

# IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA RODOVIA ARLINDO BETTIO (SP 613) NO PARQUE ESTADUAL DO MORRO DO DIABO - SP

Rodrigo BERNARDES FREIRE\*

Vanessa DE MATOS MELLO\*\*

Renata RIBEIRO ARAÚJO\*\*\*

Stela Rosa AMARAL GONÇALVES\*\*\*\*

**Resumo:** O Parque Estadual do Morro do Diabo, localizado em Teodoro Sampaio, é uma área rica em biodiversidade e possui grande importância ecológica para o estado de São Paulo. O parque é cortado pela rodovia SP 613 em um trecho de 14 quilômetros. Apesar da rodovia representar desenvolvimento econômico na região, do ponto de vista ambiental, diversos podem ser os impactos causados por este tipo de atividade. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar se os níveis de ruído, provocados pela operação da rodovia SP 613, em uma área do Parque Estadual Morro do Diabo (PEMD), são susceptíveis de provocar impactos ambientais na fauna transeunte. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico dos principais impactos causados por rodovias, incluindo estudos feitos no próprio parque. Foram feitas visitas a campo para realização do diagnóstico ambiental da área e levantamento de ruído. O levantamento de ruído causado pelo tráfego de veículos na rodovia foi realizado através da metodologia descrita na norma NBR 13.369, de maio de 1995. Os níveis de pressão sonora foram medidos com um decibelímetro (Modelo DEC-405 da Instrutherm), em dB(A) (decibéis medidos em escala

† Engenheiro Ambiental formado pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Presidente Prudente – SP. E-mail: rodrigobfreire@hotmail.com

\* Graduanda do curso de Engenharia Ambiental da Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP - Campus de Presidente Prudente. E-mail: nessa.dm.mello@gmail.com

\*\* Professora Doutora da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Presidente Prudente – SP. E-mail: [reribeiro@fct.unesp.br](mailto:reribeiro@fct.unesp.br)

\*\*\* Graduanda do curso de Engenharia Ambiental da Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP - Campus de Presidente Prudente. E-mail: stelinhaamaral@hotmail.com

A). Os resultados obtidos indicaram que a uma distância de 30 metros da rodovia, faixa em que os animais pouco habitam e por curto espaço de tempo, os valores de ruído foram superiores a 70 dB e em distâncias maiores de 30 metros da rodovia foram encontrados valores menores que 70dB. Isto indica que os efeitos severos atingem poucos animais. Os resultados indicaram também que, os níveis de ruído atingiram níveis normais (40 dB) a uma distância média de 800 metros da rodovia. Vale ressaltar que, apesar do ruído em torno de 40 dB ser considerado ruído ambiente, o mesmo pode provocar algum efeito, como causar afugentamento de animais, agindo, dessa forma, na alteração da distribuição dos animais no parque.

**Palavras-chave:** Impactos ambientais; Parque Estadual Morro do Diabo; Rodovias.

**Abstract:** Roads are structures present everywhere and their presence is linked to economic development of a region. Even in sparsely populated regions, the roads play an important role, because they connect one region to another, serve as channels of dispersion of products, among other important functions. However, in environmental point of view, the impacts caused by this type of activity several may be several. They start in the construction phase, such as opening the forest for the construction of the highway, and still even during the stage of operation, when cars start to cross it, releasing gases and offering risk to wildlife. The problems are exacerbated when the roads cut areas rich in biodiversity or ecological importance. This case is what occurs in Morro do Diabo State Park, located in Teodoro Sampaio-SP, which is crossed by the SP 613 highway in a stretch of 14 km. This paper aims to evaluate the levels of noise caused by the operation of the road SP 613 in an area of Morro do Diabo State Park (MDPE), are likely to cause environmental impacts on wildlife passer. To that end, there was a bibliographical survey of the major impacts caused by roads, including studies done in the park. Also, field visits were made to conduct the environmental diagnosis of the area and, in addition, surveys of noise caused by vehicles.

**Keywords:** Environmental Impacts; Morro do Diabo State Park; Roads.

## 1. INTRODUÇÃO

Em São Paulo, no ano de 1941 sob o resguardo do Instituto Florestal e com a finalidade de Floresta Protetora, foi criada a Reserva do Morro do

Diabo. No ano de 1986, entretanto, tal área passou para a categoria de Parque Estadual Morro do Diabo (Faria&Pires, 2006).

A grande reserva é delimitada ao norte pelo ribeirão Anhumas, ao sul pelo rio Paranapanema, a oeste pelo rio Paraná e a leste pelo espigão divisor de água do Paraná-Paranapanema e ribeirão Cachoeira do Estreito, fazendo divisa com o Parque Estadual Morro do Diabo (Ditt, 2002). O Parque Estadual faz parte de uma reserva possuidora dos últimos remanescentes de Mata Atlântica do interior (DESHLER,1975) e suas coordenadas geográficas são 22o 27' a 22o 40' de Latitude S e 52o 10' a 52o 22' de Longitude W.

Segundo Deboni-Neto (2007), o PEMD conta com um plano de manejo que foi publicado na forma de livro no ano de 2006, sob financiamento do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO. A elaboração do mesmo se deu sob financiamento do Fundo Nacional para o Meio Ambiente (FNMA) através do Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ). O Plano de Manejo revisado contém recomendações adequadas sobre o manejo da área. No que tange ao uso público, são desenvolvidas atividades de educação e conscientização ambiental de suma importância posto que a maior fração do público que visita o Parque é composta por estudantes (ensino fundamental, médio e superior) e grupos organizados da região (associações, igrejas etc.).

Um dos fatores causadores da fragmentação deste parque foi a implementação da rodovia Arlindo Bettio (SP 613) com o intuito de desenvolvimento da região.

Segundo Fearnside (1989), estradas geram novas oportunidades de serviços e empregos e a instalação de novos pontos residenciais e industriais, o que resulta na atração de pessoas para áreas antes não habitadas. Além disso, podem funcionar como canais de escoamento de produtos, proporcionando ocupações em suas proximidades, associando-se ao movimento da estrada.

De acordo com Trombulak & Frissel (2000) com abertura da estrada, inúmeros impactos adversos podem surgir em função da rodovia por si, e também como resultados das pressões ao qual o meio ambiente no entorno da rodovia passa a estar sujeito. Associada a toda paisagem que recebe estradas, está a ocorrência de impactos negativos sobre a integridade biótica, tanto de ecossistemas terrestres como aquáticos.

Segundo informações compiladas por estes autores, os efeitos podem incluir: alterações no comportamento dos animais, que se caracterizam por aumento da área de vida e modificações nos padrões de movimentação, de sucesso reprodutivo, de ponto de fuga, além de desenvolvimento de predação passiva tipo “senta-e-espera”; alteração do

estado fisiológico; desequilíbrio ecológico pela introdução de espécies nativas e impulso à invasão pela abertura da estrada e movimentação de vetores humanos; modificação de cadeia alimentar; disseminação de doenças; caça e pesca indiscriminadas pelos operários de obras e pelos usuários da estrada; perda direta de território; fragmentação e alteração de habitats por efeito de borda; interceptação dos corredores de dispersão natural da fauna terrestre; isolamento populacional; e entre outros.

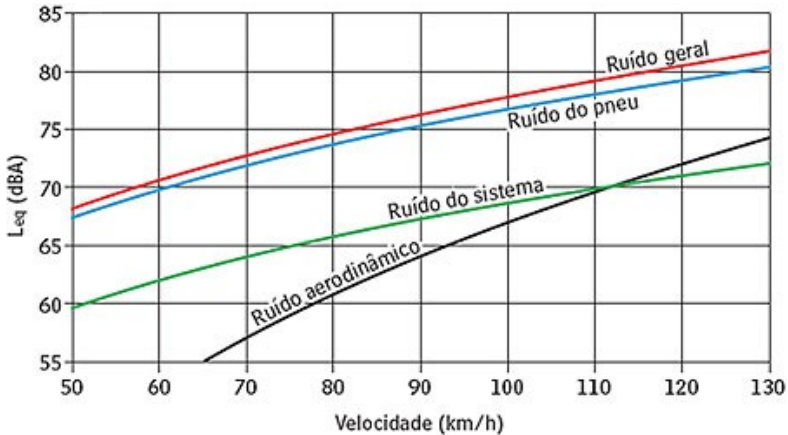
Romanini (2003) reafirma a geração destes impactos ambientais e chama a atenção aos impactos sobre a fauna decorrentes dos altos níveis de ruído gerados pelo tráfego. O autor revela que a reprodução de algumas espécies de aves é reduzida pela interferência na comunicação e pelo stress hormonal: a população já começa a declinar com níveis de ruído médio a partir de 42 decibéis.

Segundo Prada (2004), o ruído está entre os fatores mais importantes do “efeito de evitação” de rodovias, causado pela perturbação gerada pelo tráfego. Várias espécies de mamíferos apresentam densidade de população muito baixa em áreas distando de 100m a 200m de rodovias. Este fato está relacionado ao volume do tráfego e à velocidade média de trânsito dos veículos.

O ruído de tráfego ou de circulação tem como origem o acúmulo dos níveis sonoros produzidos pelos veículos automotores em funcionamento (ruído da mecânica do veículo) e/ou em movimento como ruído aerodinâmico, ruído da interação pneu-pavimento (figura 1) e o efeito da velocidade e da aceleração dos veículos (Láo, 2004).

Segundo Lopez (2008), os veículos leves e pesados são capazes de emitir ruídos que podem ser classificados em dois blocos: funcionamento do veículo e movimentação, ambos sendo compostos por vários itens, sendo o primeiro deles o Ruído de Funcionamento do Veículo que corresponde a intensidade do ruído resultante do motor é função de sua estrutura e de sua potência mecânica. Na prática os motores à diesel são mais ruidosos que os à gasolina e, em velocidades reduzidas e com baixo carregamento, a diferença em média é de 6 dB(A).

O segundo item é o Ruído de Movimentação do Veículo sendo produzido pelo veículo em movimentação é constituído por quatro efeitos: velocidade, marcha, aerodinâmica contato pneu-pavimento. O ruído aerodinâmico pode ser considerado desprezível em relação aos demais ruídos, mas sua maior contribuição ocorre quando o veículo se encontra em alta velocidade. É possível e já foi demonstrado que o ruído pneu-pavimento é o mais preponderante.



**Figura 1:** Ruído equivalente de várias fontes em uma rodovia.

**Fonte:** Donavan, 2004 apud Bernhard; Wayson, 2005

Segundo Fiorillo (2003) a classificação da poluição sonora, quanto aos aspectos temporais, da-se em quatro níveis. Contínuo quando ocorre pouca oscilação de frequência e acústica, que se mantêm constantes. É denominado ruído ambiental de fundo.

Flutuantes são denominados os níveis de pressão acústica e espectro de frequência variam em função do tempo, de forma periódica ou aleatória, como acontece no tráfego de automóveis de uma determinada via pública, transitórios o ruído que se inicia e termina em período determinado e por fim de impactos quando se constata aumentos elevados de pressão acústica. São transitórios. É o caso de um avião que ultrapassa a barreira do som.

Muitas espécies de animais, entre elas o homem, dependem de sons para se comunicar, se orientar, se afastar de perigos e encontrar alimento. Com o advento de uma rodovia, outros tipos de sons serão introduzidos neste ambiente. Estes sons, resultantes de atividades humanas como uma britadeira trabalhando ou um carro passando de acordo com Bowles (1997) são sem significado, não são distinguidos pelos animais em relação àqueles acima citados. Esse ruído é então capaz de alterar os animais, atribuindo a eles diferentes padrões de comportamento. O mesmo autor também afirma que os maiores danos aos animais são os relacionados à saúde, reprodução, sobrevivência, distribuição entre outros.

**Tabela 1:** Relação de grupos de ruídos e suas fontes. Fonte: DNIT (2005b)

Grupos de ruído	Fontes
Funcionamento dos maquinismos	funcionamento do motor; entrada de ar e escapamento; sistema de arrefecimento e ventilação; etc
Ruídos de movimento	pneus em contato com o pavimento; atritos das rodas com os eixos; ruídos da transmissão; ruídos aerodinâmicos; etc.
Ruídos ocasionais	buzinas; frenagens; ruídos da troca de marchas (reduções e acelerações); cargas soltas; fechamento de portas; etc

Diferentes tipos de ruído têm diferentes efeitos sobre animais. Alguns animais são mais sensíveis, enquanto outros têm menores efeitos. No entanto, de maneira geral, o ruído tende a afastar os animais, conforme afirma BOWLES (1997), que estudou os vários tipos de efeito de ruído em ambiente selvagem, dentre os quais: perdas de audição, de comunicação, distúrbios do sono, estresse, crescimento, sistema imunológico, entre outros.

Tais efeitos nem sempre são fáceis de serem medidos em animais, pois dependem de um estudo detalhado em cada animal. Além do mais, animais tendem a evitar áreas com ruído, tendo contato com o mesmo durante curtos períodos de tempo, o que, no entanto, não suprime os efeitos em longo prazo (BOWLES, 1997).

Os padrões que limitam a exposição ao ruído que existem hoje, não são desenvolvidos no que diz respeito a animais, sendo eles criados para garantir a segurança de humanos. Contudo, como esses padrões são determinados através de pesquisas com animais de laboratório, eles podem ser generalizados aos mamíferos. De acordo com Bowles (1997), o limite de segurança para ruído contínuo mais utilizado em mamíferos é de 70 dB(A).

Diante do exposto e da importância ecológica do parque o presente estudo objetivou medir níveis de ruído em um trecho da rodovia SP 613 para avaliar possíveis impactos gerados pelo tráfego e possibilitar o uso mais racional dos recursos naturais.

## 2. OBJETIVO

Avaliar se os níveis de ruído, provocados pela operação da rodovia SP 613 em uma área do Parque Estadual Morro do Diabo (PEMD), são susceptíveis de provocar impactos ambientais na fauna transeunte.

## 2.1 Área de estudo

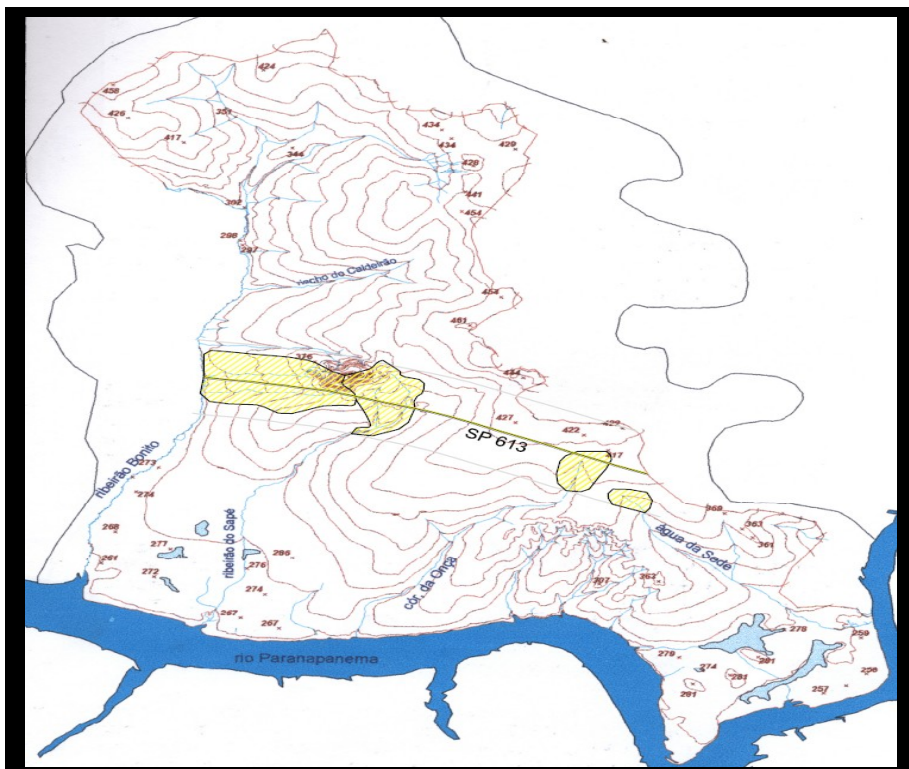
Este parque é considerado o último remanescente da chamada Mata Atlântica do Interior e teve várias denominações em sua história.

O parque foi criado em 1941, pelo Decreto Estadual nº 12.279/41, sob a denominação de Reserva Estadual e contava com mais de 37 mil hectares. Em virtude de transformações ocorridas na área, como a inundação decorrente da formação do lago da usina hidrelétrica de Rosana, a construção de um aeroporto, de uma ferrovia e da rodovia SP 613, sua área foi sendo diminuída. Finalmente, através do Decreto 28.169 de 1988, o já Parque Estadual do Morro do Diabo teve sua área definida em 33.845,33 hectares. (FARIA & PIRES, 2006).

A área de estudo compreendeu uma faixa de 60m da rodovia SP 613 em uma área do Parque Estadual Morro do Diabo (PEMD), localizado em Teodoro Sampaio no oeste do Estado de São Paulo, incluindo aceiros, faixa de rolagem e acostamentos.



**Figura 2:** Área de estudo da rodovia SP 613



**Figura 3:** Área de Influência Direta da estrada parque. Adaptado de: FARIA e PIRES (2006).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo realizou-se um levantamento de ruído causado pelo tráfego de veículos na rodovia, como uma forma de avaliar o impacto causado por esta ação sobre o Parque.

Para tal, seguiu-se a metodologia descrita na norma NBR 13.369, de maio de 1995. Para as medições adotou-se uma margem de 5 metros em relação à borda da rodovia por razões de segurança e para garantir que em outros pontos fosse possível realizar as medições em iguais condições. Ao todo foram escolhidos três pontos, distribuídos de maneira uniforme, sendo



que para cada ponto realizou-se o levantamento nas duas margens da rodovia, como mostrado na figura 4.



**Figura 4:** Distribuição dos pontos amostrais

Os níveis de pressão sonora foram medidos com um decibelímetro (Modelo DEC-405 da Instrutherm), em dB(A) (decibéis medidos em escala A), conforme indicado pela metodologia. A metodologia também descreve o intervalo de tempo com que as medidas devem ser tomadas, indicando um intervalo mínimo de 10 segundos entre uma medida e outra, num total de 360 medições, sendo, portanto necessário um tempo mínimo de 1 hora em cada seção de medição. Ao final, foi calculado o Ruído Equivalente (LEQ), conforme indicado pela metodologia, obtendo-se tais valores para os pontos amostrados.

A fórmula para cálculo do LEQ, de acordo com a NBR 13369 (1995) é:

$$LEQ = 0,01(L_{10}-L_{90})^2 + 0,5(L_{10}+L_{90})$$

onde,

LEQ – ruído equivalente em dB

L10 – valor de ruído correspondente a 10% nas freqüências acumuladas;

L90 – valor de ruído correspondente a 90% nas freqüências acumuladas.

Durante o levantamento de ruído também foi registrado o número de veículos que atravessaram a rodovia, com o intuito de verificar tal influência nos resultados. A contagem do número de veículos foi feita somente nos períodos em que se realizavam as medições de ruído, sendo os veículos agrupados em quatro categorias: a) Motos, b) Carros, c) Caminhonetes e Caminhões e d) Ônibus.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo serão apresentados os resultados da medição de ruído:

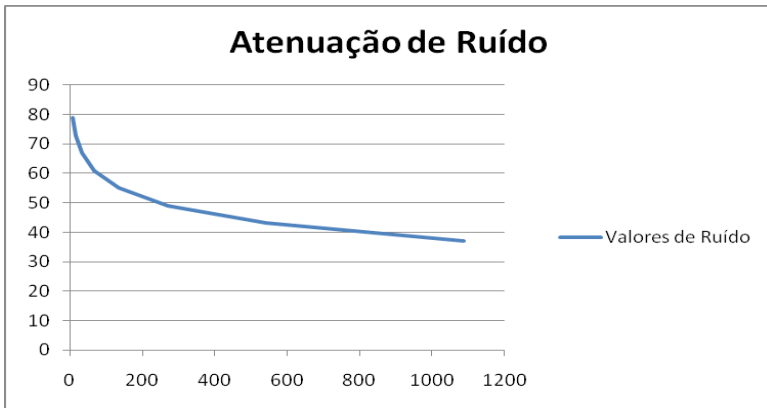
**Tabela 2:** Resultados da medição de ruído

Pontos	Período de amostragem	Valor Mínimo	L10% (dB(A))	L90% (db(A))	Leq (db(A))	Valor Máximo	Média dos valores medidos
Ponto 1	9h45 – 10h45	33,1	38,2	77,6	73,4	89,5	52,763
Ponto 2	16h00 – 17h00	34,1	38,8	81,9	78,9	96,4	56,864
Ponto 3	11h00 – 12h00	35,1	40,9	82,5	79	94,6	56,9
Ponto 4	14h45 – 15h00	33,2	39,8	78,7	74,4	93,5	63,903
Ponto 5	12h15 – 13h45	37,2	42,4	82,4	78,4	96,9	60,27
Ponto 6	13h25 – 14h25	31,5	41,7	81,5	77,4	95,1	58,939

Observando os resultados, nota-se que os valores de Leq são sempre superiores ao limiar estabelecido em Bowles (1997), mostrando que os efeitos para os animais próximos à rodovia podem ser severos. Entretanto, considerando que existe uma atenuação de 6 dB a cada vez que se dobra a distância em relação à fonte do som (Barry & Reagan, 1978 apud Pamanikabud & Vivitjinda, 2002), os impactos vão diminuindo à medida em que se distanciam da origem. De fato, a atenuação pode ser ainda maior, uma vez que a própria vegetação funciona como um barreira para a propagação do som.

Considerando a atenuação supra-citada, e levando em conta que as medições foram feitas a 5 metros em relação ao acostamento, somando a largura da pista (3,5 metros), obtém-se uma distância média aproximada de 8,5 metros do aparelho em relação ao centro da pista, que foi atribuído como o ponto médio de passagem dos veículos de ambos os lados. Utilizando as condições mencionadas anteriormente (atenuação de 6 dB a cada dobro de distância, sem outros atenuantes ou outros perturbadores) e considerando o

valor máximo de Leq obtido nas medições a atenuação ocorre como é demonstrado pelo gráfico seguinte:



**Figura 5:1** Atenuação dos valores de ruído em relação à distância da rodovia (sem considerar barreiras)

Por este gráfico, nota-se que nas condições mencionadas anteriormente (sem atenuação provocada por barreiras), níveis de ruído menores de 70 dB são encontrados a partir de 30 metros a partir do centro da rodovia, faixa em que os animais pouco habitam. Portanto, efeitos agudos serão menos verificados nos animais, ou verificados por um curto período de tempo, que é o período que o animal atravessa a rodovia. No entanto, nota-se que os níveis de ruído só se voltam ao nível normal (ruído ambiente em torno de 40 dB) próximos dos 800 metros, sendo esta a faixa em que o ruído exerce algum efeito, mesmo em menor escala, mas podendo causar afugentamento de animais, agindo, dessa forma, na alteração da distribuição dos animais no parque. Vale lembrar que os valores de distância apresentados são os valores máximos, pois utilizou-se o valor máximo de Leq e foi considerada a atenuação provocada pela presença das árvores.

## 6. CONCLUSÕES

As medições de ruído demonstraram que este age de maneira superior nas margens da rodovia, podendo causar danos aos animais se expostos a tal condição durante muito tempo. À medida em que se afasta da rodovia, o nível de ruído se atenua, no entanto, continua a exercer efeitos por uma grande faixa a partir da mesma. Para melhor verificar os efeitos, pode ser feito um levantamento mais intensivo, contemplando mais pontos e também considerando diferentes distâncias em relação à rodovia. Efeitos de sazonalidade, tais como, períodos de maior tráfego, épocas de colheitas também podem influenciar o ruído, e, portanto, pode ser feito um levantamento no sentido de verificar seus efeitos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 13369: **Cálculo simplificado do nível de ruído equivalente contínuo (Leq)** - 1995.

BOWLES, A.E. Responses of wildlife to noise. *In*: **Wildlife and recreationists: coexistence through management and research**. Eds. R.L. Knight and K.J. Gutzwiller. Washington, D.C.: Island Press, 1997.

DEBONI-NETO, A. **Capacidade de Carga de Duas Trilhas do Parque Estadual do Morro do Diabo** – Teodoro Sampaio/SP. Monografia de Graduação- Campus Experimental de Rosana/UNESP – Rosana/SP, 2007.

DESHLER, W. O. **Recomendação para o manejo do Morro do Diabo**. Publicação IF. V. 6. 1975.

DITT, E.H. **Fragmentos florestais no Pontal do Paranapanema**. São Paulo: Annab-lume/ IPÊ/HEB. 2002

FARIA, H. H. de; PIRES, A. S. (Coord.). **Parque Estadual do Morro do Diabo: Plano de Manejo**. Santa Cruz do Rio Pardo. Editoria Viena, 2006. 311 p.

FEARNSIDE, P. M. . Forest Management In Amazonia: The Need For New Criteria *In* **Evaluating development Options**. Forest Ecology and Management, Holanda, v. 27, p. 61-79, 1989.

FIORILLO, Celso Antonio Pachêco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

LÁO, VÂNIA LUZIA DO ESPÍRITO SANTO TIZO **Estudo Comparativo do Desempenho Acústico de Diferentes Tipos de Revestimento dos Pavimentos**. COPPE/UFRJ, M. Sc. Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2004.

LOPES, José Luiz. **Controle de Ruído em Rodovias**: a resposta do pavimento modificado com borracha de pneus frente ao pavimento CBUQ – Convencional, São Paulo, 2008.

Pamanikabud, P. & Vivitjinda, P. **Noise prediction for highways in Thailand**, Transportation Research Part D 7 (3) (2002).

PRADA, C. de S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo**: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos – Dissertação de Mestrado - São Carlos: UFSCAR, 2004.

ROMANINI, P. U. **Rodovias e meio ambiente**. Principais impactos ambientais, incorporação da variável ambiental em projetos rodoviários e sistema de gestão ambiental. Tese de doutorado em Ciências – Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

TROMBULAK, C. S.; FRISSEL, A. C. **Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities**. Conservation Biology, v. 14, n. 1, p. 18-30, 2000.