura do ar em 4-10°C, a exposição ao vento e o estresse hídrico das plantas (POORTER et al., 2006; CASSIANI et al., 2008). Essa condição alterada reduz a diversidade, resiliência e produtividade destas comunidades vegetais (TILMAN et al., 1997). Para os fragmentos 1, 3, 5 e 6 são recomendados uma restrição no uso de estradas internas por veículos automotivos, pois estas áreas já apresentam, em alguns trechos, alta compactação do solo.

A ocorrência de lixo esteve restrita a quatro fragmentos, e está muito relacionada à proximidade do centro urbano. Dentre os impactos causados pelo lixo, a redução na regeneração natural onde o lixo é muito concentrado e a depreciação da qualidade da água subterrânea devido ao escoamento do chorume (SOBRAL et al., 2007) estão entre os principais efeitos negativos do lixo nas comunidades vegetais.

A análise de componentes principais (PCA) agrupou os fragmentos quanto aos impactos antrópicos. O primeiro grupo (1, 4, 6 e 8) são os mais bem conservados, apresentando poucos impactos antrópicos, e principalmente ausência dos impactos com maior "peso" (corte seletivo e presença de gado). Os fragmentos 6 (Fazenda Experimental do Glória) e 8 (Estação Ecológica do Panga) são Unidades de Conservação, o que reduz os impactos ambientais nestas áreas (LOPES et al., 2012). Os fragmentos 1 e 4 são áreas privadas, mas que se mantêm cercadas e protegidas pelos proprietários.

O segundo grupo (7, 9 e 10) estão sob perturbação intermediária, não apresentando estradas internas, pouco ou lixo ausente e menor intensidade de corte seletivo de madeira. O simples cercamento da área e proibição do corte seletivo já aumentariam muito o potencial de conservação destas áreas. O terceiro grupo (2, 3 e 5) apresenta-se sob forte perturbação, com presença marcante de lixo, estradas internas, gado ou corte seletivo. Nestes casos seriam necessárias intervenções mais drásticas para o aumento da capacidade de regeneração destas áreas, não apenas pelo cercamento da área e proibição de retirada de madeira, mas também redução da visitação e práticas de educação ambiental aos visitantes.

A influência dos impactos ambientais na estrutura e funcionalidade das comunidades vegetais estudadas foi evidenciada pelas análises de regressão para muitos parâmetros, principalmente os funcionais. Os parâmetros florísticos (riqueza e diversidade) foram pouco influenciados pelo

grau de perturbação da área, provavelmente por dois fatores: 1) a amostragem destes fragmentos privilegiou áreas interioranas da floresta, representando assim nas regiões mais protegidas e menos degradadas destes fragmentos, e 2) a florística de florestas estacionais é fortemente influenciada por fatores edáficos (OLIVEIRA-FILHO et al., 1994, ARAÚJO et al., 1997), e a presença ou não de determinadas espécies deve estar mais relacionada aos teores nutricionais do solo do que em relação a frequência e intensidade de impactos antrópicos.

A redução significativa do número de indivíduos de grande porte (DAP > 40 cm) com o aumento dos impactos ambientais era esperado, já que estes indivíduos normalmente são os mais visados em relação ao corte seletivo. Isto indica uma redução na biomassa, e consequentemente, do sequestro de carbono, nas áreas mais perturbadas (OZANNE et al., 2003). Essa redução afeta não apenas a diversidade da flora local, mas também da fauna, que utiliza destes indivíduos de grande porte para refúgio e alimentação da fauna (PINA; SANTOS, 2009). Menos árvores de grande porte significam maiores espaços iluminados, clareiras, adentrando a comunidade vegetal, facilitando o estabelecimento de espécies pioneiras de pequeno portes (VALE et al., 2009)

O aumento significativo destas espécies pioneiras junto com o aumento dos impactos ambientais corrobora a hipótese deste trabalho, e está relacionado à condição ontogênica destas espécies, muito heliófitas, propícias a ocupar áreas alteradas como nas proximidades das bordas e clareiras no interior dos remanescentes naturais (PRADO JÚNIOR et al., 2010; LOPES et al., 2011a). Como discutido anteriormente, impactos como corte seletivo, presença de gado e estradas internas aumentam o número de clareiras e a densidade dessas espécies nas áreas mais perturbadas. Por outro lado, a redução de espécies secundárias tardias com o aumento da perturbação também corroborou a hipótese. Estas espécies desenvolvem-se no sub-bosque em condições de sombra leve ou densa, e apresentam indivíduos com maior longevidade e com grande incremento em área basal (VALE et al., 2009).

Preservar grandes áreas naturais é a chave para a preservação da biodiversidade (ALVEY, 2006) e estas 10 áreas representam uma alta diversidade beta e devem ser consideradas chave para a manutenção de espécies florestais no Triângulo Mineiro. Por esta razão é fundamental a verificação do atual estágio de conservação destas áreas e o uso de uma matriz de impacto relativamente simples foi particularmente útil na delimitação de alguns impactos antrópicos negativos sobre estas florestas. No entanto, poucas áreas foram averiguadas e uma grande gama de possíveis impactos como ocorrência de incêndios recentes, presença de espécies invasoras e efeitos de borda não foram utilizados. Isto significa que a matriz, mesmo sendo útil em revelar a situação dos fragmentos, pode e deve ser mais bem trabalhada em futuros estudos para um melhor detalhamento do atual estágio de conservação dessas áreas. Acreditamos que, pela facilidade e praticidade de seu uso, a matriz de impacto utilizada neste trabalho possa ser replicada em outras áreas na região para aumentarmos a eficiência de ações conservacionistas e de manejo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Anne Karoline; ROSA, Roberto. Espacialização de dados climáticos do cerrado mineiro. **Horizonte Científico**, v. 8, p.1-28, 2008.
- ALVEY, Alexis A. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 5, n. 4, p. 195-201, 2006.
- ARAÚJO, Glein Monteiro; GUIMARÃES, Antônio José Maia; NAKAJIMA, Jimi Naoki. Fitossociologia de um remanescente de mata mesófila semidecídua urbana, Bosque John Kennedy, Araguari, MG, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 20, n. 1, p. 67-77, 1997.
- BERRY, Nicholas J. et al. The high value of logged tropical forests: lessons from northern Borneo. **Biodiversity and Conservation**, v.19, n.4, p. 985-997, 2010.
- BROWNING, Dawn M.; ARCHER, Steven R. Protection from livestock fails to deter shrub proliferation in a desert landscape with a history of heavy grazing. **Ecological Applications**, v.21, n. 5, p. 1629-1642, 2011.



- CASSIANI, M.; KATUL, G. G.; ALBERTSON, J. D. The effects of canopy leaf area index on airflow across forest edges: large-eddy simulation and analytical results. **Boundary-Layer Meteorology**, v. 126, n. 3, p. 433-460, 2008.
- FISZON, J. T.; MARCHIORO, N. P. X. Atividades antrópicas e fatores de impacto nos fragmentos. In: **Efeitos da fragmentação de habitats: recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/Secretaria de Biodiversidade e Florestas/PROBIO, 332p. 2002.
- HABEL, Jan Christian; ZACHOS, Frank E. Habitat fragmentation versus fragmented habitats. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, n. 11, p. 2987-2990, 2012.
- KLINK, Carlos A.; MOREIRA, Adriana G. Past and current human occupation, and land use. **The Cerrados of Brasil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**, p. 69-90, 2002.
- KOTTEK, Markus et al. World map of the Koppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259-264, 2006.
- LAURANCE, William F.; VASCONCELOS, Heraldo L. Conseqüências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Australis**, v. 13, n. 3, p. 434-451, 2009.
- LEOPOLD, Luna Bergere. **A procedure for evaluating environmental impact**. US Dept. of the Interior, 13p. 1971.
- LOPES Sergio de Faria. **Padrões florísticos e estruturais das florestas estacionais semidecíduais do Triângulo Mineiro, MG**. 2010. 192 f. Tese (Doutorado) - UFU, Uberlândia, 2010.
- LOPES, Sérgio de Faria et al. An Ecological Comparison of Floristic Composition in Seasonal Semideciduous Forest in Southeast Brazil: Implications for Conservation. **International Journal of Forestry Research**, v. 2012, p. 1-12, 2012.
- LOPES, Sérgio de Faria et al. Diagnóstico ambiental para implementação do Parque Municipal da Matinha (Monte Carmelo, MG): implicações à conservação da biodiversidade. **Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 39, p.58-80, 2011a.
- LOPES, Sérgio de Faria et al. Caracterização ecológica e distribuição diamétrica da vegetação arbórea em um remanescente de floresta estacional semidecidual na fazenda experimental do Glória, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 322-335, 2011b.
- MACHADO, Evandro Luiz Mendonça et al. Análise comparativa da estrutura e flora do compartimento arbóreo-arbustivo de um remanescente florestal na Fazenda Beira Lago, Lavras, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 499-516, 2004.
- MILES, Lera et al. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 3, p. 491-505, 2006.
- MORENO, Maria Inês Cruzeiro; SCHIAVINI, Ivan; HARIDASAN, Mundayatan. Fatores edáficos influenciando a estrutura de fitofisionomias do Cerrado. **Caminhos de Geografia**, v. 9, n. 25, p. 173-194, 2008.
- OLIVEIRA-FILHO, Ary T.; FONTES, Marco Aurélio L. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate<sup>1</sup>. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.
- OLIVEIRA-FILHO, Ary T. et al. Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semideciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 51, n. 3, p. 355-389, 1994.
- OZANNE, C. M. P. et al. Biodiversity meets the atmosphere: a global view of forest canopies. **Science**, v. 301, n. 5630, p. 183-186, 2003.
- PILLAR, Valerio D. et al. Discriminating trait-convergence and trait-divergence assembly patterns in ecological community gradients. **Journal of Vegetation Science**, v. 20, n. 2, p. 334-348, 2009.

PINA, José Hermano Almeida; SANTOS, Douglas Gomes dos. Qualidade ambiental e de vida: Uma análise qualitativa do Parque do Sabiá em Uberlândia-MG. **Caminhos de Geografia**, v. 10, n. 31, p. 249-267, 2009.

POORTER, Lourens; BONGERS, Laurent; BONGERS, Frans. Architecture of 54 moist-forest tree species: traits, trade-offs, and functional groups. **Ecology**, v. 87, n. 5, p. 1289-1301, 2006.

PRADO JÚNIOR, Jamir Afonso do et al. Estrutura da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual localizada na reserva legal da fazenda Irara, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, p. 638-647, 2010.

PRADO JÚNIOR, Jamir Afonso et al. Estrutura e caracterização sucessional da comunidade arbórea de um remanescente de floresta estacional semidecidual, Uberlândia, MG. **Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 39, p.81-93, 2011.

SOBRAL, Ivana Silva et al. Avaliação dos impactos ambientais no Parque Nacional Serra de Itabaiana–SE. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 24, p. 102-110, 2007.

SHEPHERD, George. **Fitopac Shell 1.6**. Campinas. Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, UNICAMP, SP, 2006.

TILMAN, David et al. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. **Science**, v. 277, n. 5330, p. 1300-1302, 1997.

VALE, Vagner Santiago et al. Composição florística e estrutura do componente arbóreo em um remanescente primário de floresta estacional semidecidual em Araguari, Minas Gerais, Brasil. **Hoehnea** v. 36, p. 417-429.

VALE, Vagner Santiago et al. Functional groups in a semideciduous seasonal forest in Southeastern Brazil. **Biotemas**, v. 26, n. 2, p. 45-58, 2013.