

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O MAPEAMENTO DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL UTILIZANDO IMAGENS DE MÉDIA E ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL¹

Cassiano Gustavo Messias
Universidade Estadual de Campinas
Embrapa Café - Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café - CBP&D/CAFÉ
cassianomessiaslavras@gmail.com

EIXO TEMÁTICO: GEOGRAFIA FÍSICA E GEOTECNOLOGIAS

RESUMO

Sabe-se que a ação antrópica tem transformado o meio natural em consequência dos modelos de consumo atuais, não o utilizando como um sistema que garante a sua sobrevivência, mas como recurso financeiro. Conforme Ross (1994), a exploração de recursos naturais, a supressão de cobertura vegetal para a implantação de culturas ou pastagem, a ocupação desordenada, as diferentes formas de poluição, entre outros, levam ao estado de desequilíbrio diante dos processos erosivos. O mapeamento de uso do solo configura-se como importante análise para o planejamento ambiental, visto que ele possibilita a espacialização e quantificação dos diferentes tipos de uso e ocupação do espaço pelo homem. As fotografias aéreas e imagens de satélite possibilitam o mapeamento de forma prática e rápida, reduzindo o tempo de trabalho e custos com trabalhos de campo. A escolha do método de classificação a ser aplicado depende de diferentes fatores, sendo uma deles a resolução espacial da imagem, visto que há altas, médias e baixas resoluções. O objetivo deste trabalho é analisar o uso do solo na área de influência da Hidrelétrica do Funil-MG, a partir de diferentes produtos de sensoriamento remoto e métodos de classificação.

Palavras-chave: Uso do solo; Hidrelétrica do Funil, Satélite ALOS

ABSTRACT

The anthropic use has transformed the natural environment as a consequence of current consumption models, not using the environment as a system for ensure its survival, but as a financial resource. According to Ross (1994), the natural resources exploration, the suppression of vegetation cover for taking place to crops or pastures, the disorganized occupation, the different kinds of pollution, and others, lead to an unbalance state by erosive processes. The soil use mapping is an important analysis for environmental planning, since it allows the specialization and quantification of different types of use and occupation of the space by the man. Aerial photographs and satellite images allow the mapping in a practical and fast way, decreasing labor and costs with field works. The choice of classification method depends on the different factors, and one of which is the image spatial resolution, since there are high, medium and low resolutions. This work aims to analyze the soil use in Funil Hydropower-MG area, from different remote sensing products and classification methods.

Key-words: Soil use, Funil Hydropower Plant, ALOS satellite

1 Parte deste estudo é resultado do trabalho de conclusão de curso do autor, sob orientação da Profa. Dra. Marta Felícia Marujo Ferreira. Fonte: MESSIAS, C. G. Análise da fragilidade ambiental na área de influência da Hidrelétrica do Funil-MG, utilizando-se de imagens do satélite ALOS sensor PRISM. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Geografia). Alfenas: UNIFAL-MG, 2011

INTRODUÇÃO

De maneira geral, as alterações ambientais resultam de fenômenos naturais ou podem ser provocadas pelo homem. Segundo Ross (1994), “os ambientes naturais mostram-se ou mostravam-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervirem cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais”.

As modificações antrópicas podem então gerar inúmeras consequências. Por este motivo, é necessário que se conheçam as características dos locais onde se realizam significativas alterações no meio ambiente. Crepani *et. al.* (2001) ressaltam que:

A atuação do homem sobre o meio ambiente, sem o prévio conhecimento do equilíbrio dinâmico existente entre os diversos componentes que permitiram a “construção” das diferentes unidades de paisagem natural pode levar a situações desastrosas do ponto de vista ecológico e econômico. Portanto, antecedendo qualquer ocupação, deve-se conhecer os componentes físicos - bióticos (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Fitogeografia e Clima) que interagindo levaram ao estabelecimento das unidades de paisagem natural. (CREPANI *et al.*, 2001, p. 15).

As hidrelétricas atuam como agentes modificadores, transformando a paisagem e a vida população de sua área de influência. Mesmo conhecendo os inúmeros impactos ambientais, econômicos e culturais que causa, o represamento de um rio é a técnica mais comum de produção de energia elétrica no país.

O Brasil é o terceiro país em produção de energia pelo represamento de rios e produz desta forma 95% de sua eletricidade (Dutra e Freitas, 2003). “O estado de Minas Gerais caracteriza-se como a caixa d'água do país, devido ao fato de a maior parte das grandes bacias brasileiras, extra-amazônicas, terem suas nascentes localizadas num de seus planaltos ou serras (Saadi 1997)”.

O diagnóstico de uso da terra é de fundamental importância para dar subsídios à estruturação de um plano de manejo sustentável de uma bacia hidrográfica, visto que o uso inadequado intensifica os processos erosivos, redução da produtividade dos solos agricultáveis, danos aos recursos hídricos e problemas socioeconômicos (Oliveira e Pinto 2003). A utilização de produtos de sensoriamento remoto, tais como fotografias aéreas e imagens de satélite, é de fundamental importância para esta análise, visto que permite obter informações de maneira rápida, precisa e muitas vezes barata.

A Hidrelétrica do Funil é uma das unidades hidrelétricas instaladas no Rio Grande, localizando-se nos municípios de Lavras e Perdões, entre as mesorregiões do Campo das Vertentes e o Sul de Minas Gerais. Entrou em funcionamento no ano de 2002, atingindo fazendas agropecuárias e vilarejos rurais. A instabilidade do meio ambiente é observada tanto na área de alagamento, como à jusante. É visível que o entorno das margens possui baixa densidade ou ausência de mata ciliar, o que resulta em processos erosivos, tais como a formação de sulcos, desbarrancamentos e assoreamento de certos pontos do rio.

O objetivo deste trabalho é analisar o uso do solo na área de influência da Hidrelétrica do Funil-MG, a partir de diferentes produtos de sensoriamento remoto e métodos de classificação. Foram utilizadas imagens do satélite ALOS/ PRISM, Landsat 5 TM e Landsat 7 ETM+, em diferentes datas.

O USO DE PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA O MAPEAMENTO DE USO DO SOLO²

Canada Centre for Remote Sensing (2012) define Sensoriamento como a ciência de aquisição de informações da superfície terrestre, que haja realmente um contato com ela. Para Moraes (2002) “estas atividades envolvem a detecção, aquisição e análise (interpretação e extração de informações) da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registradas por sensores remotos”.

Conforme Crósta (1992), “as imagens coletadas por sensores remotos possuem algumas características que diferenciam de outras imagens digitais [...]”. As imagens são constituídas sob a forma de grid, sendo que cada cela (pixel) deste grid está localizada em um sistema de coordenadas e representado por x e y . O pixel representa uma área de mesmas dimensões na superfície, possuindo um atributo numérico z (digital number), o qual indica o nível de cinza, que varia de preto até branco.

No que se refere às resoluções, Crósta (*op. cit.*) apresenta três diferentes parâmetros: espacial, espectral e radiométrica. Resolução espacial está relacionada ao tamanho do pixel, sendo que quanto mais forem observados menores objetos, maior a resolução. Resolução espectral é definida pelo número de bandas espectrais, visto que quanto maior a quantidade de bandas, menor a largura do intervalo do comprimento de onda e maior resolução espectral. Por fim, resolução radiométrica é definida pelos níveis de cinza, sendo que quanto maior número de níveis de cinza, maior resolução.

Segundo Luchiari (2005), uma das principais aplicações de dados procedentes de aeronaves e sistemas orbitais é a caracterização do uso do solo, o que seria “o uso que o homem confere aos recursos naturais, bem como as alterações provocadas por suas obras no ambiente”. Por sua vez, Messias *et. al.* (2011) apontam que o mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal possibilita “compartimentar e quantificar áreas com classes de usos diversos, como: cultura, pastagem, silvicultura, solo exposto, mata, área urbana, cursos d’água, dentre outros”.

A análise de uso do solo pode ser feita por fotointerpretação ou por classificação automática. Na definição de Moreira (2005) *fotointerpretação* “consiste em extrair informações de alvos da superfície terrestre, com base nas suas respostas espectrais, quando observados na imagem”. Segundo Crósta (1992), a *classificação automática* ocorre pela associação de cada pixel da imagem a uma classe, sendo ela *supervisionada*, quando o usuário fornece amostras de treinamento ou *não-supervisionada*, quando o próprio software decide quais as classes a serem separadas.

2 Revisão produzida pelo autor no projeto “Distribuição espacial e padrões ambientais dos cafés especiais da microrregião da Serra da Mantiqueira de Minas Gerais, por meio de processamentos geocomputacionais”, Embrapa - Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D/CAFÉ.

Ceron e Diniz (1966) estudaram os elementos de identificação das culturas em fotografias aéreas, denominados chaves de identificação, sendo estas utilizadas para a classificação de uso da terra. Conforme os autores, “as chaves de identificação das culturas são compostas de vários elementos, os quais, por sua vez, estão na dependência da época do ano no qual foram tomadas as fotos e das técnicas agrícolas empregadas na área em estudo”. Estes elementos são cor, textura, forma da parcela, dimensão da área cultivada, dimensão dos campos de cultivo, altura, espaçamento, restos de colheita e arranjo espacial.

MATERIAL E MÉTODO

Área de estudo

A hidrelétrica do Funil está localizada no Planalto do Alto Rio Grande, na sub-bacia do Rio Grande, pertencente à bacia do Rio Paraná, entre os municípios de Perdões e Lavras, Minas Gerais. A área do estudo compreende um recorte das cartas topográficas, folhas Lavras (IBGE, 1973) e Nepomuceno (IBGE, 1973), localizadas entre as coordenadas geográficas 21°06'24" e 21°13'60" de latitude S e 45°04'38" e 44°54'13" de longitude W (Figura 1).

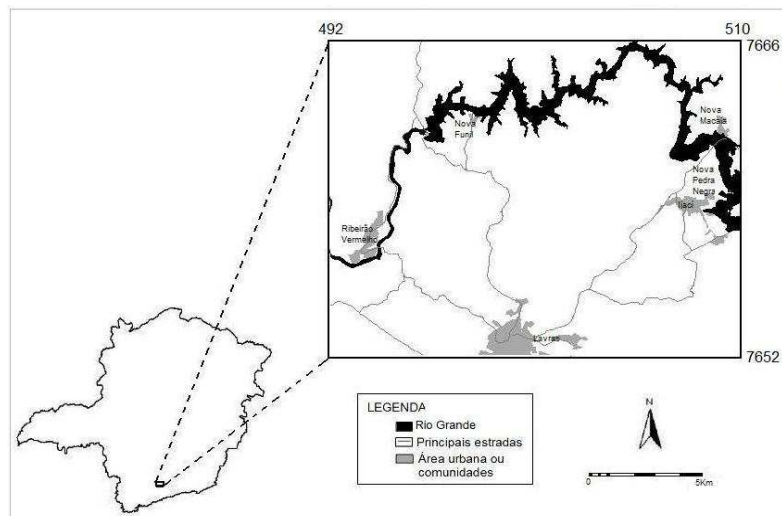


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo. Organização: Messias (2011)

Na região do alto Rio Grande a cobertura vegetal primitiva foi reduzida, o que foi causado por incêndios, pecuária extensiva ou retirada de madeira. (Oliveira-Filho *et. al.*, 1994b, *apud* Oliveira-Filho e Fluminhan-Filho, 1999. Curi *et al* (1990) mostram que as principais rochas encontradas são os quartzitos, micaxistos, gnaisses graníticos leucocráticos, mesocráticos, calcários e sedimentos arenosiltosos próximo do rio Grande. Com relação à pedologia, Andrade *et. al.* (1998) afirmam que há Latossolos em baixas declividades, Argissolos em médias, Argissolos/Cambissolos em altas e solos Hidromórficos em várzeas. O clima da região é classificado como Cwb, segundo classificação de Köppen (Villela e Ramalho, 1979, *apud* Dutra, 2005).

Materiais utilizados

Os materiais cartográficos utilizados constituem de cartas topográficas produzidas pelo IBGE, assim como produto de sensoriamento remoto, sendo eles imagens dos satélites ALOS/PRISM, Landsat 5 TM e Landsat 7 ETM+ (Tabela 1). Fez-se um levantamento bibliográfico sobre reservatórios artificiais e sobre a Hidrelétrica do Funil, sendo ainda consultados os processos referentes às licenças concedidas pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM). Utilizou-se

ainda materiais para o suporte técnico, como Estereoscópio de Espelho, Bússola e GPS. Para o tratamento digital das imagens e elaboração dos mapas foi utilizado o software livre *Ilwis GIS*.

Tabela 1: Documentos cartográficos e produtos de sensoriamento remoto utilizados

<i>Documentos Cartográficos</i>	<i>Articulação</i>	<i>Escala</i>	<i>Ano</i>	<i>Executor</i>
Carta topográfica de Lavras	SF-23-X-CI-1	1:50.000	1973	IBGE
Carta topográfica de Nepomuceno	SF-23-I-II-2	1:50.000	1973	IBGE
Imagem do satélite Alos Sensor Prism	ALPSMN214644025	Resolução 2,5m	03/02/10	Jaxa
Imagem do Satélite Landsat 7 Sensor ETM+	Órbita: 218 Ponto: 75	Resolução: 30m	26/07/99	NASA
Imagem do Satélite Landsat 5 Sensor TM	Órbita: 218 Ponto: 75	Resolução: 30m	06/02/10	NASA

Procedimentos metodológicos

Para se obter uma análise mais precisa foi feito o tratamento digital das imagens ALOS e Landsat, nas quais foram trabalhadas a correção atmosférica, contraste e correção geométrica. Para as imagens Landsat foram feitas ainda a composição colorida e classificação.

Segundo Crósta (1998), as imagens de satélite sofrem efeitos causados pelo espalhamento atmosférico, afetando principalmente os comprimentos de onda da luz visível. A *correção atmosférica* foi realizada pelo método *dark object subtraction (DOS)*, desenvolvido por Chaves (1988). Já o *aumento linear do contraste* foi feito pelo espalhamento dos níveis de cinza a partir do histograma da imagem, visto que Crósta (1998) afirma que o olho humano só consegue discernir 30 tons de cinza, estando bastante espalhados entre si. Além disso, a imagem de satélite bruta possui distorções, as quais foram minimizadas pela *correção geométrica*, relacionando pontos de controle (TiePoints) da imagem com pontos de uma base cartográfica. Utilizou-se como base as cartas topográficas do IBGE.

Para *composição colorida* das imagens do satélite Landsat, utilizou-se os canais 3, 4 e 5, com as cores azul, verde e vermelho, respectivamente. Foi feita a *classificação supervisionada* destas imagens, fornecendo amostras de treinamento das classes a serem mapeadas, baseando-se em chaves de interpretação (Tabela 2). Utilizou-se o classificador MaxVer, sendo o que apresentou melhores resultados.

Tabela 2: Chaves de interpretação para as imagens dos satélites Landsat 5 TM e Landsat 7 ETM+, 543/RGB

<i>Classe</i>	<i>Cor</i>	<i>Textura</i>	<i>Forma</i>
Área urbana	Rosa-escuro	Rugosa	Geométrica
Rio / água	Azul	Lisa	Irregular
Pastagem	Rosa-claro	Lisa	Irregular
Mata	Verde	Rugosa	Irregular
Cultura	Verde	Lisa	Geométrica
Solo exposto	Rosa-escuro	Lisa	Irregular
Mineração	Roxo	Rugosa	Geométrica

A alta resolução espacial da imagem do satélite ALOS/PRISM, de 2,5 metros, possibilitou a classificação por interpretação visual, através do uso de chaves de interpretação (Tabela 3). Por serem imagens pancromáticas, o elemento cor foi classificado de acordo com as tonalidades de cinza, que variam de branco a preto. Houve ainda o auxílio de estereoscópio de espelho para a obtenção da visão tridimensional e trabalhos de campo para a verificação dos dados.

Tabela 3: Chaves de interpretação para a imagem do satélite ALOS/PRISM

<i>Classe</i>	<i>Cor</i>	<i>Textura</i>	<i>Forma</i>
Área urbana	Branco e cinza	Rugosa	Geométrica
Rio / água	Cinza	Lisa	Irregular
Pastagem	Cinza	Lisa	Irregular
Mata	Preto	Rugosa	Irregular
Capoeira	Cinza	Rugosa	Irregular
Silvicultura	Cinza	Lisa	Geométrica
Cultura	Cinza	Lisa	Geométrica
Solo exposto	Branco	Lisa	Irregular
Mineração	Branco	Rugosa	Geométrica

Uso do sensor PRISM, do satélite ALOS para obtenção da visão estereoscópica

O satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) foi lançado pela Agência Espacial Japonesa (JAXA), no dia 24 de janeiro de 2006, levando sensores para observação global, monitoramento de desastres, levantamento de recursos naturais e cartografia (IBGE, 2010).

O satélite dispõe de 3 diferentes sensores, sendo eles: PRISM, AVNIR-2 e PALSAR. Utilizou-se neste trabalho o sensor PRISM, que apresenta uma imagem pancromática com resolução espacial de 2,5m. Segundo Takaku *et. al.*, o satélite utiliza três sistemas ópticos independentes, sendo eles Nadir (vertical), Forward (inclinado para a esquerda) e Backward (inclinado para a direita). Forward e Backward são arranjados a uma inclinação de +/-23,8° de Nadir. Esta inclinação possibilita a capacidade estereoscópica e a partir dela, obtém-se a visão das feições do relevo e da textura da cobertura vegetal de forma tridimensional.

Para a análise das informações do sensor PRISM utilizando estereoscopia, subdividiram-se as imagens de cada sistema óptico da área total de estudo, em nove recortes, utilizando-se das mesmas coordenadas. Desta forma, os recortes de cada sistema correspondem uma mesma área no espaço, o que possibilita a estereoscopia (Figura 2).

Na obtenção da visão estereoscópica a partir das imagens do sensor PRISM, a análise visual deve ser auxiliada por estereoscópio, de acordo com as diferentes combinações: Forward + Nadir, Nadir + Backward ou Forward + Backward. Deve-se encontrar a posição correta de visualização dos recortes impressos, girando-os em noventa graus, até que os topos sejam visualizados nas partes superiores e os fundos de vales nas inferiores. A posição incorreta dos recortes pode inverter a visão do relevo, fazendo com que os topos sejam visualizados em partes inferiores e os fundos de vales nas superiores, ou mesmo a não obtenção da visão estereoscópica.

Deve-se ressaltar que as combinações apresentam resultados diferentes para a visão estereoscópica. Forward + Nadir apresenta uma face do relevo e Nadir + Backward a face oposta, porém com um mesmo exagero vertical. Já a combinação Forward + Backward, pelo fato de possuírem cada uma a inclinação de $\pm 23,8^\circ$ em relação Nadir, apresenta maior exagero vertical, o que dá impressão de maior movimentação do relevo. Deve-se escolher qual a combinação adequada ao estudo desenvolvido.

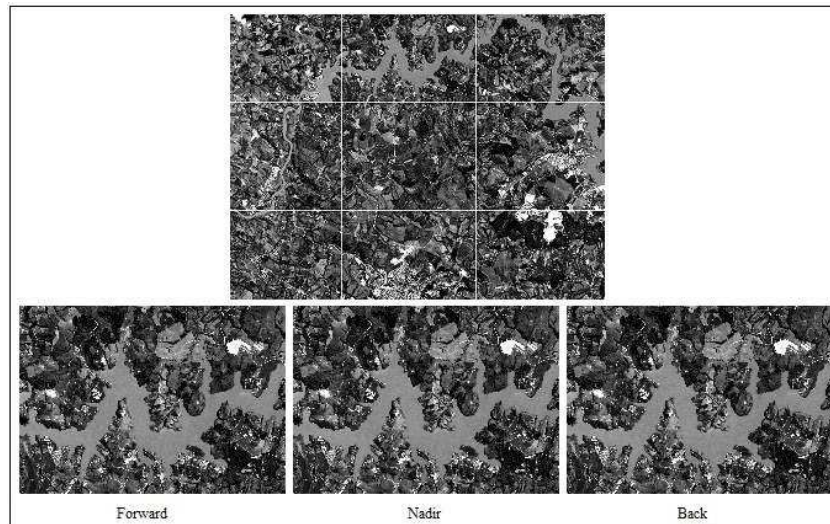


Figura 2 – A primeira imagem representa a área total de estudo, com a delimitação dos nove recortes. As três imagens abaixo dela, mostram um dos recortes, nos três sistema óptico do sensor PRISM, correspondendo às mesmas coordenadas, mesma área no espaço e sendo elas idênticas a olho nu.

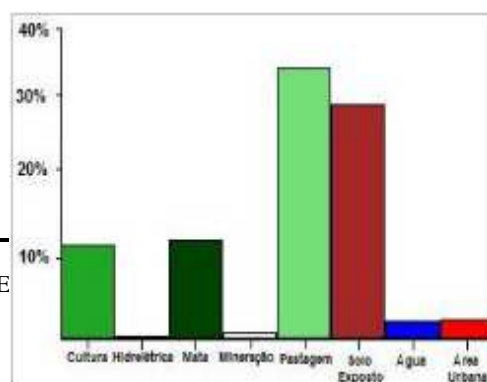
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Classificação supervisionada utilizando imagens do satélite Landsat

A primeira análise de uso do solo foi feita pela da imagem do satélite Landsat 7 ETM+, da data 26 de julho de 1999, quando a hidrelétrica estava em instalação. Após serem selecionadas as amostras de treinamento da classificação supervisionada, foi escolhido o classificador. Os melhores resultados foram obtidos pelo classificador MaxVer, que considera a ponderação das distâncias das médias, utilizando parâmetros estatísticos (Crósta, 1992).

Verificou-se através do *Gráfico de Distribuição Percentual das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal do ano de 1999* (Gráfico 1) e do *Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal no ano de 1999* (Figura 3) o valor percentual das áreas ocupadas por cada uma das classes no ano em análise a distribuição espacial.

Verificaram-se pelos resultados do mapa que as classes pastagem e solo exposto são as



de maior representatividade, ocupando 36,48% e 31,72%, respectivamente. As classes mata e cultura representam 13,35% e 12,53%. A água representa 2,30%, a mineração 0,72% e a área urbana 2,51%. Identificou-se ainda a área de implantação da hidrelétrica, que é de 0,39%.

Gráfico 1 - Distribuição percentual das classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da área de influência da Hidrelétrica do Funil no ano de 1999

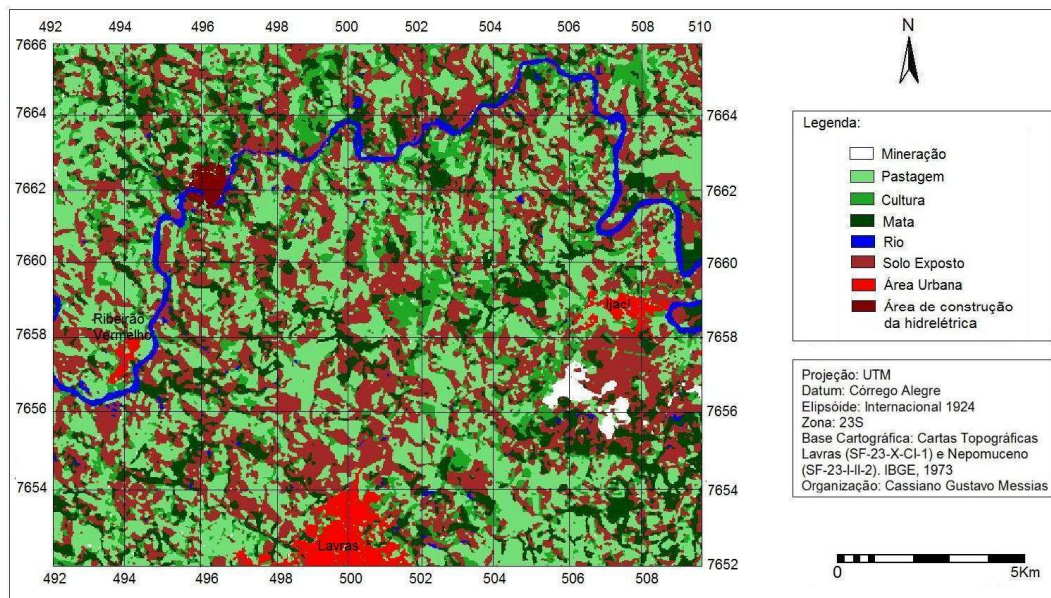


Figura 3 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da área de influência da Hidrelétrica do Funil no ano de 1999. Imagem utilizada: Landsat 7 ETM+

Para a construção do *Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal no ano de 2010* (Figura 4) e *Gráfico de Distribuição Percentual das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal do ano de 2010* (Gráfico 2), interpretou-se a imagem do satélite Landsat 5 TM, de 6 de fevereiro de 2010. Utilizou-se também nesta imagem o classificador MaxVer, o qual apresentou melhores resultados.

Pela análise do mapa de uso do solo do ano de 2000, percebeu-se que o classificador identificou como maior classe também a pastagem, representando 46,97% da área total. Pela classificação, as culturas ocupam apenas 0,75% e a classe mata 29,05%. O solo exposto abrange 13,99%, a mineração 0,63% e a área urbana 1,80%. É possível afirmar que a área do Rio Grande subiu de 2,30% para 6,61%, devido ao represamento.

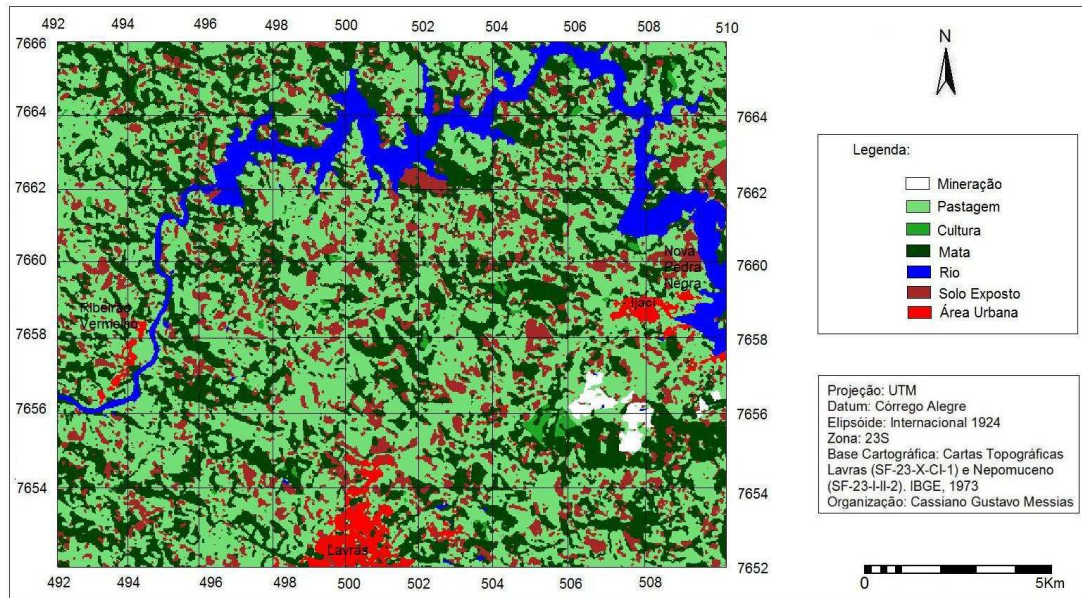


Figura 4 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da área de influência da Hidrelétrica do Funil no ano de 2010. Imagem utilizada: Landsat 7 TM

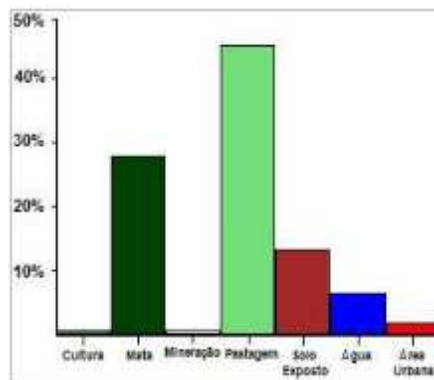


Gráfico 2 - Distribuição percentual das classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da área de influência da Hidrelétrica do Funil no ano de 2010

Análise de uso do solo e cobertura vegetal utilizando o satélite ALOS, sensor PRISM

A imagem do satélite ALOS/PRISM, possui resolução espacial de 2,5m e capacidade estereoscópica, o que possibilitou a fotointerpretação e uma análise detalhada e precisa a respeito do uso do solo na área de estudo. Após a fotointerpretação, foram coletados pontos de controle em campo, nos quais foram observada a veracidade das informações mapeadas e associações destas com o relevo, classes de solo, formação de processos erosivos, entre outros atributos. O *Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal no ano de 2010* (Figura 5) e o *Gráfico de Distribuição Percentual das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal do ano de 2010* (Gráfico 3) apresentam os resultados da fotointerpretação.

Resultados verificados no mapa mostram que a pastagem ocupa 55,45% da área estudada. Este uso está associado à pecuária, introduzida no século XVIII (Oliveira-Filho e Fluminhan-Filho, 1999) e que se configura como importante atividade econômica da região. De acordo com Ross

(1994), a pastagem oferece médio grau de proteção ao solo, além do pisoteio do gado acarretar ou intensificar processos erosivos, tais como rastejo e compactação do solo.

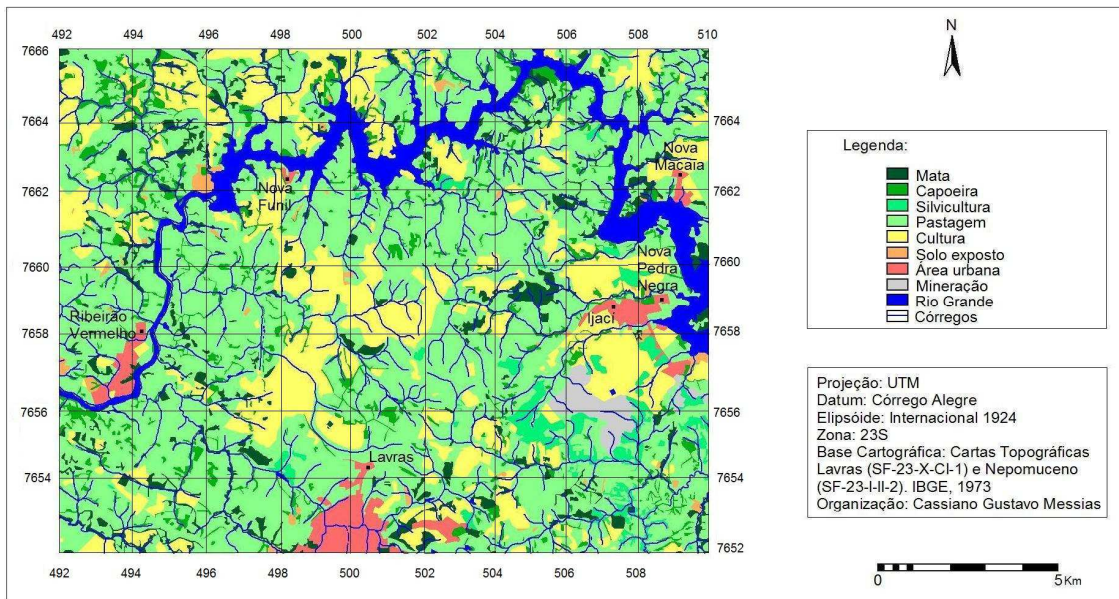


Figura 5 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da área de influência da Hidrelétrica Funil no ano de 2010. Imagem utilizada: ALOS/PRISM

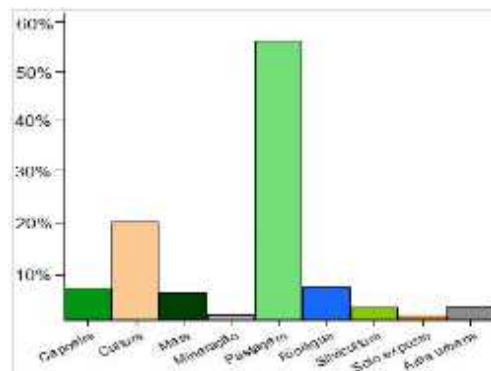


Gráfico 3 - Distribuição percentual das classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da área de influencia da Hidrelétrica do Funil no ano de 2010

No que se refere aos cultivos agrícolas, esta classe tem grande representatividade, ocupando 19,47%. Nela estão englobadas as culturas permanentes, anuais e solos sendo preparados para o cultivo. O café é a principal cultura encontrada na área de estudo, mas há ainda outras culturas permanentes, como a banana e laranja, além, de culturas anuais, como o milho, feijão e capim.

As classes capoeira e mata representam, respectivamente, 6,31% e 5,43%. Estão associadas geralmente aos cursos d'água, configurando-se como matas ciliares ou Áreas de Preservação Permanente. Partindo da análise das classes apontadas, pode-se confirmar o baixo adensamento ou falta de mata ciliar, o que ocorre na área de represamento e à jusante dela. Isto tem gerado problemas ambientais, como erosão das margens, formação de sulcos e assoreamento de certos pontos do

reservatório. Estes problemas são de pequena magnitude, mas ao longo do tempo, em função de uma sinergia poderão tornar-se grandes impactos.

As classes Rio Grande, solo exposto e silvicultura ocupam 6,42%, 0,78% e 2,42%, respectivamente. Grande parte de solo exposto observado está associado à preparação para cultura, tendo sido então somado a esta classe. A silvicultura se concentra próxima à região de Ijací e é representada pela eucaliptocultura. As áreas de mineração, próximas à região de Ijací, representam 1,03%.

Erros e problemas da classificação supervisionada utilizando imagens do satélite Landsat

Ao comparar os resultados dos mapas de uso do solo resultantes das diferentes imagens, pode-se afirmar que é fundamental o conhecimento do usuário em interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélite. Além disso, é comum ocorrerem problemas com o classificador, sendo eles na identificação ou diferenciação de certas classes. De acordo com Crósta (1992), “é bastante provável que, na maioria dos casos, existam tipos de superfícies ou coberturas que o operador não consiga perceber visualmente, devido à diferenças sutis em suas propriedades espectrais”.

Percebeu-se que houve confusão do classificador MaxVer ao identificar áreas de pastagem e solo exposto na imagem Landsat 7 ETM+, do ano de 1999. É provável que isto tenha ocorrido devido ao mês em que a imagem foi captada, sendo junho considerado um período seco na região. Por este mesmo fator, o classificador obteve sucesso na classificação de culturas e mata. Este resultado corrobora com o estudo de Moreira *et. al.* (2004), no qual constataram que as imagens de períodos de seca são mais indicadas para diferenciar café de mata e pastagem.

No mapa de 2010, produzido pela imagem do satélite Landsat 5 TM, utilizando o classificador MaxVer, observou-se que obteve sucesso na diferenciação das classes solo exposto e pastagem, visto que a imagem foi captada no mês de fevereiro, período chuvoso em que as pastagens apresentam-se em período de rebrota. Por sua vez, as classes cultura e mata não foram diferenciadas pelo classificador, devido a dificuldade de separar café e mata. Moreira *et. al.* (2004) mostram que o café-formação apresenta semelhança espectral com pastagem nas bandas 3 e 5, o que causa este erro. Por sua vez, a área urbana aparece no mapa de 2010 com percentual menor que no mapa de 1999, o que dá impressão de que a área das cidades diminuiu. Isto ocorreu pelo fato de que o classificador identificou melhor áreas verdes e vazios urbanos na imagem de 2010.

CONCLUSÃO

Pelo mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal, tendo como base as imagens do satélite ALOS/PRISM, constatou-se que o uso predominante na área de estudo é o de pastagem, o que está relacionado à pecuária. Além disso, as culturas tem bastante expressividade, principalmente o café, que configura-se como uma importante atividade agrícola no sul de Minas Gerais. As classes de mata e caqueira, as quais oferecem maior proteção ao solo, não ocupam grandes áreas, estando relacionadas

na maioria das vezes a cursos d'água. Outras classes mapeadas com menor expressividade são área urbana, rio, silvicultura, solo exposto e mineração.

Os resultados do mapeamento com as imagens Landsat não se apresentaram satisfatórios, já que por possuírem resolução espacial de 30m, não apresentam detalhes das classes de uso. Por este motivo, é necessário um cuidado maior do usuário, tanto na identificação, como no número de amostras selecionadas. Por sua vez, as imagens do satélite ALOS, com resolução espacial de 2,5m, apresentam maiores detalhes das classes, o que possibilita um mapeamento de uso do solo preciso.

Conclui-se então, que a classificação automática de imagens com média resolução espacial deve ser posteriormente analisada pelo usuário, o qual deve identificar os erros de classificação e reclassificá-los. Para isto, é necessário que o fotointérprete conheça os elementos fotointerpretativos e a área estudada, para que possa solucionar problemas da classificação automática. Os trabalhos de campo são fundamentais para a análise dos resultados obtidos e para a checagem de classes cuja análise visual seja duvidosa. Além disso, como afirma Moreira *et.al.* (2007), o Google Earth pode ser utilizado como auxílio para diminuir dúvidas e trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, H.; ALVES, H.M.R.; VIEIRA, T.G.C. **Diagnóstico ambiental do município de Lavras com base em dados do meio físico: III – Estratificação em classes de declive.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 27., 1998, Poços de Caldas-MG.Lavras: UFLA/SBEA, 1998. v.4, p.356-357.
- CANADA CENTRE FOR REMOTE SENSING. **Fundamentals of Remote Sensing.** Disponível em: http://www.grss-unicamp.com/CCRS_Fundamentals.pdf. Acesso em: 03/01/2012
- CERON, A. O.; DINIZ, J. A. F. **O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra.** In.: Revista Brasileira de Geografia, ano XXVIII, nº 2, abril-junho de 1966, p. 151-173
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial.** São José dos Campos: INPE, 2001.
- CRÓSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto.** Campinas, IG/UNICAMP, 1992.
- CURI, N.; LIMA, J. M. de; ANDRADE, H.; GUALBERTO, V. **Geomorfologia, Geologia, Química e Mineralogia dos principais solos da região de Lavras (MG).**In.: Ciência e Prática, Lavras, v.14, p.297-307, 1990.
- DUTRA, L. E. D.; FREITAS, M. A. V. de. **Hidroeletricidade no Brasil: Perspectivas de desenvolvimento e sustentabilidade.** In.: O estado das águas no Brasil 2001 -2002. Brasília: Agência Nacional de Águas, p. 49-63, 2003.
- DUTRA, G. C. **Estratificação ambiental visando à recuperação da vegetação ciliar no entorno do lago da usina hidrelétrica do Funil, em Minas Gerais.** Dissertação (mestrado em Manejo Ambiental). Lavras: UFLA, 2005.
- IBGE. **Imagens do Satélite ALOS.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/alos/default.php>>. Acesso em: 23/08/2010

- LUCHIARI, A. **Algumas considerações sobre as aplicações dos produtos do sensoriamento remoto para levantamento do uso e revestimento da terra.** *In.*: Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina, São Paulo, 2005.
- MESSIAS, C. G. **Análise da fragilidade ambiental na área de influência da Hidrelétrica do Funil-MG, utilizando-se de imagens do satélite ALOS sensor PRISM.** Trabalho de conclusão de curso (graduação em Geografia). Alfenas: UNIFAL-MG, 2011
- MESSIAS, C. G.; RIBEIRO, M. B. P.; FERREIRA, M. F. M.; GARÓFALO, D. F. T. **Uso do solo e cobertura vegetal da área de influência da Hidrelétrica do Funil – MG, utilizando o sensor PRISM do satélite ALOS.** *In.*: Anais do XX Congresso de Pós-Graduação da UFLA, Lavras, 2011.
- MOREIRA, M. A.; ADAMI, M.; RUDORFF, B. F. T. **Análise espectral e temporal da cultura de café em imagens Landsat.** *In.*: Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.39, n.3, p.223-231, mar. 2004
- MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 3ª ed. atualizada e ampla. Viçosa: UFV, 2005
- MOREIRA, M. A.; BARROS, M. A.; FARIA, T. G. C.; ADAMI, M. **Tecnologia de informação: imagens de satélite para o mapeamento de áreas de café de Minas Gerais.** *In.*: Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 28, n. 241, p. 16-26, nov./dez. 2007
- OLIVEIRA, A. M. M.; PINTO, S. A. F. **Análise da dinâmica do uso da terra: o estudo da bacia hidrográfica do Ribeirão São João, SP.** *In.*: Geografia, Rio Claro-SP, v. 28, n. 2, p. 197-224, 2003.
- OLIVEIRA -FILHO, A. T.; FLUMINHAN-FILHO, M. **Ecologia da vegetação do parque florestal Quedas do Rio Bonito.** *In.*: CERNE. Lavras: UFLA, 1999.
- ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados.** *In.*: Revista do Departamento de Geografia, n°8, FFLCH-USP, São Paulo, 1994.
- SAADI, A. **A intervenção da geomorfologia na viabilização ambiental de unidades hidrelétricas-UHE's: experiências de Minas Gerais.** *In.*: Geonomos, Belo Horizonte, v.5, n.2, p.1-4, 1997.
- TAKAKU, J., FUTAMURA, N., IJIMA, T., TADONO, T., SHIMADA, M., SHIBASAKI, R. **High resolution DSM generation from ALOS PRISM data -Pre-launch Simulation and Assessment Plans.** Proceedings IGARSS 2005, Seoul, IEEE, 2005.