

## Georreferenciamento da Trilha do Rio Bonito no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha, SP

Alan Ferreira Batista<sup>1</sup>, Raoni Augusto César Souza Cunha<sup>2</sup>, Aluisio Hideki Togoro<sup>3</sup>, Getulio Teixeira Batista<sup>4</sup>

<sup>1</sup>USP-ESALQ, Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Ciências Florestais, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900 - Piracicaba, SP, Brasil;

<sup>2</sup>UNESP, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Campus Rio Claro, Av. 24 A, 1515, 13506-900 - Rio Claro, SP, Brasil;

<sup>3</sup>UNIFENAS, Universidade José do Rosário Vellano, Rod. MG 179, Km 0, 37130-000 – Alfenas, MG, Brasil

<sup>4</sup>UNITAU, Universidade de Taubaté, Departamento de Ciências Agrárias, Estrada Mun. Dr. José Luiz Cembranelli, 5.000, 12.081-010 - Taubaté, SP

e-mail: <sup>1</sup>abatista@esalq.usp.br; <sup>2</sup>raonico@gmail.com; <sup>3</sup>aluisiot@hotmail.com; <sup>4</sup>getulio@agro.unitau.br

**Abstract.** This work had the objective of characterizing the rio Bonito trail to support a management plan to open up the State Park of the Serra do Mar - Cunha Center for visitation. This trail is located in eastern São Paulo State at E 497.949 m and N 7.430.426 m, (UTM, SAD-69, Zone 23; entrance point). To achieve this goal, field data were collected and remote sensing data including orthorectified aerial photographs and SRTM were processed using the GIS freeware SPRING. The trail path was mapped using both ground based data including a metric tape and a compass and the interpretation of georeferenced orthophotos. The altitudinal profile was obtained using both altimeter and SRTM data. Results indicated that both methodologies are complementary and essential whenever trails are in conservation units to increase the accuracy of the trail outline and to identify attractive points of interest and points for management actions involving tourist security and environmental protection. Field work was fundamental for the interpretation of points of interest for the management plan and for visitors' guidance, including photographic registration of these points and assessment of walking difficulty. Navigation GPS receiver without an extended antenna proved to be useless due to high density of the vegetation canopy that prevails in this trail.

**Palavras-chave:** conservation, SPRING, remote sensing, management, GIS, conservação, sensoriamento remoto, manejo, SIG.

### 1. Introdução

Trilhas são os principais meios para se conhecer o interior de Unidades de Conservação (UC). Elas oferecem oportunidade de contato com a natureza e suas belas paisagens e lugares, promovendo a criação de um sentimento de preservação pelo ambiente no eco-turista. Portanto, uma trilha bem planejada promove momentos de mudanças de valores, princípio básico da educação ambiental (Andrade, 2005).

A principal função das trilhas sempre foi suprir a necessidade de deslocamento. No entanto, pode-se verificar que ao longo dos anos houve uma alteração de valores em relação às trilhas. De simples meio de deslocamento, as trilhas surgem como novo meio de contato com natureza. A caminhada incorpora um novo sentido e passa a ter um número de adeptos cada vez maior.

Segundo Schelhas (1986), as trilhas são normalmente uma das melhores opções para visitantes desfrutarem de um Parque de maneira tranqüila, e sempre acaba despertando neles uma ligação com a natureza. Trilhas bem construídas e devidamente mantidas protegem o ambiente do impacto do uso e ainda asseguram aos visitantes maior conforto e segurança, além de desempenhar papel significativo na impressão que o visitante tem sobre o ambiente e a instituição mantenedora.

Recentemente, a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo lançou (28 de Agosto de 2008) o Programa Trilhas de São Paulo (<http://www.trilhasdesaopaulo.sp.gov.br/>), oferecendo ao público a oportunidade de explorar as riquezas naturais do Estado de São Paulo. O Programa envolve 40 trilhas distribuídas em 19 Unidades de Conservação do Estado paulista. Na primeira fase do Programa “Trilhas de São Paulo” já foram mapeados mais de 200 km de trilhas em áreas protegidas do Estado. E para despertar a curiosidade do visitante, a SMA e a Fundação Florestal criaram o Passaporte para as Trilhas de São Paulo. As 40 trilhas classificadas em níveis baixo, médio e alto, estão mapeadas em um caderno de bolso, similar a um passaporte, com informações dos parques, atrativos e trilhas. No passaporte há espaço para carimbar a trilha percorrida e cada etapa preenchida vale um brinde. Antes do lançamento desse programa, a SMA, por meio do Instituto Florestal abriu oportunidade de estágio voluntário, do qual participaram os três principais autores desse presente artigo com o objetivo de mapear as três principais trilhas do Núcleo de Cunha no Parque Estadual da Serra do Mar, dentre elas, a Trilha do Rio Bonito, objeto desse artigo. O objetivo do estágio envolveu não só a caracterização dos pontos atrativos da trilha, mas também, a identificação do nível de dificuldade, cuidados necessários para realização e identificação de pontos onde seriam necessárias obras de contenção e suporte para proteção do visitante e preservação do ambiente.

Nesse contexto, e visando melhorar a caracterização das trilhas estudadas, investigou-se a possibilidade de uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para análise de indicadores e descritores da unidade para a implantação de trilhas.

“As técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento constituem, hoje, um importante conjunto de ferramentas aplicáveis ao planejamento geográfico para a obtenção de dados a serem utilizados no planejamento e zoneamento, tanto em níveis regionais quanto municipais” (Catelani e Batista, 2007, p. 31).

Diante deste fato, este artigo teve como principal objetivo a caracterização da trilha do rio Bonito para subsidiar o seu manejo adequado e sua abertura à visitação no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM - Núcleo Cunha) (Figura 1). Para atingir este objetivo, foram coletados, levantados e mapeados dados da trilha no campo os quais foram confrontados utilizando dados de Sensoriamento Remoto, como fotografias aéreas ortorretificadas e georreferenciadas, assim como, ferramentas do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING - Câmara et al., 1996). Foram levantados dados para o plano de manejo, incluindo o mapeamento da trilha (croqui), georreferenciamento, elaboração do perfil altitudinal, para enriquecer aspectos interpretativos e levantamento do material necessário para a implantação de um sistema de sinalização para promover maior segurança aos turistas e instalação de um painel informativo no início da trilha com informações para estimular o visitante conhecer aquele ambiente e a melhorar a infra-estrutura para uso público.



Figura 1. Localização do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha/Indaiá.

## 2. Metodologia de Trabalho

Para a elaboração do croqui, planilha de levantamento e perfil altitudinal, além de levantamento de espécies de árvores, foram usados os seguintes materiais para levantamento no campo: trena, bússola, prancheta, receptor GPS, altímetro, estacas para marcações, marreta, folha milimetrada, régua, transferidor e acervo bibliográfico, além do aplicativo SPRING para análise dos dados e integração de informações georreferenciadas. Foram utilizadas duas quadrículas das ortofotos digitais (vão PPMA, com resolução espacial de 0,98 metros, de 2000-2001) cedidas pelo Instituto Florestal (SMA, 2002)) que recobrem o Núcleo Cunha (ortofoto n<sup>o</sup> 2770-24: X1= 487.194,47; Y1= 7.426.614,42; X2= 500.015,53; Y2= 7.437.847,33 e ortofoto n<sup>o</sup> 2770-42: X1= 485.689,49; Y1= 7.414.932,39; X2= 501.524,61; Y2= 7.428.810,99). Como as ortofotos digitais, disponibilizadas pela Secretaria do Meio Ambiente (SMA-SP) estavam no formato MrSID, foi utilizado o aplicativo GeoExpress View – with Mr.SID by ILS – LIZARDTECH software e transformados os dados na projeção UTM, do Datum WGS84 para SAD69 para a geração da imagem geotiff, que foi importada para o SPRING, onde foi feito o mosaico das duas imagens cobrindo toda a área de interesse. Foi em seguida, criada uma imagem sintética (Figura 2) para facilitar a visualização da trilha.

Considerando a extensão da trilha, 15 pontos equidistantes de 500 m medidos com trena foram demarcados com estacas numeradas de 0 a 14, para posterior implantação de sinalização. Em cada estaca, foram coletadas a altitude e distância percorrida e restante para o final da trilha. A estaca zero (0) foi colocada no ponto inicial da trilha. Foram marcados em toda a trilha pontos de interesse de aspectos interpretativos (Figura 3). Para traçar o perfil altitudinal, no campo, foi usado um altímetro e coletados dados em todas as estacas e também no ponto mais baixo e mais alto da trilha, que posteriormente foram comparados com dados do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM, NASA, 2005) (Figura 4). As isolinhas foram traçadas usando-se uma função específica do SPRING a partir da grade de altitude (Modelo Numérico do Terreno) e o perfil altitudinal foi traçado com auxílio do aplicativo Microsoft Excel, conforme Batista et al. (2008).

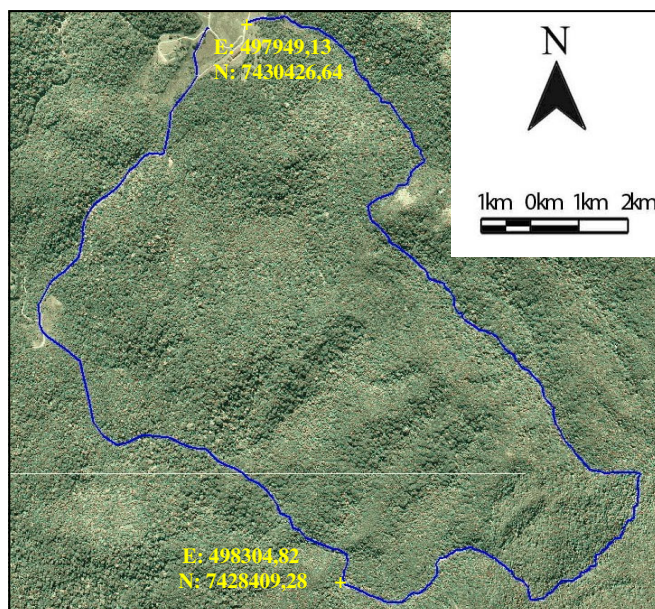


Figura 2. Mosaico das fotografias aéreas ortoretificadas do PESH Núcleo Cunha, integradas no SPRING, com o traçado da Trilha do Rio Bonito obtido pela interpretação do mosaico.

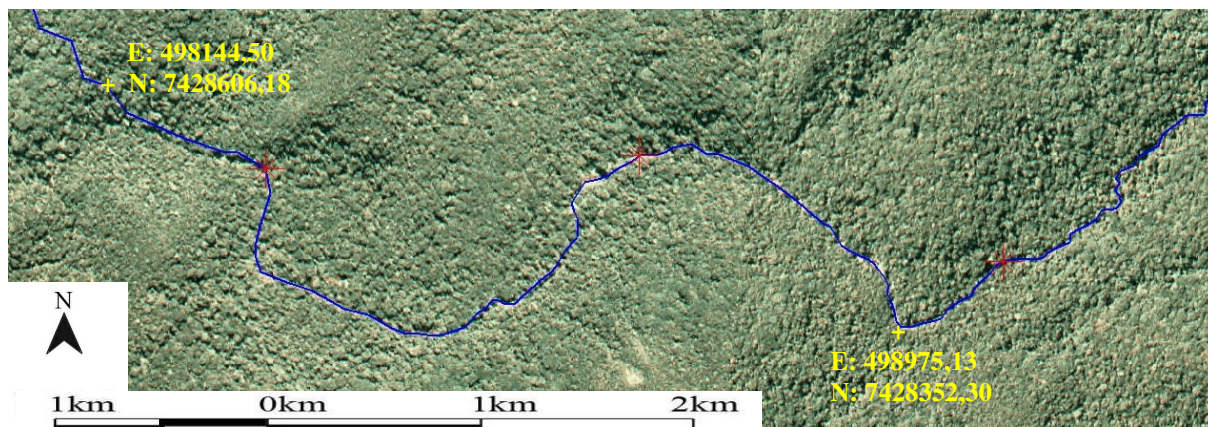


Figura 3. Trecho ampliado da Trilha do Rio Bonito, em azul, com exemplo de destaque dos pontos de interesse, em vermelho.

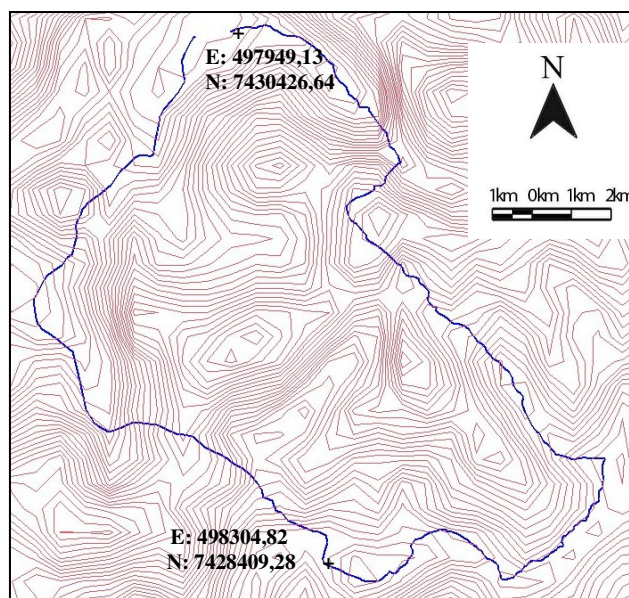


Figura 4. Curvas de nível a cada 10 metros derivadas a partir de Modelo Numérico do Terreno derivado do SRTM, sobrepostas pelo traçado da Trilha do Rio Bonito obtido a partir da interpretação das fotografias aéreas ortorretificadas.

### 3. Resultados e Discussão

A trilha do Rio Bonito possui um percurso total de 7,6 km. É considerada de grau de dificuldade Alta e não possuía placas de sinalização, por ocasião do trabalho de campo (janeiro de 2008). Essa trilha possui vários pontos que permitem a contemplação da Mata Atlântica de altitude, além de cachoeiras e poços apropriados para banho.

O clima da região é do tipo Cwa, subtropical com verões quentes e invernos secos, temperaturas médias de 22<sup>o</sup> C no verão e 18<sup>o</sup> C no inverno, o relevo é formado por escarpas festonadas e morros paralelos, a amplitude altitudinal se entre 1020 m e 1210 m de altitude. O solo predominante na região é do tipo latossolo vermelho amarelo distrófico. (Secretaria do Meio Ambiente - [http://www.iflorestal.sp.gov.br/unidades\\_conservacao/index.asp](http://www.iflorestal.sp.gov.br/unidades_conservacao/index.asp)).

A obtenção de coordenadas geográficas no campo por meio do receptor GPS foi muito dificultada em função da densidade do estrato arbóreo ao longo da trilha, optou-se pelo uso de bússola e trena para elaboração do croqui do traçado da trilha e também para a demarcação

dos pontos de sinalização, com a utilização de dados das ortofotos, SRTM por meio do SPRING foi possível traçar, interpretar e localizar os pontos de maior interesse para direcionar o manejo da trilha, tanto para o programa de uso público quanto para sua conservação.

Com os dados registrados no campo foi traçado o croqui da trilha com o auxílio de transferidor, régua e papel milimetrado; e posteriormente, usando funções do SPRING foi feito o registro deste croqui com a imagem sintética da ortofoto (Figura 5).

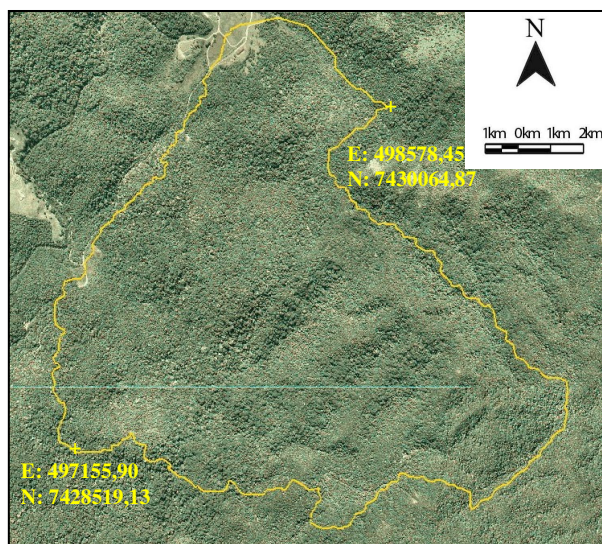


Figura 5. Mosaico das fotografias aéreas ortorretificadas, integradas no SPRING, com o traçado da Trilha do Rio Bonito obtido com dados exclusivamente no campo.

Nesse mosaico, obtido a partir das fotografias ortorretificadas, podemos comparar os diferentes traçados da trilha gerados com dados coletados exclusivamente no campo a partir bússola e trena sobreposta com o traçado obtido com informações georreferenciadas (Figuras 6 e 7).

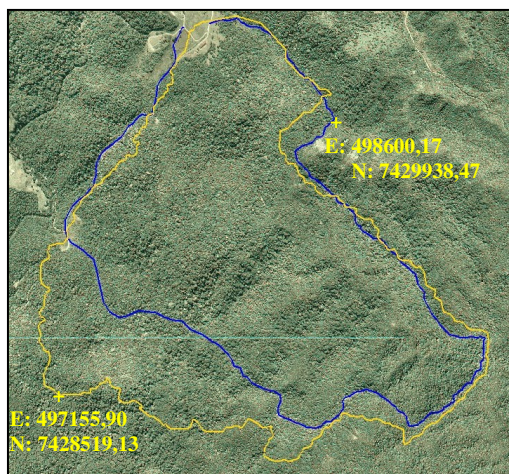


Figura 6. Traçados da Trilha das Cachoeiras sobre o mosaico ortorretificado; em azul, o traçado obtido com informações interpretadas diretamente sobre o mosaico e em amarelo, traçado obtido usando bússola e trena.

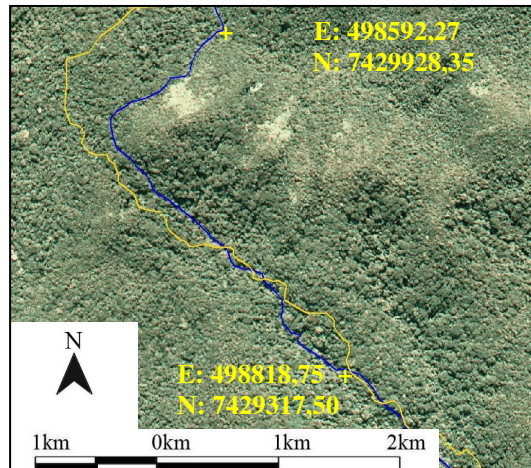


Figura 7. Detalhe dos traçados da trilha evidenciando as discrepâncias e coincidências (em azul, o traçado obtido com informações interpretadas diretamente sobre o mosaico e em amarelo, traçado obtido usando bússola e trena).

O perfil altitudinal é importante para o manejo da trilha na questão de uso público de áreas de conservação. Para o visitante a observação de que o perfil apresenta ou não picos e baixadas indica se a trilha possui relevo muito acidentado ou não, antecipando o grau de dificuldade esperado. Para a conservação da trilha, o perfil é fundamental para medidas de contenção de deslizamentos de terra, erosão e drenagem de água. A Figura 8 mostra o traçado desse perfil, obtido com dados no campo, com um altímetro, em pontos coletados e estaqueados a cada 500 m e também no ponto mais baixo e mais alto da trilha, assim como, o perfil altitudinal obtido com dados do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM, NASA, 2005).

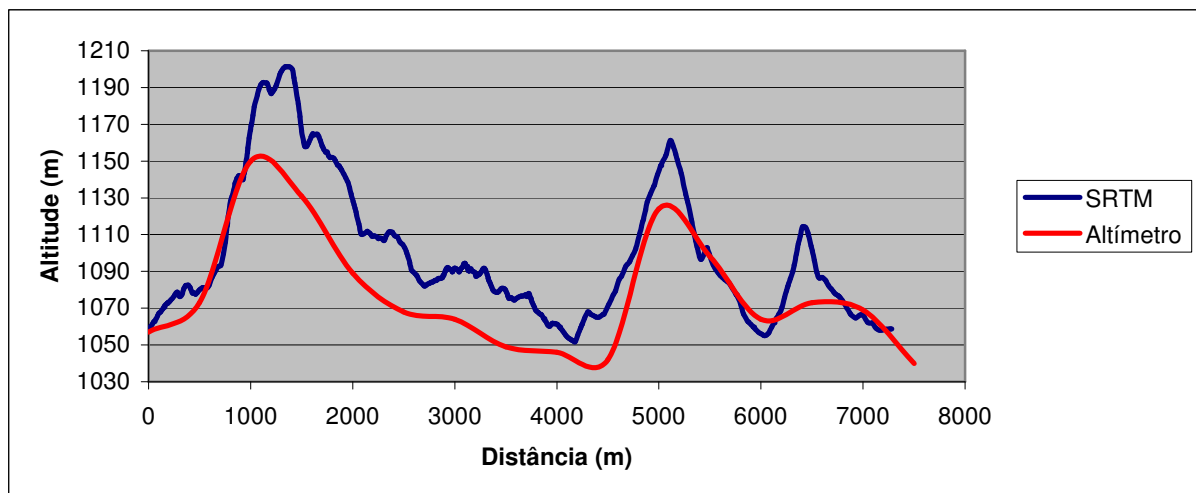


Figura 8. Comparativo entre os perfis altitudinais da trilha do rio Bonito obtidos em campo com altímetro e com dados do SRTM.



Figura 9. Pontos atrativos da trilha do rio Bonito e informações de interesse para o eco-turista que pode ser disponibilizada na sede da UC ou na Internet.

A trilha do rio Bonito é classificada como de nível de dificuldade alta, com um percurso de aproximadamente 4 horas e 30 minutos sobre piso de terra e travessia de rio e deve ser feita monitorada, com diversos pontos atrativos de belas cachoeiras e poços para banho (Figura 9). Ela está inserida no Programa Trilhas de São Paulo ([pesm.cunha@fflorestal.sp.gov.br](mailto:pesm.cunha@fflorestal.sp.gov.br); fone: 12- 3111-818 e 3111-2353). Uma característica interessante dessa trilha é a forma circular. À medida que o turista mais se afasta, ele sabe que também está aproximando do ponto de partida, sem precisar fazer o caminho de volta.

#### 4. Conclusão

A metodologia utilizada com base em dados de campo utilizando bússola, trena, dados das ortofotos e do SRTM integradas às ferramentas do aplicativo SPRING permitiu a elaboração de um plano de manejo para o uso sustentável da trilha estudada. Para o Perfil Altitudinal as ferramentas utilizadas no trabalho mostraram-se consistentes com relação à declividade, pode-se observar que ambas as curvas (altímetro e SRTM) apresentam as mesmas feições, porém, divergem entre si em termos de valores absolutos de altitude. Portanto, recomenda-se o uso das cartas do IGC, escala 1:10.000, com curvas de nível a cada 5 m para comparação com os dados do altímetro e do SRTM e verificação da exatidão. Na maior parte da trilha, não houve uma boa conformação entre o traçado da trilha obtido em campo e o obtido por interpretação das ortofotos. Isso se deve ao fato da não disponibilidade de um equipamento receptor GPS adequado para coletar coordenadas geográficas, recomenda-se utilizar equipamentos com antenas auxiliares para melhor captação de sinal, visto que o estrato arbóreo da região é muito denso. O ideal para o traçado exato da trilha

seria o emprego dos dois métodos, i.e. dados coletados no campo e dados de Sensoriamento Remoto quando se trata de unidades de conservação, porque há uma complementação da informação e o uso dos dois dados pode aumentar a precisão do traçado. Para a maioria das trilhas o traçado com base apenas em dados de Sensoriamento Remoto é suficiente. Entretanto, para a elaboração de um plano de manejo para uso público e de conservação da trilha é indispensável o trabalho e a coleta de dados no campo.

Muitas Unidades de Conservação no Estado de São Paulo carecem de planos de gestão capazes de garantir seus usos de forma sustentável. Com o lançamento do Programa “100 Trilhas para Visitação” pela SMA-SP, tem-se a necessidade de levantar dados para a manutenção dessas trilhas de forma a fornecer condições adequadas para visitação. Esse trabalho procurou avaliar as condições da trilha do Rio Bonito no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha e as conseqüências de seu uso.

### **Agradecimentos**

A Secretaria de Estado e Meio Ambiente / Instituto Florestal pela disponibilização das ortofotos digitais. Ao Waldir Joel e Roberto Starzynski pela orientação no trabalho de campo. À Prof. Dra. Maria de Jesus Robim pelo incentivo para o estágio do primeiro autor.

### **Referências**

Andrade, W. J. 2007. Manejo de trilhas. Apostila do Workshop sobre planejamento, implantação e manutenção de trilhas. Piracicaba – SP. p. 34.

Batista, A.F.; R.C.S. Cunha; A.H. Togoro. Georreferenciamento da trilha das Cachoeiras no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha, SP. In: Anais do VIII Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal. Curitiba – Paraná, 7 - 9 de Outubro, 2008. Editora FUPEF do Paraná, CD-ROM, p. 485-492.

National Aeronautics and Space Administration (NASA). The Shuttle Radar Topography Mission: Data Validation and Applications Workshop. Reston, Virginia, EUA, Junho 14-16 de 2005. <<http://eros.usgs.gov/conferences/SRTM/presentations/SRTM-program-final-version.pdf>>. Acesso em julho de 2008.

Schelhas, J, 1996. Construção e manutenção de trilhas. In: CURSO DE TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE PARQUES E OUTRAS ÁREAS PROTEGIDAS, São Paulo, 1986. Instituto Florestal. 1 v. (não paginado).

Secretaria de Estado do Meio Ambiente / Instituto Florestal - SMA. **Ortofotos digitais**. Programa de preservação da mata Atlântica – PPMA – SMA-IF/KFW. 2002.

Secretaria do Estado e Meio Ambiente do Mato Grosso – SEMA/MT. Especificações Cartográficas e Técnicas para Elaboração dos Mapas para Licenciamento de Assentamentos Rurais – Cuiabá – MT. Atualizado em 06/01/2006.