

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 229

ISSN 1678-0892
Dezembro, 2013

Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra de uma Bacia de Drenagem no Bioma Mata Atlântica com Uso de Imagem de Alta Resolução



ISSN 1678-0892

Dezembro, 2013

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Solos

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 229**

Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra de uma Bacia de Drenagem no Bioma Mata Atlântica com Uso de Imagem de Alta Resolução

Gabriel Spínola Garcia Távora

Ana Paula Dias Turetta

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo

Rachel Bardy Prado

Rio de Janeiro, RJ

2013

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024. Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ
CEP: 22460-000
Fone: (021) 2179 4500
Fax: (021) 2274 5291
www.embrapa.br/solos
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Solos

Presidente: *Daniel Vidal Pérez*

Secretário-Executivo: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Membros: *Ademar Barros da Silva, Adriana Vieira de Camargo de Moraes, Alba Leonor da Silva Martins, Claudia Regina Delaia Machado, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Maria Regina Capdeville Laforet, Maurício Rizzato Coelho, Quitéria Sonia Cordeiro dos Santos.*

Supervisão editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes*

Normalização bibliográfica: *Luciana Sampaio de Araujo*

Editoração eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

1ª edição

On-line (2013)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Solos

Mapeamento de uso e cobertura da terra de uma bacia de drenagem no Bioma Mata Atlântica com uso de imagem de alta resolução / Gabriel Spínola Garcia Távora ... [et al.]. – Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2013.
25 p. : il. color – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 229).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<https://www.embrapa.br/solos/publicacoes>>.

Título da página da Web (acesso em 20 dez. 2013).

1. Reconhecimento do solo. 2. Mapa. 3. Cobertura do solo. 4. Uso da terra. 5. Planejamento agrícola. 6. Bacia hidrográfica. 7. Córrego. 8. Sensoriamento remoto. I. Távora, Gabriel Spínola Garcia. II. Turetta, Ana Paula Dias. III. Fidalgo, Elaine Cristina Cardoso. IV. Prado, Rachel Bardy. V. Embrapa Solos. VI. Série.

CDD 631.4 (23. ed.)

© Embrapa 2013

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	7
Introdução.....	9
Área de Estudo	10
Resultados	18
Conclusão	23
Referências	24

Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra de uma Bacia de Drenagem no Bioma Mata Atlântica com Uso de Imagem de Alta Resolução

Gabriel Spínola Garcia Távora¹

Ana Paula Dias Turetta²

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo²

Rachel Bardy Prado²

Resumo

A proteção da natureza não é um fenômeno exclusivo dos dias atuais. A preocupação com a preservação dos recursos naturais já se constituía em um desafio para as sociedades antigas. O desenvolvimento de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento contribuem sobremaneira com esse objetivo, tendo em vista a possibilidade de avaliações de uso e cobertura das terras nas mais diversas escalas de análise. O presente trabalho teve como objetivo mapear o uso e cobertura da terra de uma bacia de área de montanha no Rio de Janeiro, utilizando-se uma imagem de alta resolução do ano de 2010. Pretende-se, nesse trabalho, apresentar resultados referentes ao mapeamento no ano de 2010 e compará-lo com o mapeamento já realizado na área, no ano de 2004, e assim caracterizar as mudanças de uso e cobertura da terra na bacia.

Termos para indexação: bacia de drenagem, planejamento territorial, SIG.

¹ Geógrafo, mestrando no Programa de Pós Graduação da UFF, Rio de Janeiro, RJ.

² Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

Mapping Land Use and Land Cover in Atlantic Forest Biome Watershed Using High Resolution Satellite Image

Abstract

The nature's protection is not a recent phenomenon. The concern with the preservation of natural resources has constituted a challenge since the ancient societies. The development of remote sensing and GIS contributed to this goal, concerning the possibility of assessments of land use and land cover in several scale of analysis. This study aimed to map a watershed land cover and land use in a mountain area of Rio de Janeiro State, using a high resolution image. It is intended with this work, to present results related to 2010 mapping and to compare it with the existed land use/land cover map from 2004.

Index terms: watershed, landscape planning, GIS.

Introdução

Os sistemas de sensoriamento remoto têm sido amplamente utilizados no mapeamento da cobertura terrestre e no monitoramento dos recursos naturais, principalmente pelo fato de que as imagens obtidas a partir de satélites ou aeronaves propiciam uma cobertura sinóptica da superfície terrestre e permitem a extração de informações utilizando técnicas de classificação multiespectral (AFFONSO et al., 2012).

Affonso et al. (2012) destacam que a atual disponibilidade de imagens de sensoriamento remoto com resoluções espaciais, espectrais e temporais cada vez melhores, consequência do avanço tecnológico desta área, evidenciam a necessidade de utilizar novos métodos de análise dessas imagens.

De acordo com Antunes (2003), a principal dificuldade encontrada na interpretação de imagens de alta resolução é a análise estatística de cada pixel individualmente. Isto porque estas imagens possuem uma potencialidade espectral e espacial muito grande e, portanto, os métodos tradicionais não conseguem discernir com clareza determinadas classes, como formações florestais em diferentes estágios sucessionais. Dado à complexidade na extração de informações a partir de imagens de alta resolução espacial, diversos autores têm adotado com sucesso uma nova abordagem, na qual a unidade primitiva de processamento não é mais o pixel e sim objetos compostos por vários pixels, por esta razão denominada classificação orientada a objetos (ZHONG et al., 2005). Esta nova abordagem permite a inserção do conhecimento do analista e a utilização de parâmetros de cor, forma, textura e relações de vizinhança na classificação de imagens (PINHO et al., 2005).

A classificação orientada a objeto surgiu como uma tentativa de inserir, no processo de extração automática de informações a partir de imagens, elementos de análise utilizados pelo intérprete humano, tais como: forma, contexto, associação, entre outros. A utilização dessa abordagem se consolidou, porém, a partir da disseminação das imagens

multiespectrais de alta resolução espacial, caracterizadas por uma alta variabilidade espectral, para as quais a classificação baseada em pixel não consegue atingir o grau de generalização necessário para representar adequadamente tipos de cobertura da terra (AFFONSO et al., 2012).

O mapeamento de uso da terra seria a representação cartográfica dos objetos que compõem um dado espaço geográfico, ou como se refere Ross (2009, p. 59) “[...] a identificação e a correlação dos diferentes tipos de uso que se faz das terras e que revelam um ‘retrato do momento’ de uma manifestação dinâmica da sociedade que habita tal território”. E com base na fala de Rodrigues e Silva (2005), é possível afirmar que as imagens de alta resolução são imprescindíveis para o processo de conhecimento do espaço geográfico, pois permitem que tenhamos conhecimento cada vez mais detalhado dos objetos que o compõem.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo mapear o uso e cobertura da terra de uma bacia sob cobertura da Mata Atlântica localizada na região serrana do Rio de Janeiro, utilizando-se uma imagem de alta resolução do ano de 2010. Esse resultado irá compor o banco de dados da bacia, que vem se configurando como uma área piloto para estudos integrados entre solo – água – paisagem. Este mapeamento é uma atualização do mapeamento realizado por Prado et al. (2009), que foi feito com base em uma imagem do sensor Ikonos II do ano de 2004. Desta forma, é importante destacar a importância de um novo mapeamento, pois a partir deste podemos vislumbrar a dinâmica de uso na área da bacia e as possíveis mudanças. Além do mapeamento de uso e cobertura da terra, também foram revistos os limites da bacia hidrográfica.

Área de Estudo

O trabalho foi desenvolvido na bacia do Pito Aceso, Município de Bom Jardim, localizado na região serrana do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). De acordo com Prado et al. (2009), a bacia do Pito Aceso apresenta uma área de 500 hectares e há uma predominância de cobertura vegetal, com a maioria dos remanescentes florestais concentrada nas áreas com maiores declividades.

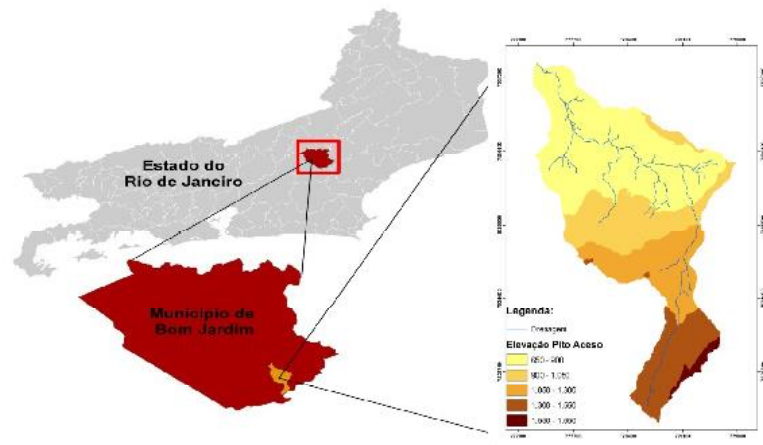


Figura 1. Localização da bacia do Pito Aceso, Município de Bom Jardim, RJ.

A produção agrícola é a principal atividade econômica exercida na área de estudo, como também no Município de Bom Jardim. Segundo Mendes (2006), o Município de Bom Jardim é um dos maiores produtores de oleráceas (espécies vegetais de cultivos temporários e de grande importância econômica, como *Solanum tuberosum*, *Phaseolus vulgaris* L., *Manihot esculenta* e *Zea mays*) da região serrana do Rio de Janeiro.

A bacia do Pito Aceso, assim como o restante do Município de Bom Jardim, encontra-se na área sob domínio das terras montanhosas, com classes de declividade das encostas variando entre 20-30% a 60-70% (ROSS, 1996). Vale frisar que no Estado do Rio de Janeiro as terras montanhosas compreendem cerca de 80% do total do território fluminense (ROSS, 1996).

A área de estudo está situada na unidade geomorfológica das colinas e maciços costeiros do planalto da Serra dos Órgãos, que tem altitudes médias em torno de 900 m. Esta unidade apresenta uma litologia com predominância de granitos metamórficos, gnaisse, migmatitos e associações. Os solos mais comuns da região são latossolos vermelho-amarelo, argissolos, cambissolos, neossolos e associações entre estes (COUTINHO et al., 2006).

A precipitação média anual, segundo a estação meteorológica de Nova Friburgo, é de 1.400 mm, sendo dezembro o mês mais chuvoso; e os meses de julho a agosto os mais secos. O clima predominante é o Mesotérmico Úmido, com temperaturas elevadas bem distribuídas o ano todo e com pouco ou nenhum déficit hídricos (COUTINHO et al., 2006).

Procedimentos de Interpretação da Imagem

O mapeamento de uso da terra da bacia do Pito Aceso foi gerado a partir de imagens do satélite WorldView® II de 10 de agosto de 2010 e teve como embasamento os procedimentos operacionais realizados por Prado et al. (2009). O sistema WorldView® II, lançado em 2009, constituiu um avanço para o sensoriamento remoto orbital ao adquirir imagens multiespectrais de alta resolução espacial em oito bandas espectrais estreitas, alcançando da faixa do azul até o infravermelho próximo (AFFONSO et al., 2012; NOVACK et al., 2011). As bandas espectrais utilizadas foram as banda 3, banda 4 e banda 5, as imagens apresentam resolução de 0,6 metros, permitindo o mapeamento de toda a área das bacias na escala 1:5.000.

Antes de iniciar o procedimento de classificação das imagens, notou-se que o limite da bacia hidrográfica não estava condizendo com a realidade. Portanto, foi necessária a readequação do limite da bacia hidrográfica. Para tanto, a nova delimitação foi feita com base na rede hidrográfica e nas curvas de nível na escala de 1:10.000 que foram disponibilizadas pela Embrapa e feitas a partir de aerolevanteamento.

De posse destes dados, optou-se pela delimitação manual da área da bacia, pois esta apresenta uma área de somente 500 hectares e as curvas de nível têm um alto grau de detalhamento, além do que esta delimitação é mais rápida que a delimitação automática, já que é necessário somente definir o contorno do polígono com a ferramenta *Editor* no software ArcGIS.

Coelho Netto (1988, p. 97) define a bacia hidrográfica como sendo:

uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto do canal fluvial. O limite de uma bacia de drenagem é conhecido como divisor de drenagem ou divisor d'águas.

Logo, para se realizar a delimitação da bacia foi necessário, inicialmente, definir a área de exutório, que é o ponto do canal principal para onde toda a descarga hídrica da bacia converge. Por fim, foi necessário definir as curvas de nível de maior cota, uma vez que o limite das bacias hidrográficas encontram-se nas partes mais altas do relevo.

Depois de feita a nova delimitação, foi necessária a realização da ortorretificação digital da imagem de satélite. Este procedimento consiste na correção da imagem devido às diversas distorções, especialmente as causadas pela posição do satélite, pela superfície física da Terra (relevo e curvatura) e pela projeção cartográfica. Para a realização da ortorretificação das imagens, necessariamente deve haver um MDE (modelo digital de elevação), sem o qual não seria possível a correção devido ao terreno (VOLOTÃO, 2001 citado por CERQUEIRA, 2004).

O processo de ortorretificação foi realizado no software ENVI® versão 4.5, para isto foi utilizada a ferramenta Orthorectification. Além disso, vale ressaltar que este processo foi aplicado, concomitantemente, nas três bandas e que foi utilizado um MDE gerado a partir das curvas de nível na escala de 1:10.000. Os resultados do processo de ortorretificação foram aferidos com base na comparação visual do *hillshade* da área.

Os procedimentos de classificação foram realizados no software Definiens Developer® versão 7.0. A primeira etapa consistiu na segmentação da imagem. Para tal, foi utilizado o algoritmo de segmentação de multi-resolução; com base neste algoritmo, tanto as características espectrais do pixel como os formatos dos objetos são fundamentais para a geração de objetos.

Este procedimento de segmentação parte de objetos do tamanho de um único pixel que são agrupados em circuitos fechados, repetidamente, até que se chegue ao limiar superior de heterogeneidade, que é definido através do parâmetro de escala (DEFINIENS AG, 2007).

Vale ressaltar que o parâmetro de escala nada tem a ver com escala cartográfica, e sim com um parâmetro que “determina a heterogeneida-

de máxima permitida aos segmentos resultantes". Sendo assim, quanto mais alto forem os parâmetros de escala, maiores serão os objetos. Logo, este é um fator único que leva em conta a área e o valor da similaridade dos pixels na definição dos objetos (DEFINIENS AG, 2007, p. 63). Neste trabalho foram utilizados os parâmetros de segmentação, conforme Prado et al. (2009), para uma imagem de alta resolução na mesma área de estudo, logo o valor de escala empregado foi de 30.

Além do parâmetro da escala, ainda existem outros dois que são utilizados nesse tipo de segmentação, a saber: Forma e Cor. O parâmetro de Cor está relacionado, diretamente, com o agrupamento dos pixels tendo como base a correlação espectral de cada pixel. Já o parâmetro Forma é formado por duas variáveis: Compacidade e Suavidade. A variável Suavidade corresponde ao peso dado para suavizar os contornos dos objetos, enquanto a variável Compacidade corresponde ao peso dado para compactação dos próprios objetos, tornando-os quando menor for possível.

Ao processar a segmentação é necessário dar pesos aos parâmetros de Forma e Cor, sendo que esta relação entre Forma e Cor tem que dar o valor de 1. Neste trabalho foi atribuído o valor de 0,1 para Forma e, conseqüentemente, de 0,9 para Cor. Como o parâmetro Forma é composto pelas variáveis Compacidade e Suavidade, para estas também deverão ser atribuídos pesos; no caso deste trabalho foram atribuídos os valores de 0,5 para cada uma das variáveis. Os valores dos parâmetros foram alcançados de maneira empírica, isto é, diversos outros valores foram utilizados, mas foram estes os que apresentaram melhores resultados.

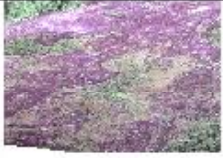







O processo de classificação também foi realizado no software Definiens Developer® versão 7.0 e foi utilizado o método do vizinho mais próximo, que tem como base a classificação orientada a objeto. O classificador Vizinho mais próximo tem como bases a segmentação e as amostras de treinamento; sendo assim, ao se definir um conjunto representativo de amostras para cada classe, cada segmento é associado à classe que mais se aproxime de um determinado conjunto de amostras dentro de um espaço característico. Neste trabalho optamos pelo valor padrão

de 0.6 para curva de função, este valor indica qual será a função de pertinência que um objeto tem que ter para se encaixar em uma determinada classe. Deste modo, quanto maior for o valor de pertinência menor será o valor da distância mínima. Este método é semelhante à tradicional classificação supervisionada, onde é necessário que se escolham áreas de treinamento, cujos valores dos descritores (tanto espectrais quanto de forma e textura) definirão as respectivas classes (PRADO et al., 2009).

As classes de uso da terra foram adaptadas do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 1999), sendo elas: Mata Estágio Inicial de Regeneração, Mata Estágio Avançado de Regeneração, Culturas Anuais, Culturas Perenes, Solo Exposto, Pasto Sujo, Pasto Limpo, Área Construída, Afloramento e Sombra (Tabela 1). A seguir serão detalhadas as classes utilizadas no mapa.

Tabela 1. Tabela com as classes de uso da terra, respectivas respostas espectrais da imagem WorldView® II e correspondência em campo.

Fotos: Rachel Bardy Prado.

Definição das classes	Resposta espectral	Correspondência em campo
<p>Afloramentos: Rochas que ficam expostas na superfície</p>		
<p>Área Construída: Áreas edificadas de baixa densidade, com pequenas áreas agrícolas associadas. Presença de chácaras, casas de moradia entremeadas por vegetação arbórea e arbustiva esparsa</p>		
<p>Culturas Anuais: Culturas agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixa o terreno disponível para novo plantio. Dentre as culturas na área da bacia destacam-se: milho, feijão, arroz, inhame, batata-doce, mandioca e outras</p>		
<p>Culturas Perenes: Culturas agrícolas de ciclo longo que permite colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio a cada ano. Nessa classe, estão os seguintes cultivos: café, banana e eucalipto</p>		

<p>Mata Estágio Avançado de Regeneração: Consideram-se como remanescentes florestais em estágio avançado de regeneração as formações arbóreas, que possuem estrutura florestal com cobertura superior contínua</p>		
<p>Mata Estágio Inicial de Regeneração: Consideram-se vegetação em estágio inicial de regeneração florestal as formações arbóreas que possuem estrutura florestal com diferentes graus de descontinuidade da cobertura superior</p>		
<p>Pasto Limpo: Áreas destinadas ao pastoreio do gado, formadas mediante plantio de forragens perenes. Nessas áreas o solo está coberto por vegetação de gramíneas ou leguminosas, cuja altura pode variar de alguns decímetros a alguns metros</p>		
<p>Pasto Sujo: Áreas de pasto que não estão sendo utilizadas ou encontram-se em situação de pousio inicial apresentam, principalmente, espécies herbáceas</p>		
<p>Solo exposto: Áreas onde a cobertura vegetal foi removida, seja para reforma de pasto ou em descanso para cultivo agrícola, além de estradas de terra, áreas de corte e aterro, ou ainda, sob processos erosivos.</p>		

Fotos: Rachel Bardy Prado.

Resultados

A classificação da imagem WorldView® II possibilitou que o mapeamento fosse realizado na escala de 1:5.000 e isto acabou contribuindo para a pluralidade de classes mapeadas. Ademais, a segmentação apresentou segmentos com limites bastante rugosos; contudo, pode-se afirmar que o processo como um todo foi bastante satisfatório, conforme o observado na Figura 2.

Um exemplo disso são as áreas de solo exposto que, apesar de serem bastante difíceis de determinar, já que em sua maioria representam as estradas de terra existentes na bacia, foram bem delimitadas e isto contribuiu para o aumento de área desta classe.

A validação de campo mostrou que os objetos classificados corresponderam com a realidade da área de estudo. Porém, vale destacar, após o campo foi necessária uma edição nos dados, especialmente de algumas áreas que foram classificadas como mata em estágio inicial e que, na verdade, eram áreas de plantação de eucalipto.

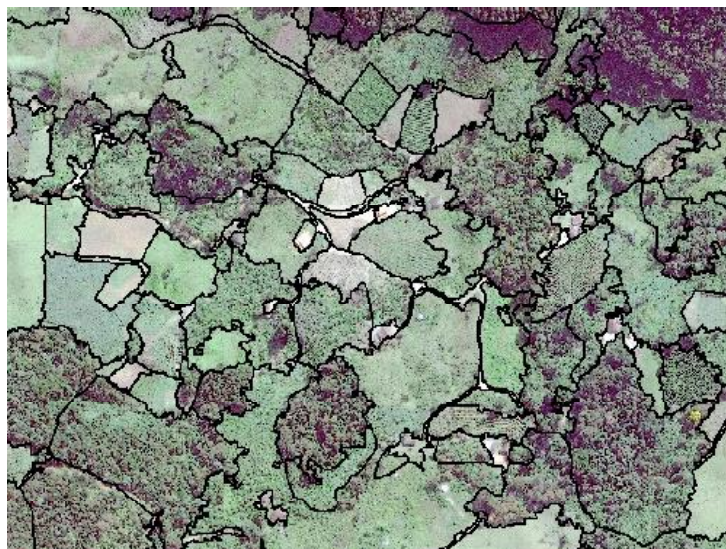


Figura 2. Resultado do processo de segmentação da imagem WorldView® II.

O mapeamento em si acabou por apresentar algumas diferenças em relação ao mapeamento de Prado et al. (2009) (Tabela 3). Apesar disso, pode-se afirmar que não foi a delimitação da bacia a responsável por esta diferenciação, isto porque os dois limites apresentaram o mesmo tamanho (um pouco mais de 500 hectares) e os contornos não são muito diferentes. Pode-se observar tal afirmativa com base nos mapas de uso do solo dos anos de 2004 e 2010, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Cálculo de áreas para as classes de uso do solo obtidas nos anos de 2004 e 2010.

Uso / cobertura do solo	Ano 2004 (%)	Ano 2010 (%)
Afloramento	3,66	3,66
Área Construída	0,55	0,67
Culturas Anuais	6,36	9,34
Culturas Perenes	6,29	4,37
Mata Avançada	45,16	45,32
Mata Inicial	16,06	11,67
Pasto Limpo	6,63	15,12
Pasto Sujo	6,26	6,10
Solo Exposto	0,75	1,53
Nuvens/Sombra	0,06	-

A bacia do Pito Aceso apresenta uma estrutura geomorfológica e geológica bem demarcada, podendo ser dissecada em três compartimentos. Estes, por sua vez, têm influência direta nos padrões de uso e cobertura da terra (Figura 3).

O primeiro compartimento corresponde aos terrenos mais elevados, com altitudes que variam de 800 a 1.600 m, formados por rochas intrusivas e processos tectônicos que contribuíram para as formas das vertentes e escarpas com inclinação bastante acentuada. Em razão desta especificidade, o acesso a esta área se torna algo deveras complicado, e isto acaba contribuindo para a preservação dos remanescentes florestais. Desta forma, é possível observar que a maior parte das matas em estágio avançado de sucessão se encontra nestas áreas de difícil acesso.

Além disso, é nesta área mais elevada que se localizam os principais afloramentos rochosos, isto se deve porque a elevada declividade destas

áreas (em alguns casos chega ser maior que 75%) acaba por dificultar a formação e retenção dos solos.

O principal afloramento é um pontão rochoso com o formato de pão-de-açúcar, possui as vertentes íngremes, ligeiramente convexas e sem solos. Além disso, por não possuir solos, acaba dificultando o desenvolvimento de maior diversidade de espécies vegetais, só permitindo a fixação de espécies adaptadas às suas características, como é o caso das espécies rupícolas.

O compartimento mais montanhoso é formado por degrau estrutural que o separa de uma área formada por superfícies mais dissecadas que, por contínuos trabalhos erosivos, deram origem a um conjunto de pequenas colinas e morros com interflúvios, vales e fundos de vale. O último compartimento está localizado mais a jusante, que é a planície fluvial, área que apresenta os menores níveis de declividade e a maior concentração hídrica e de sedimentos dentro da área da bacia.

É possível observar no mapeamento que nas áreas com relevo levemente ondulado é que se encontram as principais áreas de cultivo agrícola e pastagem. A razão disto é porque são áreas formadas por pequenas colinas que possuem uma declividade menos acentuada e, logo, permitem que as atividades de manejo se deem de modo mais fácil.

Cabe destacar que as pastagens, independentemente do seu estado sucessional, se encontram em sua maioria localizadas nas encostas das colinas, enquanto que as áreas de cultivo estão mais próximas às áreas de fundo de vale. O motivo que possivelmente levou a esta distribuição espacial é que as áreas mais próximas ao fundo de vale possuem um baixo gradiente de declividade, logo são áreas mais propícias ao manejo e à prática agrícola. Além disso, são áreas próximas ao Córrego do Pito Aceso, desta forma, facilita o acesso à irrigação dos cultivos.

Já os pastos, por não precisarem de manejo constante, estão localizados nas áreas de relevo levemente ondulado e em sua maioria são utilizados como fonte de alimento para o gado.

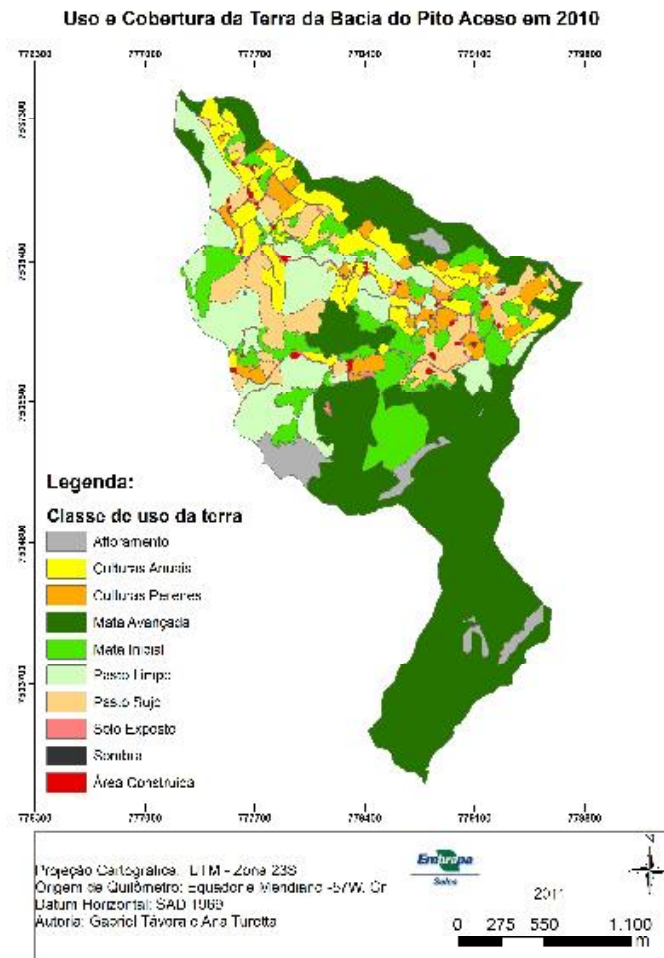


Figura 3. Uso e cobertura do solo da bacia do Pito Aceso, Bom Jardim, RJ – 2010.

A agricultura representa a principal atividade econômica na microbacia, apesar de não ser predominante em termos de área. As classes “culturas anuais” e “culturas perenes” recobrem 13,71 % da área total da microbacia do Pito Aceso. Optou-se pela divisão nessas duas classes devido às suas particularidades. A classe “culturas perenes” representa 4,37% da área da microbacia, nesta classe são predominantes os cultivos de café e a banana. Já a classe “culturas anuais” apresentou uma área de 9,34% da área da microbacia, predominante com cultivo de milho, feijão, arroz, inhame, batata-doce, mandioca e, em menor escala, a horticultura. O cultivo das culturas anuais geralmente é realizado ao longo das margens do Córrego Pito Aceso; os cultivos das culturas perenes são praticadas, geralmente, em áreas de maior declividade que as culturas anuais.

Parte da atividade agrícola na microbacia é realizada com base no sistema de pousio. Sendo assim, são feitos a rotação e o consórcio de culturas e o preparo do solo é realizado manualmente. Estas práticas contribuem para evitar problemas de compactação do solo e, conseqüentemente, para evitar processos erosivos (PRADO et al., 2009).

Portanto, a adoção das técnicas de pousio pode explicar a diferença de resultados obtidos nos anos de 2004 e 2010. Pois rotação e consórcio de culturas fazem com que áreas que antes possuíam uso de pastagem agora estejam sendo utilizadas para agricultura, enquanto que as áreas que em 2004 estavam em produção, em 2010 foram abandonadas, dando espaço à restauração sucessional.

Observa-se que no período de 2004 a 2010 a bacia do Pito Aceso não apresentou mudanças intensas na conformação da sua paisagem. As classes “Pasto Limpo” e “Mata Inicial” foram as que apresentaram maiores diferenças entre as suas áreas. No caso da classe Pasto Limpo houve um aumento de quase 7% da área, enquanto na classe “Mata Inicial” houve uma redução de quase 7% de sua área. Esse padrão de mudança sugere a ocorrência de uma possível intensificação do uso por parte dos agricultores nas porções média e baixa da bacia, uma vez que as áreas a montante onde está localizada a classe de Mata Avançada não houve alterações significativas de suas áreas. Contudo, estes usos se dão mais intensamente por conta de introdução de áreas de pastagem e não de agricultura.

Outro fator que merece destaque é a diminuição das culturas perenes em relação ao aumento das culturas anuais. Isto mostra que possivelmente as demandas de mercado é que têm o maior peso na intervenção do plantio. Além disso, observou-se a introdução na bacia de áreas de cultivo de eucalipto. Estas espécies também podem ter contribuído para a diminuição das áreas de Mata Inicial e de Pasto Sujo, uma vez que estas classes estavam localizadas espacialmente em áreas que hoje ocorre o cultivo de eucalipto. Esse fenômeno pode ser explicado de duas formas, a primeira seria uma confusão na hora de separar as classes de Mata Inicial e as áreas de eucalipto, uma vez que estas áreas cultivadas se assemelham com uma área de mata em estágio inicial; e a outra é que a introdução deste tipo de cultivo só tenha se dado recentemente com a derrubada de áreas antes preservadas. Por fim, a classificação de 2010 não apresentou classe Nuvens/Sombra, pois não há nenhuma área impedida de ser identificada.

Conclusão

A utilização tanto da imagem de alta resolução como também da metodologia empregada permitiu que a diversidade de objetos geográficos existentes na bacia fossem mapeados e, desta forma, colaborou para o entendimento das dinâmicas espaciais existentes na área de estudo.

Na bacia do Pito Aceso os diferentes usos da terra são condicionados às formas do relevo, isto é, as áreas de difícil acesso são as que se encontram em estado de maior preservação, enquanto as áreas mais planas e mais próximas ao Córrego do Pito Aceso é que estão localizadas as principais áreas agrícolas da área de estudo.

A prática de rotação de cultura contribuiu para que este mapeamento apresentasse resultados diferentes dos apontados por Prado et al. (2009). Além disso, as demandas mercadológicas também vão interferir nessas mudanças de uso e cobertura da terra. Um exemplo disto é a inserção do cultivo de eucalipto que tem sido realizado nos últimos anos.

Por fim, entende-se que a bacia apresenta baixos níveis de degradação ambiental, uma vez que não apresentou marcas de processos erosivos e de degradação do solo. Isso se deve em muito às práticas conservacionistas empregadas pelos agricultores e também pelas formas de relevo que condicionam os usos.

Referências

- AFFONSO, J. J.; SILVA, M. S.; GALO, M. de L. T. Classificação da cobertura da terra a partir de segmentação de imagens derivadas de bandas espectrais originais do WorldView-2. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA, 3., 2012, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente: Unesp, 2012. v.1, p.101-106. Disponível em: <http://docs.fct.unesp.br/departamentos/cartografia/eventos/2012_III_SBG/_artigos/A069.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2013.
- ANTUNES, A. F. B. **Classificação de ambiente ciliar baseada em orientação a objeto em imagens de alta resolução espacial**. 2003. 147 f. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CERQUEIRA, J. D. M. de. **Ortorretificação digital de imagens de satélites de alta resolução espacial**. 2004. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B da (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 93-148.
- COUTINHO, H. L. da C.; PRADO, R. B.; DONAGEMMA, G. K.; POLIDORO, J. C. GONÇALVES, A. O.; ANDRADE, A. G. de. **Qualidade de solo e água como indicadores de recuperação de áreas degradadas submetidas a manejo agroflorestal**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 38 p. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 100). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPS-2010/14933/1/bpd100-2006-qual-solo-agua.pdf>>. Acesso em 10 jul. 2013.
- DEFINIENS AG. **Definiens Developer 7.0: treinamento básico**. Munique, 2007. 195 p. Apostila do Curso de Introdução do Software Definiens Developer 7.0 oferecido pela empresa Threetek.
- IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro, 1999. 58 p. (IBGE. Manuais técnicos em geociências, 7).

MENDES, C. A. R. **Erosão superficial em encosta íngreme sob cultivo perene e com pousio no município de Bom Jardim - RJ**. 2006. 227 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

NOVACK, T.; RIBEIRO, B. M. G.; KUX, H. J. H. Análise dos dados do satélite WorldView-2 para a discriminação de alvos urbanos semelhantes com base em algoritmos de seleção de atributos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: Inpe, 2011. p. 7815-7821. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0770.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

PINHO, C. M. D. de; FEITOSA, F. da F; KUX, H. Classificação automática de cobertura do solo urbano em imagem IKONOS: comparação entre a abordagem pixel-a-pixel e orientada a objetos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: Inpe, 2005. p. 4217-4224. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.17.58/doc/4217.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

PRADO, R. B.; BARCELLOS, T. B. C.; REGO, L. F. G.; DONAGEMMA, G. K.; TURETTA, A. P. Utilização de imagens de alta resolução para o mapeamento do uso e cobertura do solo na microbacias do córrego Pito Aceso - região de Mata Atlântica - RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. **O solo e a produção de bioenergia: perspectivas e desafios**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009.

RODRIGUES, D. A.; SILVA, E. A. da. Extração de feições em imagens de média e alta resolução. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: Inpe, 2005. p. 1229-1236. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.17.14.28/doc/1229.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2009.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. v. 1.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 291-336.

ZHONG, C.; ZHONGMIN, Z.; DONGMEI, Y.; RENXI, C. Multi-scale segmentation of the high resolution remote sensing image. In: IEEE INTERNATIONAL GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM, 2005, Seoul. **Proceedings...** [S.l.]: IEEE, 2005. v. 5, p. 3682-3864. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/ielx5/10226/32599/01526648.pdf?tp=&arnumber=1526648&isnumber=32599>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

Embrapa

Solos