

Uso de Sistema de Informações Geográficas para a seleção de indicadores de qualidade ambiental em fragmentos de Mata Atlântica

Silvania Goularte Correia¹
Rogério Hartung Toppa¹

¹Universidade Federal de São Carlos – *campus* Sorocaba. Departamento de Ciências Ambientais (DCA). Rodovia João Leme dos Santos, Km 110, Bairro do Itinga - 18052-780 - Sorocaba - SP, Brasil. silvania.goularte@gmail.com; toppa@ufscar.br

Abstract. The main goal of this work is to study the possible correlation between physical, metric and anthropic variables of forest fragments with biotic indicators of vegetation. We have selected eight fragments of the Atlantic Forest biome in São Paulo State, in municipalities of Salto de Pirapora and Sorocaba. Physical, metric and anthropic variables associated with the selected forest fragments were analyzed with use of a Geographical Information System. We have used a Stepwise linear regression to identify the most important variables in order to explain the variation of biotic indicators. As a result of such process, it was detected that slope, drainage density, matrix, area and shape of forest fragments are the best parameters, among those who were selected for this study, to model the biotic variations, although they explain less than 20% of the variation of the selected biotic indicators. The results that were found indicate that some spatial, physical and anthropogenic variables are correlated with the biotic indicators of vegetation. On the other hand, further studies about other possible variables which can assist the modeling of the vegetation structure variation of Atlantic Forest fragments are needed to support the environmental diagnosis of these fragments and decision-making in conservation projects.

Palavras-chave: fragmentation, environment indicators, geographic information system, fragmentação, indicadores ambientais, sistema de informação geográfica.

1. Introdução

A paisagem pode ser definida como uma unidade maior, heterogênea, compreendendo outras unidades menores que interagem entre si, como pastagens, cultivos, áreas urbanizadas e fragmentos de vegetação. Sua estrutura espacial é composta por características como área, forma e disposição destas unidades. Sendo a estrutura da paisagem fundamental para a dinâmica de populações (METZGER, 1999), a fragmentação de áreas de habitat contínuas, devido à intensificação humana do uso da terra, pode prejudicar a conservação da biodiversidade (ANDRÉN, 1994).

No Brasil, um dos biomas mais atingidos pelos efeitos da fragmentação de origem antrópica é a Mata Atlântica, que possui uma das maiores biodiversidades do planeta. Ribeiro et al. (2009) estabeleceram um panorama pessimista do estado atual do bioma: mais de 80% dos seus fragmentos possuem menos de 50 ha e a distância média entre os fragmentos é de 1.440 m. Diante de tais dados, tornam-se essenciais estudos que avaliem também a qualidade destes fragmentos como habitat para suas espécies, já que estes apresentam-se em pouca quantidade, com tamanhos reduzidos e distantes entre si.

Organizações internacionais já declararam que critérios e indicadores que meçam a conservação da biodiversidade em florestas tropicais são uma prioridade (STORK et al., 1997). Em seu terceiro encontro, a Conferência das Partes no âmbito da Convenção da Diversidade Biológica, em Buenos Aires, no ano de 1996, definiu que o desenvolvimento de critérios e indicadores para a qualidade florestal e conservação da biodiversidade merecem atenção imediata, pois contribuem para a sustentabilidade do manejo florestal e avaliam os impactos humanos nos ecossistemas (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 1996).

De acordo com Niemi e McDonald (2004), o uso de indicadores ecológicos é exigido por legislação específica em diversos países do mundo, porém, o estudo de indicadores no meio científico começou a ocorrer apenas nos últimos 40 anos. Atualmente, encontrar indicadores

facilmente mensuráveis e que caracterizem sistemas ecológicos como um todo consiste em um desafio (DALE e BEYELER, 2001).

Perante a necessidade de indicadores ambientais de fácil obtenção e com boa resposta sobre a integridade ecológica de fragmentos florestais, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) se apresentam como uma importante ferramenta em estudos conservacionistas. Diversos trabalhos já foram realizados utilizando SIG para diagnóstico de fragmentos florestais e identificação de áreas prioritárias para conservação, a partir de critérios e indicadores preestabelecidos, com bons resultados (MARTINS et al., 2002; DOBROVOLSKI et al., 2006).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar a relação de causa-efeito entre variáveis físicas, espaciais, antrópicas e indicadores bióticos correlacionados à estrutura da vegetação, em fragmentos de Mata Atlântica associados a diferentes tipos de uso e ocupação da terra. Espera-se que os resultados deste estudo possam contribuir para estimar indicadores abióticos, métricos e antrópicos que melhor representam a integridade biológica de fragmentos florestais de Mata Atlântica.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado nos municípios de Salto de Pirapora e Sorocaba, no Sudeste do Estado de São Paulo, Brasil (Figura 1). Salto de Pirapora e Sorocaba estão inseridos no Bioma Mata Atlântica, e possuem uma área de 280,61 km² e 449,80 Km², respectivamente (IBGE, 2014).

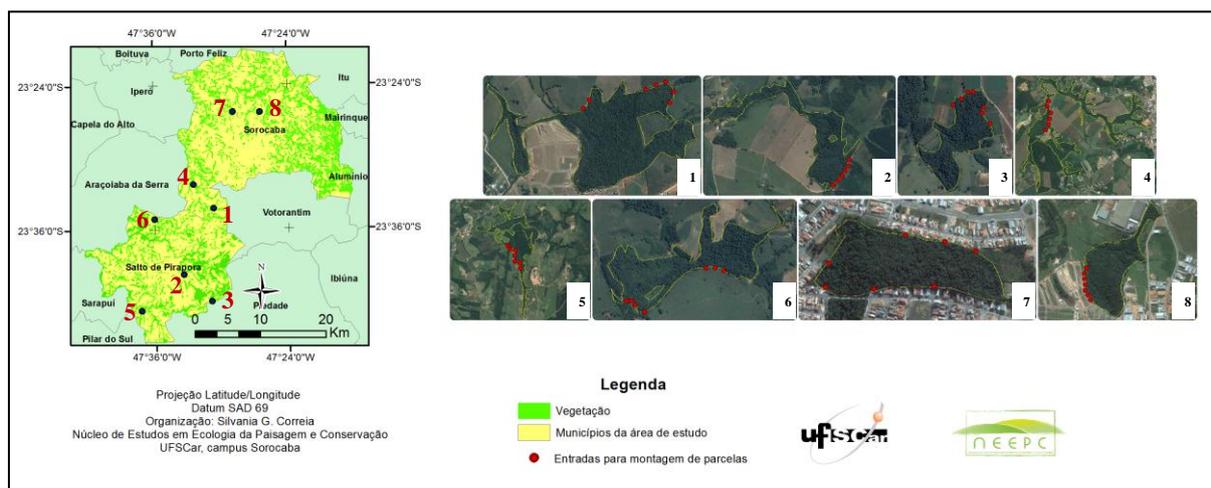


Figura 1. Municípios onde estão localizados os fragmentos estudados.

Para a seleção dos fragmentos de Mata Atlântica estudados em Salto de Pirapora, foram utilizadas ortofotos do município disponibilizadas pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano SA – EEMPLASA, do ano de 2011. Todos os fragmentos de floresta foram vetorizados em escala 1:10.000. Para a seleção dos fragmentos de floresta localizados no município de Sorocaba, foi utilizado o banco de dados vetorial dos remanescentes de vegetação (escala de vetorização - 1:2.000) disponibilizado pelo Núcleo de Estudos em Ecologia da Paisagem e Conservação, da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba. Com a finalidade de identificar fragmentos florestais com métricas padronizadas para este estudo, foram selecionados fragmentos com uma área nuclear mínima de 1 ha, considerando um efeito de borda de 50 metros (MELO et al., 2006), e que existissem há pelo menos 10 anos desde o processo de fragmentação, para eliminar diferenças nos indicadores bióticos estudados devido a diferentes estados de regeneração (ROSS et al., 2002). Para

verificar o tempo de existência dos fragmentos foram utilizadas imagens da região do ano de 2001, provenientes do satélite LandSat 7, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esta etapa foi realizada no programa ArcMAP 10.1, componente da suíte de aplicativos ArcGIS 10.1, com o auxílio da extensão V-LATE 2.0 beta para o cálculo da área nuclear. Ao todo, foram selecionados oito fragmentos, sendo quatro deles localizados em Salto de Pirapora e quatro em Sorocaba.

2.2. Cálculo dos indicadores

A matriz na qual se encontram os fragmentos estudados foi considerada como um indicador antrópico. Desta forma, o estudo contemplou dois fragmentos para cada tipo de uso e ocupação de terra (Quadro 1).

Com base no plano de informação dos fragmentos selecionados para o estudo, foram calculados os valores para os indicadores espaciais relacionados no Quadro 1, com o uso da extensão V-LATE 2.0 beta no programa ArcGis 10.1.

Para os indicadores físicos, foram utilizados o Modelo Digital de Elevação (MDE) do Estado de São Paulo, disponibilizado pela Coordenadoria de Planejamento Ambiental – CPLA da Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo, com resolução de 30 m, e vetorizações da hidrografia de toda região obtidas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em escala de 1:50.000. Com o uso do MDE foi gerado um mapa de declividade dos fragmentos no programa ArcGis 10.1, e a média da declividade de cada fragmento foi informada pelo *software*, por meio do campo “*Classification Statistics*” encontrado na janela de “*Layer Properties*”.

Na última etapa de coleta de dados foram realizadas saídas de campo nos fragmentos selecionados, para a obtenção dos valores relacionados aos indicadores bióticos (Quadro 1). Cada fragmento recebeu 28 pontos de amostragem para os indicadores, sendo distribuídos 14 pontos na borda dos fragmentos e 14 pontos na região nuclear, considerando um efeito de borda de 50 m. Em cada ponto foi delimitada uma parcela de 40 m², onde foram coletados os dados para os indicadores bióticos selecionados (Quadro 1). As parcelas foram montadas a partir de entradas abertas para acesso ao interior do fragmento (Figura 1).

Os indicadores relacionados no Quadro 1 foram selecionados devido à integração dessas variáveis do meio físico e antrópico com a estrutura da vegetação, conforme os apontamentos apresentados na coluna “*descrição*”. Além disso, considera-se também o potencial dos indicadores bióticos determinados para esse trabalho, como um aspecto que se destaca pela agilidade para a coleta das informações, visto que não há necessidade de identificação das espécies.

Quadro 1. Indicadores utilizados para avaliar a qualidade ambiental dos fragmentos florestais estudados.

Indicadores Espaciais	Descrição
Área	Área do fragmento, em hectares (ha).
Forma	Índice de Forma do Fragmento. Quanto mais próximo de 1, mais arredondado é o fragmento (GRISE et al., 2009).
Indicadores Físicos	Descrição
Declividade	Declividade média do terreno no fragmento florestal, em graus.
Drenagem	Densidade média de drenagem no fragmento florestal (Km/ha).
Indicadores Antrópicos	Descrição
Matriz	Matriz de entorno do fragmento florestal, em um raio de 100 m. Para possibilitar as análises estatísticas cada matriz selecionada recebeu um valor de 1 a 4: matriz urbana (1); matriz rural/pastagem (2); matriz rural/cultura temporária (3); matriz rural/cultura permanente(4).

Indicadores Bióticos	Descrição
Diâmetro a altura do Peito (DAP)	DAP médio das árvores do fragmento florestal, considerando apenas aquelas que possuem o DAP $\geq 4,77$ cm. Indivíduos de troncos múltiplos foram considerados quando uma das ramificações possuía DAP $\geq 4,77$ cm.
Altura	Altura média das árvores com DAP $\geq 4,77$ cm no fragmento, em metros (m).
Árvores mortas	Densidade de árvores mortas no fragmento, em número de indivíduos/ha.
Grau de cobertura do dossel	Para inferir sobre o grau de cobertura do dossel foi medida a Entrada de Luminosidade média no fragmento, em Klux.
Plântulas	Densidade de plântulas com altura > 20 cm e DAP < 1 cm (ALVES e METZGER, 2006).
Indivíduos arbóreos	Densidade de indivíduos arbóreos no fragmento (com DAP $\geq 4,77$ cm), em número de indivíduos/ha.

2.3. Seleção das variáveis

Foi calculada a média do valor de cada indicador biótico para cada parcela dos fragmentos. Para verificar se houve diferença significativa entre as médias obtidas nos fragmentos foi utilizado o teste Kruskal-Wallis, com o uso do software estatístico Action 2.7.

Quando foram detectadas diferenças significativas entre as médias de algum indicador biótico, foi utilizada uma Regressão Linear “Passo a Passo” (*Stepwise*), com o uso do *software* Action 2.7, que utiliza regressão linear múltipla para a escolha das variáveis, eliminando do modelo, gradativamente, variáveis que sejam estatisticamente menos significantes, até que as variáveis restantes sejam todas estatisticamente relevantes (PORTAL ACTION, 2014). Assim, foi possível selecionar os indicadores espaciais, físicos e antrópicos que influenciassem de maneira significativa a variação nos indicadores bióticos. Para esta análise, considerou-se $\alpha = 0,05$, tanto para a entrada quanto para a saída de variáveis do modelo. A seguir, foi realizada uma Regressão Linear Múltipla com os indicadores selecionados pela Regressão Linear *Stepwise*, a fim de verificar os coeficientes dos mesmos e, desta forma, identificar se estes se correlacionavam de forma positiva ou negativa com o indicador biótico.

Por fim, a técnica de seleção de variáveis utilizando “Todos os Modelos Possíveis”, no software Action, foi utilizada para verificar o valor do Coeficiente de Determinação Ajustado (R^2 ajustado) de um modelo composto por todas as variáveis espaciais, físicas e antrópicas significativas para o indicador biótico analisado. Desta forma, foi possível verificar se estas variáveis formavam um modelo adequado e explicativo para a maior parte da variação do indicador biótico.

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os valores obtidos para os indicadores espaciais, físicos e antrópicos dos fragmentos. De acordo com o teste Kruskal-Wallis, todos os fragmentos apresentaram diferenças significativas quanto aos seus indicadores bióticos (Tabela 2). As variáveis selecionadas pela Regressão Linear “Passo a Passo” e os valores encontrados para os coeficientes e para o R^2 ajustado estão especificados na Tabela 2. Dentre as variáveis selecionadas para o estudo, nenhuma explicou de maneira significativa a variação no DAP das árvores dos fragmentos.

A maior declividade conduz a uma diminuição na entrada de luz nos fragmentos. Fragmentos com declividade íngreme são menos acessíveis às pessoas, portanto, podem manter uma cobertura de vegetação menos impactada, com poucas clareiras e menor entrada de luminosidade na mata (SADER; JOYCE, 1988).

A densidade de drenagem dos fragmentos alterou de maneira significativa a altura e a densidade arbórea e a densidade de árvores mortas. Quanto maior a densidade de drenagem,

menor a altura das árvores e maior a sua densidade, e maior a densidade de árvores mortas. Sabe-se que uma área com alta densidade de drenagem é mais sujeita à erosão, sendo este valor, então, um indicador da vulnerabilidade do solo a processos erosivos (COSTA et al, 2007). Processos erosivos conduzem a perdas de solo e nutrientes (HERNANI et al, 1999; SCHAEFER et al, 2002), que podem conduzir a um menor crescimento da vegetação e maior mortalidade de árvores (SILVA, 2000), o que explica a influência da densidade de drenagem sobre a altura das árvores e sua mortalidade. A queda de árvores promove o revolvimento do solo, abrindo clareiras e facilitando sua ocupação por espécies pioneiras, adaptadas ao solo perturbado. Isto pode explicar o porquê de o aumento da densidade de drenagem conduzir a um aumento da densidade de árvores, já que estas seriam de espécies pioneiras, predominantemente (LAWTON e PUTZ, 1988).

Tabela 1. Valores encontrados para os indicadores físicos, espaciais e antrópicos em cada fragmento florestal. 1: Matriz urbana; 2: Pastagem; 3: Cultura Temporária; 4: Cultura Permanente.

Fragmento	Declividade média (graus)	Drenagem (Km/ha)	Área (ha)	Forma	Matriz
1	4,82	0,025	73,06	2,842	4
2	3,18	0,092	23,95	3,02	4
3	10,59	0,043	8,78	1,754	3
4	3,52	0,037	228,68	10,303	3
5	3,36	0,049	87,26	4,64	2
6	7,74	0,066	17,86	2,714	2
7	1,35	0,021	12,19	1,807	1
8	3,38	0,039	36,22	2,101	1

A matriz influencia de maneira significativa a entrada de luminosidade no fragmento, a altura e a densidade arbórea, e a densidade de árvores mortas. De acordo com os coeficientes relacionados à matriz em um raio de 100 metros, quanto mais vegetada e arborizada a matriz for, menor será a entrada de luminosidade média no fragmento, maior será a altura das árvores, menor será a densidade de árvores mortas e maior será a densidade de árvores vivas. Sabe-se que o efeito de borda aumenta a entrada de luminosidade em um fragmento - isso também devido a maior quantidade de clareiras no dossel da mata -, diminui a altura das árvores e aumenta a densidade de árvores mortas (LAURANCE e VASCONCELOS, 2009). Matrizes com maior grau de vegetação arbórea, ou seja, mais similares ao fragmento florestal, parecem reduzir o efeito de borda em fragmentos florestais, se comparadas a matrizes pouco vegetadas (LAURANCE e VASCONCELOS, 2009). Isto explica, portanto, a influência que a matriz, neste estudo, exerceu sobre esses indicadores bióticos. O aumento de espécies arbóreas na matriz demonstrou aumentar a densidade de árvores nos fragmentos, o que pode ser explicado pelo fato de fragmentos imersos em matriz de pastagem e áreas urbanas estarem sujeitos à supressão e pisoteio de vegetação, seja por animais ou pessoas, além de queimadas, por serem mais acessíveis (MARTINS et al, 2002; TROIAN et al, 2011).

A área influenciou de maneira significativa a altura das árvores e a densidade de plântulas. De acordo com os coeficientes, quanto maior a área, menor a altura das árvores e menor a densidade de plântulas. Estudos demonstram que o recrutamento de plântulas costuma aumentar nas áreas de borda, relacionado ao aumento de densidade de espécies pioneiras e secundárias nestas áreas. Portanto, é esperado que fragmentos menores, que possuem mais áreas de borda, possuam um maior recrutamento de plântulas (PRIMACK e RODRIGUES, 2001; LAURANCE et al, 1998). Tal constatação explica a relação entre densidade de plântulas e área encontrada neste estudo. Por outro lado, apesar de fragmentos

maiores possuem menor densidade de plântulas e arvoretas, a relação entre área e altura das árvores encontrada pode ser explicada pelo aumento da heterogeneidade da vegetação proporcionada por fragmentos maiores. O habitat de fragmentos de maior tamanho pode ser mais variado do que o habitat de fragmentos menores. Fragmentos maiores possuem menos áreas sujeitas ao efeito de borda e perturbações externas, permitindo o aumento da complexidade de estratificação da mata, com espécies tanto de sub-bosque como de dossel (AMBUEL; TEMPLE, 1983). Deste modo, fragmentos maiores, com seu interior menos perturbado, permitiriam o aumento da complexidade de estratificação da mata, o que poderia se refletir na diminuição da altura média das árvores.

Tabela 2. Valores encontrados para os indicadores bióticos, variáveis físicas, espaciais e antrópicas selecionadas pela Regressão Linear *Stepwise*, valores encontrados para seus coeficientes e para o R² ajustado do modelo. * Não significativo.

Indicador Biótico	Fragmento	Média do Indicador Biótico	Teste Kruskal-Wallis (p-valor)	Variáveis selecionadas pela Regressão Linear Stepwise	Teste F	p-valor	Coefficientes	R ² ajustado para o modelo
Entrada de Luminosidade (%)	1	1,280	1,59E-21	Matriz	32,057	4,60E-08	-12,924	0,125
	2	2,448		Declividade	32,057	4,60E-08	-12,924	
	3	1,701						
	4	8,501						
	5	40,358						
	6	12,609						
	7	7,758						
	8	37,047						
Diâmetro a Altura do Peito (cm)	1	13,744	2,63E-02	Declividade	2,610	0,1076826 *	Não calculado	Não calculado
	2	11,423						
	3	15,432						
	4	13,292						
	5	13,890						
	6	12,530						
	7	12,807						
	8	12,529						
Altura (m)	1	9,066	1,81E-05	Drenagem	9,849	1,94E-03	-30,481	0,108
	2	7,408		Matriz	7,803	5,69E-03	0,731	
	3	8,617		Área	10,339	1,51E-03	-0,006	
	4	7,251						
	5	7,217						
	6	6,855						
	7	8,969						
	8	6,615						
Densidade de Árvores Mortas (indivíduos/ha)	1	366,071	1,41E-07	Matriz	7,132	8,13E-03	-193,595	0,081
	2	732,143		Drenagem	6,040	1,48E-02	4565,249	
	3	562,500						
	4	455,357						
	5	580,357						
	6	714,286						
	7	375,000						
	8	1223,214						
Densidade de Plântulas (indivíduos/ha)	1	80357,143	4,21E-12	Forma	26,640	5,44E-07	30616,885	0,167
	2	104285,714		Área	18,025	3,21E-05	-931,562	
	3	68571,429						
	4	131785,714						
	5	107142,857						
	6	115714,286						
	7	95357,143						
	8	21785,714						
Densidade de árvores (indivíduos/ha)	1	1062,500	9,79E-04	Drenagem	43,080	3,66E-10	15781,699	0,17
	2	2250,000		Matriz	4,036	4,58E-02	160,151	
	3	1223,214						
	4	1196,429						
	5	1092,593						
	6	1287,037						
	7	1064,815						
	8	1027,778						

A forma dos fragmentos foi uma variável de influência significativa apenas para a densidade de plântulas, de maneira que quanto maior o valor para a forma do fragmento, maior a densidade de plântulas. Quanto mais irregular a forma de um fragmento, maior será o valor para o índice de forma (GRISE et al, 2009). Um fragmento com formato irregular apresenta maior efeito de borda (PRIMACK e RODRIGUES, 2001) e, portanto, de acordo com a literatura, deve possuir maior densidade de plântulas, devido ao maior recrutamento de espécies pioneiras e secundárias em áreas sujeitas ao efeito de borda (LAURANCE et al, 1998).

Apesar de ser possível selecionar as variáveis que influenciam de maneira significativa os indicadores bióticos, os modelos gerados por estas explicam menos de 20% da variação nestes indicadores.

4. Conclusões

Por meio das análises apresentadas, foi possível identificar variáveis espaciais, físicas e antrópicas significativas para os indicadores bióticos relacionados à vegetação selecionados para este trabalho. No entanto, é clara a necessidade de mais estudos que visem encontrar outras possíveis variáveis explicativas para a variação na integridade da vegetação de fragmentos em Mata Atlântica, de modo a subsidiar o diagnóstico de conservação destes e a tomada de decisão em projetos conservacionistas.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP (Proc. 2014/02597-7) pelo auxílio financeiro.

6. Referências

Alves, L. F.; Metzger, J. P. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, p. 1-26, 2006.

Ambuel, B.; Temple, S. A. Area-Dependent Changes in the Bird Communities and Vegetation of Southern Wisconsin Forests. **Ecology**, v. 64, n. 5, p. 1057-1068, 1983.

Andrén, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **OIKOS**, v. 71, n. 3, p. 355-366, 1994.

Costa, T. C. C.; Uzeda, M. Z.; Fidalgo, E. C. C.; Lumberras, J. F.; Zaroni, M. J.; Naime, U. J.; Guimarães, S. P. Vulnerabilidade ambiental em sub-bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro por meio de integração temática da perda de solo (USLE), variáveis morfométricas e o uso/cobertura da terra. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 2493-2500.

Dale, V. H.; Beyeler, S. C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, v. 1, n. 1, p. 3-10, 2001.

Dobrovolski, R.; Both, R.; Coelho, I. P.; Stolz, J. F.; Schüssler, G.; Rodrigues, G. G.; Guerra, T.; Hartz, S. M. Levantamento de áreas prioritárias para a conservação da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (RS, Brasil) e seu entorno. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 4, n. 1-2, p. 7-14, 2006.

Grise, M. M.; Biondi, D.; Lingnau, C.; Araki, H. A estrutura da paisagem do mosaico formado pelas unidades de conservação presentes no litoral norte do Paraná. **Floresta**, v. 39, n. 4, p. 723-742, 2009.

Hernani, L. C. et al. Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 145-154, 1999.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Cidades@**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php?lang=>>>. Acesso em: 06 nov. 2014.

Laurance, W. F. et al. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. **Conservation Biology**, v. 12, n. 2, p. 460-464, 1998.

Laurance, W. F.; Vasconcelos, H. L. Conseqüências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 3, p. 434, 451, 2009.

Lawton, R. O.; Putz, F. E. Natural Disturbance and Gap-Phase Regeneration in a Wind-Exposed Tropical Cloud Forest. **Ecology**, v. 69, n. 3, p. 764-777, 1988.

Martins, I. C. M. et al. Diagnóstico ambiental no contexto da paisagem de fragmentos florestais naturais “ipucas” no município de Lagoa da Confusão, Tocantins. **Revista Árvore**, v. 26, n. 3, p. 299-309, 2002.

Melo, F. P.; Dirzo, R.; Tabarelli, M. Biased seed rain in forest edges: Evidence from the Brazilian Atlantic forest. **Biological Conservation**, v. 132, n. 1, p. 50-60, 2006.

Metzger, J. P. Estrutura da paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 3, p. 445-463, 1999.

Niemi, G. J.; Mcdonald, M. E. Application of Ecological Indicators. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, p. 89-111, 2004.

Portal Action. **Seleção Stepwise**. Disponível em: < <http://www.portalaction.com.br/899-m%C3%A9todo-stepwise>>. Acesso em 07 nov. 2014.

Primack, R. B.; Rodrigues, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Editora Planta, 2001. 328 p.

Ribeiro, M. C.; Metzger, J. P.; Martensen, A. C.; Ponzoni, F. J.; Hirota, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

Ross, K. A. et al. Changes to plant species richness in forest fragments: fragment age, disturbance and fire history may be as important as area. **Journal of Biogeography**, v. 29, n. 5-6, p.749-765, 2002.

Sader, S. A.; Joyce, A. T. Deforestation Rates and Trends in Costa Rica, 1940 to 1983. **Biotropica**, v. 20, n. 1, p. 11-19, 1988.

Schaefer, C. E. R.; Silva, D. D.; Paiva, K. W. N.; Pruski, F. F.; Albuquerque Filho, M. R.; Albuquerque, M. A. Perdas de solo, nutrientes, material orgânica e efeitos microestruturais em Argissolo Vermelho-Amarelo sob chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 669-678, Mai. 2002.

Silva, J. R. C. Sobrevivência e crescimento de mudas de Sabiá em podzólico vermelho-amarelo sob erosão simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 1055-1061, 2000.

Stork, N.E.; Boyle, T.J.B.; Dale, V.; Eeley, H.; Finegan, B.; Lawes, M.; Manokaran, N.; Prabhu, R.; Soberon, J.. **Criteria and Indicators for Assessing the Sustainability of Forest Management: Conservation of Biodiversity**. Disponível em: <http://www.cifor.org/publications/pdf_files/WPapers/WP-17.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2014.

Troian, L. C.; Käfer, M. I.; Müller, S. C.; Troian, V. R.; Guerra, J.; Borges, M. G.; Guerra, T.; Rodrigues, G. G.; Forneck, E. D.. Florística e padrões estruturais de um fragmento florestal urbano, região metropolitana de Porto Alegre, RS, Brasil. **IHERINGIA Série Botânica**, v. 66, n. 1, p. 5-16, 2011.

United Nations Environment Programme (UNEP). **Biological diversity and forests**. Disponível em: < <http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-03/official/cop-03-16-en.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2014.