

O Corredor Ecológico do Muriqui: uso de geoprocessamento e sensoriamento remoto para delimitação e mapeamento do uso e cobertura do solo do corredor

Rafael Magno Guimarães Mussi^{1,2}
Cláudio Belmonte de Athayde Bohrer¹

¹ Depto. de Geografia, I. de Geociências, Universidade Federal Fluminense - UFF
Campus Praia Vermelha, 24210-340 - Niterói - RJ, Brasil
² rafaelmussi@hotmail.com

Abstract. The process of fragmentation of the Atlantic Forest has resulted in large areas of negative habitats for several plant and animal species. Many species require large areas for survival in the medium and long term, mainly mammals. Primates are considered the most endangered species group in Brazil, especially those endemic to the Atlantic Forest. The creation of protected areas was one of the main strategies used in recent years to protect natural areas. However, to obtain success it is also important to protect biodiversity outside protected areas. Therefore, it is necessary to implement additional strategies that promote the permeability of the landscape such as the creation of corridors linking forest fragments and better land use practices. The Muriqui Ecological Corridor - MEC is an initiative of NGOs with support from public and private sectors. It was defined as a spatial planning unit, following criteria of inclusion of forest fragments, physical barriers (roads, rivers and watersheds) and continuous political boundaries (municipal limits), as a framework for conservation of forest remnants and increasing landscape connectivity. It encompasses eleven municipals between the Desengano and Três Picos State Parks and União Biological Reserve, located in Rio de Janeiro. This paper presents some results of GIS and remote sensing applications for identification, delineation and land cover mapping of the corridor area.

Palavras-chave: paisagem, planejamento territorial, conservação, corredor ecológico

1. Introdução

Uma das estratégias mais utilizadas para conter a redução dos habitats naturais remanescentes tem sido a criação de áreas protegidas (Galindo-Leal e Câmara, 2005). Ainda assim, apenas o estabelecimento de unidades de conservação (UC) não tem sido suficiente para garantir a preservação da biodiversidade, sendo necessário estabelecer estratégias de conservação dentro e fora de UCs (Primack e Rodrigues, 2001).

A idéia de Corredores Ecológicos tem sido uma iniciativa adotada pelo governo brasileiro e ONGs para favorecer a manutenção e restauração dos processos naturais, fundamentais para a conservação da biodiversidade a longo prazo. Corredores consistem em extensas áreas geográficas delimitadas a partir de uma série de critérios como presença de espécies-chave, tamanho e número de áreas protegidas, para fins de planejamento e conservação (MMA, 2006). A função de condução/conexão dos corredores tem sido apontada como uma estratégia chave para a sobrevivência de conjuntos de populações isoladas de determinadas espécies (metapopulação), a médio e longo prazo, através da conexão de fragmentos florestais (Anderson e Jenkins, 2005; Lang e Blaschke, 2009; Myers et al., 2000).

O Corredor Ecológico do Muriqui - CEM é uma iniciativa de ONGs com apoio de setores públicos e privados, proposto como unidade espacial de planejamento para a conservação dos remanescentes florestais, a manutenção e o aumento da permeabilidade da paisagem, entre os Parques Estaduais do Desengano e dos Três Picos e a Reserva Biológica União. O nome do corredor está relacionado ao muriqui-do-sul ou mono-carvoeiro (*Brachyteles arachnoides*), espécie de primata considerado ameaçado de extinção (IUCN, 2008) devido à perda de habitat e a caça predatória, com populações constatadas nos Parques do Desengano e dos Três Picos e com presença registrada na região serrana do município de Macaé, onde está sendo criada a RPPN do Muriqui (Mussi et al., 2010). A existência de uma espécie-chave para a conservação (Cunha e Grelle, 2008) justifica a importância biológica da região, considerado um importante elemento na implantação de corredores (Anderson e Jenkins, 2005).

Neste trabalho, foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto na identificação e delimitação de área para criação do corredor ecológico, assim como o mapeamento de uso e cobertura do solo. Estes serviram de base para análise da paisagem, tais como o estudo do estado de fragmentação florestal e a sua relação com os limites municipais, contribuindo para o planejamento de ações de conservação e restauração florestal da região.

2. Metodologia de Trabalho

A área do corredor foi selecionada com base no mapeamento de vegetação do Bioma Mata Atlântica realizado pelo PROBIO (Cruz et al., 2007). Foi realizada uma análise visual do mapa de vegetação associado ao mapa de UCs do estado do Rio de Janeiro, identificando a região entre o Parque Estadual do Desengano e dos Três Picos, localizada no norte-fluminense, para criação do corredor. Foi constatada a ausência de áreas protegidas na região, compreendendo uma grande quantidade de pequenos fragmentos florestais e alguns maciços florestais contínuos. O mapeamento do PROBIO serviu como base para a delimitação da área do corredor, cujo desenho teve como objetivo central o aspecto de permeabilidade da paisagem para o movimento de espécies de flora e fauna entre grandes fragmentos de Mata Atlântica localizados em UCs de proteção integral.

O limite do CEM sofreu alterações à medida que foram aprofundados os estudos da paisagem e o conhecimento sobre a região. Inicialmente, tinha-se como meta delimitar um corredor entre os dois parques estaduais, sendo o nome inicial deste projeto (Corredor Desengano – Três Picos), a partir de uma proposta do Instituto BioAtlântica. A primeira fase do projeto de implantação do corredor foi finalizada com a execução de uma Oficina de Planejamento e Integração. Através do grupo de trabalho formado durante a oficina, chegou-se à proposta do CEM abranger todo o entorno do P.E. do Desengano e a Reserva Biológica União. Este novo limite chegou até o rio Paraíba do Sul – limite biogeográfico entre o Muriqui do Sul e o Muriqui do Norte, ampliando a área em aproximadamente cem mil ha (Mussi, 2010).

A classificação do uso e cobertura do solo foi realizada através do uso de softwares de sensoriamento remoto e geoprocessamento, auxiliados por levantamentos de campo realizados ao longo dos anos de 2008 e 2009. Foram utilizadas imagens do Satélite ALOS, do sensor AVNIR com resolução espacial de 15m e outra pancromática (sensor PRISM) com resolução espacial de 2,5m. Estas imagens serviram de base para a aplicação do método de segmentação e classificação supervisionada através do programa *Definiens Developer 7*, baseado no método de hierarquia de classes proposto por Cruz et al. (2007), adaptado para este projeto. Foi utilizado o algoritmo “multiresolution segmentation”, com parâmetro de escala 25 e os critérios 0.1 de forma e 0.5 de compactação. Após a segmentação foi desenvolvido uma hierarquia de classes de cobertura contendo inicialmente *água, floresta e outros*. A classe *outros* foi hierarquizada em *pasto sujo, capoeira, reflorestamento, nuvem e sombra*. A segmentação e a classificação foram feitas a partir de padrões espectrais da composição falsa-cor (bandas 4, 2, 3) da imagem ALOS, através de amostras de classes e comparação de sua resposta espectral entre padrões de brilho e NDVI.

Após esta etapa, todos os polígonos com área inferior a 0,25 hectares foram incorporados ao polígono vizinho de maior tamanho e com maior área de borda em comum, através da ferramenta *Eliminate*, do programa *ArcGis 9.3*. Como edição final, foi realizado um refinamento visual, tendo como referências as imagens do *Google Earth* e os trabalhos de campo. A classe *afloramento* foi identificada apenas visualmente, devido à forte semelhança da resposta espectral com outras classes, tais como *água, várzeas* e algumas áreas de *pastagens*.

3. Resultados e Discussão

A delimitação de corredores ecológicos como unidade espacial de planejamento não possui uma fórmula básica aplicável. O planejamento do projeto, assim como a equipe envolvida, são fatores fundamentais na concepção dos limites. Neste caso, procurou-se delimitar um conjunto de áreas naturais e seus interstícios entre os Parques Estaduais dos Três Picos e do Desengano e a Reserva Biológica União, buscando representar simbolicamente os limites principalmente através de aspectos físico-geográficos e políticos do território, tais como rodovias, rios, limites de unidades de conservação e limites municipais. A ideia principal é abranger um conjunto significativo de fragmentos e contínuos florestais para o planejamento de ações que favoreçam a conservação destes e a permeabilidade da paisagem, através da conexão dos fragmentos.

O limite proposto seguiu critérios de análise da paisagem, como a abrangência de contínuos e fragmentos florestais e limites de barreiras físicas (estradas, rios, divisores topográficos e limites municipais) (Figura 1).

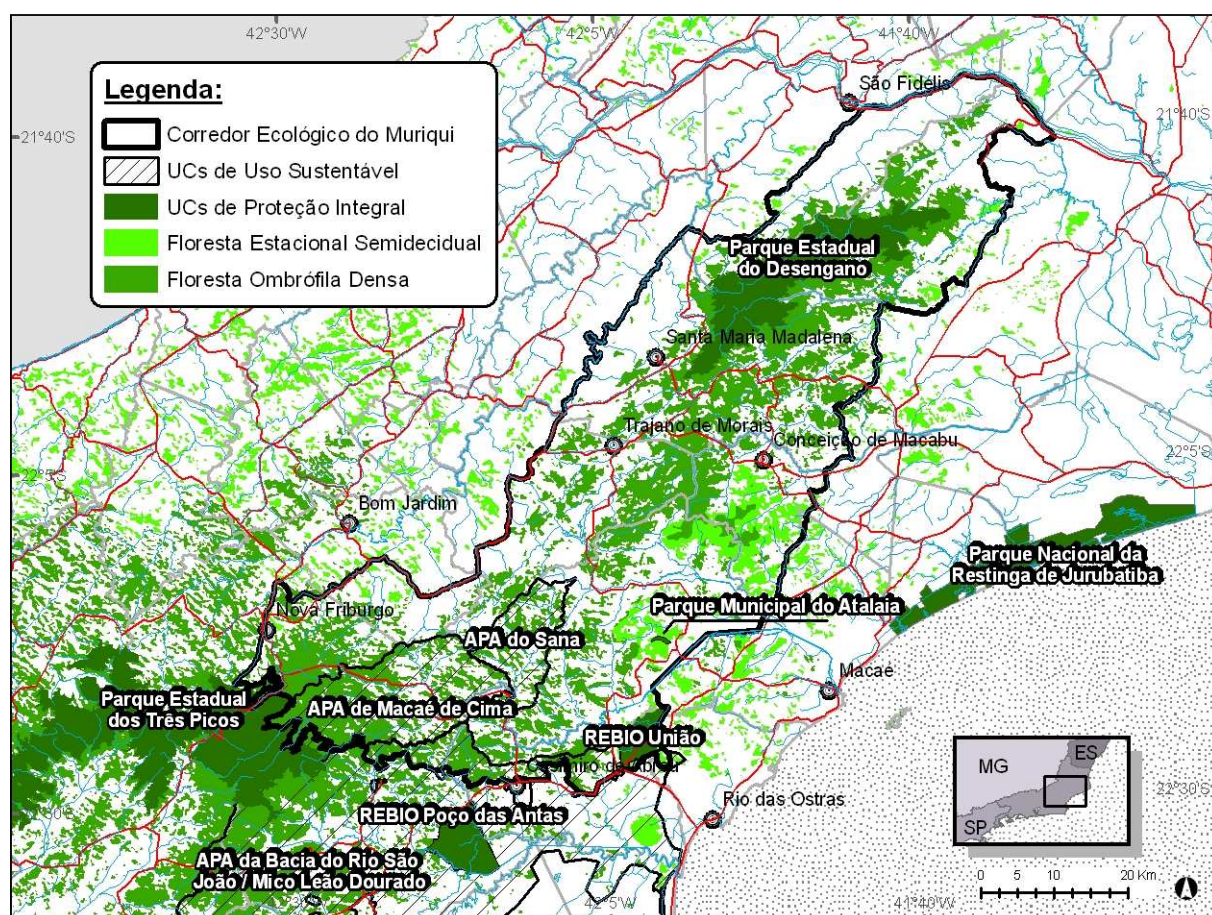


Figura 1: Limites do Corredor Ecológico do Muriqui - CEM

O limite do CEM possui uma área de aproximadamente 392.551 ha. Abrange onze municípios do estado do Rio de Janeiro, em diferentes proporções: Nova Friburgo, Bom Jardim, Silva Jardim, Casimiro de Abreu, Rio das Ostras, Macaé, Conceição de Macabu, Trajano de Moraes, Santa Maria Madalena, São Fidélis e Campos dos Goytacases. O município de Rio das Ostras é representado em sua totalidade pela área da Reserva Biológica União. Apenas o município de Santa Maria Madalena tem sua área inteiramente abrangida pela proposta de limite do CEM, enquanto os demais municípios são parcialmente sobrepostos, dos quais apenas Macaé, Conceição de Macabu e Trajano de Moraes possuem

mais de 50% de sua área abrangida pelo CEM. A Tabela 1 indica a porcentagem da área do CEM em cada um desses municípios e da área do município dentro do CEM.

Tabela 1: Porcentagem da área do CEM contida em cada município e da área de cada município contida no CEM.

Município	% da área do município no CEM	% da área do CEM por município
Bom Jardim	34,75%	3,41%
Campos dos Goytacazes	13,70%	14,07%
Casimiro de Abreu	40,23%	4,72%
Conceição de Macabu	71,67%	6,36%
Macaé	60,97%	18,88%
Nova Friburgo	2,14%	12,06%
Rio das Ostras	8,67%	0,51%
Santa Maria Madalena	100,00%	20,73%
São Fideles	30,08%	7,88%
Silva Jardim	3,87%	0,93%
Trajano de Morais	69,59%	10,45%

O CEM engloba totalmente, parcialmente ou tem fronteira com onze unidades de conservação, de diferentes jurisdições (municipais, estaduais e federais), de ambas as categorias de grupos restritivos (proteção integral e uso sustentável) (Tabela 2) além de algumas RPPNs já regularizadas e outras em processo de regularização.

Tabela 2: Unidades de Conservação relacionadas ao CEM

Categoria	Unidades de Conservação	Abrangência pelo CEM		
	Nome	Total	Parcial	Limítrofe
Proteção Integral	Parque Estadual do Desengano	x		
	Reserva Biológica União	x		
	Parque Natural Municipal Fazenda Atalaia	x		
	Parque Municipal Dr. Miune Ribeiro	x		
	Parque Estadual dos Três Picos			x
Uso Sustentável	APA Estadual de Macaé de Cima		x	
	APA do Sana	x		
	APA da Bacia do Rio São João/Mico Leão Dourado		x	
	APA Municipal de Rio Bonito de Lumiar	x		
	APA Municipal de Macaé de Cima	x		

O Mapa de Uso e Cobertura do Solo produzido para a área do CEM (Figura 2) possibilitou estimativas quantitativas dos principais padrões da paisagem. Tendo em vista a escala adotada (1:50.000), a grande extensão territorial e a ausência de levantamentos estruturais e florísticos em campo para definição de estágios de sucessão ecológica da vegetação, optou-se por um tipo de classificação generalizante, baseada principalmente em aspectos fisionômicos da paisagem, servindo de base para elaboração de estratégias para conexão destes fragmentos e envolvimento de setores públicos e privados.

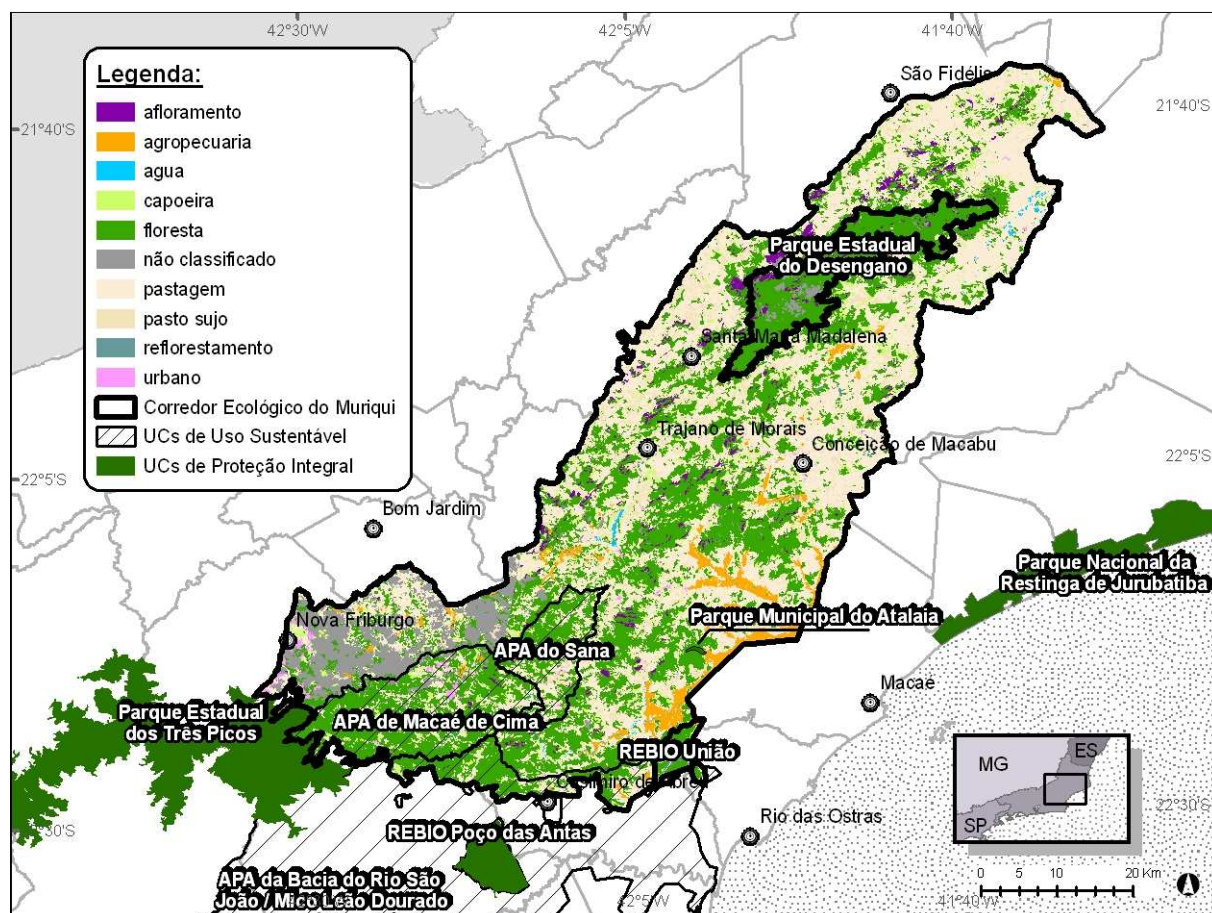


Figura 2. Mapa de uso e cobertura do solo do CEM

As classes predominantes na paisagem da área do CEM são as formações florestais e pastagem (Tabela 3). As florestas encontram-se predominantemente nas áreas mais elevadas, tais como topos de morro e relevos acidentados dos dobramentos da Serra do Mar, enquanto grande parte das baixadas, várzeas e morrotes encontram-se ocupados por pastagem para pecuária bovina. Cerca de 6% da área do CEM não foi classificada devido à presença de nuvens, sombra de nuvem ou de relevo. Este dado indica que os valores obtidos nos cálculos de área das outras classes poderiam aumentar, caso estas áreas fossem identificadas por seu uso ou cobertura do solo.

Tabela 3. Área das classes e uso e cobertura do solo no CEM (usar mesmo tipo de fonte do texto nas tabelas e padronizar o tamanho das fontes)

Classe	Área (ha)	Área (%)	Classe	Área (ha)	Área (%)
afloramento	9.079,41	2,31%	não classificado	22.222,99	5,66%
agropecuária	11.345,24	2,89%	pastagem	137.453,33	35,02%
água	1.070,06	0,27%	pasto sujo	42.175,75	10,74%
capoeira	13.645,92	3,48%	reflorestamento	586,23	0,15%
floresta	152.095,14	38,75%	urbano	2.877,08	0,73%
<i>Total geral:</i>				<i>392.551,16</i>	<i>100,00%</i>

É importante que o corredor ecológico, como unidade de planejamento, leve em consideração os limites municipais, pois estes representam a área relativa a investimentos e

tomadas de decisões políticas que podem ser orientadas a planejarem seu espaço tanto para a conservação da biodiversidade quanto para práticas sustentáveis de uso da terra.

Os municípios de Macaé, Nova Friburgo, Santa Maria Madalena, Campos dos Goytacases e Trajano de Moraes possuem cerca de 119.639 ha de florestas dentro dos limites do corredor, correspondendo a 79% do total das áreas mapeadas como floresta (Figura 3). Este dado deve ser considerado como motivador para o envolvimento das políticas públicas municipais com as ações de implantação do CEM, como estratégia para a conservação florestal em áreas não-protegidas. Entretanto, independente do total de área florestada, todos os municípios possuem importância, como poder público, no planejamento e gestão estratégica para a implantação do CEM em consonância com o desenvolvimento econômico sustentável da região.

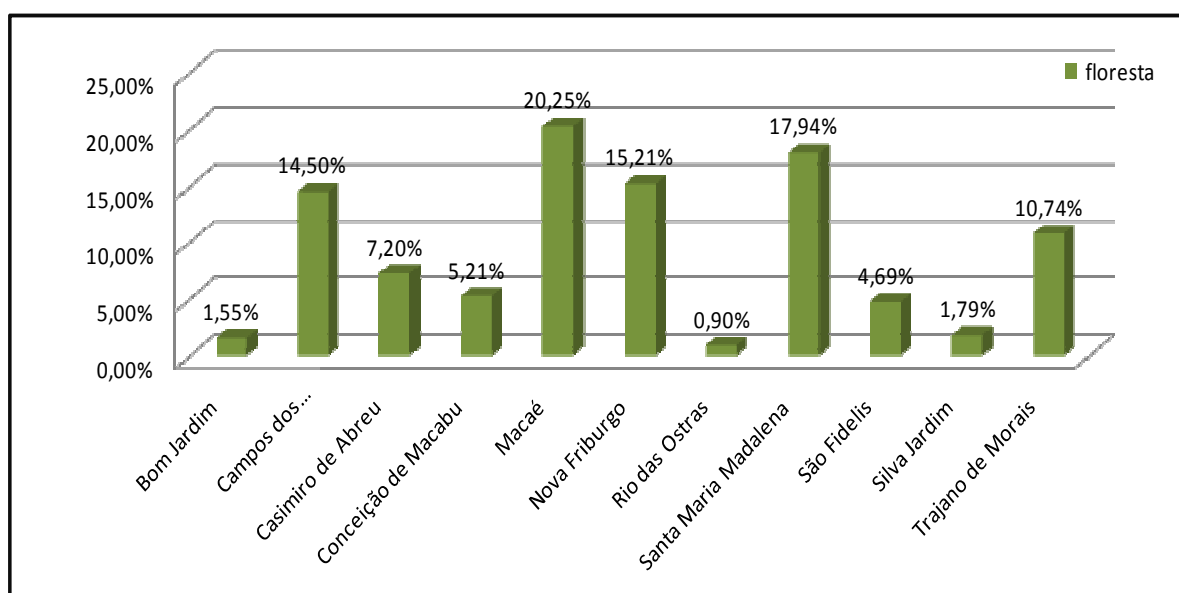


Figura 3: Porcentagem de área sobre o total de floresta no CEM, por município.

4. Conclusões

A delimitação de corredores ecológicos consiste, primariamente, na definição de um recorte espacial como uma unidade de planejamento para fins de conservação. Delimita-se uma região baseado em aspectos naturais da paisagem, incluindo ou não limites políticos, onde são feitos estudos para o planejamento, execução e gestão de ações voltadas para a conservação e conexão de áreas naturais e da biodiversidade, frente à fragmentação dos ambientes naturais. O desenho do corredor ecológico expressa, portanto, um território em que serão articulados os diversos atores sociais para o desenvolvimento de iniciativas conservacionistas, com o envolvimento de setores públicos e privados, convergindo decisões de políticas públicas, adequação ambiental, reflorestamento, financiamento, pesquisa, educação, turismo, criação de áreas protegidas, etc., para a implantação do corredor. A criação de mosaicos de UCs tem sido um instrumento de integração indicado para o diálogo e gestão de ações que envolvam as mesmas. Ressalta-se a ainda importância das propriedades fundiárias como elementos espaciais fundamentais para o planejamento ambiental dos corredores. A quase totalidade dos remanescentes florestais do CEM que não estão em unidades de conservação encontram-se em propriedades privadas.

Tento em vista a sua dimensão territorial e a importância do conhecimento dos padrões espaciais de usos e cobertura do solo e da compreensão das relações espaciais complexas entre os diversos atributos da paisagem, o uso de ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto são fundamentais para o planejamento e monitoramento das ações associadas à gestão e conservação da biodiversidade nos corredores ecológicos.

Agradecimentos

Ao Instituto BioAtlântica e à Associação Ecológica Amigos da Serra.

Aos Laboratórios de Ecologia e Biogeografia e de Geografia Física e ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal Fluminense.

Referências Bibliográficas

ANDERSON, A.B.; JENKINS, C.N. **Applying Nature's Design: Corridors as a strategy for biodiversity conservation**. New York: Columbia University Press. 231p. 2005.

CRUZ, C.B.M; VICENS, R.S.; SEABRA, V. S.; REIS, R.B.; FABER, O.A.; RICHTER, M.; ARNAUT, P.K.E.; ARAUJO, M. Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1:250.000. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPE, Florianópolis, Brasil. 2007.

CUNHA, A. A.; GRELE, C. E. V. Espécie-paisagem para planejamento de conservação: os muriquis são bons candidatas para a Mata Atlântica brasileira. **Natureza e Conservação** 6(2): 17-24. 2008.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA. I.G. Atlantic forest hotspots status: an overview. In: **Mata Atlântica : biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Carlos Galindo-Leal, Ibsen de Gusmão Câmara (Ed.); traduzido por Edma Reis Lamas. – São Paulo : Fundação SOS Mata Atlântica — Belo Horizonte : Conservação Internacional, pp. 3-11. 2005.

IUCN. International Union for Conservation of Nature, **Red List**. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>> Acesso em: 21/06/2010.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. Tradução Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos. 424p. 2009.

MUSSI, R.M.G. O Corredor Ecológico do Muriqui: estudo, planejamento e uso do espaço para conservação do bioma Mata Atlântica. 2010. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2010.

MUSSI, R.M.G.; BOHRER, C.B.A; MUSSI, L.P. O Corredor Ecológico do Muriqui. p.141-143. In: Medeiros, R.; Silva, H.P. e Irving, M.A. (Eds.) **Áreas Protegidas e Inclusão Social: Tendências e perspectivas**. V.4, nº 1. 2009.

MYERS N.; MITTERMEIER R.A.; MITTERMEIER, C.G.;FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403:853-858. 2000.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Lomdrina: Editora Planta, 327p. 2001.